



**HAL**  
open science

# Carporestes et espaces domestiques néolithiques : étude spatiale multiscalare des données carpologiques du Néolithique ancien au Néolithique récent (5300-3500 av. n.è) dans la moyenne vallée de la Moselle

Laura Berrio

## ► To cite this version:

Laura Berrio. Carporestes et espaces domestiques néolithiques : étude spatiale multiscalare des données carpologiques du Néolithique ancien au Néolithique récent (5300-3500 av. n.è) dans la moyenne vallée de la Moselle. Archéologie et Préhistoire. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2023. Français. NNT : 2023PA01H094 . tel-04767334

**HAL Id: tel-04767334**

**<https://theses.hal.science/tel-04767334v1>**

Submitted on 5 Nov 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**UNIVERSITÉ PARIS 1 PANTHÉON-SORBONNE**  
**UFR 03 HISTOIRE DE L'ART ET ARCHÉOLOGIE – ÉCOLE DOCTORALE D'ARCHÉOLOGIE ED 112**

## **THÈSE**

Pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne  
en Archéologie environnementale, spécialité Archéobotanique

---

### **Carporestes et espaces domestiques néolithiques**

Étude spatiale multiscalaire des données carpologiques du Néolithique ancien au  
Néolithique récent (5300-3500 av. n. è) dans la moyenne vallée de la Moselle

### **Volume I**

Problématiques, méthodes, résultats et discussion

---

Présentée et soutenue publiquement le 8 décembre 2023 par

**Laura BERRIO**

Sous la direction de Christophe PETIT et François GILIGNY

Devant un jury composé de :

Christophe PETIT	Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne UMR 7041 ArScAn Archéologies environnementales	Directeur
François GILIGNY	Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne UMR 8215 Trajectoires	Directeur
Jean Frédéric TERRAL	Professeur, Université de Montpellier UMR 5554 ISEM	Rapporteur Président du jury
Annelou VAN GIJN	Professeure émérite, Universiteit Leiden	Rapporteuse
Vincent BLOUET	Ingénieur d'études, SRA Lorraine	Examinateur
Aurélie SALAVERT	Maître de conférences, MNHN UMR 7209 AASPE	Examinatrice
Julian WIETHOLD	Archéobotaniste, Inrap Grand Est UMR 6298 ArTeHiS	Examinateur



*Aux femmes de ma vie : ma fille et ma mère.*



Ce travail de thèse a bénéficié du soutien financier

De l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (ED 112 - École doctorale d'Archéologie),  
*Contrat doctoral 2012-2015*  
*Financement ponctuel de missions d'étude*

De la DRAC Grand Est,  
*Financement du PCR « CARPOLOR »*

Du ministère de la Culture (Direction générale des Patrimoines),  
*Allocation de formation et de recherche 2019*

De l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn,  
*Financement ponctuel de missions d'étude*

De l'UMR 8215 Trajectoires.  
*Financement ponctuel de missions d'étude*



# RÉSUMÉ

## **Carporestes et espaces domestiques néolithiques**

Étude spatiale multiscalaire des données carpologiques du Néolithique ancien au Néolithique récent (5300-3500 av. n. è) dans la moyenne vallée de la Moselle

Ce travail de recherche propose une approche méthodologique du traitement des données carpologiques, au travers de l'étude de 41 sites archéologiques néolithiques localisés dans la moyenne vallée de la Moselle (5300-3500 av. n. è). Les données rassemblées (inédites, publiées et nouvelles données) proviennent de 1 046 échantillons analysés, dont 708 se sont avérés positifs. Ces échantillons sont issus de 774 contextes archéologiques, un minimum de 6 163,3 litres de sédiment tamisés et totalisent 57 740 carporestes.

Un nouvel outil de gestion de données archéobotaniques a été développé dans le cadre de ce travail. Cet outil avait pour objectif d'optimiser le temps de travail du spécialiste, de permettre l'exploitation poussée des données tout en limitant le risque d'erreur ainsi que de proposer un outil capable de s'adapter aux besoins de chaque utilisateur. L'outil, appelé Base de données relationnelle en Archéobotanique (BDRAB 1.0<sup>©</sup>), a été conçu, développé et testé avec succès. Il pourra désormais être proposé aux collègues qui souhaiteraient en bénéficier et sera amélioré en fonction de l'évolution des besoins.

Par ailleurs, une approche innovante notamment en ce qui concerne l'étude de la distribution des activités au sein de l'unité domestique rubanée est proposée. L'étude, au cas par cas, du matériel carpologique en provenance de treize bâtiments sélectionnés montre que, dans certains cas, il est possible d'identifier les différentes zones d'activité domestique. Bien que quelques caractéristiques récurrentes suggèrent que certains éléments de l'aménagement pourraient être liés à des préférences culturelles, la diversité globale démontre qu'il n'est pas pertinent de proposer un modèle statique « taille unique » de l'aménagement de l'espace interne des maisons.

Enfin, l'analyse du cortège de plantes cultivées par les populations néolithiques, du point de vue diachronique (Néolithique ancien, moyen et récent) et spatial (intrasite et intersite), permet de mettre en évidence des évolutions qui refléteraient des préférences difficiles à expliquer dans l'état actuel de la recherche, mais pour lesquelles quelques éléments de réflexion sont apportés.

**Mots clés :** Archéobotanique, Néolithique, Moselle, Analyse spatiale, Espace domestique, Base de données.



# ABSTRACT

## **Carpological remains in Neolithic Domestic Spaces**

A multiscale spatial analysis of carpological data from Early to Late Neolithic (5300-3500 BCE) in the middle Moselle valley

This dissertation focuses on developing a methodological approach to the processing of carpological data, through the study of 41 Neolithic archaeological sites located in the middle Moselle valley (France, 5300-3500 BC). Data from unpublished, published, and newly analyzed assemblages were gathered, allowing for the screening of 1,046 individual samples derived from 774 archaeological contexts and at least 6,163.3 liters of sieved sediment. 708 samples proved positive for carpological remains, with a total of 57,740 specimens.

A new tool for managing archaeobotanical data was created as part of this work, in order to optimize the specialist's working time, to enable advanced data exploitation while limiting the risk of error, and to adapt to the needs of each user. The tool, a database known as the Archaeobotany Relational Database (BDRAB 1.0<sup>©</sup>), was successfully designed, developed, and tested. It will now be made freely available to researchers and will be improved as needs evolve.

A new approach to the distribution of activities within the Linear Pottery Culture domestic unit through the distribution of botanical remains is also implemented. The case-by-case analysis of carpological material from thirteen selected buildings shows that, in some instances, it is possible to identify different zones of domestic activity. If a few recurrent characteristics suggest that some elements of the layout may be linked to cultural preferences, the global diversity demonstrates that no static "one-size-fits-all" spatial model can be offered for the internal arrangement of houses.

Finally, an analysis of the range of plants cultivated by Neolithic populations, both diachronically (Early, Middle and Late Neolithic) and spatially (intra- and inter-site), reveals trends that reflect preferences that are difficult to explain in the current state of research, but for which some elements of reflection are provided.

**Keywords:** Archaeobotany, Neolithic, Moselle, Spatial analysis, Domestic space, Database.



# RESUMEN

## **Carporestos y espacios domésticos neolíticos**

Análisis espacial multiescala de los datos carpológicos del Neolítico antiguo al Neolítico reciente (5300-3500 a. n. e.) en el valle medio del río Mosela

Este trabajo de investigación propone un enfoque metodológico del tratamiento de los datos carpológicos, a través del estudio de 41 sitios arqueológicos neolíticos localizados en el valle medio del río Mosela (5300-3500 a. n. e.). Los datos reunidos (inéditos, publicados y nuevos datos) provienen de 1046 muestras analizadas, de las cuales 708 fueron positivas. Estas muestras resultan de 774 contextos arqueológicos, un mínimo de 6163,3 litros de sedimento tamizado y totalizan 57 740 carporestos.

Una nueva herramienta de gestión de datos arqueobotánicos fue desarrollada en el marco de este trabajo. Dicha herramienta tenía por objetivo optimizar el tiempo de trabajo del especialista, permitir la explotación avanzada de los datos al mismo tiempo que limitar el riesgo de error, así como proponer una herramienta capaz de adaptarse a las necesidades de cada usuario. La herramienta, llamada Base de datos relacional en Arqueobotánica (BDRAB 1.0<sup>©</sup>), fue concebida, desarrollada y testeada con éxito. De ahora en adelante, podrá ser ofrecida a los colegas que deseen utilizarla y será mejorada en función de la evolución de las necesidades.

Por otro lado, un enfoque innovado fue propuesto, en particular con respecto al estudio de la distribución de las actividades al interior de la unidad doméstica de la cultura de la cerámica de bandas (*Rubané* o *Linearbandkeramik*). El estudio, caso por caso, del material carpológico proveniente de trece casas seleccionadas muestra que, en algunos casos, es posible identificar las diferentes zonas de actividad doméstica. A pesar de que algunas características recurrentes sugieren que ciertos elementos de la distribución podrían estar relacionadas con preferencias culturales, la diversidad global demuestra que no es pertinente proponer un modelo estático “talla única” de la disposición del espacio interno de las casas.

Por último, el análisis del conjunto de plantas cultivadas por las poblaciones neolíticas, desde un punto de vista diacrónico (Neolítico antiguo, medio y reciente) y espacial (intrasitio e intersitio), permite poner en evidencia ciertas evoluciones que podrían reflejar preferencias difíciles de explicar en el estado actual de la investigación, pero para las cuales algunas pistas de reflexión fueron propuestas.

**Palabras clave:** Arqueobotánica, Neolítico, Mosela, Análisis espacial, Espacio doméstico, Base de datos.



*[...] Somos una especie en viaje  
No tenemos pertenencias sino equipaje  
Vamos con el polen en el viento  
Estamos vivos porque estamos en movimiento  
Nunca estamos quietos, somos trashumantes  
Somos padres, hijos, nietos y bisnietos de inmigrantes  
Es más mío lo que sueño que lo que toco  
Yo no soy de aquí  
Pero tú tampoco  
De ningún lado del todo  
De todos lados un poco [...]  
(Drexler, 2017)*

*[...] Nous sommes une espèce en voyage  
Nous n'avons pas de biens mais des bagages  
Nous allons avec le pollen sous le vent  
Nous sommes vivants parce que nous sommes en mouvement  
Nous ne sommes jamais immobiles, nous sommes nomades  
Nous sommes parents, enfants, petits-enfants et arrière-petits-enfants d'immigrants  
Ce dont je rêve m'appartient plus que ce que je touche  
Je ne suis pas d'ici  
Mais toi non plus  
De nulle part du tout  
Un peu de partout [...]  
(Drexler, 2017)*



# TABLE DES MATIÈRES

<i>Résumé</i> .....	5
<i>Abstract</i> .....	7
<i>Resumen</i> .....	9
<i>Table des matières</i> .....	13
<i>Remerciements</i> .....	19
<i>Avertissement</i> .....	23
<i>Introduction</i> .....	25
<b>Partie I - Contexte spatio-temporel.....</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre 1 - Cadre géographique et environnemental. Une région à la charnière de trois mondes .....</b>	<b>33</b>
1.1. La géologie et l'hydrographie.....	35
1.1.1. La moyenne vallée de la Moselle .....	35
1.1.2. La vallée du Mullerthal (vallée de l'Ernz Noire).....	38
1.2. Le relief et les unités géomorphologiques .....	39
1.2.1. La vallée alluviale.....	41
1.2.2. Plateau lorrain marno-calcaire du Trias supérieur/Jurassique inférieur (Lias) ..	42
1.2.3. Autres unités géomorphologiques .....	42
1.3. La pédologie .....	43
1.4. Le climat .....	48
1.4.1. Climat actuel.....	48
1.4.2. Paléoclimat .....	49
1.5. La végétation.....	58
<b>Chapitre 2 - Cadre chronoculturel. Le Néolithique de la moyenne Moselle.....</b>	<b>63</b>
2.1. Le Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.) : les premières populations agropastorales .....	65
2.1.1. Les origines du Rubané .....	65
2.1.2. Les systèmes chronologiques .....	69
2.1.3. Le mouvement de colonisation danubienne.....	71
2.1.4. La culture rubanée : entre uniformité et diversité.....	71
2.1.5. Caractéristiques culturelles .....	72
2.1.6. Un modèle d'implantation des sites relativement stable.....	84

2.1.7. Des occupations continues.....	86
2.1.8. Les modèles d'organisation spatiale des habitats rubanés.....	86
2.1.9. Archéologie de la maison rubanée.....	89
2.2. Le Néolithique moyen (environ 4900-4300 av. n. è.) : une rupture culturelle et un nouveau modèle d'implantation.....	126
2.2.1. Caractéristiques culturelles.....	126
2.2.2. Des installations dispersées.....	133
2.2.3. Une faible durée des occupations.....	134
2.3. Le Néolithique récent (environ 4300-3500 av. n. è.) : un horizon encore mal connu.....	136
2.3.1. Caractéristiques culturelles.....	136
2.3.2. Les origines du Michelsberg.....	138
2.3.3. Quelques sites connus.....	139
2.3.4. Une raréfaction de l'habitat.....	140
<b>Chapitre 3 - Interactions Homme-milieu. Les populations néolithiques et l'exploitation des ressources végétales et animales.....</b>	<b>143</b>
3.1. Le paysage végétal.....	145
3.2. Les ressources alimentaires végétales.....	152
3.2.1. Le long voyage des plantes : plantes apportées, plantes abandonnées et plantes adoptées.....	152
3.2.2. Les pratiques agricoles.....	160
3.3. Les ressources alimentaires animales.....	176
3.4. À propos du régime alimentaire des populations néolithiques.....	185
<b>Chapitre 4 - Historique de la recherche. Archéologie et carpologie du Néolithique en Lorraine.....</b>	<b>195</b>
4.1. L'essor des recherches archéologiques.....	197
4.2. L'état de la recherche carpologique.....	200
<b>Conclusions.....</b>	<b>203</b>
<b>Partie II - Méthodologie.....</b>	<b>219</b>
<b>Chapitre 5 - L'acquisition des données. Anciennes et nouvelles analyses carpologiques.....</b>	<b>221</b>
5.1. Le corpus d'étude.....	223
5.1.1. Les critères de sélection du corpus.....	223
5.1.2. Le recueil des données.....	224
5.1.3. Le corpus d'étude en quelques chiffres.....	225
5.2. L'analyse carpologique.....	227
5.2.1. La mise en place de la carpothèque.....	227

5.2.2. Le tri des carporestes et les supports pour l'identification .....	228
5.2.3. La nomenclature et la classification systématique des taxons .....	228
5.2.4. Les critères généraux d'identification.....	231
5.2.5. Présentation du cortège de plantes cultivées.....	231
5.2.6. Le mode de conservation des carporestes.....	261
5.2.7. Le comptage des carporestes .....	265
5.2.8. Quelques considérations sur le traitement post-récolte des céréales .....	270
5.3. Des gestes anthropiques aux assemblages carpologiques carbonisés .....	282
5.3.1. Vie et mort d'un trou de poteau : l'apport de l'archéologie expérimentale à la validation du matériel carpologique issu des trous de poteau en tant qu'indicateur de la phase d'occupation des bâtiments .....	283
5.3.2. Des trous de poteau et des carporestes carbonisés : pratiques pré-dépositionnelles .....	285
5.3.3. L'impact des processus post-dépositionnels sur les assemblages carpologiques .....	287
<b>Chapitre 6 - La structuration et l'archivage des données. Conception de la base de données BDRAB® .....</b>	<b>291</b>
6.1. Analyse critique d'un outil disponible.....	293
6.2. La conception de BDRAB® .....	295
6.2.1. Les objectifs de BDRAB® .....	295
6.2.2. Le choix du système de gestion de bases de données (SGBD), le modèle logique des données (MLD) et les composantes de BDRAB®.....	295
<b>Chapitre 7 - L'exploitation des données. Les analyses statistiques et l'export des données de BDRAB® .....</b>	<b>297</b>
7.1. Les valeurs employées pour les analyses statistiques .....	299
7.1.1. La densité.....	299
7.1.2. Le NMI .....	299
7.1.3. L'abondance relative .....	299
7.1.4. La fréquence relative (ubiquité).....	300
7.1.5. L'occurrence.....	300
7.2. Quelques considérations sur les tableaux de données carpologiques destinés aux analyses statistiques .....	302
7.3. Les méthodes statistiques.....	303
7.3.1. La statistique descriptive .....	303
7.3.2. Les tests paramétriques.....	313
7.3.3. Les tests non paramétriques.....	315

7.3.4. La statistique descriptive multidimensionnelle ou analyse exploratoire des données (AED) .....	316
7.3.5. Les indices écologiques .....	321
<b>Chapitre 8 - La présentation des données. L'interaction de BDRAB® avec d'autres logiciels.....</b>	<b>325</b>
8.1. À l'échelle du bâtiment et du site : les plans des maisons rubanées et le sol d'occupation de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé » .....	327
8.1.1. La préparation des plans .....	327
8.1.2. L'import des données sur Adobe Illustrator® et XLSTAT® .....	327
8.2. À l'échelle de la région : le système d'information géographique (SIG) .....	328
8.2.1. Les coordonnées géographiques .....	328
8.2.2. La préparation des fonds de cartes.....	329
8.2.3. L'import des données sur Qgis® .....	329
8.3. L'export des tableaux de décompte en format Microsoft Excel® .....	331
8.4. Les rapports synthétiques.....	333
8.4.1. Le catalogue des sites .....	333
8.4.2. Le rapport carpologique.....	333
<b>Conclusions .....</b>	<b>335</b>
<b>Partie III - Résultats et discussion de l'analyse spatiale intrasite, intersite et diachronique .....</b>	<b>343</b>
<b>Chapitre 9 - Faisons parler les trous de poteau ! Vers une interprétation fonctionnelle de l'espace domestique rubané .....</b>	<b>345</b>
9.1. Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (site 100).....	347
9.1.1. La maison M5 .....	350
9.1.2. La maison M1 .....	369
9.1.3. La maison M2 .....	387
9.1.4. Le bâtiment M3 .....	405
9.1.5. La maison M4 .....	422
9.2. Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (site 2) .....	443
9.2.1. La maison M28 .....	445
9.3. Bertrange « Kosenacker » (site 66).....	461
9.3.1. La maison M3 .....	463
9.4. Cattenom « Unterhausen » (site 5).....	479
9.4.1. La maison M1 .....	480
9.4.2. La maison M2 .....	495
9.5. Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD52C » (site 56) .....	513
9.5.1. La maison M1 .....	516

9.6. La Maxe « Les Lignières » (site 54) .....	529
9.6.1. La maison M1 .....	530
9.6.2. La maison M3 .....	547
9.7. Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques » (site 23)....	560
9.7.1. La maison M283 .....	563
9.8. La maison rubanée : mieux comprendre sa variabilité .....	576
<b>Chapitre 10 - Une occupation en grotte à Waldbillig. Quelle fonction au Néolithique ?..</b>	<b>585</b>
10.1. Une occupation en grotte du Néolithique moyen à Waldbillig « Karelsé » .....	587
<b>Chapitre 11 - Analyse spatiale diachronique du site à la région. Évolution des pratiques alimentaires.....</b>	<b>605</b>
11.1. À l'échelle du site .....	607
11.1.1. Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (site 100) .....	607
11.2. À l'échelle de la moyenne vallée de la Moselle.....	613
11.2.1. Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.) .....	613
11.2.2. Néolithique moyen (environ 4900-4300 av. n. è.).....	620
11.2.3. Néolithique récent (environ 4300-3500 av. n. è.).....	629
<b>Chapitre 12 - Analyse diachronique de l'évolution du cortège de plantes. Réflexions sur le choix des plantes cultivées et les pratiques agricoles .....</b>	<b>635</b>
12.1. Les plantes cultivées .....	637
12.1.1. Les céréales.....	637
12.1.2. Les légumineuses.....	646
12.1.3. Les plantes oléagineuses/textiles .....	649
12.2. Les plantes adventices, messicoles et autre végétation synanthrope .....	651
12.2.1. L'origine des adventices potentielles.....	657
12.2.2. La saisonnalité des cultures .....	661
12.2.3. Les techniques de récolte.....	668
12.2.4. La gestion des cultures.....	673
<b>Conclusions.....</b>	<b>685</b>
<i>Conclusion générale et perspectives .....</i>	<i>695</i>
<i>Glossaire .....</i>	<i>699</i>
<i>Bibliographie.....</i>	<i>717</i>
<i>Liste des abréviations, des sigles et des acronymes.....</i>	<i>767</i>
<i>Liste des figures.....</i>	<i>769</i>
<i>Liste des tables .....</i>	<i>787</i>

*Liste des annexes*..... 793

*Annexes*..... 795

## REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements s'adressent à tous les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail, Vincent BLOUET, François GILIGNY, Christophe PETIT, Aurélie SALAVERT, Julian WIETHOLD, et tout particulièrement Jean-Frédéric TERRAL et Annelou VAN GIJN qui ont accepté d'en être les rapporteurs.

Je remercie très sincèrement Christophe PETIT et François GILIGNY, mes directeurs de thèse, qui ont accepté de m'encadrer et qui m'ont accompagnée avec beaucoup de patience tout au long de ce projet. Christophe a toujours su m'accorder, depuis mon master 1, son soutien lors des moments les plus difficiles. François est mon enseignant depuis mes premières années à l'Université Paris 1, ses valeurs et son travail rigoureux m'ont toujours inspirée. Leur regard bienveillant, leurs relectures et leurs conseils avisés m'ont permis d'avancer sur la bonne voie.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Julian WIETHOLD qui a guidé mes premiers pas en carpologie et m'a accompagnée depuis en tant que tuteur scientifique. Julian est pour moi un modèle d'organisation, d'investissement dans le travail et de générosité, toujours prêt à partager ses connaissances. Je le remercie pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de ces années, pour son aide dans la construction du projet de thèse, pour toutes les connaissances qu'il m'a transmises, pour ses conseils avisés ainsi que pour les nombreuses discussions qui ont nourri ce travail et bien d'autres.

Ce travail de recherche a été réalisé grâce au soutien financier de plusieurs institutions. Je les remercie ainsi que leurs représentants. Cette thèse a été initiée dans le cadre d'un contrat doctoral de trois ans, attribué par l'Université Paris 1 (ED 112 - École doctorale d'Archéologie). Elle a également bénéficié d'une allocation de formation et de recherche du ministère de la Culture (Direction générale des Patrimoines) ainsi que des aides financières ponctuelles allouées par l'ED 112, l'UMR 8215 Trajectoires, l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn et la DRAC Grand Est, par le biais du PCR « CARPOLOR ».

Ce travail a été réalisé au sein de l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn, dirigée par Philippe FAJON, Laure FONTANA et Christophe PETIT ainsi qu'au sein de l'UMR 8215 Trajectoires, dirigée par Olivier WELLER, Laurent AUBRY et Lamys HACHEM. Je les remercie de m'avoir accueillie chaleureusement au sein de leurs

équipes et de m'avoir fourni un environnement de travail optimal et des conditions matérielles favorables.

J'exprime également ma reconnaissance envers Vincent BLOUET, ingénieur d'études au SRA de Lorraine, pour sa contribution à la mise en place de ce sujet de thèse ainsi que pour son soutien et la disponibilité dont il a fait preuve en répondant sans faille à toutes mes requêtes.

Ce travail a été rendu possible grâce aux administrations et institutions qui m'ont accueillie et qui ont mis à disposition le matériel d'étude. Je suis ainsi particulièrement reconnaissante envers l'Inrap Grand Est (Metz) d'avoir rendu possible la phase de tamisage dans ses locaux et de m'avoir ouvert les portes du laboratoire d'archéobotanique. Je remercie Florence HELLER, responsable du centre de documentation, de m'avoir aidée dans mes recherches bibliographiques. Un grand merci aux archéologues et techniciens pour leur accueil chaleureux. Je tiens également à remercier vivement les archéologues de l'Inrap qui m'ont autorisée à accéder au matériel d'étude : Véronique BRUNET, Christelle FAYE, Olivier FAYE, Sophie GALLAND, Thierry KLAG, Gilles MANGIN, Marie-Pierre PETITDIDIER et Laurent THOMASHAUSEN.

J'exprime ma reconnaissance envers Foni LE BRUN-RICALES et Laurent BROU, archéologues de l'INRA du Grand-Duché de Luxembourg (anciennement CNRA), de m'avoir confié l'étude du matériel du site de Waldbillig « Karelsé ». Je remercie également Bertrand PERRIN du bureau d'études Antea-Archéologie de m'avoir confié l'étude du matériel du site de Thionville « Boucle de la Milliaire ».

Je tiens à remercier le SRA du site de Metz (DRAC Grand Est), et plus précisément Florence MOUSSET, régisseuse des collections de l'ancien dépôt archéologique régional à Scy-Chazelles, de m'avoir accueillie dans ses locaux et de m'avoir permis d'accéder aux prélèvements issus de fouilles anciennes, dirigées par Jean-Marie BLAISING, Vincent BLOUET, Jean-Yves BOUR et Laurent OLIVIER. Je remercie également Isabelle CLÉMENT-GÉBUS, gestionnaire de la carte archéologique, de m'avoir aidée dans mes recherches sur les données administratives des opérations archéologiques évoquées dans ce travail.

J'adresse mes remerciements aux collègues carpologues qui ont contribué à la recherche en Lorraine et qui ont mis à disposition leurs données : Corrie BAKELS (Université de Leiden), Emmanuelle BONNAIRE (Archéologie Alsace), Anne DE HINGH (Université de Leiden), Marie DERREUMAUX (CRAVO), Linda HERVEUX (UMR 5133 Archéorient), Oriane ROUSSELET (Bibracte) et Julian WIETHOLD (Inrap Grand Est).

Je voudrais remercier également Jean-Yves DUFOUR et Kai FECHNER, archéologues à l'Inrap, pour nos échanges très enrichissants qui ont su nourrir ma réflexion sur mon sujet de recherche.

Merci à mes relectrices, collègues et grandes amies, Annelise ROMAN-BINOIS et Hélène BLITTE, qui par leurs corrections ont aidé à l'amélioration du texte. Merci Annelise pour ton aide précieuse et ton soutien. Nos fructueuses discussions et tes conseils avisés ont beaucoup apporté à ma réflexion scientifique.

Je tiens à remercier vivement la France, pays qui m'a accueillie en 2006 et qui m'a permis de bénéficier d'une formation de qualité alors accessible à tous. En effet, jusqu'à la rentrée 2018, l'Hexagone ouvrait à tous les étudiants, sans distinction d'origine, les portes de l'enseignement supérieur dans des conditions égalitaires. Depuis, les conditions d'accueil des étudiants extracommunautaires se sont malheureusement durcies. Si mes débuts en tant qu'étudiante à l'Université Paris 1 avaient dû être faits dans les conditions d'accueil actuelles, cette thèse n'aurait probablement jamais vu le jour.

Mes trois premières années de thèse se sont déroulées dans les locaux de la MSH Mondes (ancienne MAE) à Nanterre. Je voudrais saluer tous les amis et collègues que j'ai eu la chance de croiser pendant ces années : Amandine DELAPLACE-EDDARGACH, Thomas DELBEY, Alain GIOSA, Arnaud HARFORT, Katerina KOSTAKI, Hussein MADINA, Joëlle ROLLAND, Jérôme SPIESSER. J'ai une pensée particulière pour Lydie DUSSOL et Clémence PAGNOUX avec qui j'ai travaillé pour mettre en place le laboratoire d'archéobotanique de l'Université de Paris 1 ainsi que sa collection de référence. Je salue également Sarra FERJANI et Benoît PANDOLFI qui ont guidé mes premiers pas dans l'élaboration de la base de données. Je remercie aussi Benoît pour la formation accélérée sur Qgis® et le coup de pouce pour la mise en place du SIG.

Je salue Célia BASSET et Henri GANDOIS, collègues avec qui j'ai eu l'occasion de collaborer en étudiant le matériel carpologique des sites dont ils ont été responsables. Je remercie Simone MULAZZANI, Wassel EDDARGACH et Lotfi BELHOUCHE de m'avoir donné l'opportunité de participer au chantier de fouille du site de Doukanet El Khoutifa (Tunisie). Je salue également tous les collègues du PCR « Vix et son Environnement » : Bruno CHAUME, Ariane BALLMER, Philippe DELLA CASA, Thomas PERTLWIESER, Klaus ROTHE et Alexandra WINKLER. Toutes ces expériences ont été très enrichissantes, tant humainement que professionnellement.

Merci à tous les collègues archéobotanistes pour nos échanges et discussions chaleureuses qui m'ont toujours apporté quelque chose : Amaia ARRANZ, Emmanuelle BONNAIRE, Charlène BOUCHAUD, Manon CABANIS, Frédérique DURAND, Michelle ELLIOTT, Geneviève DAOULAS, Christiane JACQUAT, Hussein MADINA, Jacob MORALES, Elsa NEVEU, Clémence PAGNOUX, Benedicte PRADAT, Sidonie PREISS, Jérôme ROS, Oriane ROUSSELET, Diego SABATO, Aurélie SALAVERT et Françoise TOULEMONDE. Je remercie tout particulièrement FERRAN ANTOLÍN, Laurent BOUBY et Caroline SCHAAL d'avoir accepté de répondre à mes questions.

Je tiens à remercier les collègues généticiens, Hugo OLIVEIRA et Caroline PONT, d'avoir répondu d'une manière très claire et exhaustive à mes questions concernant la paléogénomique des plantes.

Je suis infiniment reconnaissante envers les contributeurs bénévoles du forum *developpez.net*, et tout particulièrement envers Eric Dgn qui a su être à l'écoute et avec ses connaissances du logiciel Microsoft Access® m'a permis de mettre au point la base de données.

Enfin, je tiens à remercier du fond du cœur toute ma famille pour son soutien indéfectible. Mon père, mes frères et mes tantes ont toujours su me tendre la main pendant les moments les plus difficiles. Mes remerciements s'adressent tout particulièrement à ma mère, mon meilleur exemple de femme forte, celle qui ne m'a jamais laissé baisser les bras et qui m'a appris la définition des mots « résilience » et « courage ». Merci maman pour ton amour inconditionnel, pour tes mots sages et pour tes bras qui m'ont serrée très fort lorsque j'ai dû traverser l'épreuve la plus difficile de ma vie, celle qui a failli me faire abandonner ce travail. Merci pour les nombreux allers-retours malgré les 6 500 km qui nous séparent, sans ton soutien et ta compagnie, ce travail n'aurait certainement jamais vu le jour.

Mes derniers mots de gratitude, mais certainement pas les moindres, sont adressés à mon compagnon de route. Dali, merci pour ton soutien moral et surtout pour ta patience. Les épreuves traversées ensemble ces dernières années en tant que parents nous ont rendus plus forts et nous ont appris qu'il ne faut jamais abandonner. Merci également pour ton soutien matériel qui a été essentiel pour venir à bout de ce projet.

Enfin, Maïa, amor de mi vida, merci pour les rappels à l'ordre quotidiens pour que je termine ce travail que tu as tendrement appelé « la thèse sans fin ». Merci d'avoir illuminé mes journées avec ton sourire depuis bientôt 8 ans et de m'avoir donné la force pour persévérer malgré les difficultés et les doutes. ¡Lo logramos!

## AVERTISSEMENT

Ce travail est présenté sous la forme de deux volumes et de deux publications dans l'entrepôt de données Nakala. Le volume I comprend la présentation globale du sujet, concernant à la fois les problématiques, la méthodologie, les résultats et la discussion. Les termes techniques sont définis dans le glossaire. Pour un plus grand confort de lecture, le glossaire ainsi que la liste des abréviations, des sigles et des acronymes sont disposés à la fin de ce volume. Dans le souci d'alléger le texte et d'éviter des répétitions trop nombreuses, les références aux études carpologiques effectuées par d'autres auteurs et dont les résultats sont repris dans ce travail ne sont pas systématiquement accompagnées des références bibliographiques. Nous renvoyons le lecteur au catalogue des sites (Annexe 9) qui recense ces informations.

Le volume II présente l'outil méthodologique développé dans le cadre de ce travail de recherche, il s'agit de la Base de données relationnelle en Archéobotanique (BDRAB 1.0<sup>©</sup>). La base de données BDRAB 1.0<sup>©</sup> est accessible à <https://doi.org/10.34847/nkl.c5d4gahv> (dossier ZIP). Cette base est amenée à évoluer et sera mise à jour régulièrement, nous conseillons donc de bien vérifier que la version consultée est la plus actualisée. En outre, il est formellement interdit de se livrer à des pratiques d'ingénierie inverse, de décompilation, de rétro-ingénierie, ou à toute autre activité visant à découvrir la structure interne de la base de données. Il est également interdit de copier, reproduire, ou utiliser de manière non autorisée la structure de la base de données, que ce soit intégralement ou partiellement, dans le but de créer une base de données similaire ou concurrente. Tout usage non autorisé de la structure de la base de données sera considéré comme une violation des droits de propriété intellectuelle de l'auteur de la base de données.

L'intégralité des documents qui constituent le catalogue des sites (Annexe 9) est accessible à <https://doi.org/10.34847/nkl.c6b250o3> (dossier ZIP). Ce catalogue des sites regroupe les rapports des opérations archéologiques, les rapports carpologiques (p. ex. spécialistes, nombre d'échantillons, nombre de litres analysés, total NMI) ainsi que les tableaux de données carpologiques brutes, tous exportés automatiquement à partir de BDRAB 1.0<sup>©</sup>.



# INTRODUCTION

## Introduction générale

Le processus de néolithisation en Europe s'est diffusé à partir de foyers de peuplement originaires du Proche-Orient (Shennan, 2018), plus précisément de la Méditerranée orientale. Après la péninsule balkanique, cette modification radicale de l'économie et du mode de vie atteint l'Europe centrale et notamment les plaines hongroises du Danube moyen. On assiste alors à l'émergence d'une nouvelle entité culturelle aux traditions céramiques, architecturales et lithiques très homogènes sur tout le territoire d'expansion : la culture de la céramique rubanée (céramique linéaire ou *Linearbandkeramik*). Les populations porteuses de cette culture poursuivent leur progression vers l'ouest en suivant une voie continentale dite « courant danubien », guidée par les axes des grandes vallées et des zones loessiques. En Europe nord-occidentale, elles se sont implantées sur la rive droite du Rhin, du sud de l'Allemagne jusqu'aux environs de Cologne, à la phase la plus ancienne de la culture rubanée ou *älteste Linearbandkeramik* (Meier-Arendt, 1966). Ce n'est que 200 ans plus tard, au début de la phase ancienne de cette culture ou *ältere Linearbandkeramik* (style de Flomborn), que la néolithisation aurait progressé rive gauche atteignant, du sud au nord, l'Alsace, le Palatinat, la Moselle allemande et les zones comprises entre Meuse et Rhin. À la fin de la phase ancienne (Flomborn final), cette culture serait présente en Bourgogne du Nord, en Champagne, en Lorraine du Nord et en Hesbaye. Lors des phases récente et finale, le peuplement aurait gagné le cours moyen de l'Yonne et de l'Aisne ainsi que le Hainaut (Blouet *et al.*, 2013a).

L'arrivée des premières populations néolithiques en Europe marque un changement majeur dans les interactions hommes-milieu. Ces communautés sédentaires, vivant de l'agriculture et de l'élevage, ont apporté du Proche-Orient une diversité d'animaux domestiques (bœuf, mouton, chèvre et porc) et de plantes cultivées dont certaines ont été abandonnées lors du processus de progression des Balkans vers l'Europe centrale (ers, gesse cultivée et pois chiche). Sept espèces végétales seulement atteignent l'Europe nord-occidentale : l'amidonner, l'engrain, le blé nu, l'orge nue, le pois, la lentille et le lin (Bakels, 2009, p. 29-30 ; Kreuz *et al.*, 2020, p. 108-109). Bien que le "*new*" *glume wheat* ou nouveau blé vêtu ne soit pas considéré comme l'une des principales plantes cultivées, il est attesté dans les Balkans, en Europe centrale (Kreuz *et al.*, 2005, p. 243) et nord-occidentale. En ce qui concerne le pavot, l'hypothèse la mieux argumentée est qu'il s'agirait de la seule plante à caractère économique connue des populations néolithiques d'Europe tempérée qui ne serait

pas originaire du Proche-Orient et qui aurait été cultivée pour la première fois en Europe occidentale (Salavert *et al.*, 2020). Ces plantes cultivées et animaux domestiqués s'adapteront aux nouveaux milieux et constitueront la base de l'économie de subsistance néolithique. Par conséquent, aborder la question de l'exploitation du milieu végétal, de l'alimentation et de la gestion des denrées alimentaires d'origine végétale au sein des sites d'habitat s'avère essentiel pour une meilleure compréhension de ces sociétés.

En Europe nord-occidentale, la situation géographique charnière de la moyenne vallée de la Moselle en Lorraine rend cette région particulièrement intéressante pour comprendre le processus de néolithisation véhiculé par la culture rubanée. Elle se présente comme une zone intermédiaire reliant l'Europe centrale et orientale au Bassin parisien. Il s'agit également d'une voie préférentielle entre le bassin hydrographique méditerranéen et l'Europe nord-occidentale.

L'occupation néolithique dans la moyenne vallée de la Moselle comprend quatre périodes, s'étalant environ de 5300 à 2400 av. n. è. Nous employons ici la chronologie rhénane et non pas la chronologie française. Le Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.) se caractérise par l'arrivée des premières populations agropastorales en provenance d'Europe centrale. Moins bien connus, le Néolithique moyen (environ 4900-4300 av. n. è.), le Néolithique récent (environ 4300-3500 av. n. è.) et le Néolithique final (environ 3500-2400 av. n. è.) attestent d'un élargissement des dynamiques d'occupation du territoire, accompagné d'une raréfaction de l'habitat. La fourchette chronologique abordée dans le cadre de ce travail ne comprend que le Néolithique ancien, moyen et récent, soit une fourchette allant de 5300 à 3500 av. n. è. Néanmoins, les périodes moyenne et récente du Néolithique seront étudiées avant tout pour dessiner quelques évolutions possibles par rapport au Néolithique ancien.

### *Cadre de la recherche*

La politique d'archéologie préventive mise en place dès le début des années 1990 en Lorraine ainsi que l'utilisation régulière de moyens mécaniques et des techniques automatisées de relevé ont permis de constituer une méthode de travail bien particulière et propre à la région. Depuis, cette « méthode lorraine » a rendu possibles le prélèvement et le tamisage quasi exhaustif des sédiments archéologiques tout en fournissant un mobilier abondant et des types de restes qui autrement demeureraient inaperçus. Grâce à ce travail, il a été possible de constituer, sur des bases statistiques fiables, un cadre chronoculturel de référence (Blouet *et al.*, 2016) qui compte actuellement 66 sites datés du Néolithique ancien,

54 sites datés du Néolithique moyen et 34 sites datés du Néolithique récent (V. Blouet, communication personnelle, 2022). Par ailleurs, cette stratégie ainsi que l'intérêt scientifique que les archéologues lorrains ont porté très tôt aux problématiques paléoenvironnementales ont rendu possible l'existence d'un corpus exceptionnel de prélèvements de structures en creux. Tous ces aspects donnent à la région un fort potentiel d'étude et ont eu un impact direct sur le développement de la discipline archéobotanique dans la région. Depuis une quinzaine d'années, on assiste à une multiplication des études archéobotaniques aussi bien dans un contexte professionnel au sein du laboratoire d'archéobotanique de l'Inrap Grand Est, que dans le cadre des travaux universitaires. C'est notamment grâce à ce contexte particulier que ce travail de recherche a pu être mené à bien.

La zone d'étude, définie à partir de la disponibilité de la documentation issue de l'activité archéologique, est centrée sur le cours moyen de la Moselle qui la traverse du sud au nord (Fig. 1).

### Objectifs

Ayant comme point de départ l'étude du matériel carpologique néolithique en provenance de la moyenne vallée de la Moselle, l'enjeu de ce travail de recherche est avant tout méthodologique. D'une part, il s'attache à rendre disponible un nouvel outil de gestion de données archéobotaniques qui a été conçu, développé et testé afin d'optimiser le temps de travail du spécialiste ainsi que de permettre l'exploitation poussée des données tout en limitant le risque d'erreur. D'autre part, il a pour ambition de proposer une approche innovante notamment en ce qui concerne l'étude de la distribution des activités au sein de l'unité domestique rubanée.

En plus de l'enjeu méthodologique, ce travail comporte un enjeu analytique qui vise à apporter des éléments de réflexion sur les données obtenues et à dégager des questions pour de futures recherches. Enfin, ce travail comprend un enjeu documentaire qui s'attache à rendre accessibles toutes les données carpologiques néolithiques disponibles actuellement dans la région d'étude.

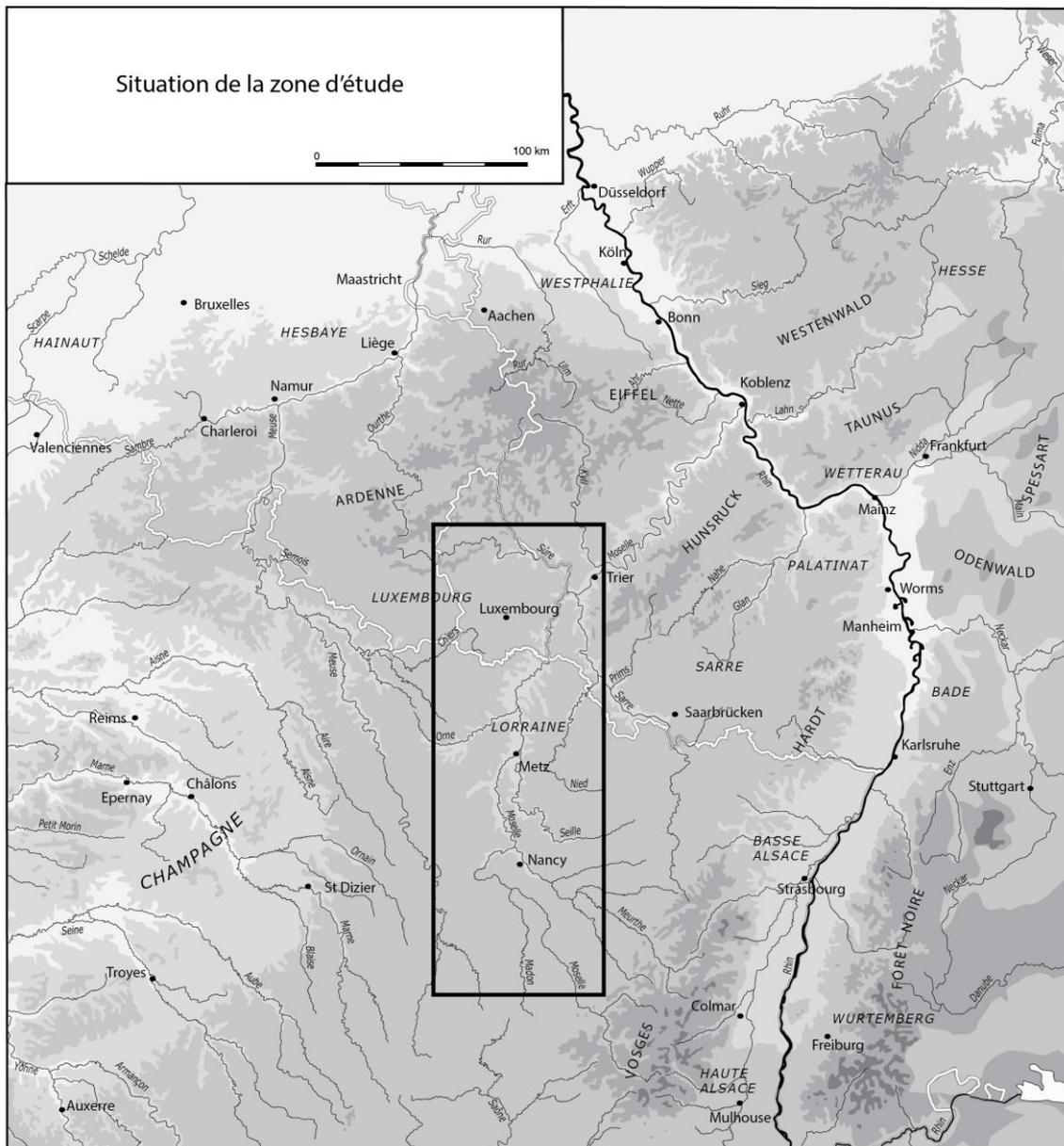


Fig. 1 - Zone d'étude (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 16, Fig. 1, DAO : S. Siafi).

### Présentation des axes de recherche

Le travail sera structuré autour de trois axes majeurs de recherche :

#### **Axe n°1 : Conception et développement d'un outil de gestion de données archéobotaniques**

La quantité considérable des données carpologiques traitées dans le cadre de ce travail de recherche a nécessité, dès le début, une réflexion sur les moyens de les archiver et de les exploiter. Très rapidement, il s'est avéré nécessaire de faire appel à un système de gestion de base de données (SGBD) basé sur un modèle relationnel. Cet axe se concentre dans la conception et le développement d'un nouvel outil nous permettant de gérer nos données de

manière autonome, souple et efficace. Cet outil a été appelé Base de données relationnelle en Archéobotanique (BDRAB 1.0<sup>©</sup>). La collecte des données traitées dans le cadre de ce travail a été arrêtée en janvier 2023. Par conséquent, les données en provenance de la maison datée du Roessen moyen du site de Contz-les-Bains « Wampersbongert » (Moselle), fouillée en 2020, ne sont pas présentées ici.

## **Axe n°2 : Proposition d'une approche innovante d'analyse spatiale à l'échelle de l'unité domestique**

Cet axe vise à explorer les stratégies de distribution des activités au sein de l'unité domestique à partir de l'analyse spatiale des données carpologiques à l'échelle du bâtiment (maisons rubanées), voire du sol d'occupation pour le cas précis de l'abri-sous-roche de Waldbillig « Karelslé » (Néolithique moyen).

On abordera notamment le Néolithique ancien, période pour laquelle des plans de bâtiments quasi complets à complets ont été attestés. L'analyse, au cas par cas, des données carpologiques de treize maisons sélectionnées permettra de répondre à quelques questions : est-il possible d'identifier les différentes zones d'activité domestique ? Y a-t-il une diversité de choix dont certains auraient été privilégiés ? Est-il pertinent de proposer un modèle statique « taille unique » de l'aménagement de l'espace interne des maisons ?

En l'absence des niveaux correspondant à la phase d'occupation, il est très difficile de définir précisément la fonction d'un bâtiment comme des différentes parties qui le composent. Les analyses physico-chimiques (p. ex. dosage du phosphate) sont parfois utilisées, mais l'emploi de ces méthodes nécessite des conditions de prélèvement et de conservation qui sont rarement réunies. L'analyse du remplissage des trous de poteau est une méthode plus facile à mettre en œuvre, y compris dans le cadre de l'archéologie préventive, mais ce type d'étude est encore rarement employé. Cette situation résulte des interrogations exprimées sur la correspondance entre l'origine et la répartition des restes piégés dans les fantômes de poteau et celle des activités exercées dans les bâtiments, alors même que l'archéologie expérimentale et divers exemples de fouille permettent actuellement de lever en grande partie ces réserves, suggérant que les objets trouvés dans les trous de poteau ne correspondent pas forcément à la phase de destruction ou d'abandon du bâtiment, mais qu'ils sont plutôt liés à la phase d'occupation et sont donc susceptibles de nous transmettre des informations sur les activités réalisées à proximité (Reynolds, 1995). En se basant sur ces résultats, l'analyse du matériel carpologique en provenance de ce type de contexte archéologique prend toute sa légitimité.

### **Axe n°3 : Analyse spatiale diachronique des pratiques alimentaires et agricoles à l'échelle du site et de la région**

Cet axe aborde la question de l'évolution du cortège de plantes cultivées par les populations néolithiques du point de vue diachronique (Néolithique ancien, moyen et récent) et spatial, ce dernier étudié à deux échelles. À l'échelle du site, il explore l'importance relative des taxons au sein de chaque bâtiment. À l'échelle de la région, il explore l'importance relative des taxons par site archéologique et par unité géomorphologique. Le but étant de mettre en évidence d'éventuelles préférences, adoptions ou abandons de certains taxons.

#### Présentation du plan

Le plan du manuscrit du volume I comporte trois parties. La première partie évoque le cadre spatio-temporel de l'étude. Elle dresse un état de l'art sur les trois périodes chronologiques abordées afin de mieux comprendre les caractéristiques culturelles des populations étudiées. Les problématiques de la recherche néolithique, les caractéristiques de l'économie végétale et animale de la période concernée ainsi qu'un historique de la recherche archéologique et carpologique de la région d'étude y sont évoqués.

La deuxième partie concerne la méthodologie du travail de recherche. Elle évoque le déroulement de l'acquisition des données et les caractéristiques du matériel analysé. Elle aborde également les choix faits pour l'archivage, l'exploitation et la présentation des données. Le volume II est présenté en complément de cette partie. Il dévoile la structure et le manuel d'utilisateur de BDRAB 1.0<sup>©</sup>.

Enfin, la troisième partie concerne la présentation des résultats et la discussion de l'analyse spatiale intrasite, spatiale intersite et diachronique. Cette partie est l'occasion de montrer un exemple des différentes possibilités d'exploitation de données offertes par BDRAB 1.0<sup>©</sup>.

# **Partie I - Contexte spatio-temporel**



## **Chapitre 1 - Cadre géographique et environnemental. Une région à la charnière de trois mondes**

Le cadre géographique de ce travail est celui de l'ancienne région administrative Lorraine et plus particulièrement le bassin de la Moselle moyenne. Pour le Néolithique ancien, il correspond aux deux secteurs d'implantation reconnus pour la culture rubanée : le premier en Lorraine du Nord entre Metz et la frontière allemande et luxembourgeoise, le second en Lorraine du Sud dans la plaine sous-vosgienne. Pour le Néolithique moyen et récent, périodes pour lesquelles la documentation est nettement plus faible, la liste des sites étudiés a été étendue au Luxembourg (Waldbillig « Karelslé ») et aux bassins de la Meuse (Verdun « Miribel ») et de la Sarre (Alsting « Zinzing »).

La moyenne vallée de la Moselle se présente comme une région clé pour comprendre l'histoire du peuplement humain néolithique en Europe nord-occidentale. Elle forme un trait d'union entre l'ouest, l'est et le sud, constituant ainsi une charnière entre le monde occidental, le monde oriental et le monde méditerranéen. À travers la barrière nord-sud formée par les massifs anciens, l'axe mosellan constitue une voie de communication naturelle avec le Rhin moyen. Sur le revers de l'Hunsrück, les vallées de la Nahe et de la Sarre permettent des relations directes avec les confluents Rhin-Main et Rhin-Neckar. Parallèlement, en passant dans le Massif des Ardennes, la Meuse assure la liaison avec les régions belgo-hollandaises tandis que la Marne et la Seine constituent les principales unités de drainage du Bassin parisien. Enfin, la plaine de Troyes et la Saône constituent un débouché naturel sur le bassin du Rhône, Fig. 1 (Blouet *et al.*, 2009, p. 2).

Ce premier chapitre expose brièvement les principales caractéristiques géographiques, géomorphologiques, climatiques et écologiques de la région d'étude. Nous tenterons de mettre en relief le contexte environnemental dans lequel se sont installées les populations néolithiques de la moyenne vallée de la Moselle.



## ***1.1. La géologie et l'hydrographie***

### ***1.1.1. La moyenne vallée de la Moselle***

La Lorraine est une région historique située dans le quart nord-est de la France à la frontière de la Belgique, du Luxembourg et de l'Allemagne, d'une superficie relativement réduite d'environ 23 000 km<sup>2</sup>. D'un point de vue géologique, elle constitue la bordure orientale du Bassin parisien et correspond, dans sa partie sud-est, au versant occidental du Massif vosgien. D'un point de vue hydrographique, elle appartient au bassin rhénan et est traversée par les lignes de partage entre la mer du Nord (bassins de la Moselle et de la Meuse), l'océan Atlantique (bassins de la Marne et de la Seine) et la mer Méditerranée (bassin de la Saône), Fig. 1 (Blouet *et al.*, 2009, p. 2).

#### *Le Bassin parisien et le Massif vosgien*

Le Bassin parisien a la forme d'une cuvette allongée orientée NNE-SSO, dont la profondeur maximale dépasse 3 000 m en son centre, sous la plaine de Brie. Les sédiments qui le remplissent reposent sur un socle complexe qui affleure sur sa bordure en un chapelet de massifs anciens : l'Ardenne, l'Eifel, le Hunsrück, les Vosges, le Morvan, le Massif central et le Massif armoricain. Sa formation recouvre une histoire de plus de 250 millions d'années (Le Roux, 2006a). Suivant la division des temps géologiques proposée par la Charte chronostratigraphique internationale élaborée par l'ICS (Cohen *et al.*, 2013, 2020), le Bassin parisien s'ébauche dès le Permien (fin de l'ère Paléozoïque), mais se définit surtout à partir du Trias (début de l'ère Mésozoïque), pour s'ouvrir totalement au Keuper supérieur (Le Roux, 2006b, p. 69).

Tout au long de l'ère Mésozoïque se met en place un empilement de couches tendres et dures alternées, avec la dominance, d'une part, des calcaires ou grès et, d'autre part, des marnes, argiles ou sables (Battiau-Queney, 1993, p. 89). Au Jurassique, les bords du bassin se soulèvent, la sédimentation étant rejetée en son centre pendant que la périphérie est soumise à l'érosion. Durant le Crétacé, le soulèvement des marges septentrionales et orientales du bassin continue, entraînant une intense érosion de la couverture sédimentaire. C'est probablement dès cette époque que la pente des couches sédimentaires s'est inclinée vers l'ouest et le sud-ouest (Le Roux, 2006b, p. 69). À la fin du Crétacé, la mer de la Craie recouvre la majeure partie du Bassin parisien, mais la Lorraine reste en grande partie exondée. C'est alors que les cours d'eau de l'est du Bassin parisien se seraient installés sur les rivages de la mer de la Craie, qui se retirait en direction du nord. Ce phénomène aurait entraîné une érosion de la

couverture sédimentaire mésozoïque au Paléogène, au début de l'ère Cénozoïque (Harmand et Le Roux, 2006b, p. 153-154).

Les Vosges apparaissent au cours de l'ère Cénozoïque, à la fin du Paléogène et plus exactement à l'Oligocène. Toutefois, la surrection principale de ce massif ne date que du Pliocène, à la fin du Néogène (Le Roux, 2006b, p. 69). C'est également au Néogène qu'aurait débuté l'encaissement des cours d'eau tels que la Marne, la Meuse, la Moselle, la Meurthe et la Sarre, probablement au Miocène moyen ou supérieur (Battiau-Queney, 1993, p. 96). Ultérieurement, au Plio-Pléistocène (fin du Néogène – début du Quaternaire), les cours d'eau se seraient encaissés sur place, limitant ainsi les modifications de leur tracé originel sud-nord. Les méandres, caractéristiques des vallées lorraines, sont apparus progressivement au fur et à mesure de l'encaissement (Fig. 2). À cette époque, l'important changement climatique qui a conduit aux glaciations quaternaires a été accompagné, en Europe, de soulèvements de l'écorce terrestre, ce qui aurait eu pour conséquence d'augmenter la pente des cours d'eau et donc d'accélérer leur enfoncement. Ce phénomène amorce également le dégagement du relief de côtes, caractéristique du paysage lorrain. En effet, l'érosion des argiles qui constituent une bonne part du remplissage du bassin sédimentaire a été plus rapide que celle des calcaires et des grès. Les plaines argileuses se sont creusées tandis que les plateaux calcaires et gréseux sont restés proéminents, générant ainsi le relief de côtes (Harmand et Le Roux, 2006b, p. 155-158).

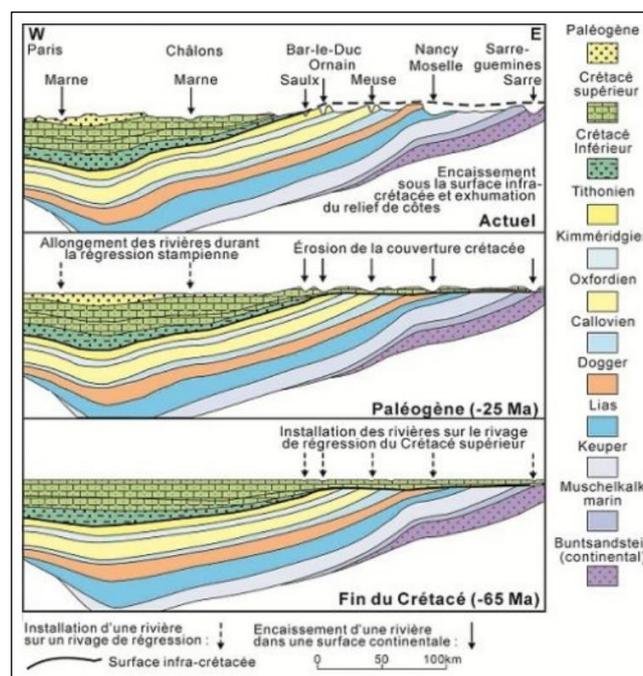


Fig. 2 - Coupes schématiques présentant l'évolution structurale et morphologique de la fin du Crétacé à nos jours en Lorraine (Harmand et Le Roux, 2006b, p. 154).

Au cours de son enfoncement, le réseau hydrographique présente des phases de creusement (périodes interglaciaires) et des phases d'alluvionnement (périodes glaciaires) en particulier au débouché des zones englacées vosgiennes. Ce phénomène a contribué à la mise en place de plusieurs niveaux de dépôts alluviaux étagés sur les versants, c'est-à-dire des terrasses alluviales (Harmand et Le Roux, 2006b, p. 157). Par ailleurs, lors des glaciations, les vents venant des glaciers nordiques ont transporté des particules fines sur de grandes distances et les ont déposées, formant le lœss, partie importante des limons des plateaux (Pautrot, 2011, p. 73).

Ce contexte géologique a donné naissance à un paysage caractérisé par une succession de plateaux calcaires, fronts de côtes et dépressions humides (voir 1.2.). L'ensemble est drainé par deux unités hydrologiques principales, d'écoulement sud-nord : la Meuse à l'ouest et la Moselle au centre.

### La Moselle

La Moselle est le principal affluent du Rhin. Elle prend sa source à 731 m d'altitude au col de Bussang, sur le versant ouest des Vosges cristallines. Elle se dirige d'abord vers le nord-ouest, en passant par Épinal et Toul. En amont d'Épinal, la Moselle reçoit en rive droite la Moselotte et la Vologne. Le Madon rejoint la Moselle en rive gauche, en amont de Toul. Au nord de Nancy, la Moselle reçoit la Meurthe en rive droite et poursuit ensuite son parcours en passant par Metz et Thionville, en direction du nord jusqu'à la frontière franco-germano-luxembourgeoise. Dans la traversée de Metz, la Moselle reçoit en rive droite la Seille, puis en rive gauche, en amont de Thionville, l'Orne. Plus au nord, elle reçoit en rive gauche à Wasserbillig, la Sûre, puis en rive droite à Konz, la Sarre, ces dernières étant les principaux affluents de la Moselle. Entre Apach et l'embouchure de la Sûre, la Moselle constitue la frontière entre le Grand-Duché de Luxembourg et l'Allemagne. Après un parcours de 545 km, la Moselle se jette dans le Rhin à Coblenche (CIPMS-IKSMS, 1998).

Entre les Vosges et Apach, le réseau hydrographique de la Moselle draine essentiellement le relief de cuesta du Plateau lorrain. La pente de la Moselle, qui est supérieure à 1 % dans le secteur amont, n'est plus que de 0,03 % à l'aval (CIPMS-IKSMS, 1998). Dans la moyenne vallée de la Moselle, on trouve deux bassins situés à moins de 80 km en aval de la confluence Meurthe-Moselle : le bassin de Dieulouard et le bassin de Metz-Thionville. En ce qui concerne le premier, le fond de vallée est délimité par un talus façonné dans les marnes du Jurassique inférieur (anciennement nommé Lias). Entre Metz et Thionville, la moyenne vallée de la Moselle s'écarte du front de cuesta du Bajocien et

provoque la disparition des buttes-témoin. Son cours emprunte la dépression orthoclinale du Jurassique inférieur (Lias) et présente un profil dissymétrique : en rive gauche, le front de cuesta domine largement le fond de la vallée et, en rive droite, se trouvent les collines peu élevées formées par les marnes du Jurassique inférieur (Lias). Les alluvions anciennes sont généralement conservées sur la rive gauche de la vallée, au pied du front de côte, à l'exception de l'extrémité méridionale du bassin, où de vastes terrasses alluviales apparaissent en rive droite (Cordier, 2004, p. 146, 148).

### ***1.1.2. La vallée du Mullerthal (vallée de l'Ernz Noire)***

Sur le plan géologique, le Luxembourg se développe à la limite orientale du Bassin parisien (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 299). Le paysage de côtes, typiquement lorrain, se prolonge toutefois en Champagne et en Franche-Comté, et au-delà des frontières, il se retrouve dans la Gaume belge, dans la Sarre ainsi que dans le Gutland luxembourgeois (Harmand et Le Roux, 2006a).

La grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé », dont le matériel carpologique a été analysé dans le cadre de ce travail, se situe à 280 m d'altitude sur la rive gauche de l'Ernz Noire, affluent en rive droite de la Sûre, dans la région Mullerthal, également nommée Petite Suisse luxembourgeoise. La région Mullerthal est une sous-région faisant partie du Gutland, l'une des principales régions du Luxembourg avec l'Oesling. Le Gutland se développe entre 250 et 400 m d'altitude sur près de deux tiers du pays et se caractérise par un relief de cuestas et de plateaux entaillé par des vallées (Valotteau *et al.*, 2016, p. 87-88). Il est constitué d'un empilement en alternance de couches dures, résistantes à l'altération et de couches tendres, peu résistantes à l'altération. Les différentes couches présentent un pendage général vers le sud-ouest et constituent un paysage de cuestas. L'ensemble date du Trias-Jurassique (ère Mésozoïque). La morphologie est caractérisée par quatre côtes à pente raide, formées par les roches dures ainsi que par des replats à faible pente vers le sud, taillés dans les roches plus tendres. Les vallées sont fortement entaillées dans les roches dures et les versants sont caractérisés par des falaises rocheuses souvent verticales. La vallée du Mullerthal, entaillée dans le Grès de Luxembourg, en constitue un exemple typique (Service géologique du Luxembourg, 2021).

## 1.2. Le relief et les unités géomorphologiques

La Lorraine est caractérisée par un paysage de côtes dont le tracé, orienté nord-sud, suit celui des couches sédimentaires (Fig. 3).

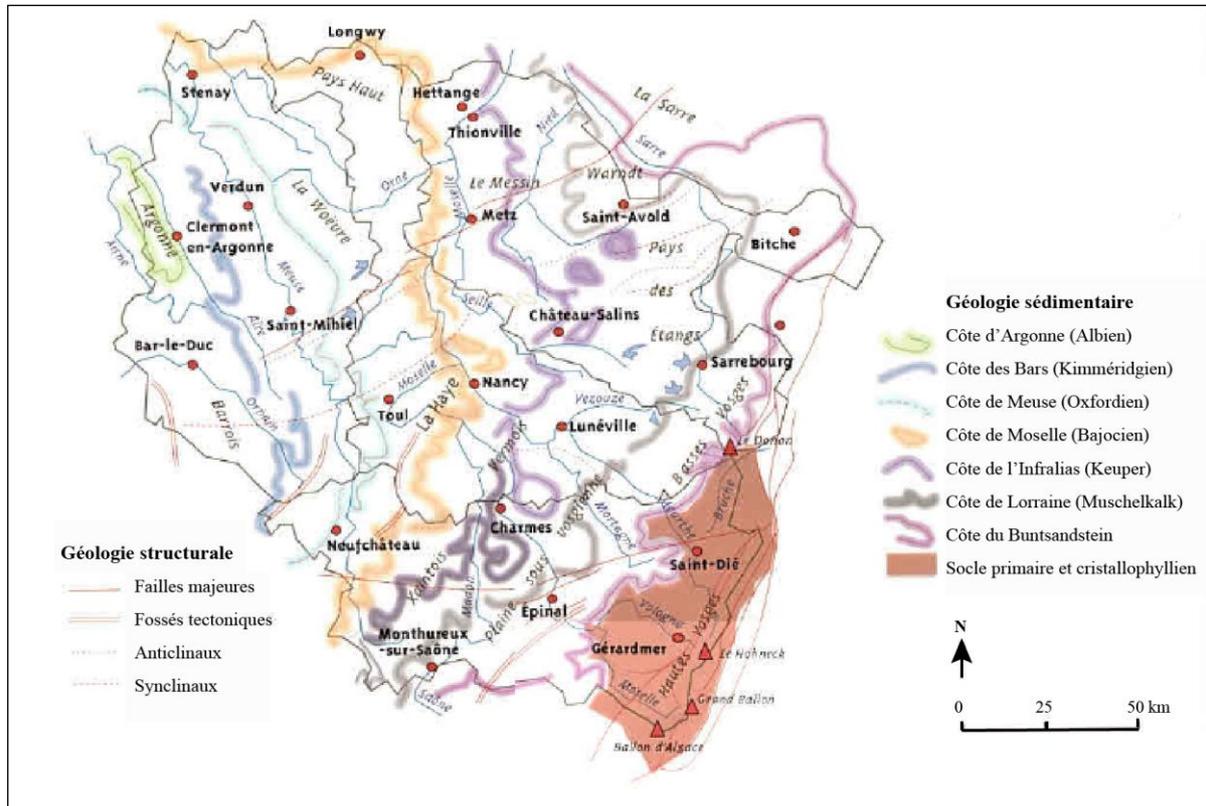


Fig. 3 - Carte du paysage de côtes de la Lorraine sédimentaire (d'après Le Roux, 1979 in Vernier *et al.*, 2013, p. XXII).

Le paysage est rythmé, d'ouest en est, par la succession de trois formes de relief : un plateau (revers de cuesta) incliné en pente douce vers l'ouest où il se raccorde avec une plaine. Le plateau est délimité à l'est par un front de côte (front de cuesta, talus ou versant) de 100 à 150 m de hauteur, au pied duquel se trouve une plaine (dépression orthoclinale) se prolongeant vers l'est jusqu'à la prochaine côte (Fig. 4 et Fig. 5). Ainsi, suivant les cas, les côtes font face au nord, à l'est ou au sud-est, mais tournent toujours le dos à la cuvette parisienne (Blache *et al.*, 1937, p. 68). Par ailleurs, des reliefs résiduels tels que les buttes-témoin (anciennes parties de revers de côte couronnées de calcaire et détachées de celles-ci par différents processus d'érosion) et les avant-buttes (modélées dans les argiles de la dépression) témoignent du recul des côtes au cours des temps géologiques (Harmand, 2006, p. 142-143).

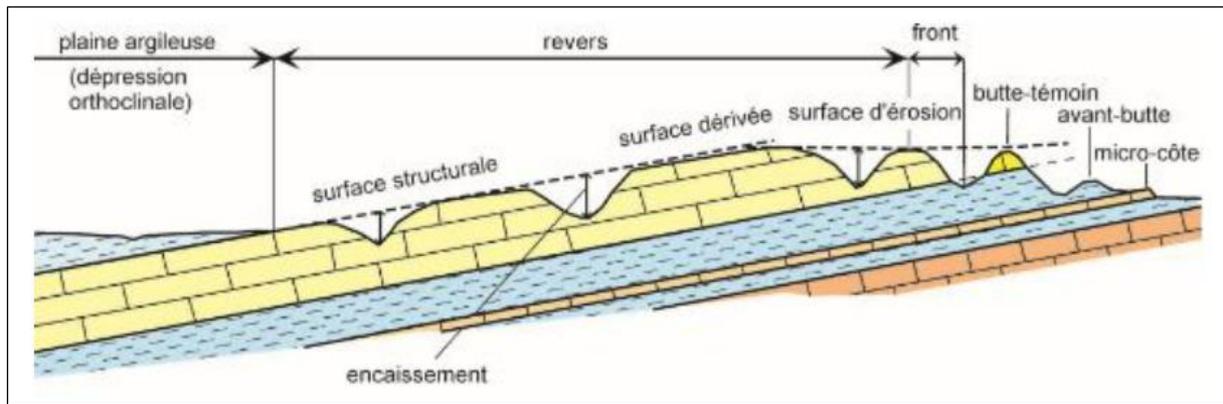


Fig. 4 - Coupe synthétique d'un relief de côte (d'après Le Roux in Harmand, 2006, p. 143).

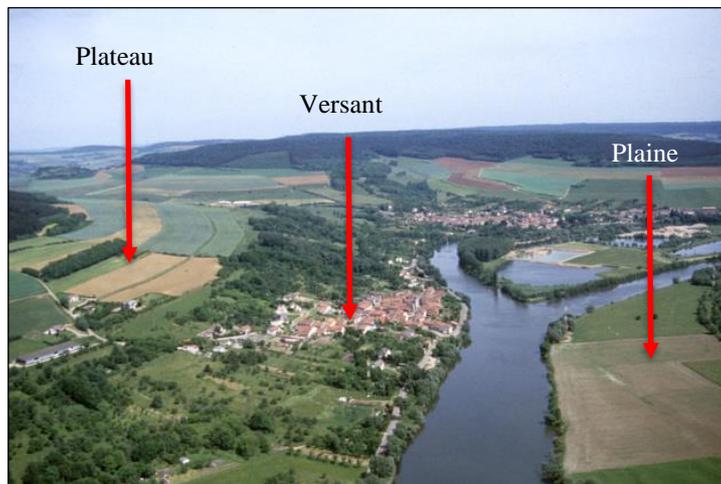


Fig. 5 - Vue des trois formes de relief qui rythment le paysage lorrain à Autreville-sur-Moselle en 1993. Cliché : A. Humbert (Deshaies, 2017).

Cette succession de formes est liée à l'alternance de couches sédimentaires tendres à dominante argileuse ou marneuse et de couches plus dures calcaires ou gréseuses. Alors que les plateaux et le sommet des côtes sont constitués de calcaires ou de grès, le front des côtes a été creusé par l'érosion dans des roches argileuses ou marneuses. Enfin, les plaines creusées dans les couches argileuses au pied des côtes constituent des régions humides au réseau hydrographique dense et où les forêts sont très étendues (Harmand, 2006, p. 142-143 ; Vernier *et al.*, 2013, p. XXII-XXIII ; Deshaies, 2017).

À partir du rebord des Vosges (Côte du Buntsandstein), pas moins de six côtes se succèdent jusqu'à la limite occidentale de la région (Fig. 6) :

1. Côte de Lorraine (calcaires du Muschelkalk) ;
2. Côte de l'Infralias (grès rhétiens et calcaires à gryphées du Keuper) ;
3. Côte de Moselle (calcaires à polypiers du Bajocien) ;

4. Côte de Meuse (calcaires de l'Oxfordien) ;
5. Côte des Bars (calcaires et dolomies du Kimméridgien) ;
6. Côte de l'Argonne (gaizes de l'Albien).

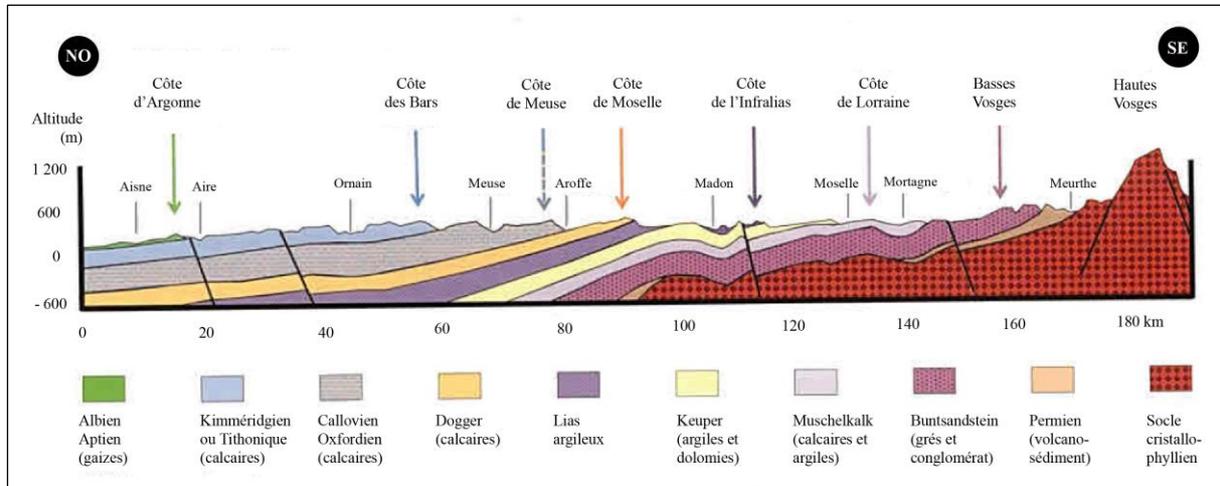


Fig. 6 - Coupe géologique schématisée de la Lorraine du nord-ouest au sud-est. Situation des principaux reliefs de côte (d'après Hilly et Haguenaer, 1979 in Vernier *et al.*, 2013, p. XXII).

Une grande partie de notre aire d'étude se situe entre la Côte de l'Infralias à l'est et la Côte de Moselle à l'ouest. Elle est centrée sur le cours moyen de la Moselle qui la traverse du sud au nord. Les sites archéologiques qui seront traités dans le cadre de ce travail peuvent être classés en trois unités géomorphologiques principales, à savoir la vallée alluviale à couverture lössique, la vallée alluviale à couverture limoneuse (alluvions siliceuses) ainsi que le Plateau lorrain marno-calcaire du Trias supérieur/Jurassique inférieur (Lias).

### 1.2.1. La vallée alluviale

La vallée alluviale de la Moselle (5 km de large) y compris les terrasses anciennes, est bordée sur sa rive gauche par le front de la Côte de Moselle (Fig. 7). On identifie deux principales terrasses emboîtées. L'une d'entre elles constitue un chenal où la Moselle a creusé de nombreux méandres dans la masse des alluvions et de nombreux paléochenaux. Le niveau de crue inonde la vallée sur 2,5 km de large en moyenne (plaine alluviale). Le sol y est très meuble, riche en limons. De larges placages de limons fertiles d'origine alluviale, ou éolienne pour certains, recouvrent la partie inférieure des versants (Blouet, 2006, p. 29). La grande majorité des sites traités dans le cadre de ce travail sont situés dans la vallée alluviale à couverture limoneuse (alluvions siliceuses). D'autres sites, moins nombreux, sont implantés dans la vallée alluviale à couverture lössique (Annexe 1).



Fig. 7 - Vue de la vallée de la Moselle à Pagny-sur-Moselle. Au fond on observe le front de la Côte de Moselle. Cliché : X. Rochel (PNRL, 2020).

### ***1.2.2. Plateau lorrain marno-calcaire du Trias supérieur/Jurassique inférieur (Lias)***

Le Plateau lorrain fait partie du vaste plateau qui s'étend, d'ouest en est, entre la Côte de Moselle et le Massif vosgien. En rive droite de la Moselle, la bordure orientale du Plateau lorrain est constituée, d'ouest en est, de terrains marno-calcaires du Jurassique inférieur (Lias) et du Trias supérieur (p. ex. marnes irisées du Keuper). Une grande partie des sites étudiés se trouve dans cette situation (Annexe 1).

### ***1.2.3. Autres unités géomorphologiques***

D'autres unités géomorphologiques y sont représentées. D'une part, nous pouvons citer le plateau (revers de côte) du Bajocien supérieur ainsi que le talus du Bajocien moyen. Rappelons que le Bajocien (Jurassique moyen) correspond aux calcaires de la Côte de Moselle. D'autre part, la plaine alluviale de la Meuse est constituée de calcaires sous-jacents de l'Oxfordien moyen (Jurassique supérieur).

Enfin, nous pouvons citer deux sites particuliers. Le premier d'entre eux se situe dans une doline ouverte dans les marnes blanches du Muschelkalk. Ce dernier désigne une roche calcaire ou marneuse renfermant une grande quantité de coquilles fossiles (Trias moyen). Le deuxième site est implanté dans une diaclase issue de la fracture d'un énorme bloc de grès hettangien (Jurassique inférieur ou Lias) détaché de la bordure du plateau (Annexe 1).

### ***1.3. La pédologie***

Les sols sont l'interface principale entre leur support minéral et le couvert végétal. Ils héritent des caractéristiques physico-chimiques des roches (p. ex. pH, perméabilité ou rétention en eau, richesse en bases ou en humus) et du microclimat local lié à l'altitude, l'exposition et la pluviométrie (Vernier *et al.*, 2013, p. XXIII). La fertilité des sols, issue de la grande diversité de ces facteurs, est un élément d'importance capitale pour les sociétés agropastorales, car elle détermine la productivité du système agricole et, par conséquent, la réussite des cultures.

La problématique de la fertilité des sols est souvent abordée en archéologie. Nous pouvons citer notamment le modèle de simulation conçu dans le cadre de l'ANR OBRESOC (Un observatoire rétrospectif d'une société archéologique : La trajectoire du Néolithique Rubané) ayant pour but l'estimation de la fertilité du sol en Europe Centrale au Rubané, ou encore l'adaptation de ce modèle au contexte archéologique balkanique (OBRESOC-BEAN *Bridging European and Anatolian Neolithic*), dans le cadre d'une thèse doctorale (Zanotti, 2016). Ces approches partent du principe que la composition pédologique des sols n'a pas été modifiée au cours des 8 000 dernières années (Zanotti, 2016, p. 82). Cependant, des travaux récents basés sur une approche pédologique de recherche de traces *in situ* de la mise en culture des sols (Fechner, 2021, p. 1079-1080) ont démontré que les sols ont été modifiés, dès le Néolithique, par des activités anthropiques. Par ailleurs, ces travaux ont permis de confirmer les différences en matière de fertilité des sols avant la mise en culture sur certains sites d'Europe nord-occidentale. Ainsi, les labours du Néolithique ancien étudiés en Moyenne Belgique, sur sols peu fertiles, occupent des bas de versants et des fonds de vallées secs, alors que les labours sur limons fertiles de la moyenne Moselle et du bassin de la Seine sont principalement localisés sur les sommets de versants et les plateaux (Fechner, 2021, p. 1075-1085).

#### *Préambule sur le pH du sol*

Le pH d'un sol est lié à la concentration de protons ( $H^+$ ) dans la solution du sol. Plus cette concentration est élevée, plus le pH est faible. L'échelle de pH mesure l'acidité ou la basicité du sol. Cette échelle va de 0 à 14, où 7 est considéré comme neutre. Un pH inférieur à 7 indique un sol acide, tandis qu'un pH supérieur à 7 indique un sol basique ou alcalin. Plus un sol contient de calcaire, plus il est basique.

L'acidification du sol fait référence spécifiquement à la diminution du pH. Il s'agit d'un phénomène naturel, mais son ampleur varie considérablement en fonction de la nature du sol, des conditions climatiques et de l'activité biologique. D'une part, les sols sableux et limoneux sont plus acides que les sols calcaires. D'autre part, le phénomène de baisse du pH est particulièrement marqué au printemps et en été à cause de l'intense activité biologique et de la nitrification de l'azote ammoniacal. À l'inverse, une remontée du pH en automne et en hiver est fréquente à cause de la minéralisation des résidus de culture et des excès d'eau (Castillon et Bouthier, 2011, p. 20). La décarbonatation du sol est, quant à elle, un processus plus large qui inclut, mais ne se limite pas, à la réduction du pH. Plus exactement, elle fait référence à la réduction ou l'élimination des carbonates du sol, en particulier du carbonate de calcium (calcaire). Ce phénomène peut se produire naturellement à cause d'une exposition à des eaux légèrement acides ou à des acides organiques provenant de la décomposition des matières organiques, voire d'un surplus d'eau dans le sol.

*Sols lœssiques : les sols privilégiés par les populations rubanées*

Le lœss consiste en une accumulation de limon d'origine éolienne. Il s'agit d'un sédiment meuble, de couleur beige à jaunâtre. Sa composition granulométrique, fortement poreuse, se caractérise par une prédominance du limon (en moyenne entre 50 et 70 % en poids de particules comprises entre 10 et 50  $\mu\text{m}$ ), de l'argile (10 à 25 %) et une proportion limitée de sable fin, soit moins de 15 % (Lautridou, 1993, p. 91 ; Delvoie, 2017, p. 53).

Le lœss est généralement associé aux périodes les plus froides du Quaternaire. En effet, les grands inlandsis présents au Quaternaire sont à l'origine de la ceinture lœssique nord-européenne. Le phénomène principal responsable du transport des particules est le phénomène de déflation éolienne qui permet des déplacements de particules pouvant atteindre plusieurs centaines de kilomètres. Il crée également un classement granulométrique des particules, les plus fines se déplaçant sur de plus grandes distances que les particules plus grossières. Après le transport se produit le dépôt des particules qui est régi aussi bien par les conditions atmosphériques (p. ex. précipitations, courants descendants, baisse de la vitesse du vent) que par les conditions à la surface topographique telles que la présence de végétation ou de relief (Delvoie, 2017, p. 53-54).

Les sols lœssiques sont extrêmement fertiles grâce à la proportion élevée de particules de limon qui apportent, d'une part, une bonne disponibilité en eau et une bonne aération du sol et, d'autre part, une pénétration facile des racines des plantes (Catt, 2001, p. 213). Alors que le drainage des eaux de surface est bon, le drainage profond y est faible entraînant une

bonne rétention en eau. Ainsi, les fortes pluies en hiver ne restent pas assez longtemps en surface pour endommager les cultures et la capacité de rétention d'eau est suffisamment importante pour équilibrer les périodes de sécheresse estivales (Bakels, 2009, p. 2). Par ailleurs, les sols lœssiques, sans gros éléments (p. ex. cailloux), sont faciles à labourer. Toutes ces conditions sont favorables à la culture.

Au départ, le lœss est un sol calcaire, cependant, sous l'influence de la pluie et de la stagnation, une décarbonatation peut avoir lieu (Bakels, 2009, p. 2). Le lœss est très souvent associé aux tchernozioms, dont les minéraux micacés dans les fractions de limon et d'argile fournissent un apport adéquat de potassium pour la plupart des cultures, et les grandes quantités d'azote peuvent maintenir des rendements modérés de céréales sans ajouts d'engrais (Catt, 2001, p. 213). Toutefois, les tchernozioms se développent dans des régions ayant un climat continental et des précipitations limitées. Ainsi, la mesure dans laquelle ils auraient joué un rôle dans l'expansion de la culture rubanée reste encore un point de débat (Bakels, 2009, p. 3). En outre, les sols lœssiques autres que les tchernozioms contiennent souvent peu d'argile, ce qui entraîne une perte de matière organique et donc des problèmes de mauvaise germination des cultures et de l'érosion (Catt, 2001, p. 213). Pour maintenir la fertilité du sol et rendre les terres plus productives, il est donc nécessaire de mettre en place des pratiques telles que l'apport d'engrais ou la rotation des cultures ; voir 3.2.2 (Bakels, 2009, p. 4).

Dans la littérature scientifique, les références évoquant l'importance que les sols lœssiques ont eue dans le choix d'implantation des sites tout le long de la zone de colonisation rubanée sont récurrentes (Bakels, 1978, p. 2, 17, Fig. 2, 2009 ; Zimmermann *et al.*, 2009, p. 29, Fig. 8 ; Ilett, 2010, p. 284 ; Hauzeur et Jadin, 2011, p. 20, Fig. 2 ; Lefranc, 2014, p. 24, Fig. 6 ; Demoule, 2017, p. 38 ; Shennan, 2018, p. 89-90 ; Petrasch, 2020, p. 249). Selon S. Shennan (Shennan, 2018, p. 89), la vitesse de propagation des populations rubanées aurait été augmentée par advection, terme que le chercheur adapte et définit comme le mouvement préférentiel qui donnait aux colonisateurs de meilleurs rendements. Ce mouvement aurait été limité à une bande assez étroite de micro-environnements appropriés, caractérisée par la présence de sols lœssiques et de certaines conditions de température (pas inférieures à 7-8 °C) et de précipitations annuelles ne dépassant pas 800 mm (Zimmermann *et al.*, 2009, p. 28), ce qui laisse à penser que les populations rubanées étaient extrêmement exigeantes quant à l'endroit où elles s'installaient (Shennan, 2018, p. 89). Pour les chercheurs, ces préférences semblent avoir peu changé au cours de la colonisation rubanée, au point que l'on aurait l'impression qu'elles deviennent la condition *sine qua non* pour l'implantation des sites rubanés.

Les sites ne correspondant pas à ce modèle sont donc considérés comme des exceptions, nous pouvons citer notamment les sites rubanés situés sur les sols non lœssiques de la plaine nord-européenne le long de la basse Vistule et du Bas-Oder en Pologne (Shennan, 2018, p. 90) ainsi que les sites de la moyenne vallée de la Moselle.

La Lorraine : peu de lœss mais une variété de sols et de possibilités agricoles

Les formations superficielles lorraines sont composées essentiellement de dépôts associés aux glaciations quaternaires vosgiennes et de formations alluviales disposées sur les versants ou en fond de vallée. Ainsi, des limons quaternaires peu épais, discontinus et souvent remaniés, couvrent une partie des plateaux du nord de la Lorraine (Gebhardt-Even *et al.*, 2014, p. 8), alors que de larges placages de limons fertiles d'origine alluviale, ou éolienne pour certains, recouvrent la partie inférieure des versants (Blouet, 2006, p. 29).

Alors que les plateaux et le sommet des côtes sont constitués de calcaires, les versants qui s'étendent à leur pied ont été creusés par l'érosion dans des roches argileuses ou marneuses. Au cours du temps, les matériaux et éléments nutritifs ont été entraînés vers le bas des talus par les mécanismes d'érosion et de colluvionnement. Ces matériaux plus ou moins grossiers se sont mêlés aux couches argileuses en place et sont à l'origine des sols argilo-calcaires plus ou moins caillouteux selon leur position. Les éboulis couvrant le versant ainsi que la pente assurent un bon drainage et favorisent les cultures (Fig. 8). Il en résulte une variété de sols et de possibilités agricoles à l'origine de terroirs différents (Crivellaro, 2010 ; Deshaies, 2017).



Fig. 8 - Coupe d'un sol argilo-calcaire très caillouteux à Lessy, village typique de la Côte de Moselle. Cliché : M. Crivellaro (2010).

De nos jours, les vignobles AOC « Moselle » sont implantés sur ce substrat, au-dessus des villages en petites parcelles entre 260 et 350 m d'altitude, au bas du front de côte sur les coteaux en pentes douces, entre un pied de côte planté de cultures fruitières (p. ex. mirabelliers, cerisiers, pommiers, poiriers) et un haut de côte au sommet boisé. Le vignoble domine la plaine et les prairies réservées aux cultures céréalières (p. ex. orge, blé, maïs, colza) et à l'élevage de bovins (Crivellaro, 2010).

Contrairement aux autres régions de la sphère rubanée, on n'observe pas en Lorraine d'installation préférentielle sur les lœss. Il faut noter que ces sols sont pourtant présents mais peu développés, principalement dans le pays de Thionville, en rive gauche de la Moselle. Bien qu'aucune unité géologique ne soit délaissée par les premières populations agropastorales, on peut observer une préférence pour les marnes et les calcaires ainsi que pour les alluvions siliceuses (granito-quartzitique). Du point de vue pédologique, les sols anciens, aujourd'hui en partie disparus du fait de l'érosion, devaient être limono-sableux et bien drainés pour certains ainsi que limono-argileux et lourds pour d'autres. Ce qui est important à retenir est le caractère acide des alluvions siliceuses de la Moselle et des sols développés sur le grès rhétien et hettangien, qui s'oppose aux terrains calcaires fortement drainés du plateau bajocien et aux terrains marno-calcaires plus humides du Plateau lorrain (Trias supérieur et Jurassique inférieur ou Lias). La plupart des sites auraient ainsi été implantés sur des sols basiques et quelques-uns sur des sols acides, mais étant donné le caractère généralement décarbonaté des sols, pour le Rubané il y a, en réalité, à peu près autant de sites implantés sur des sols acides que sur des sols basiques. Il faut noter que pour la plaine alluviale, les divagations de la Moselle pendant l'Holocène ont bouleversé approximativement 50 % de la basse terrasse, ce qui a sans doute entraîné la destruction de nombreux sites rubanés implantés à proximité de la rivière (V. Blouet, communication personnelle, 2022). Par conséquent, aucun caractère commun ne semble pouvoir être dégagé en ce qui concerne le substrat, la nature ou la qualité des sols (Blouet, Decker, Klag *et al.*, 2007, p. 265).

À partir du Néolithique moyen et récent, les habitats se développent aussi bien sur le plateau calcaire du Bajocien supérieur que sur les côtes gréseuses du Buntsandstein et du Rhétien (V. Blouet, communication personnelle, 2022).

### La Lorraine : une majorité de sols décarbonatés ?

Le climat lorrain est légèrement à fortement lessivant, autrement dit, il s'agit d'un climat où les précipitations sont plus importantes que la somme de l'évaporation par la surface des sols et que la transpiration par l'action des plantes. De cette manière, le surplus

d'eau dans le sol favorise la décarbonatation et le lessivage de la partie supérieure du profil. Tel qu'il a été évoqué ci-dessus, les sols d'origine en Lorraine sont constitués de calcaires, marnes ou argiles, ces matériaux pouvant être décarbonatés plus au moins profondément à certains endroits (Fechner, 2021, p. 22-23). Or, la décarbonatation des horizons affecte la mise en culture et sans l'apport régulier d'engrais d'origine organique et minérale (voir 3.2.2) ces sols ne pouvaient pas produire un rendement satisfaisant au-delà de quelques années de culture (Fechner, 2021, p. 381-382).

Dans les sols décarbonatés, les indices pédologiques et sédimentaires des dernières 10 000 années sont exceptionnellement bien préservés. Lorsqu'ils sont associés à des vestiges anthropiques, ils contribuent de manière originale à la reconstitution des activités et de l'environnement (Fechner, 2021, p. 22-23). L'analyse archéopédologique menée sur le site de Cattenom « Acheren » (Moselle), situé sur un placage de lœss dans la vallée de la Moselle, livre des arguments formels qui montrent que la décarbonatation des horizons était déjà très avancée au Néolithique (Fechner, 2021, p. 381-382). Sur ce point, le chercheur considère que la légère acidité actuelle des sols de Cattenom « Acheren » pourrait être extrapolée à tous les sites néolithiques de la région installés sur des limons, l'hypothèse de sols encore calcaires à cette époque dans cette région pouvant ainsi être rejetée. Pour le chercheur, une agriculture permanente à haut rendement peut y être envisagée, à condition d'un apport régulier d'engrais à haute teneur en calcaire (Fechner, 2021, p. 381-382). Cependant, il s'agit d'un cas particulier puisque l'on a ici affaire à du véritable lœss décarbonaté. Cette observation n'est pas valable, par exemple, pour les sites du secteur d'Ay/Trémery, établis sur des terrains marno-calcaires du Jurassique inférieur (Lias) qui sont propices à une agriculture pérenne sans apport d'engrais carbonaté (Dedecker et Langohr, 1989).

## **1.4. Le climat**

### **1.4.1. Climat actuel**

Le climat lorrain se présente comme un climat de transition entre le climat atlantique et le climat continental. Il s'agit d'un climat semi-continental ou océanique dégradé à influence continentale. En d'autres termes, c'est un climat tempéré légèrement continental avec des disparités notoires liées au relief (Vernier *et al.*, 2013, p. XXIII ; Gebhardt-Even *et al.*, 2014, p. 8) :

- A. Le Massif vosgien, aux températures moyennes annuelles inférieures à 8 °C et aux précipitations annuelles situées entre 1 000 et 2 000 mm ;

- B. Une grande partie du département de la Meuse, le Pays-Haut et le pourtour du Massif vosgien, dont les températures moyennes annuelles se situent entre 8 °C et 9 °C et les précipitations annuelles entre 800 et 1 000 mm ;
- C. Le reste de la région, notamment le sillon lorrain (moyenne vallée de la Moselle), aux températures moyennes annuelles supérieures à 9 °C et aux précipitations annuelles inférieures à 800 mm.

La région ne connaît en quelque sorte que deux saisons : l'hiver et l'été. Les variations de la température s'opèrent souvent d'une façon brusque. Les contrastes thermiques sont marqués avec des hivers rudes et longs (les minimas peuvent atteindre -26 °C) et des étés chauds avec une tendance orageuse (les maximas avoisinent les 40 °C).

En outre, la vallée de la Moselle subit des influences méditerranéennes marquées par la présence de certaines espèces végétales et animales de type méditerranéen qui atteignent ici leur limite nord de répartition. Elles se retrouvent surtout dans les pelouses sèches qui sont généralement localisées sur des flancs de coteaux calcaires particulièrement bien exposés au soleil. La nature calcaire de la roche permet une infiltration rapide de l'eau de pluie et de ruissellement. Ces conditions chaudes et sèches expliquent ainsi la présence d'une faune et d'une flore méridionale (Choserot, 2020).

#### **1.4.2. Paléoclimat**

L'Holocène est une période interglaciaire du Quaternaire. Depuis 2018, il est divisé en trois étages (Greenlandien, Northgrippien et Méghalayen) par la Charte chronostratigraphique internationale élaborée par l'ICS (Cohen *et al.*, 2013, 2018), mais est encore traditionnellement subdivisé en cinq chronozones (Préboréal, Boréal, Atlantique, Subboréal et Subatlantique). Ces dernières peuvent être regroupées en trois grandes phases définies à partir des fluctuations climatiques dans l'hémisphère nord. La première phase correspond au Préboréal et au Boréal et s'étend entre 11600 cal. BP et 9000 cal. BP environ. La deuxième phase coïncide avec l'Atlantique et couvre la période comprise entre 9000 cal. BP et 5000-6000 cal. BP environ. Cette deuxième phase est communément connue comme l'« optimum climatique de l'Holocène », faisant référence à des conditions chaudes dans les latitudes moyennes à élevées de l'hémisphère nord. Elle est parfois appelée « Hypsithermal » ou encore « Altithermal ». La troisième phase correspond au Subboréal et au Subatlantique et couvre la période allant de 5000-6000 cal. BP environ à l'époque préindustrielle. Cette troisième phase est parfois appelée « Néoglaciale » et fait référence aux périodes d'avancée des glaciers (Wanner *et al.*, 2008, p. 1792).

Le Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle se trouve à cheval sur deux chronozones, à savoir l’Atlantique et le Subboréal. Plus précisément, notre période d’étude s’étalant du Néolithique ancien au Néolithique récent (environ 5300-3500 av. n. è.), elle comprend majoritairement l’Atlantique et approximativement 250 années du Subboréal. (Tabl. 1). Comme nous l’avons évoqué ci-dessus, l’Atlantique se caractérise par un climat assez chaud et humide, alors que le Subboréal se caractérise par un climat plus frais et plus sec.

Tabl. 1 - Subdivisions proposées pour les chronozones du domaine circumalpin (Lang; 1994 *in* Schlichtherle, 2012, p. 294, Fig. 9).

Chronozone	Subdivision	Datation cal. BP	Datation av. n. è.
Subboréal	récent	3250 - 2750	1300 - 850
	moyen	4450 - 3250	2500 - 1300
	ancien	5700 - 4450	3750 - 2500
Atlantique	récent	6950 - 5700	5000 - 3750
	moyen	7970 - 6950	6100 - 5000
	ancien	8950 - 7970	7000 - 6100

Depuis quelques années, notre compréhension de la variabilité climatique durant l’Holocène s’est considérablement améliorée grâce à la découverte d’un schéma répétitif d’anomalies de refroidissement global. Ces anomalies, liées à des variations de l’activité solaire et/ou du phénomène glacio-marin, sont connues sous le nom de *Rapid climate change* (RCC) ou « changement climatique rapide ». Ainsi, six épisodes de changement climatique rapide ont été identifiés pour l’Holocène (Mayewski *et al.*, 2004) :

1. 9000-8000 cal BP (7050-6050 av. n. è.) ;
2. 6000-5000 cal BP (4050-3050 av. n. è.) ;
3. 4200-3800 cal BP (2250-1850 av. n. è.) ;
4. 3500-2500 cal BP (1550-550 av. n. è.) ;
5. 1200-1000 cal BP (750-950 de n. è.) ;
6. 600-150 cal BP (1350-1800 de n. è.).

La plupart de ces épisodes se caractérisent par un refroidissement polaire, une aridité tropicale et des changements majeurs de la circulation atmosphérique. En revanche, lors de l’épisode 6, le refroidissement polaire a été accompagné d’une augmentation de l’humidité dans certaines parties des tropiques (Mayewski *et al.*, 2004, p. 243).

Dans le contexte spatio-temporel de ce travail, nous sommes concernés par le deuxième épisode de changement climatique rapide qui équivaut environ aux 550 dernières années du Néolithique récent (environ 4300-3500 av. n. è.).

Il est important de rappeler qu'il existe une forte composante régionale de ces épisodes de refroidissement global qui fait que les observations effectuées dans une région ne sont pas forcément transposables à une autre (Weninger *et al.*, 2009, p. 9). Par conséquent, nous allons présenter trois exemples de reconstitution paléoclimatique, qui par leur relative proximité avec notre région d'étude, s'avèrent intéressants et rendent possible un parallèle avec la moyenne vallée de la Moselle.

#### Les fluctuations holocènes des lacs jurassiens et subalpins

La reconstitution des fluctuations du niveau des lacs jurassiens et subalpins se présente comme une approche paléoclimatique privilégiée. La distribution de l'ensemble des dates radiocarbone et dendrochronologiques obtenues pour fixer l'âge des fluctuations du niveau des eaux de près de 30 cuvettes lacustres montre en effet que l'Holocène a été rythmé par l'alternance de hausses et de baisses du niveau des lacs. Ces fluctuations seraient la conséquence des variations climatiques liées principalement à l'activité solaire, plus exactement au forçage orbital (Magny, 2012). La comparaison entre les variations de la teneur en  $^{14}\text{C}$  résiduel de l'atmosphère et les phases de développement de l'habitat lacustre en France et en Suisse montre que les pics de fréquence des habitats de bord de lacs correspondent aux périodes de plus faible production de  $^{14}\text{C}$ , c'est-à-dire de plus forte activité solaire. Ces périodes sont associées à une baisse du niveau des eaux (climat plus chaud et plus sec), alors que les périodes de faible activité solaire sont associées à une hausse du niveau des eaux, sous un climat plus froid et plus humide (Fig. 9 et Tabl. 2).

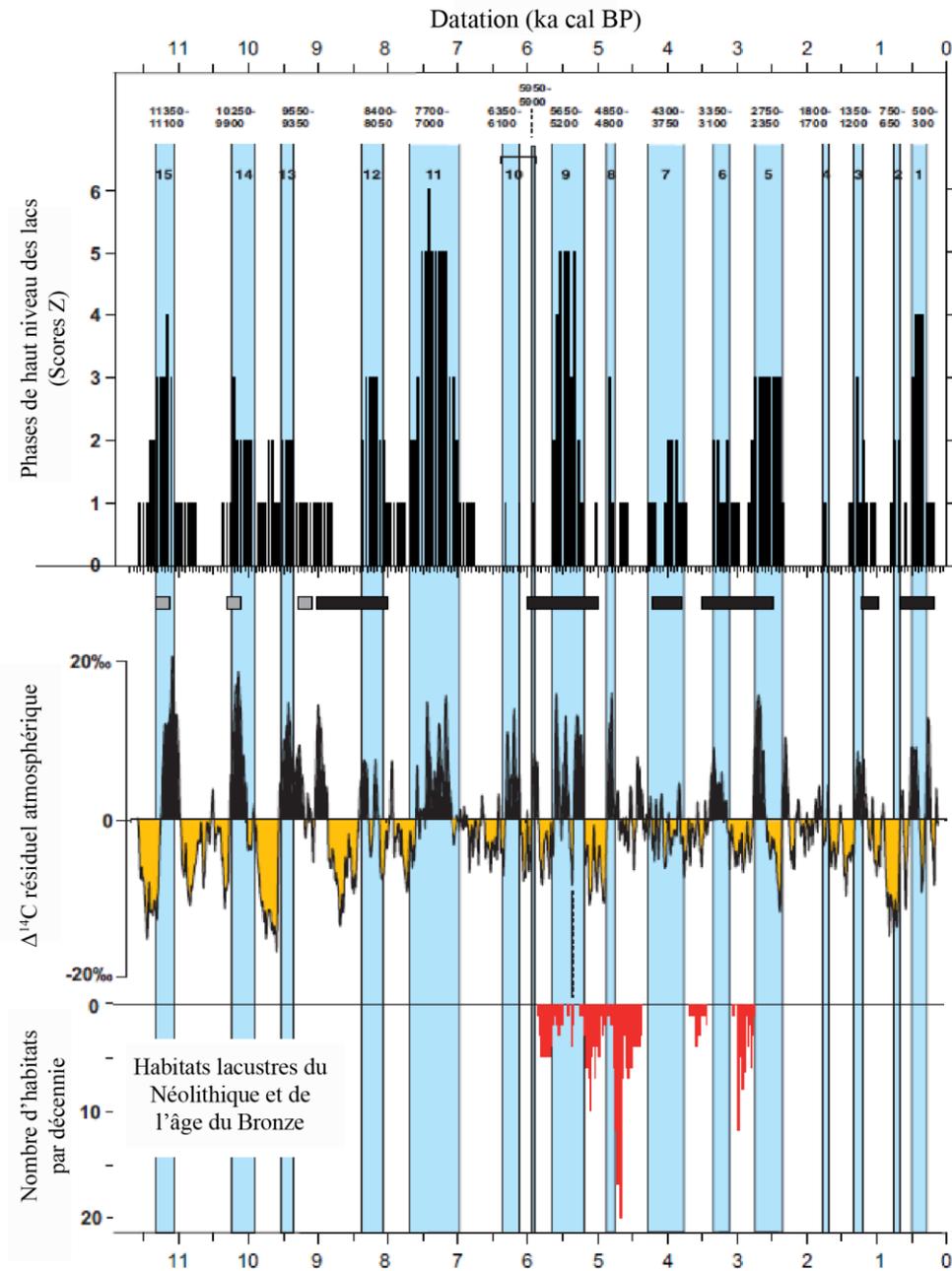


Fig. 9 - Comparaison entre les variations de <sup>14</sup>C résiduel atmosphérique, les phases de haut niveau des lacs et les phases de développement des habitats lacustres en France et Suisse (d'après Magny, 2013, p. 1207, Fig. 4). **Panneau supérieur** : répartition des datations radiocarbone et dendrochronologiques obtenues pour dater les phases de fluctuation lacustre. **À la base du panneau supérieur** : les rectangles noirs indiquent les épisodes de changement climatique rapide (RCC) ; les rectangles gris indiquent les oscillations climatiques du Préboréal. **Panneau du milieu** : variations du <sup>14</sup>C résiduel atmosphérique. **Panneau inférieur** : fréquence des habitats lacustres datés par dendrochronologie du Néolithique et de l'âge du Bronze en France et Suisse.

Tabl. 2 - Modèle régional de la variation du niveau des lacs jurassiens et subalpins. 15 épisodes successifs de hausse du niveau des eaux sont attestés (d'après Magny, 2004, 2013).

Chronozone	Épisode	Datation cal. BP	Datation	Description
Subatlantique	1	500-300	1450-1650 de n. è.	Documenté dans les lacs de : Joux, Saint Point, Neuchâtel, Morat et Ilay.
	2	750-650	1200-1300 de n. è.	Documenté dans les lacs de : Annecy, Paladru, Joux et Saint-Point.
	3	1350-1200	600-750 de n. è.	Documenté dans les lacs de : Abbaye, Morat et Neuchâtel.
	4	1800-1700	150-250 de n. è.	Documenté dans les lacs de : Cerin, Petit Maclu, Morat et Neuchâtel.
	5	2750-2300	800-350 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Annecy, Bourget, Cerin, Seedorf, Bourget et Clairvaux.
Subboréal	6	3350-3100	1400-1150 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Pluvis, Annecy, Bourget, Clairvaux et Cerin.
	7	4300-3750	2350-1800 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Neuchâtel, Petit Maclu, Bourget, Pluvis, Cerin et possiblement dans le lac Morat.
	8	4850-4800	2900-2850 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Neuchâtel, Chalain et Clairvaux.
	9	5650-5200	3700-3250 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Chalain, Clairvaux, Seedorf, Neuchâtel, Constance et Cerin.
Atlantique	10	6350/6100-5950/5900	4400/4150-4000/3950 av. n. è.	Épisode comprenant deux évènements successifs. Documenté dans les lacs de : Morat, Annecy, Remoray, Seedorf, Grand Maclu. Au lac de Saint-Point, en plus d'une élévation du niveau du lac, cet évènement marque le point de départ d'une augmentation du ruissellement autour de 6200 cal. BP (4250 av. n. è.).
	11	7700-7000	5750-5050 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Cerin, Grand Lemps, Chalain, Neuchâtel, Morat, Constance, Le Locle et Seedorf.
	12	8400-8050	6450-6100 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Annecy, Neuchâtel, Le Locle, Wallisellen et Saint-Point.
Boréal	13	9550-9350	7600-7400 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Annecy et Grand Lemps. La succession des épisodes 14 et 13 est documentée dans les lacs de : Wallisellen et Le Locle.
Préboréal	14	10250-9900	8300-7950 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Morat et Annecy.
	15	11350-11100	9400-9150 av. n. è.	Documenté dans les lacs de : Lautrey, Gerzensee, Zürich, Morat and Neuchâtel, Remoray, Onoz, Morat et Saint-Point.

Les cernes des arbres comme indicateur de la variabilité saisonnière des précipitations en Bavière (Allemagne du Sud)

Les cernes des chênes sont utilisés comme marqueurs de précipitation et ont été sollicités pour développer une reconstitution des précipitations de la saison printemps-été

pour le Néolithique ancien en Bavière (Pechtl et Land, 2019). L'analyse montre une fréquence importante de périodes très sèches et de périodes très humides tout au long du Rubané, avec notamment une variabilité interannuelle élevée entre 5400 et 5101 av. n. è. Pendant ces 300 années, dix périodes de sécheresse sévère (5377, 5375, 5296, 5284, 5270, 5195, 5178, 5165, 5122 et 5104 av. n. è.) et douze périodes d'humidité sévère (5380, 5361, 5343, 5326, 5292, 5271, 5264, 5262, 5225, 5177, 5149 et 5110 av. n. è.) ont été attestées (Fig. 10). Ces fluctuations diminuent ensuite, les épisodes d'extrême sécheresse et d'extrême humidité devenant moins fréquents jusqu'en 4801 av. n. è. Néanmoins, quatre périodes de sécheresse sévère (5019, 5004, 4939 et 4905 av. n. è.) et quatre périodes d'humidité sévère (5092, 5088, 5077 et 4946 av. n. è.) ont été inférées à partir des cernes des arbres (Pechtl et Land, 2019, p. 12-13).

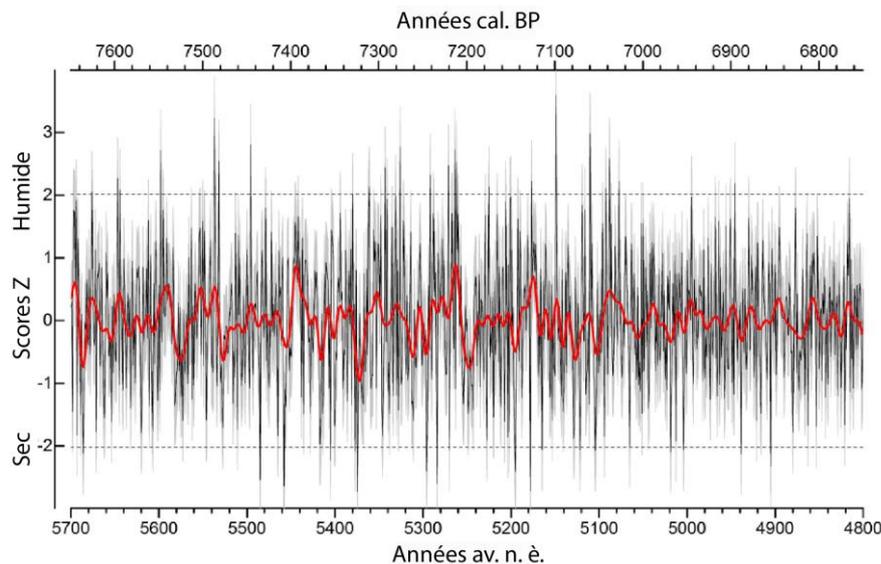


Fig. 10 - Reconstitution des précipitations de la saison printemps-été dans le sud de l'Allemagne pour le Néolithique ancien entre 5700 et 4800 av. n. è. **Noir** : dynamique de la variabilité saisonnière ; **gris** : erreur absolue moyenne ; **rouge** : dynamique de la variabilité décennale. Les lignes pointillées représentent  $\pm 2$  écarts-types (d'après Pechtl et Land, 2019, p. 11, Fig. 6).

En Lorraine et en Champagne-Ardenne, une séquence dendrochronologique, construite notamment à partir de troncs subfossiles de chêne, couvre aujourd'hui les dix derniers millénaires (Tegel et Vanmoerkerke, 2011). Il serait utile de comparer cette séquence avec celle de Bavière pour vérifier si les variations climatiques observées en Allemagne du Sud pour les VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> millénaires ont une signification supra régionale.

Les analyses palynologiques des lacs de cratère dans les montagnes de l'Eifel (Allemagne occidentale)

Les données en provenance des lacs de cratère ou maars (Holzmaar, Meerfelder Maar et Dürres Maar) dans les montagnes de l'Eifel en Allemagne occidentale permettent également de tracer les fluctuations climatiques du Néolithique dans la région (Litt *et al.*, 2009 ; Kühl et Moschen, 2012). La reconstruction paléoclimatique du Holzmaar et du Meerfelder Maar est basée sur la présence de pollen de plantes bio-indicatrices (Tabl. 3).

Tabl. 3 - Reconstitution paléoclimatique des lacs de cratère (Holzmaar, Meerfelder Maar) dans les montagnes de l'Eifel (d'après Litt *et al.*, 2009).

<b>Datation varve BP</b>	<b>Datation av. n. è.</b>	<b>Description</b>
~5000	~3050	- Hausse des températures de janvier. - Baisse des températures en juillet.
~8500-5000	~6550-3050	Les températures et les précipitations augmentent par rapport à la phase précédente : - Les températures de juillet étaient assez stables et probablement ~1 °C plus élevées par rapport à la phase précédente. - Optimum climatique de l'Holocène local.
~9000	~7050	- Les températures de juillet étaient probablement proches des actuelles. - Les températures de janvier étaient probablement plus froides que les actuelles (~10 °C plus froides au début de la phase, ~2-5 °C plus froides plus tard dans la phase). - Les précipitations étaient plus faibles en début de phase.

La reconstruction paléoclimatique du Dürres Maar (Tabl. 4), quant à elle, se base sur l'analyse croisée du pollen et des isotopes d'oxygène dans la cellulose des mousses du genre *Sphagnum* ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{Sphagnum}}$ ).

Tabl. 4 - Reconstitution paléoclimatique des lacs de cratère (Dürres Maar) dans les montagnes de l'Eifel (d'après Köhl et Moschen, 2012).

Datation cal BP	Datation av. n. è.	Description
~4200-3800	2250-1850	- Températures relativement élevées.
~5200-4800	3250-2850	- Températures de juillet relativement stables. - Baisse des températures de janvier (~2-4 °C) et probablement une augmentation des précipitations.
~6000-5200	4050-3250	- Refroidissement. Les températures moyennes de juillet ont diminué ~1 °C.
~8000-6000	6050-4050	- Les températures de juillet étaient relativement élevées.

En complément de ces données, la présence de pollen des genres *Hedera* (lierre) et *Viscum* (gui) dans les diagrammes de la région montagneuse du Vogelsberg (Hesse) attesterait de l'existence de conditions climatiques favorables (plus chaudes et plus sèches) pendant l'Atlantique. Elles auraient ensuite été suivies d'une péjoration climatique. En effet, *Hedera* nécessite une température  $\geq -1,5/2$  °C pendant l'hiver, alors que *Viscum* nécessite des températures  $\geq 16$  °C pendant l'été. Or, ce dernier disparaît au début du Subboréal (vers 3700 av. n. è.), ce qui indique probablement une baisse des températures estivales. Il est à noter que cet évènement se chevauche avec l'épisode 9 de transgression lacustre attesté par M. Magny (2013). Le genre *Hedera*, quant à lui, disparaît au Subboréal moyen, probablement en raison de la baisse des températures hivernales (Schäfer, 1996 in Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 86, 88).

#### Parallèle avec le Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle

Si nous extrapolons ces données au Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle, nous observons que lors de l'arrivée des premières populations agropastorales et pendant presque toute la durée du Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.) un épisode de hausse du niveau lacustre est attesté (épisode 11, Tabl. 2), témoignant d'un climat plus frais. Il est accompagné d'une fluctuation interannuelle du régime des précipitations, caractérisée par une dizaine de saisons printemps-été de sécheresse sévère ainsi qu'une douzaine de périodes d'humidité sévère. Les données issues des analyses menées dans les lacs de cratère sont ambiguës pour cette période (Tabl. 3 et Tabl. 4).

Ensuite, la plus grande partie du Néolithique moyen (environ 4900-4200 av. n. è.) semble correspondre à un épisode de baisse des niveaux lacustres, donc d'un climat plus sec et chaud. Toutefois, un épisode de transgression (épisode 10, Tabl. 2) fait irruption à la fin de

cette période (vers 4400-4150 av. n. è) et se poursuit jusqu'à la période suivante. Les données issues des analyses menées dans les lacs de cratère montrent que les températures de juillet étaient stables et relativement élevées pendant cette période (Tabl. 3 et Tabl. 4).

Le début et la fin du Néolithique récent (environ 4200-3500 av. n. è) sont marqués par deux épisodes de hausse du niveau des eaux (épisodes 10 et 9, Tabl. 2), l'un vers 4400-3950 av. n. è. et l'autre vers 3700-3250 av. n. è. Les données issues des analyses menées dans les lacs de cratère attestent d'un refroidissement pendant cette période, les températures moyennes de juillet ayant diminué de ~1 °C (Tabl. 4). Par ailleurs, l'étude palynologique de la région montagnaise du Vogelsberg (Hesse) montre une probable baisse des températures estivales et hivernales.

Ultérieurement, nous tenterons de mettre en parallèle ces données paléoclimatiques avec les données carpologiques (voir 12.2.4). Toutefois, nous sommes conscients que le parallèle entre données paléoclimatiques et données carpologiques reste difficile dans le cadre de l'interprétation de l'agriculture. En effet, pour la culture des céréales, la quantité et la durée des précipitations au printemps-été ainsi que les températures au début et à la fin de la période végétative et de récolte sont décisives pour obtenir de bons rendements (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 88). Or, nous manquons de ces données détaillées pour notre région d'étude, ce qui empêche une discussion objective sur cette question.

Même si les études réalisées au Proche-Orient et en Europe sud-orientale laissent à penser que les épisodes de péjoration climatique pourraient avoir été un facteur majeur de changement culturel (réponse ou adaptation), ils feraient en réalité partie d'un spectre plus large de paramètres sociaux, culturels, économiques, voire religieux, interagissant entre eux (Weninger *et al.*, 2009, p. 49-50). En effet, il est important de rester prudents sur ces interprétations afin d'éviter de tomber dans le piège des hypothèses mal fondées et parfois erronées, lorsque les archéologues essaient d'expliquer par le climat des processus difficiles à expliquer autrement.

### **1.5. La végétation**

Dans cette section, nous évoquerons le cadre phytogéographique dans lequel s'inscrit notre zone d'étude. La question du paysage végétal au Néolithique sera, quant à elle, traitée ultérieurement (voir 3.1).

L'étude de la répartition de la flore dans la biosphère par la biogéographie a conduit à la division du globe en unités floristiques naturelles qui sont à l'origine de la notion de territoire phytogéographique. Il s'agit d'une classification hiérarchique basée sur l'endémisme à différents niveaux taxonomiques et géographiques. Il détermine quatre catégories : l'empire (endémisme des familles et de sous-familles), la région (endémisme des genres), le domaine (endémisme très marqué des espèces) et le district (endémisme de taxons inférieurs à l'espèce). Certains auteurs ajoutent entre le domaine et le district un niveau dénommé secteur qui se caractérise par l'endémisme d'une ou plusieurs espèces (Vernier *et al.*, 2013, p. XXIV).

Par ailleurs, on constate une zonation de la végétation en étages (dit étagement) en fonction de l'altitude et notamment de la température moyenne annuelle (Defaut, 2001). En effet, cette dernière conditionne directement la physiologie des végétaux et diminue avec l'altitude croissante, soit en moyenne 0,5 °C tous les 100 m (Valay, 2011).

#### *Le domaine médioeuropéen et le district lorrain*

Sur le plan phytogéographique, la Lorraine est située à cheval sur les domaines atlantique et médioeuropéen (Fig. 11). Toutefois, bien que la partie argonnaise soit rattachée au domaine atlantique, une grande partie de la Lorraine appartient au domaine médioeuropéen (Fig. 12). Ce domaine comprend la Russie occidentale, les pays slaves, le sud de la Suède, l'Allemagne, l'Autriche et l'Est de la France. Plus précisément, la moyenne vallée de la Moselle fait partie du district lorrain (Fig. 12), qui correspond aux zones de basse altitude de la Lorraine. Floristiquement, ce territoire couvre l'aire des espèces typiques de la forêt caducifoliée (Muller, 2006 ; Vernier *et al.*, 2013, p. XXIV).

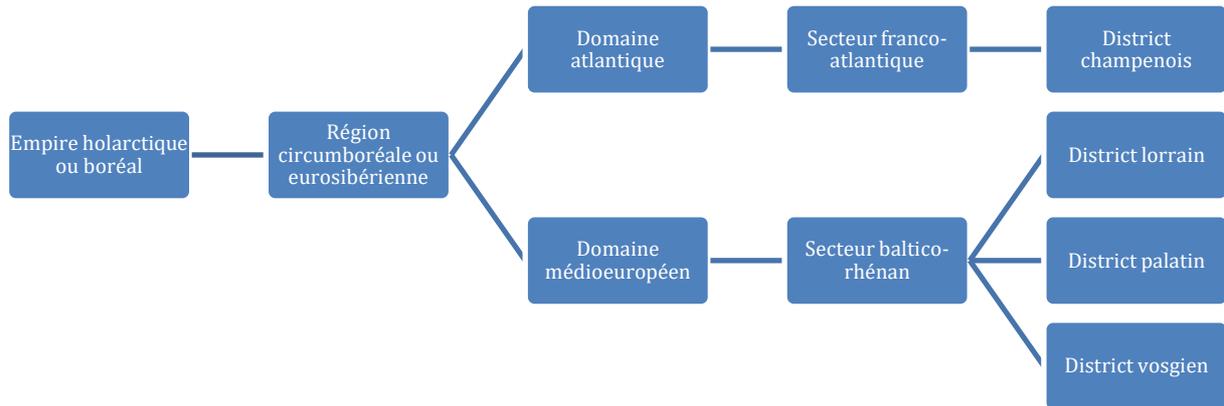


Fig. 11 - Schéma des territoires phytogéographiques de la Lorraine.

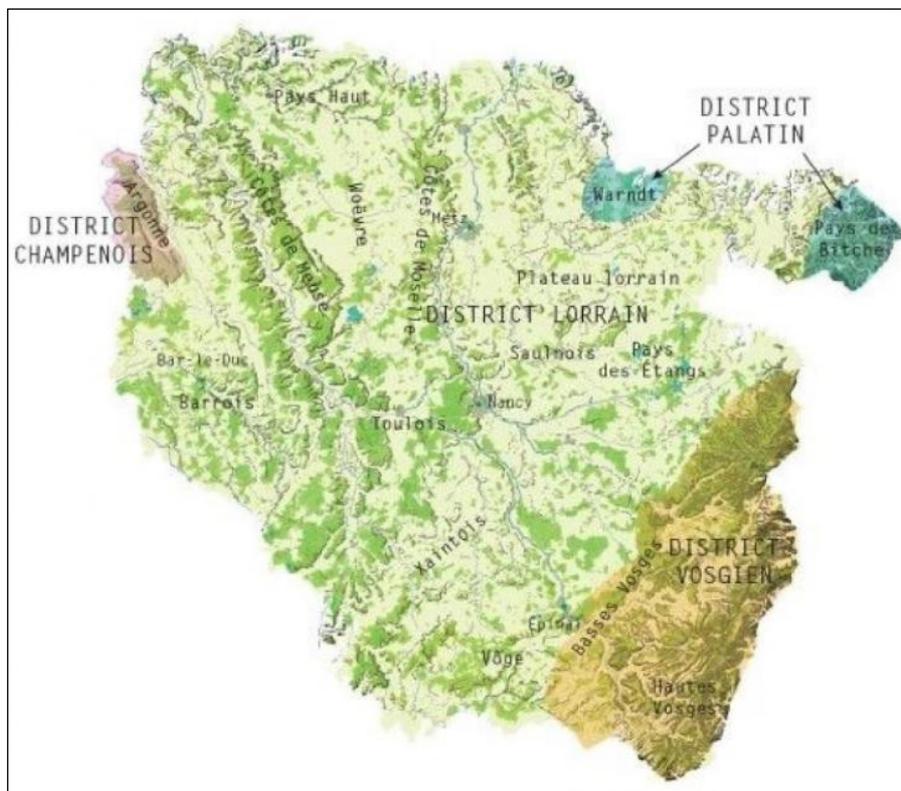


Fig. 12 - Carte des districts phytogéographiques de la Lorraine (Muller, 2006).

### L'étage collinéen

L'étage collinéen est par excellence l'étage des forêts caducifoliées européennes (Tabl. 5).

Tabl. 5 - Système d'étagement de la végétation pour la région eurosibérienne (d'après Valay, 2011 ; Géni'Alp, 2012).

Étage	Altitude (m)	Température moyenne annuelle (°C)	Période de végétation (jours)	Végétation
Nival	>2 900/3 000			Lichens et mousses
Alpin	2 200/2 400 - 2 900/3 000	<0	<100	Landes et pelouses
Subalpin	1 500/1 700 - 2 200/2 400	0 - 4	100 - 200	Forêts de conifères
Montagnard	900/1 100 - 1 500/1 700	4 - 8	>200	Forêts mixtes
Collinéen	<900/1 100	8 - 12	>250	Forêts caducifoliées

Dans notre aire d'étude, il regroupe l'ensemble des forêts alluviales et des forêts sur plateaux calcaires. La végétation qui s'y développe correspond essentiellement à une hêtraie-chênaie, dont le cortège floristique varie en fonction de l'exposition et du substrat géologique : acidiphile sur les substrats siliceux, neutrophile sur les limons ou formations décarbonatées, calcicole sur les affleurements calcaires (Muller, 2006). En outre, il comprend les pelouses calcaires des milieux ouverts, les prairies et la végétation de rivières (Tabl. 6).

L'actuelle dominance de la hêtraie dans les forêts sur plateaux s'explique par le fait que le hêtre (*Fagus sylvatica*) est l'essence emblématique de la plupart des milieux calcaires, exigeant humidité et sols bien drainés (Fig. 13).

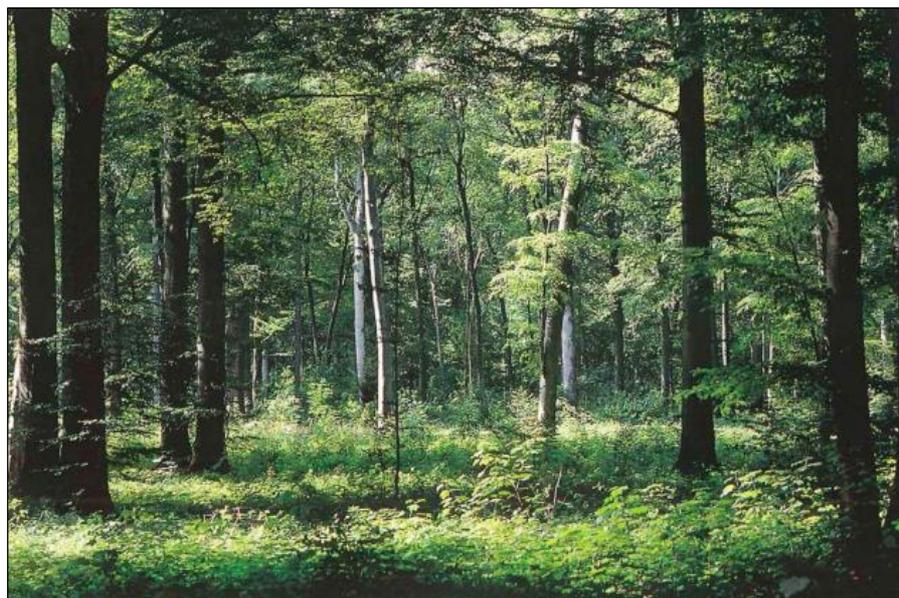


Fig. 13 - Hêtraie du revers de la Côte de Moselle (plateau calcaire) à Commercy. Cliché : G Paté (Madesclaire et Rameau, 1991, p. 6).

Tabl. 6 - Tableau synthétique des milieux lorrains (d'après Bensettiti *et al.*, 2001 ; Vernier *et al.*, 2013, p. XXV-XXX).

Milieu	Description	Géologie	Climat	Types de biotope
Forêts sur plateaux calcaires	Constituées, pour la plupart, de taillis-sous-futaie de hêtres et de chênes en cours de conversion en futaie de hêtres.	Calcaires	Frais et humide à chaud et sec selon les expositions.	- Hêtraie de l' <i>Asperulo Fagetum</i> . - Hêtraie calcicole médioeuropéenne du <i>Cephalanthero fagion</i> . - Chênaie pédonculée et chênaie charmaie subatlantique et médioeuropéenne du <i>Carpinion betuli</i> .
Forêts alluviales	Forêts des vallées fluviales larges. Ces milieux sont très réduits en surface et peu nombreux, les drainages intempestifs ont tendance à les faire disparaître.	Argiles ou marnes recouvertes d'alluvions plus ou moins épaisses.	Frais et humide	- Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> ).
Pelouses calcaires	Formations végétales qui servaient au parcours extensif des troupeaux de moutons. Elles sont issues du défrichement réalisé dès le Néolithique.	Calcaires des Côtes de Moselle.	Chaud et sec	- Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaire ( <i>Festuco-Brometalia</i> ). - Sites à orchidées remarquables.
Prairies	Surface de terrain couverte exclusivement d'herbes plus ou moins hautes.	Argiles, marnes, alluvions plus ou moins épaisses, grès.	Frais et humide	- Prairies maigres de fauche de basse altitude ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> ).
Rivières	Eaux courantes allant de la source au cours moyen en Lorraine. Plus on s'éloigne de la source, plus le courant se ralentit.	Traversent tous les étages géologiques présents en Lorraine.	Froid à la source, se réchauffant à mesure du ralentissement des eaux.	- Rivières des étages planitiaires à montagnard avec végétation du <i>Ranunculion fluitans</i> et <i>Callitricho-Batrachion</i> . - Rivières avec berges vaseuses avec végétation du <i>Chenopodion rubri p.p.</i> et du <i>Bidention p.p.</i>



## **Chapitre 2 - Cadre chronoculturel. Le Néolithique de la moyenne Moselle**

En Lorraine, comme en Alsace ou au Grand-Duché de Luxembourg, c'est la terminologie allemande de la moyenne vallée du Rhin qui est généralement retenue, car la plupart des éléments néolithiques connus se rapportent à des cultures rhénanes. Nous adoptons donc ici la chronologie régionale.

L'occupation néolithique dans la moyenne vallée de la Moselle comprend quatre périodes, s'étalant environ de 5300 à 2400 av. n. è. Le Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.) se caractérise par l'arrivée des premières populations agropastorales en provenance d'Europe centrale. Moins bien connus, le Néolithique moyen (environ 4900-4300 av. n. è.), le Néolithique récent (environ 4300-3500 av. n. è.) et le Néolithique final (environ 3500-2400 av. n. è.) attestent d'un élargissement des dynamiques d'occupation du territoire, accompagné d'une raréfaction de l'habitat. Le passage du Néolithique final au Bronze ancien, plus exactement la seconde moitié du III<sup>e</sup> millénaire av. n. è., est marqué par quelques bouleversements attestant d'une transformation de la société (Blouet *et al.*, 2019, p. 321). Étant donné que les problématiques archéologiques sont plus proches entre le Néolithique final, le Campaniforme et le Bronze ancien qu'elles ne le sont entre le Néolithique récent et le Néolithique final, la fourchette chronologique abordée dans le cadre de ce travail exclut cette dernière période et ne comprend que le Néolithique ancien, moyen et récent, soit une fourchette allant de 5300 à 3500 av. n. è. Néanmoins, les périodes moyenne et récente du Néolithique seront étudiées avant tout pour dessiner quelques évolutions possibles par rapport au Néolithique ancien.

Ce chapitre vise à dresser un état de l'art sur les trois périodes chronologiques abordées dans ce travail afin de mieux comprendre les caractéristiques culturelles des populations étudiées. Étant donné que la culture rubanée est assez bien connue dans la région et particulièrement bien représentée dans notre corpus d'étude, elle fera l'objet d'une description plus détaillée, notamment en ce qui concerne la maison et la maisonnée. Cet état de l'art pose les bases nécessaires à la discussion de nos résultats.



## **2.1. Le Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.) : les premières populations agropastorales**

### **2.1.1. Les origines du Rubané**

La culture du Rubané, également appelée Céramique Linéaire ou *Linearbandkeramik* (LBK) en allemand, est une culture archéologique majeure du Néolithique ancien d'Europe centrale et nord-occidentale. Elle est constituée de deux groupes distincts : d'une part, la Céramique Linéaire Orientale ou Céramique Linéaire de l'Alföld et, d'autre part, la Céramique Linéaire Occidentale ou Céramique Linéaire Transdanubienne (Kozłowski, 2004). Cette dernière est la culture à l'origine du courant de colonisation danubien. Les populations porteuses de la culture rubanée correspondent aux premiers groupes d'agropasteurs sédentaires ayant peuplé l'Europe tempérée.

La culture de Starčevo (environ 6 000-5 400 av. n. è.), dont l'aire de répartition s'étendait de la Serbie actuelle aux plaines hongroises du Danube moyen, englobant les régions actuelles du nord de la Croatie et du sud-ouest de la Hongrie, a joué un rôle majeur dans la néolithisation de l'Europe sud-orientale (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015). Ensuite, l'étape formative du Rubané (*formative LBK*) s'étale sur environ 150-200 ans entre 5600/5500 et 5400/5350 av. n. è. (Oross et Bánffy, 2009, p. 176, 179). Cette étape a été décrite à partir du site de Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb en Hongrie, Fig. 14 (Bánffy, 2004). Elle est également présente sur les sites de Révfülöp, Sármellék, Tapolca-Plébániakert, Zalaegerszeg-Andrashida-Gébárti (Oross et Bánffy, 2009, p. 176, Fig. 1) ainsi que sur le site de Brunn am Gebirge-Wolfholz en Autriche (Stadler et Kotova, 2010). Elle se répand dans une aire comprenant la Transdanubie au nord du lac Balaton, la Basse Autriche, la Slovaquie du Sud-Ouest ainsi qu'une zone située au sud du lac Balaton. Cette dernière correspond à une petite région de la frange septentrionale de la culture de Starčevo, Fig. 14 (Kozłowski, 2004, p. 19 ; Oross et Bánffy, 2009, p. 177).

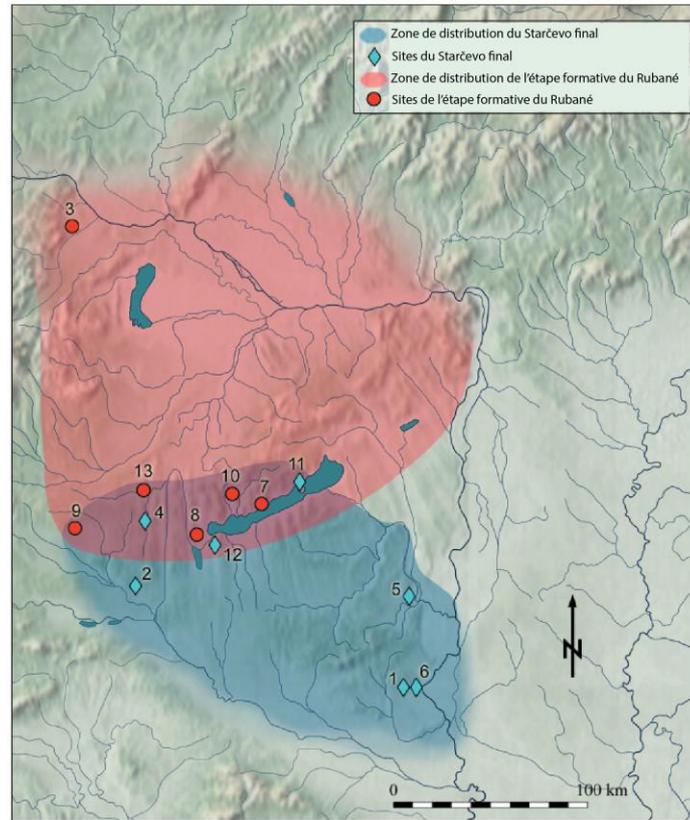


Fig. 14 - Zone de distribution de la culture Starčevo final et de l'étape formative du Rubané en Transdanubie avec quelques sites importants. **1.** Babarc ; **2.** Becsehely I-Bükkaljai-dűlő ; **3.** Brunn am Gebirge ; **4.** Gellénháza-Városrét ; **5.** Harc-Nyanyapuszta ; **6.** Medina ; **7.** Révfülöp ; **8.** Sármellék ; **9.** Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb ; **10.** Tapolca-Plébániakert ; **11.** Tihany-Apáti ; **12.** Vörs-Máriaasszonysziget ; **13.** Zalaegerszeg-Andráshida-Gébárti-tó (d'après Oross et Bánffy, 2009, p. 176, Fig. 1).

Les études typologiques de la céramique suggèrent une origine de la culture rubanée dans l'étape tardive du complexe Starčevo (Gomart, 2014, p. 21), ces deux cultures ayant coexisté en Transdanubie méridionale pendant environ 100 à 150 ans (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015). En effet, la céramique de l'étape formative du Rubané montre de fortes affinités avec le corpus du Starčevo final de la région du lac Balaton, les productions céramiques de ce dernier pouvant être attribuées à une production de type « périphérique » de la culture de Starčevo. Ces affinités témoignent des connexions importantes entre les immigrants en provenance des Balkans et les premières populations rubanées (Oross et Bánffy, 2009, p. 178). Toutefois, la ressemblance dans les techniques de fabrication d'outils lithiques employées par les groupes de chasseurs-cueilleurs mésolithiques et celles employées par les populations rubanées transdanubiennes ont permis de souligner le rôle important qu'auraient joué les groupes autochtones dans la transformation de la phase finale de la culture de Starčevo (Oross et Bánffy, 2009, p. 177).

Pendant plusieurs années, la question de savoir si l'émergence de la culture rubanée était le résultat de la migration de groupes agropastoraux originaires du Proche-Orient

(diffusion démique), ou plutôt de l'adoption rapide du modèle économique et des techniques des sociétés agropastorales par les groupes mésolithiques locaux (diffusion culturelle), a été au centre du débat (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015 ; Shennan, 2018, p. 80). Les études récentes sur l'ADN ancien ont mis en évidence la signature génétique des groupes agropastoraux originaires d'Anatolie centrale et occidentale chez les premières populations néolithiques européennes (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015 ; Haak *et al.*, 2015 ; Lipson *et al.*, 2017 ; Nikitin *et al.*, 2019 ; Rivollat *et al.*, 2020). Néanmoins, la mesure dans laquelle les nouveaux arrivants ont interagi culturellement et génétiquement avec les groupes de chasseurs-cueilleurs locaux reste floue. Il est actuellement admis que les populations agropastorales d'Europe centrale auraient reçu un apport génétique très limité de la part des groupes de chasseurs-cueilleurs, ne dépassant pas 5 % (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015, p. 6 ; Nikitin *et al.*, 2019, p. 2 ; Rivollat *et al.*, 2020, p. 9). Cet aspect conforte le modèle néolithique de diffusion démique en Transdanubie (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015). Cependant, le modèle démique ne prend pas en compte la complexité des interactions génétiques chasseurs-cueilleurs / agropasteurs, dont les événements et l'étendue varient au cours du Néolithique, augmentant notamment au Néolithique moyen et après le Néolithique final, ainsi qu'à travers l'Europe centrale et nord-occidentale, augmentant notamment à l'ouest du Rhin (Haak *et al.*, 2015, p. 4 ; Lipson *et al.*, 2017 ; Rivollat *et al.*, 2020, p. 9).

L'étude génétique portant sur trois individus en provenance du site de Brunn am Gebirge-Wolfholz (Autriche), daté de l'étape formative du Rubané, a livré des résultats intéressants. Deux individus présentaient un mélange d'ancêtres chasseurs-cueilleurs mésolithiques européens et d'agropasteurs néolithiques anatoliens. Parmi ces deux individus, l'un comportait un apport d'environ 50 % de chaque groupe d'ancêtres. Le troisième individu avait quasi exclusivement des ancêtres anatoliens. Les rapports des isotopes stables du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) et de l'azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ) chez les trois individus reflétaient les régimes alimentaires d'autres populations agraires néolithiques. L'analyse isotopique du strontium ( $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ ), quant à elle, a révélé que l'individu partageant à 50 % les ancêtres chasseurs-cueilleurs et agropasteurs n'était pas originaire de la région de Brunn. Dans l'ensemble, ces données indiquent un métissage entre les agropasteurs arrivants, dont les ancêtres sont venus du centre et de l'ouest de l'Anatolie, et les chasseurs-cueilleurs locaux, et cela dès l'arrivée des premières générations en Europe centrale (Nikitin *et al.*, 2019). Toutefois, il faut rester très prudent vis-à-vis de l'ampleur de ce phénomène à cause de la très faible représentativité de l'échantillon.

Pour le Rubané de l'Europe nord-occidentale, le faible nombre de sépultures ne permet pas d'analyser l'ADN de manière statistiquement fiable. Du point de vue archéologique, l'adoption dans cette aire de l'armature asymétrique perçante à base concave, typique du Mésolithique final dans le nord-ouest de l'Europe (Thévenin, 1995 ; Perrin, 2002) tout comme l'étude de la latéralisation de ce type de pointe (Löhr, 1994) permettent de souligner les relations entretenues entre les dernières populations mésolithiques et les premières populations agropastorales, pouvant témoigner d'un métissage.

S. Shennan (2018, p. 86-87) propose que l'origine de la culture rubanée soit considérée comme un exemple de l'équivalent culturel de « spéciation péripatrique » aussi appelée « spéciation par effet fondateur », phénomène qui se produit lorsqu'un petit groupe d'individus migre et fonde une nouvelle population isolée en périphérie de l'aire de répartition d'origine, la population périphérique ne contenant pas tous les éléments de la population parentale. Pour l'auteur, la formation de nouveaux modèles culturels comme celui qui caractérise le Rubané est plus susceptible de se produire au sein de petits groupes physiquement séparés, à un certain degré, de leur population parentale. Les répressions aidant à maintenir le modèle existant seraient donc plus faibles, permettant ainsi des innovations sociales. Par ailleurs, cette « spéciation » aurait eu lieu de façon rapide et correspondrait à un changement ponctuel plutôt que graduel, ce qui marque une différence significative avec la diffusion de l'agropastoralisme dans les Balkans, ce dernier présentant un développement plutôt graduel (« anagenèse »), à travers l'innovation et l'adaptation à partir de leurs ancêtres égéens et anatoliens. Cette notion d'« effet fondateur » à l'origine de la culture rubanée est confortée par les résultats des analyses génétiques comparatives menées, d'une part, entre les populations humaines néolithiques égéennes et anatoliennes et celles d'Europe centrale (Hofmanová *et al.*, 2016, p. 6888-6889) et, d'autre part, entre le cheptel bovin néolithique du Proche-Orient et celui de l'Europe (Scheu *et al.*, 2015). En effet, une réduction de la diversité génétique en direction sud-est/nord-ouest a été mise en évidence dans les deux cas. Par ailleurs, ce phénomène de « perte de diversité » sur le front de colonisation a également été observé e ce qui concerne le cortège de plantes cultivées (voir 3.2.1).

J. Pérez-Losada et J. Fort (2011) ont démontré que le modèle de simulation spatio-temporelle de « dérive culturelle » prédit une diminution considérable de la diversité. En effet, les auteurs considèrent que le nombre très faible de colonies pionnières sur le front de colonisation augmente le rôle de la « dérive », qui correspond dans ce cas précis, aux chances de perdre des traits culturels. En outre, l'importance de la dimension spatiale du modèle réside sur deux aspects. D'une part, le fait que si une mutation apparaît sur le front d'expansion, où

il n'y a que quelques individus, alors la fréquence de cette mutation sera très élevée dès le début permettant probablement ainsi sa diffusion. D'autre part, le fait que si la mutation apparaît derrière le front, où la densité de la population est élevée, alors sa fréquence initiale sera très faible et elle aura donc peu de chances d'être diffusée (Pérez-Losada et Fort, 2011, p. 1295-1296).

À la lumière de ces arguments, comment expliquer à la fois les innovations et la perte de diversité de la culture rubanée par rapport au Néolithique ancien balkanique et la cohésion culturelle à travers le territoire d'expansion du Rubané ? Pour S. Shennan (2018, p. 88), il n'y a pas que la « dérive culturelle » qui peut expliquer ces phénomènes. En effet, la cohésion culturelle pourrait être expliquée à partir d'un modèle de forte transmission culturelle verticale des parents aux enfants, laissant peu de place à l'adoption de nouveaux traits culturels. L'image qui se dessine est alors celle d'un groupe de communautés de même origine qui, à la suite des dérives initiales (innovations et perte de diversité) par rapport au Néolithique ancien balkanique, ont développé un nouveau mode de vie qui s'est avéré fructueux en matière d'adaptation. Ces groupes se sont ensuite fixés dans une formule extrêmement conservatrice de leurs activités économiques et culturelles, combinée à une philosophie fortement expansionniste qui les a conduits à parcourir de longues distances (Shennan, 2018, p. 88).

### ***2.1.2. Les systèmes chronologiques***

Avant de poursuivre la discussion sur le mouvement de colonisation danubienne (voir 2.1.3) il s'avère indispensable d'évoquer les systèmes chronologiques auxquels nous ferons référence dans le cadre de ce travail. En effet, plusieurs systèmes chronologiques ont été proposés en fonction de la région où la culture rubanée a été attestée (Fig. 15).

D'une part, W. Meier-Arendt (1966) a proposé un schéma pour le Rhin moyen et le Main sur la base des décors céramiques, divisant le Rubané en cinq étapes : la phase la plus ancienne ou LBK I (*älteste Linearbandkeramik*), la phase ancienne ou LBK II, la phase moyenne ou LBK III, la phase récente ou LBK IV et la phase finale ou LBK V.

D'autre part, P. J. R. Modderman (1970) a proposé un schéma pour la zone Rhin-Meuse fondé sur la typologie des maisons (maisons avec Y / disparition du Y), divisé en deux phases : la phase I (Rubané ancien) et la phase II (Rubané récent), chacune de ces périodes étant subdivisée sur la base de l'évolution des décors, en quatre phases désignées par une lettre (a, b, c, d). À la même époque, M. Dohrn-Ihmig (1973) a adopté le schéma de

Modderman et l’a adapté pour le bassin inférieur et moyen du Rhin, en ajoutant une phase terminale IIIa.

Ensuite, un travail de chronologie très minutieux sur le plateau d’Aldenhoven à Langweiler a permis à P. Stehli (1994) d’établir une synthèse de 15 phases d’occupation, à partir d’un découpage dont l’unité était la durée d’occupation d’une maison, soit 20 à 30 ans pour chaque phase.

Ces découpages chronologiques ne tiennent pas compte de l’étape formative du Rubané (*formative LBK*) de la chronologie proposée par les archéologues hongrois (Oross et Bánffy, 2009), qui est antérieure à la phase la plus ancienne (*älteste Linearbandkeramik*) proposée par les auteurs allemands. Rappelons qu’en Lorraine, c’est la terminologie de ces derniers qui a été adoptée, la plupart des éléments néolithiques se rapportant à des cultures rhénanes (Blouet *et al.*, 2013a, p. 27).

Attribution culturelle	Rhin moyen – Main, Hesse (Meier-Arendt, 1966)	Rhin – Meuse (Modderman, 1970 ; Dohrn-Ihmig, 1973)	Plateau d’ Aldenhoven (Stehli, 1994)
Rubané terminal		IIIa	
Rubané final	LBK V	IIId	XVI ?
Rubané récent B	LBK IV	IIc	« XV »
Rubané récent A			IIb
Rubané moyen	LBK III	IIa	XI
Rubané ancien		Id	X
<i>Älteste Linearbandkeramik</i>	LBK I	Ic	IX
		Ib	VIII
		Ia	VI et VII
			I à V

Fig. 15 - Schéma des différents systèmes chronologiques proposés pour le Rubané.

### **2.1.3. Le mouvement de colonisation danubienne**

Vers 5500 av. n. è., la phase la plus ancienne du Rubané (*älteste Linearbandkeramik*) marque la première phase d'expansion de cette culture sur une vaste zone d'Europe centrale, atteignant la rive droite du Rhin, du sud de l'Allemagne jusqu'aux environs de Cologne (Oross et Bánffy, 2009 ; Blouet *et al.*, 2013a ; Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015). Ce n'est que vers 5300 av. n. è., à la phase ancienne de cette culture (*ältere Linearbandkeramik*, qui correspond au style de Flomborn), que l'expansion aurait progressé rive gauche atteignant, du sud au nord, l'Alsace, le Palatinat, la Moselle allemande et les zones comprises entre Meuse et Rhin. À la fin du Rubané ancien, elle se serait étendue en Bourgogne du Nord, en Champagne, en Lorraine du Nord et en Hesbaye. Lors des phases récente et finale, le peuplement aurait gagné le cours moyen de l'Yonne et de l'Aisne ainsi que le Hainaut (Ilett, 2010 ; Blouet *et al.*, 2013a, p. 30, 2021). Ce phénomène d'expansion vers l'ouest, et notamment au-delà du Rhin, aurait permis une interaction à plus large échelle des populations agropastorales avec les groupes de chasseurs-cueilleurs autochtones (Shennan, 2018, p. 82, 85 ; Rivollat *et al.*, 2020).

Durant 600 ans, la culture rubanée s'est étendue suffisamment pour couvrir une vaste zone géographique allant du Bassin parisien à l'Ukraine dans sa dernière phase, vers 4900 av. n. è. (Gomart, 2014 ; Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015).

### **2.1.4. La culture rubanée : entre uniformité et diversité**

En tant que première culture agropastorale d'Europe, le Rubané a longtemps fasciné les chercheurs. Sa propagation rapide depuis la région d'origine, son importante portée géographique ainsi que l'homogénéité des traits de sa culture matérielle sur tout le territoire d'expansion, de la poterie au modèle architectural (voir 2.1.9), en passant par le cortège de plantes cultivées et le cheptel domestique (voir Chapitre 3 -), le choix de l'emplacement des sites (voir 1.3), voire les vastes réseaux d'échange de silex (Demoule *et al.*, 2007, p. 18 ; Shennan, 2018, p. 80), constituent sa « marque de fabrique ». Cependant, au fur et à mesure que la recherche avançait, des variantes régionales et des tendances stylistiques étaient mises en évidence, et les spécialistes ont commencé à s'interroger sur la relation entre l'homogénéité de la culture matérielle à grande échelle et le rôle des différences régionales et locales de plus en plus évidentes (Sommer, 2001 ; Hofmann *et al.*, 2016).

Pendant plusieurs années au sein du débat sur la néolithisation, l'uniformité était acceptée comme condition par défaut, associée à l'arrivée de colons conservateurs qui auraient importé leur culture matérielle plus ou moins inchangée et qui se seraient installés

rapidement. En revanche, la diversité était perçue comme le résultat de l'adoption lente d'un nouveau mode de vie agropastoral par des populations autochtones assez créatives (Hofmann *et al.*, 2016). Ce débat a pris un tournant grâce aux études récentes sur l'ADN ancien (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015 ; Haak *et al.*, 2015 ; Lipson *et al.*, 2017 ; Rivollat *et al.*, 2020) ayant mis en évidence l'impact des premiers groupes agropastoraux d'Europe sud-orientale dans le processus de néolithisation. Les populations néolithiques transdanubiennes et d'Europe centrale auraient ainsi reçu un apport génétique très limité de la part des groupes de chasseurs-cueilleurs mésolithiques (voir 2.1.1).

Tel que l'expliquent D. Hofmann *et al.* (2016), il faut désormais trouver des modèles alternatifs explicatifs de la diversité ne reposant plus sur l'opposition de deux populations (colons *vs* autochtones). De même, il ne suffit plus de pointer l'existence de la diversité sans tenir compte du niveau auquel elle se produit, comme s'il s'agissait d'un phénomène à cause unique (participation des chasseurs-cueilleurs). Il ne faut pas non plus accepter l'uniformité comme condition par défaut sans tenter de l'expliquer. Actuellement, les spécialistes cherchent de plus en plus à comprendre ce que cette diversité révèle sur l'organisation sociale et les pratiques quotidiennes des communautés néolithiques (Bickle *et al.*, 2016), afin d'améliorer les modèles sur la façon dont la diversité et l'uniformité se sont mélangées pour former des systèmes sociaux dynamiques, complexes et intégrés de manière diverse (Hofmann *et al.*, 2016).

### 2.1.5. Caractéristiques culturelles

Le mobilier privilégié pour l'étude des cultures néolithiques est la céramique. De fabrication simple, mais facilement cassable, la vaisselle en terre cuite a une durée de vie relativement courte, ce qui la rend essentielle pour la définition des groupes culturels et l'établissement de schémas chronologiques à partir des modes et des thèmes d'ornementation (Blouet *et al.*, 2013a, p. 27).

Chez les auteurs allemands, il est traditionnel de distinguer deux phases dans la période ancienne du Rubané. La phase la plus ancienne (*älteste Linearbandkeramik*) d'Europe nord-occidentale a été identifiée et définie par H. Quitta (1960). Elle équivaut à la phase LBK I de W. Meier-Arendt (1966) et se caractérise par des vases de forme hémisphérique avec souvent un fond plat. Le décor est constitué de figures en forme de méandre et de bandes en spirales formées de jusqu'à trois sillons. La phase ancienne (*ältere Linearbandkeramik*) correspond au style de Flomborn, dont les caractéristiques ont été définies à partir du cimetière éponyme situé dans le Palatinat. Elle équivaut à la phase LBK II de W. Meier-Arendt (1966) et se

caractérisé par des motifs curvilignes (spirales en S, fers à cheval, méandres), les décors rectilignes étant nettement plus rares. Ces motifs sont composés de bandes larges, constituées par deux ou trois lignes incisées. Les décors de bord, pratiquement inexistant à la phase ancienne du style de Flomborn, se développent à l'étape finale (Blouet *et al.*, 2013a, p. 28).

Avec la fin de la période de Flomborn, on constate une rupture stylistique dans toutes les provinces du Rubané. Ce changement ne s'effectue pas de façon brutale. Durant le Rubané moyen (*mittlere Linearbandkeramik*), considéré comme une étape intermédiaire, les thématiques de décor ont évolué de façon graduelle entre la fin du style de Flomborn et le Rubané récent. Cette étape correspond à la phase LBK III de W. Meier-Arendt (1966). Toutefois, le terme de Rubané moyen ne couvre pas strictement le même horizon chronologique suivant les auteurs et ce problème se retrouve amplifié dans l'évolution ultérieure de cette culture, soit le Rubané récent et final, du fait de la diversification des styles céramiques.

Bien que l'on dispose actuellement d'une dizaine de périodisations régionales ou locales dans lesquelles les phases récentes et finales (*jüngere Linearbandkeramik*) sont relativement bien documentées, la synchronisation de ces séquences est sujette à de multiples interprétations. D'une part, l'absence de cadre chronologique absolu, due aux limites des datations  $^{14}\text{C}$  pour le 52<sup>e</sup> siècle av. n.-è. (Jadin, 2003, p. 709, 2007) et à la rareté des datations dendrochronologiques (Schmidt *et al.*, 1998 ; Stäuble et Elburg, 2011 ; Tegel *et al.*, 2012) et, d'autre part, l'imprécision des termes Rubané ancien, moyen, récent et final, permettent plusieurs hypothèses de corrélations entre séquences régionales ou locales, parfois contradictoires (Blouet *et al.*, 2013a, p. 29).

En Lorraine française, la culture rubanée a été identifiée assez tardivement, le premier habitat ayant été mis au jour à Basse-Ham (Moselle) en 1965 (Blouet *et al.*, 2021, p. 280). Cette culture a fait l'objet d'une étude typochronologique de la céramique dans le cadre d'une ACR initiée en 2003 et achevée en 2007 (Blouet, Decker, Klag *et al.*, 2007 ; Blouet *et al.*, 2013a, 2013b) qui a permis d'établir une périodisation régionale en neuf phases pour la Lorraine du Nord, grâce à un corpus comportant plus de 12 000 vases et 20 276 éléments de décor en provenance de 29 sites (Blouet *et al.*, 2013c, p. 515). En Lorraine du Sud, dans la plaine sous-vosgienne, l'évolution du Rubané n'est documentée que par le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges), où deux phases stylistiques ont été reconnues, à savoir Marainville 1 (maisons M5 et M1) et Marainville 2 (maisons M2 et M4) (Fig. 16 et Fig. 17).

Attribution chronologique retenue en Lorraine	Lorraine du Nord (phases régionales)	Lorraine du Sud (Marainville)	Rhin moyen – Main, Hesse (Meier-Arendt, 1966)	Rhin – Meuse (Modderman, 1970 ; Dohrn-Ihmig, 1973)	Plateau d' Aldenhoven (Stehli, 1994)	Basse-Alsace	Haute-Alsace	Bassin de la Seine (Meunier, 2013)		
<b>Rubané terminal</b>	GG	M2 et M4		GG		GG	GG	VSG		
	9			IIIa		GG ?	GG ?			
<b>Rubané final</b>	8		LBK V	II d		XVI ?	8	HI	6	RFBS (ancien RRBP)
	7							« XV »		
<b>Rubané récent B</b>	6/7		M3 ?	LBK IV		II c	XIV	7	4b	RRBS
	6		M1							
<b>Rubané récent A</b>	5/6		M5	II b		XIII	6a	6a	4a	
	5									
<b>Rubané moyen</b>	4		LBK III	II a		XI	5b	5b	3	RMBS
	3									
<b>Rubané ancien</b>	1 et 2	LBK II	I c	IX	4	3	1			
								I b	VIII	3
<i>Älteste Linearbandkeramik</i>	LBK I	I à V	1							

Fig. 16 - Corrélation des séquences chronologiques régionales du Néolithique ancien. **BCQ** : Blicquy ; **GG** : Grossgartach ; **HI** : Hinkelstein ; **RFBS** : Rubané final du bassin de la Seine ; **RMBS** : Rubané moyen du bassin de la Seine ; **RRBP** : Rubané récent du Bassin parisien ; **RRBS** : Rubané récent du bassin de la Seine ; **VSG** : Villeneuve-Saint-Germain (d'après Blouet *et al.*, 2013c, p. 515, Tabl. 1, p. 533, Fig. 8 ; Meunier, 2013, p. 457, Fig. 6).

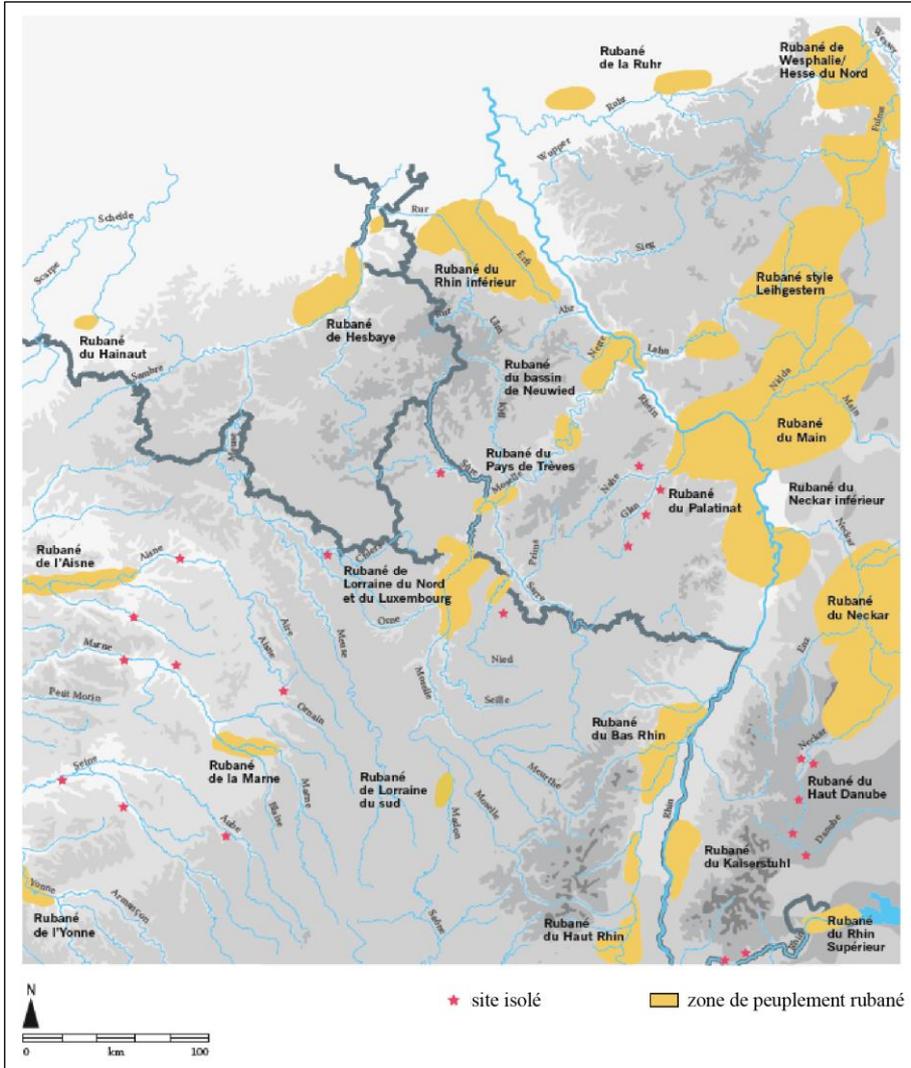


Fig. 17 - Zone de peuplement rubané en Europe nord-occidentale (Blouet *et al.*, 2013a, p. 22, Fig. 3, DAO : S. Siafi ; modifié par Berrio *et al.*, 2018, p. 6, Fig. 1).

### 2.1.5.1 La Lorraine du Nord

#### 2.1.5.1.1. Le Rubané ancien : phases régionales 1 et 2

En Lorraine du Nord, la phase la plus ancienne du Rubané (*älteste Linearbandkeramik*) ainsi que les stades ancien et moyen du Rubané ancien (phases ancienne et moyenne du style de Flomborn) ne sont pas représentés. Les premières implantations attestées sont attribuables à un stade final du style de Flomborn qui équivaut aux phases régionales 1 et 2. Le décor céramique caractérisé par des bandes à remplissage de hachures transversales rend visible les relations privilégiées avec le Rubané de la Hesse, tandis que la part importante des bords décorés trouve des comparaisons sur le Rhin inférieur et la Meuse, Fig. 18 et Fig. 19 (Blouet *et al.*, 2013c, p. 515).

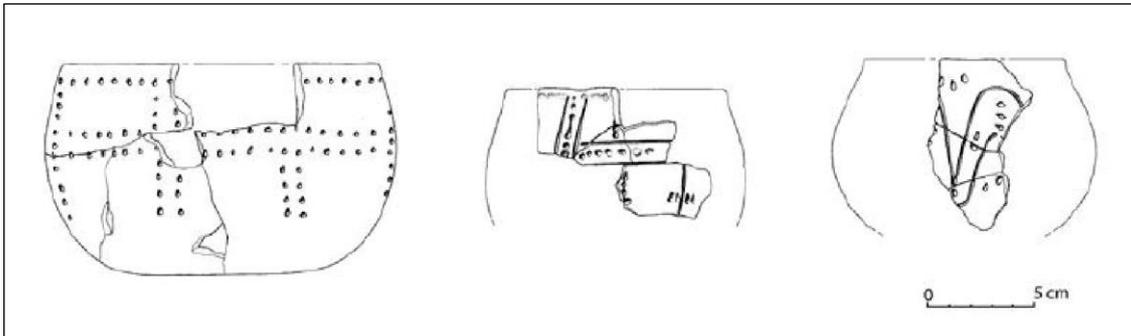


Fig. 18 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 1 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 87, Fig. 42).

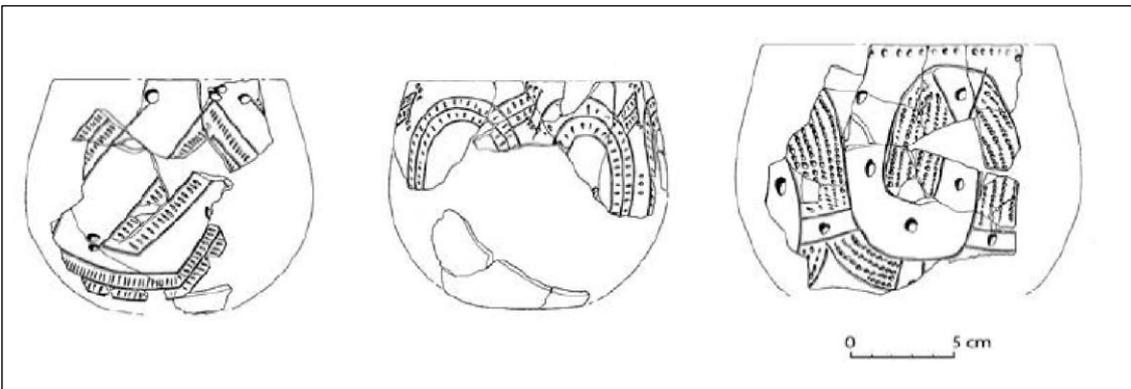


Fig. 19 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 2 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 90, Fig. 44).

Concernant les matériaux siliceux, les populations rubanées en Lorraine en ont utilisé une grande variété, dont des chailles et des silex locaux, des silex du Bassin parisien et des silex des différents étages du Maastrichtien. Toutefois, le mode d'approvisionnement paraît avoir varié dans le temps. Sur le site de Malling « Schlammlengt », Moselle (Petitdidier *et al.*, 2007), daté de la phase 2, l'approvisionnement en silex démontre des relations entretenues de manière équilibrée avec la zone Rhin-Meuse et avec la Champagne (Blouet, Decker, Petitdidier *et al.*, 2007).

#### **2.1.5.1.2. Le Rubané moyen : phases régionales 3 et 4**

Le Rubané moyen est représenté par les phases 3 et 4. Pendant ces phases, les sites du cours moyen et inférieur de la Moselle, de Metz à Coblenche, forment un ensemble cohérent dans le prolongement du bassin du Main. Le style céramique est caractérisé par la dominance des décors en échelle, de lignes incisées serrées ou moyennement espacées ainsi que par des bandes à remplissage d'incisions croisées. Par ailleurs, la part prise par les décors à remplissage d'impressions au poinçon témoigne des relations poussées avec les régions du Rhin inférieur et de la Meuse (Fig. 20). À la fin du Rubané moyen (phase 4), l'utilisation des

peignes à deux dents, déjà attestée au Rubané ancien, devient plus fréquente, Fig. 21 (Blouet *et al.*, 2013c, p. 515).

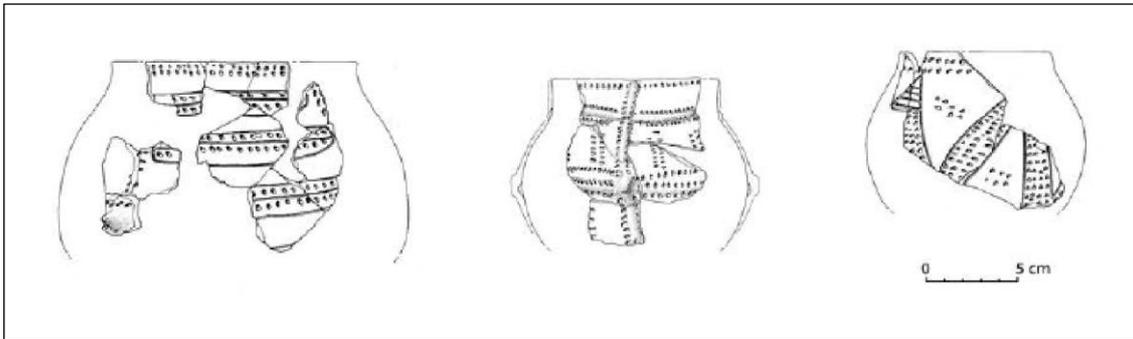


Fig. 20 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 3 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 94, Fig. 46).

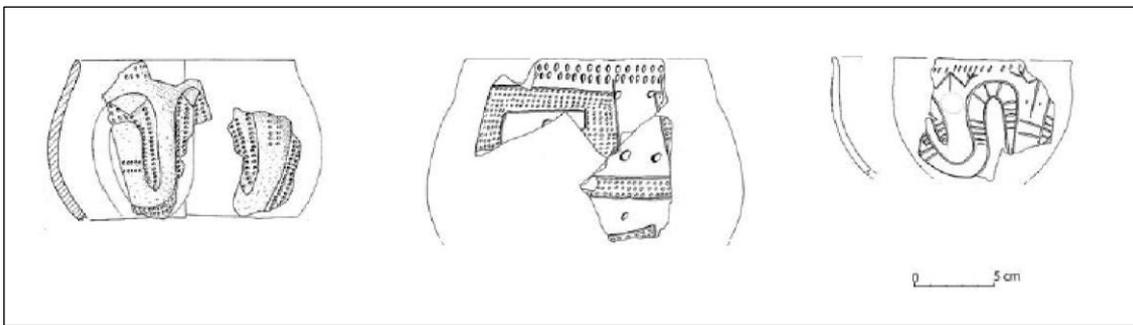


Fig. 21 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 4 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 98, Fig. 47).

Pour ce qui est de l'approvisionnement des matériaux siliceux, les relations semblent soutenues avec les régions Rhin-Meuse, alors qu'elles deviennent plus distendues avec la Champagne. Les matériaux utilisés pour les herminettes polies proviennent, quant à eux, de la confluence Rhin-Moselle, du Palatinat rhénan et du bassin du Mains (Blouet, Decker, Petitdidier *et al.*, 2007).

#### **2.1.5.1.3. Le Rubané récent : phases régionales 5 et 6**

En ce qui concerne le Rubané récent, les phases 5 et 6 se subdivisent en deux stades chacune. Ainsi, le Rubané récent A est constitué des phases 5 et 5/6 et le Rubané récent B est constitué des phases 6 et 6/7.

##### **2.1.5.1.3.1. Le Rubané récent A : phases régionales 5 et 5/6**

Lors de ces phases, le bassin de la moyenne Moselle française semble se subdiviser en deux : le pays thionillois et le val de Metz. D'une part, dans le nord de l'aire se mettent en place des relations plus poussées avec la zone Rhin-Main, comme l'indique la part prise par

les décors à remplissage d'incisions. D'autre part, dans le sud de l'aire se développent des contacts directs avec la confluence Rhin-Neckar, où se fait sentir l'influence stylistique attribuable au groupe Oberrhein-Pfalz, dont l'épicentre est situé sur le Neckar inférieur et dans le Palatinat, caractérisée par des chevrons tronqués composés d'impressions au poinçon non délimitées, Fig. 22 et Fig. 23 (Blouet *et al.*, 2013c, p. 515).

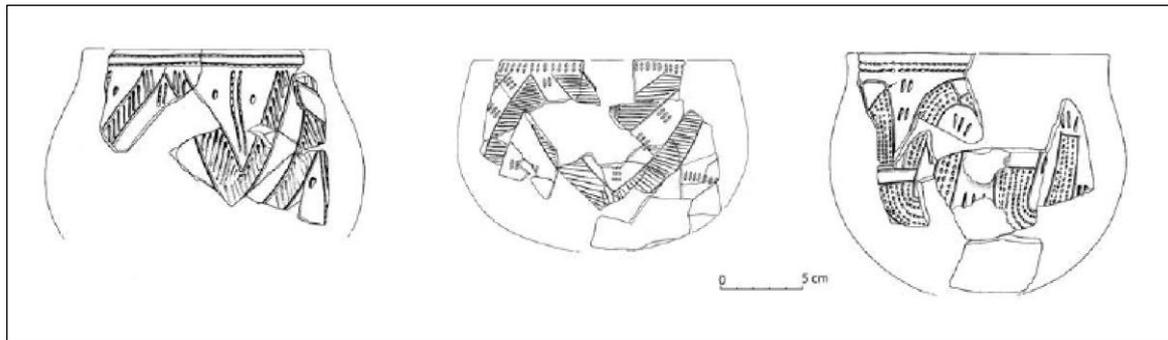


Fig. 22 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 5 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 103, Fig. 49).

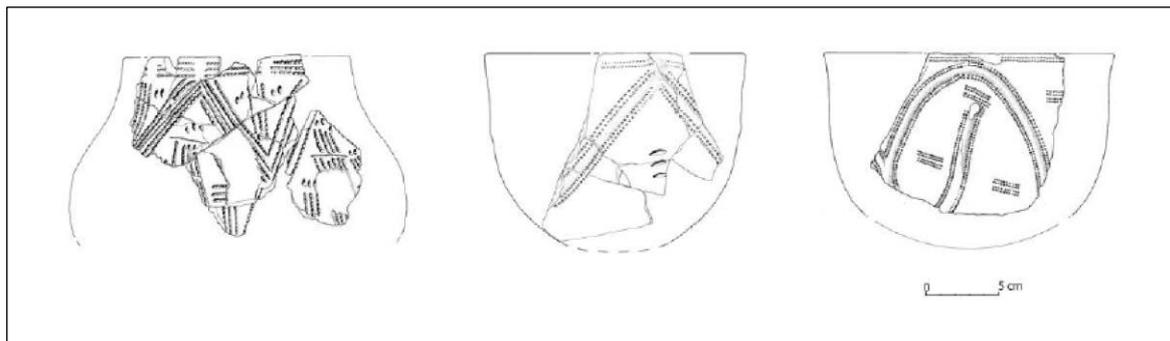


Fig. 23 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 5/6 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 111, Fig. 53).

Concernant l'approvisionnement des matériaux siliceux, les deux groupes s'approvisionnent presque exclusivement dans le bassin de la Meuse, principalement dans le Limbourg, les contacts avec la Champagne cessant pratiquement (Blouet, Decker, Petitdidier *et al.*, 2007).

#### 2.1.5.1.3.2. Le Rubané récent B : phases régionales 6 et 6/7

Lors de ces phases, la différenciation stylistique s'accroît avec, à la fin du Rubané récent et au début du Rubané final, l'émergence de la culture de Hinkelstein au confluent Rhin-Neckar, ainsi qu'avec la mise en place, au Rubané final, du groupe de Gering dans le bassin de Neuwied, du groupe de Leihgestern sur le Main et du groupe de Plaidt au confluent Rhin-Moselle (Blouet, Decker, Petitdidier *et al.*, 2007, p. 96), ce dernier se caractérisant par des chevrons constitués de bandes vides associés à des décors au peigne. C'est à cette phase

que les décors d'impressions au peigne à dents multiples (trois dents et plus) prennent leur essor sur le cours moyen de la Moselle. La technique pivotante n'est clairement attestée, en petit nombre, qu'à partir de la phase 6/7, Fig. 24 et Fig. 25 (Blouet *et al.*, 2013c, p. 516).

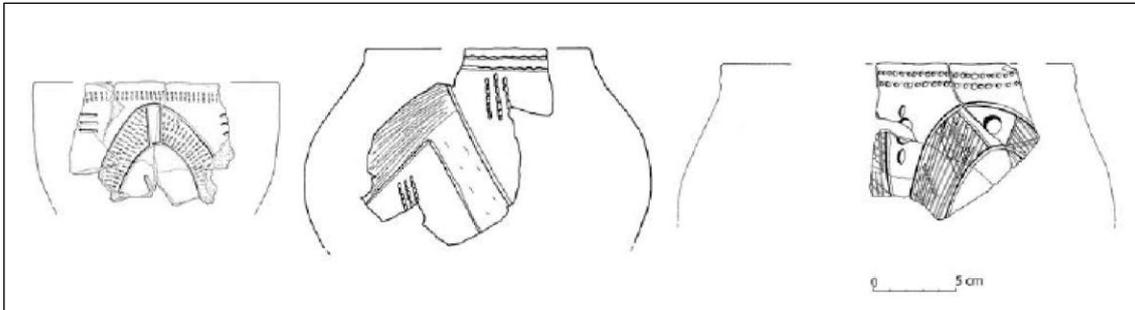


Fig. 24 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 6 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 116, Fig. 54).

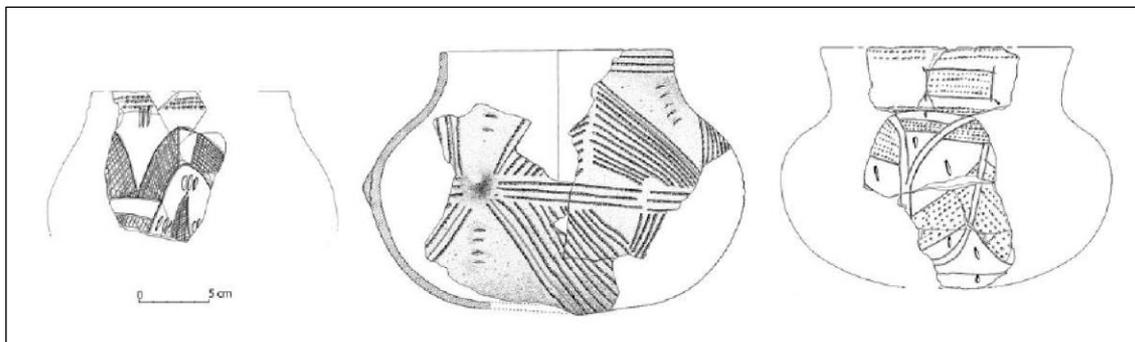


Fig. 25 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 6/7 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 121, Fig. 56, p. 22, Fig. 57).

À l'instar du Rubané récent A, l'approvisionnement des matériaux siliceux se fait presque exclusivement dans le bassin de la Meuse, à présent principalement en Hesbaye, les échanges avec la Champagne ayant pratiquement cessé (Blouet, Decker, Petitdidier *et al.*, 2007).

#### 2.1.5.1.4. Le Rubané final : phases régionales 7 et 8

Le Rubané final est constitué des phases 7 et 8. Cet horizon chronologique voit le développement rapide, de Metz à Coblenche, des peignes à dents multiples (pouvant aller jusqu'à huit dents), utilisés principalement en impression pivotante, bien que le style de Plaidt prédomine toujours de la confluence Rhin-Moselle jusqu'au Luxembourg. Sur la bordure occidentale du Plateau lorrain s'impose un style local dérivé des groupes du Main et d'Oberrhein-Pfalz, qui privilégie les chevrons étroits à remplissage au peigne, tout en conservant les remplissages de hachures, Fig. 26 et Fig. 27 (Blouet *et al.*, 2013c, p. 516-517).

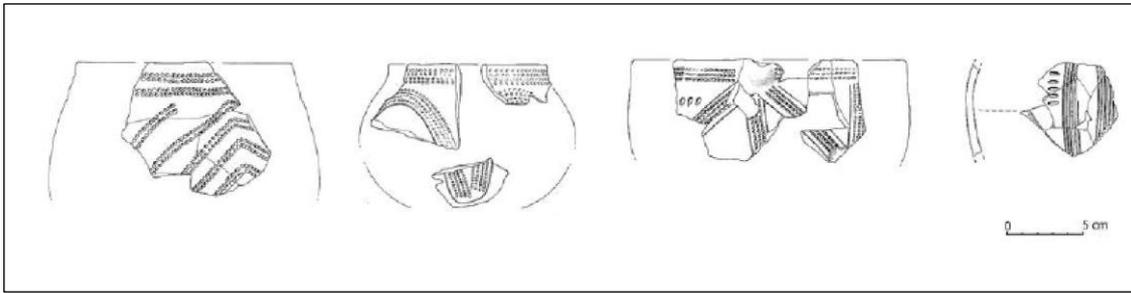


Fig. 26 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 7 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 128, Fig. 59).

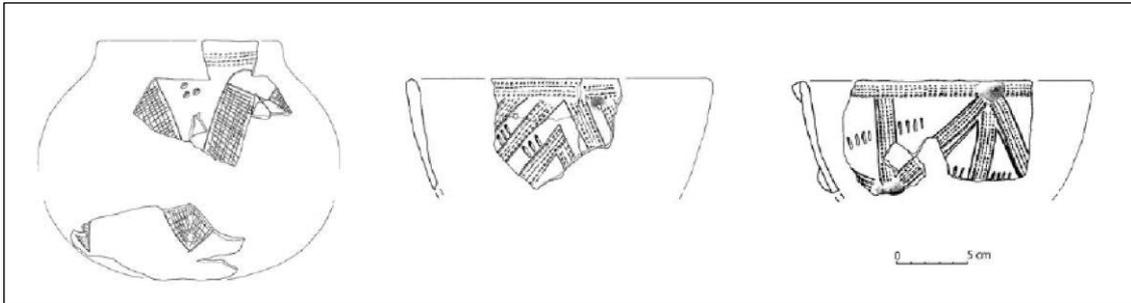


Fig. 27 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 8 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 133, Fig. 60, p. 134, Fig. 61).

À l'instar de ce qui est constaté pour le Rubané récent B, l'approvisionnement en silex est assuré quasi exclusivement par la Hesbaye, ce qui trouve un écho dans les styles céramiques des deux régions (Blouet *et al.*, 2021).

#### **2.1.5.1.5. Le Rubané terminal : phase régionale 9**

Le Rubané terminal correspond à la phase 9 de Lorraine du Nord. Il se caractérise par le développement des coupes en profil en S, des décors de bord interrompus par des blancs et surtout par le recours quasi exclusif au peigne à dents multiples (majoritairement à quatre dents) en impression pivotante, utilisé pour la réalisation de bandes non délimitées. Pratiquement toutes les thématiques du Rubané récent ont disparu et l'on voit apparaître des motifs en guirlandes ou orthogonaux ainsi que des bords constitués de frises de triangles remplis d'incisions ou d'impressions au peigne, Fig. 28 (Blouet *et al.*, 2013c, p. 517).

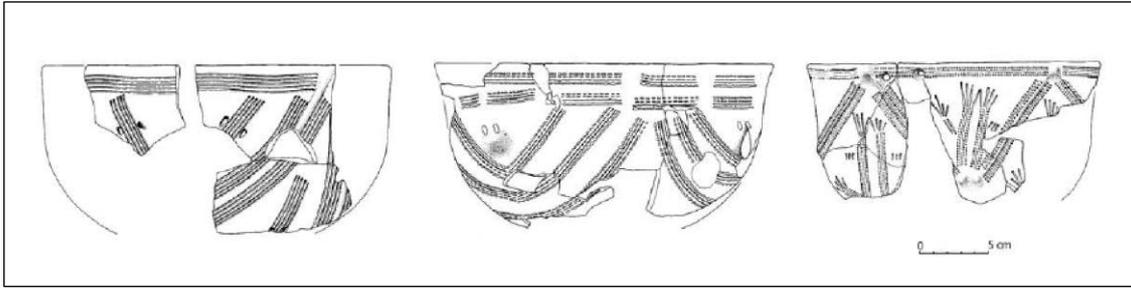


Fig. 28 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 9 (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 138, Fig. 62, p. 139, Fig. 63).

À l'inverse de ce qui est observé pour la phase précédente, la faible représentativité des silex maastrichtiens témoigne des relations plus distendues avec le bassin du Rhin alors que l'importance de l'approvisionnement en silex sénonien témoigne des contacts importants avec la Champagne (Blouet, Decker, Petitdidier *et al.*, 2007).

La séquence rubanée en Lorraine du Nord s'achève au stade terminal, contemporain de la fin de la culture de Hinkelstein voire du début du Grossgartach dans le Neckar moyen et du début du Villeneuve-Saint-Germain dans le Bassin parisien (Blouet *et al.*, 2013a, p. résumé). Elle est remplacée par la mise en place du Grossgartach, au plus tard dans sa phase moyenne, cette culture atteignant actuellement sa limite occidentale dans le secteur de Metz (Blouet, Bour *et al.*, 2007).

#### 2.1.5.1.6. La céramique non rubanée

En ce qui concerne la céramique non rubanée dans le bassin de la Moselle, trois sites à céramique de La Hoguette sont attestés. Ils se trouvent dans l'aire rubanée, mais hors habitat Néolithique ancien. Dans les ensembles postérieurs au Rubané ancien (phases 1 et 2), aucun tessou de La Hoguette caractéristique n'a été découvert malgré de nombreuses fouilles ayant livré un mobilier très abondant. Les phases initiales du Rubané ancien (*älteste Linearbandkeramik*, Flomborn ancien et moyen) faisant défaut dans la région, il est possible que ces éléments soient antérieurs aux premières installations rubanées du secteur, sans pour autant pouvoir assurer une mise en relation avec les industries du Mésolithique final (Blouet *et al.*, 2013a, p. 162). L'origine du faciès de La Hoguette pourrait être associée aux céramiques Impresa et Cardial du Néolithique ancien méditerranéen (environ 5 900/5 800 av. n. è) reconnaissable par le dégraissant d'os pilé et de coquille fossile. Sa diffusion se serait effectuée le long de l'axe rhodanien jusqu'à atteindre le sud-ouest de l'Allemagne (vallée du Neckar et Plaine du Rhin supérieur), où elle apparaît lors de la phase la plus ancienne du Rubané (Manen et Mazurié de Keroualin, 2003). Toutefois, cette

hypothèse reste encore à prouver. Par ailleurs, il faut noter l'absence de dégraissant d'os pilé dans les séries Hoguettes de Lorraine (Blouet et Constantin *in* Blouet *et al.*, 2013a, p. 171-172).

De son côté, la céramique de type Limbourg, dont le dégraissant est caractérisé par la présence essentiellement d'os calciné accompagné de chamotte sur certains sites (Gomart, 2014, p. 299), est présente de la phase 1 (Rubané ancien) à la phase 7 (Rubané final). Toutefois, une plus forte occurrence a été observée du Rubané moyen au début du Rubané récent, soit des phases 3 à 5 (Blouet *et al.*, 2013a, p. 165).

### 2.1.5.2 La Lorraine du Sud

En Lorraine du Sud, dans la plaine sous-vosgienne, l'évolution du Rubané n'est documentée que par le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Dès la découverte du site, les différences stylistiques avec les séries du Rubané de la Moselle moyenne et inférieure ainsi que le caractère ténu des relations entretenues avec les habitants de la région de Metz, distants pour les plus proches de 80 km, ont été soulignés (Blouet *et al.*, 2013a, p. 157). À partir du corpus céramique, on peut reconnaître au moins deux phases stylistiques.

#### 2.1.5.2.1 Marainville 1

La phase Marainville 1 comprend l'occupation des maisons M5 (phase régionale 5/6) et M1 (phase régionale 5/6 à 6). Les motifs principaux, directement inspirés du Rubané de basse Alsace, se caractérisent par des figures orthogonales le plus souvent en T, réalisées au poinçon et, plus rarement, au peigne à deux dents, Fig. 29 (Blouet *et al.*, 2013a, p. 156-157, 349).

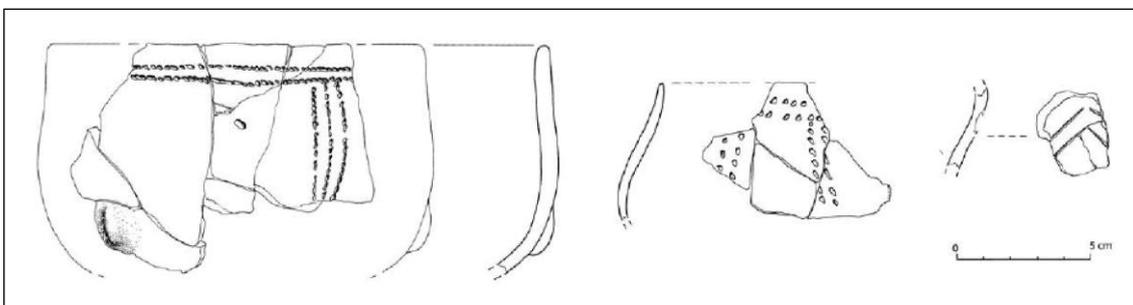


Fig. 29 - Planche synthétique de la céramique de la phase Marainville 1 (d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 354, Fig. 189, p. 358, Fig. 193).

Concernant les matériaux siliceux, le spectre d’approvisionnement varie en fonction des unités d’habitation. Ainsi, la maison M5, qui représente la plus ancienne phase de construction, comprend la part de matériaux régionaux la plus importante du site, tandis que la maison M1 est dominée par un approvisionnement quasi exclusivement exogène, originaire du Bassin parisien avec une prédominance des silex sénoniens (Blouet *et al.*, 2013a, p. 158, 2013b, p. 151).

#### 2.1.5.2.2. Marainville 2

À la phase Marainville 2, qui correspond à l’occupation de la maison M2 (phases régionales 7 à 8, voire du début de la phase 9), on voit apparaître, au côté des motifs orthogonaux proches de ceux de la basse Alsace, des thèmes caractéristiques du Rubané final de haute Alsace, notamment des combinaisons de lignes incisées et d’incisions au poinçon ou au peigne pour le décor du bord (Fig. 30). L’utilisation de peignes à dents multiples pivotants pour certains motifs en T renvoie, quant à elle, au Bassin parisien, sans que pour autant ne soient attestées ni les bandes associant lignes incisées et peigne pivotant caractéristiques du Rubané final du bassin de la Seine ou RFBS (anciennement appelé Rubané récent du Bassin parisien ou RRBP), ni les motifs de guirlandes ou en arête de poisson qui se généralisent dans le groupe de Villeneuve-Saint-Germain (VSG). Dans une étape ultime représentée par l’occupation de la maison M4 (phases régionales 7 à 8), dont le plan est trapézoïdal, les peignes à dents multiples pivotants prennent une place prépondérante, mais la faiblesse de la série empêche une analyse stylistique plus approfondie (Blouet *et al.*, 2013a, p. 157, 349, 2013c, p. 518-520).

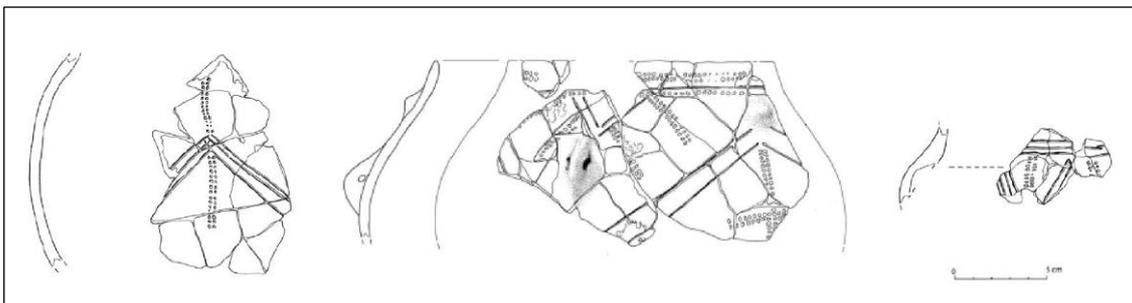


Fig. 30 - Planche synthétique de la céramique de la phase Marainville 2 (d’après Blouet *et al.*, 2013b, p. 356, Fig. 191).

En ce qui concerne les matériaux siliceux, les maisons M2 et M4 sont dominées par un approvisionnement quasi exclusivement exogène, originaire du Bassin parisien avec une

prédominance des silex sénoniens, à l’instar de la maison M1 (Blouet *et al.*, 2013a, p. 158, 2013b, p. 151).

### **2.1.6. Un modèle d’implantation des sites relativement stable**

Le modèle d’implantation des sites est tout aussi caractéristique de la culture rubanée que, par exemple, la poterie et l’architecture. Ces populations ont visiblement privilégié l’implantation des sites sur des terrasses alluviales et des plateaux à couverture de lœss, à proximité des cours d’eau, comme en témoignent les sites mis au jour en Bohême en République tchèque (Pavlů et Zápotocká, 2013), aux Pays-Bas (Modderman, 1988 ; Bakels, 2009), au Luxembourg (Jadin, 1996 ; Hauzeur, 2006a), en Belgique (Jadin, 2003 ; Hauzeur et Jadin, 2011), dans le plateau de Aldenhoven (Lüning, 1982), dans le triangle du Main (Schier, 1990), dans la région Rhin-Main (Menke, 1973), en Alsace (Lefranc, 2013) et dans le Bassin parisien (Ilett, 2010). Ce choix aurait été guidé afin d’exploiter les sols lœssiques (voir 1.3) et d’accéder aux cours d’eau ainsi qu’à leur plaine alluviale. La plupart des sites sont ainsi implantés le long des cours d’eau comme des « perles sur une chaîne » (Petrasch, 2020, p. 249). En revanche, contrairement à ce que l’on observe dans les régions susmentionnées, en Lorraine on a très peu de sites implantés sur des sols lœssiques (voir 1.3).

L’analyse comparative entre les modèles d’implantation de la phase la plus ancienne du Rubané (*älteste Linearbandkeramik*) et ceux à partir du Rubané ancien (*ältere Linearbandkeramik*), a permis de mettre en évidence un pourcentage légèrement plus élevé d’implantations dans les plaines inondables lors de la phase la plus ancienne. J. Petrasch (2020, p. 249) considère que des raisons culturelles plutôt que des raisons économiques auraient été déterminantes dans leurs choix, les plaines inondables recréant la situation naturelle de leur région d’origine en Transdanubie. Bien que d’autres modèles d’implantation aient été attestés, à savoir des sites de hauteur comme à Deggendorf-Natternberg en Allemagne (Schmotz, 1989 *in* Petrasch, 2020, p. 249), ou au bord de hautes montagnes à environ 700 m d’altitude dans la région de Spiš en Slovaquie (Novotný, 1972 *in* Petrasch, 2020, p. 249), ces sites sont extrêmement rares.

En ce qui concerne le paysage autour des sites rubanés, il est communément admis que les forêts de feuillus caractérisaient le couvert végétal de la plupart des zones de lœssiques colonisées par les premières populations agropastorales (Bakels, 1978 ; Kreuz, 1995, 2008). Ce point sera développé ultérieurement (voir Chapitre 3 -).

En Lorraine, à la fin de 2010 on recense 62 sites d’habitat rubanés répartis sur deux secteurs d’implantation distincts. En 2023, 70 habitats sont datés de cette période par le mobilier ou le radiocarbone (Tabl. 7).

Tabl. 7 - Nombre de sites datés du Néolithique ancien dans la moyenne vallée de la Moselle détaillés par culture (V. Blouet, communication personnelle, 2022).

Culture	Nombre d’habitats
Rubané	70

Le premier secteur d’implantation, situé en Lorraine du Nord et qui couvre environ 150 km<sup>2</sup>, se concentre sur la moyenne vallée de la Moselle, dans le prolongement de la zone de peuplement rubané de la Moselle allemande et luxembourgeoise (Blouet *et al.*, 2013a, p. 19). Dans la région, les sites sont majoritairement implantés sur les terrasses alluviales de la Moselle et de ses principaux affluents, ainsi qu’à proximité des cours d’eau sur les plateaux à l’est de la vallée. En règle générale, les terrasses alluviales présentent une couverture de limons sableux, tandis que sur les plateaux les sites sont installés sur des lœss ou des limons d’altération de marne ou de calcaire (Blouet, Decker, Klag *et al.*, 2007, p. 264-265). Le principal critère d’implantation des habitats semble avoir été la proximité et l’accès à l’eau (Blouet, Decker, Klag *et al.*, 2007, p. 266). L’étude diachronique du secteur d’Ay/Trémery montre, par ailleurs, qu’après les phases d’installations pionnières du Rubané ancien et moyen sur la terrasse ancienne de la Moselle, l’habitat se disperse vers l’intérieur du plateau au Rubané récent et final et se délocalise sur la basse terrasse au Rubané terminal (Blouet *et al.*, 2012).

Le second secteur d’implantation, situé en Lorraine du Sud, n’est actuellement connu que par les sites de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » et d’Afracourt « Les Merrieux », Meurthe-et-Moselle (Blouet *et al.*, 2013b) implantés dans la vallée du Madon aux environs de Mirecourt. Cependant, des découvertes anciennes de mobilier lithique laissent à penser que des installations rubanées se répartissaient largement dans la plaine sous-vosgienne, entre Vittel et Charmes. Cette aire de peuplement assure un jalon intermédiaire entre celles de Lorraine du Nord et celles d’Alsace et de Champagne (Blouet *et al.*, 2013a, p. 19, 2013c, p. 515).

Il faut souligner que la cartographie des sites est forcément incomplète puisqu’intimement liée à l’activité économique actuelle, les départements lorrains où les travaux d’aménagement sont intenses étant surreprésentés par rapport à ceux où les travaux d’aménagement sont plus faibles (Blouet *et al.*, 2013a, p. 19). Par ailleurs, les analyses

palynologiques effectuées en dehors de l'aire rubanée actuellement reconnue permettent d'envisager la présence de populations agropastorales à cette période, sur les Côtes de Moselle, sur le Plateau lorrain et sur les Vosges gréseuses (Ruffaldi, 2007, p. 251).

### **2.1.7. Des occupations continues**

Les décapages extensifs réalisés en Lorraine entre 1978 et 2010, aussi bien dans le cadre de fouilles programmées que d'opérations préventives, ont permis de recenser les plans de 81 habitations (Blouet *et al.*, 2013a, p. 19). Depuis cette date, la fouille de quatre nouveaux gisements a permis de porter à 120 le nombre de plans de bâtiments, complets ou incomplets, attribués au Rubané en Lorraine.

La phase initiale de peuplement en Lorraine du Nord correspond à un ensemble d'implantations espacées de quelques centaines de mètres. Certains de ces sites, comme d'Ay-sur-Moselle « La Tournaille » (Moselle), ont connu une occupation continue jusqu'à la fin du Rubané récent (phases régionales 6 et 6/7), sans qu'il y ait plus de deux unités d'habitation contemporaines. Ceci donne comme résultat une accumulation de structures et un enchevêtrement des plans des bâtiments flanqués de leurs fosses latérales. À la fin du Rubané récent, le nombre de plus en plus important d'implantations organisées en un maillage assez lâche, sans hiérarchisation ou complémentarité apparente entre les habitats, évoque une augmentation du peuplement au niveau local. Ce cycle semble prendre fin au Rubané terminal (phase régionale 9), par exemple dans le secteur d'Ay/Trémery on ne connaît que le site d'Ennery « Le Breuil » (Moselle) qui comporte à peine deux phases d'occupation datées de la phase 9, contre sept sites représentant dix unités d'habitation pour la phase 6 (Blouet, 2006, p. 30 ; Blouet *et al.*, 2012).

### **2.1.8. Les modèles d'organisation spatiale des habitats rubanés**

On évoquera trois modèles d'organisation spatiale des habitats qui ont été proposés par différents chercheurs.

#### Le modèle « aire de la ferme » (*Hofplatzmodell*)

Le modèle du *Hofplatz*, élaboré sur les habitats du plateau d'Aldenhoven en Rhénanie (Boelicke, 1982, 1988), est incontestablement celui qui a marqué de la façon la plus durable la recherche sur le Rubané. À la base de cette modélisation se trouve la notion fondamentale de *Hof* (ferme), regroupant le bâtiment lui-même ainsi que les fosses latérales voire quelques fosses « libres » ou « isolées » qui se rattachent à l'habitation sur la base des décors

céramiques (Lüning, 1998, p. 166). En étudiant la répartition des fosses isolées, une aire d'un rayon de 25 m autour de la maison a été définie, correspondant à l'aire d'activité de la ferme (Fig. 31). Selon ce schéma, deux maisons distantes de moins de 50 m ne peuvent donc être considérées comme contemporaines. Ainsi, le modèle du *Hofplatz* correspond au terrain sur lequel se succèdent plusieurs fermes, occupées par plusieurs générations d'un même groupe social. Il est à noter que le *Hofplatz* ne peut accueillir qu'une maison à la fois (Lefranc *et al.*, 2017, p. 28). Ce modèle sous-entend la coexistence d'unités domestiques autonomes, possédant chacune un jardin, des champs et des zones forestières exploités pour ses propres besoins. Chaque maisonnée, composée d'une famille nucléaire (parents et enfants), faisait partie d'un réseau plus vaste, structuré selon plusieurs niveaux possibles de parenté et impliquant probablement des schémas de mobilité à l'échelle locale. La continuité temporelle de ces exploitations était assurée par des règles d'héritage et de transmission intergénérationnelles (Hamon et Gomart, 2021, p. 696).

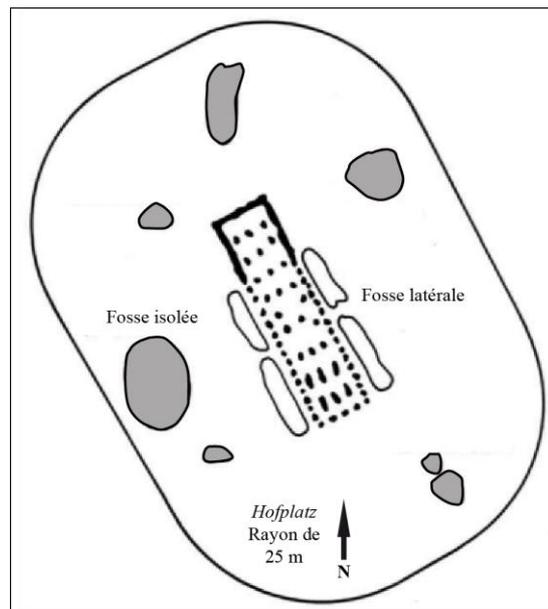


Fig. 31 - Modèle d'une ferme rubanée, *Hofplatz* (d'après Lüning, 1998, p. 166, Fig. 3a).

### Le modèle d'organisation « en rangées » (*Zeilensiedlungsmodell*)

Le modèle du *Hofplatz*, longtemps incontesté et régulièrement réaffirmé, a été vivement critiqué notamment en ce qui concerne la légitimité de l'utilisation des mobiliers issus de fosses isolées pour l'établissement de la chronologie. C'est alors que le modèle d'organisation des maisons « en rangées » (*Zeilensiedlungsmodell*) a été proposé par O. Rück (2008). L'analyse de plusieurs plans de bâtiments a montré que les maisons étaient disposées en rangées. Au sein d'une rangée de maisons, les maisons voisines ne sont pas ou peu décalées,

la hauteur observée étant comprise entre une ou deux longueurs de maison (Fig. 32). Le nombre de rangées dépend probablement de la taille et de la durée de l'occupation. De même, toutes les maisons consécutives n'ont pas besoin d'avoir existé en même temps. Il existe cependant une possibilité de coexistence, en particulier là où aucun chevauchement de maisons n'est observé. Jusqu'à présent, les sites rubanés n'ont pas été systématiquement examinés sous la perspective du modèle « en rangées » (*Zeilensiedlungsmodell*). Ceci peut s'expliquer par la prédominance du modèle « aire de la ferme » (*Hofplatz*) et le fait que, pour la Rhénanie du moins, des interprétations alternatives ne semblaient pas nécessaires (Rück, 2008, p. 166-169).

Ce modèle propose une durée de vie des maisons rubanées allant jusqu'à cent ans. Par ailleurs, il s'affranchit de toute contrainte chronologique, contestant la valeur « diagnostique » des assemblages mobiliers contenus dans les fosses latérales. Les bases méthodologiques sur lesquelles repose ce modèle restent très fragiles, si l'on considère qu'il n'est pas raisonnable d'ignorer les indications chronologiques des assemblages mobiliers, même si elles sont potentiellement tronquées. Dans ce modèle, l'existence même de rangées de maisons suffit à démontrer leur contemporanéité (Lefranc *et al.*, 2017, p. 28-29). Par conséquent, il a été vivement contesté par pratiquement tous les néolithiciens allemands (V. Blouet, communication personnelle, 2022).

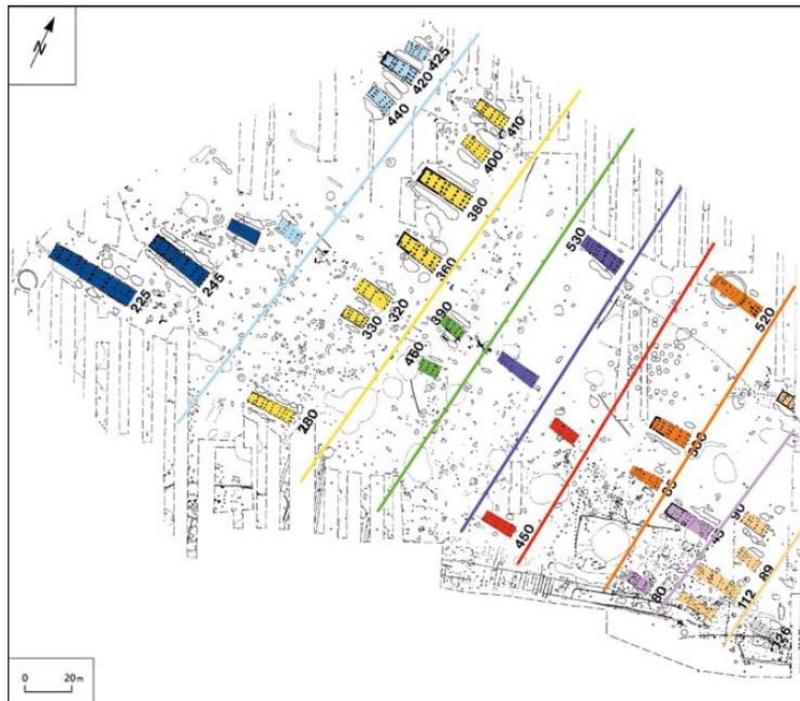


Fig. 32 - Modèle d'organisation « en rangées » (*Zeilensiedlungsmodell*) appliqué sur le site de Cuiry-lès-Chaudardes (Aisne). Il montre la disposition linéaire de maisons à peu près parallèles (Rück, 2008, p. 166, Fig. 7).

### Le modèle « orthogonal »

Récemment, une redéfinition du modèle du *Hofplatz* a été proposée par Ph. Lefranc *et al.* (2017, p. 29), selon laquelle l'aire de la ferme ne s'étendait pas tout autour de la maison, mais de part et d'autre des longs côtés. Deux maisons contemporaines et de même type pouvaient ainsi être immédiatement voisines, une façade pouvant être localisée à proximité immédiate d'un pignon arrière. Ainsi, la structuration des habitats rubanés ne suivrait pas une forme irrégulière comme dans le modèle du *Hofplatz*, mais plutôt une forme géométrique entraînant un « quadrillage » de l'espace. Les parcelles seraient donc caractérisées par une orthogonalité, d'où le nom de modèle « orthogonal ». De façon anecdotique, ce modèle accepte la contemporanéité de plusieurs maisons sur une même parcelle (Fig. 33). Pour les chercheurs, l'organisation des maisons en rangées qui a inspiré le modèle « en rangées » (*Zeilensiedlungsmodell*) serait simplement déterminée par l'orthogonalité des parcelles, c'est-à-dire, par une contrainte spatiale imposée (Lefranc *et al.*, 2017, p. 29).

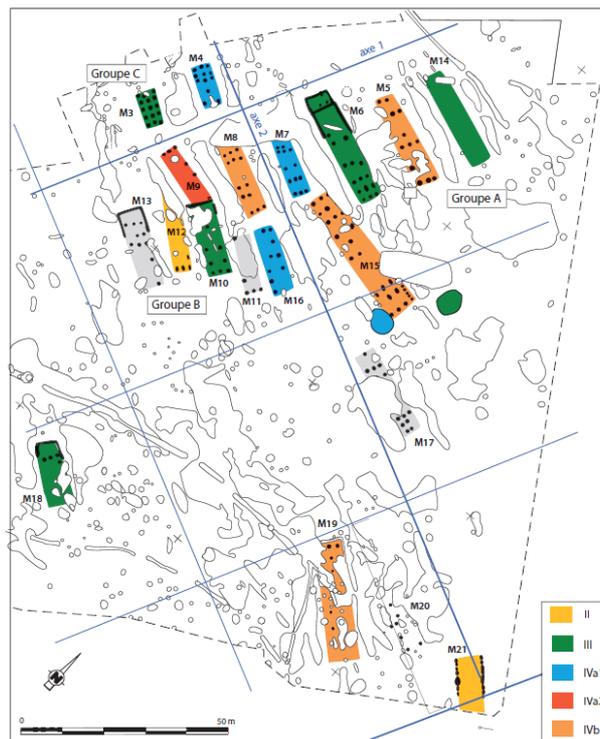


Fig. 33 - Proposition de restitution d'un système parcellaire orthonormé du site d'Entzheim « Les Terres de la Chapelle », Bas-Rhin (Lefranc *et al.*, 2017, p. 33, Fig. 14).

#### **2.1.9. Archéologie de la maison rubanée**

Ayant été construite pendant environ 600 ans (Bickle, 2013, p. 151), la maison longue est un élément clé du phénomène culturel Rubané. Près de 10 000 de ces bâtiments ont été

fouillés, bien que ce chiffre ne puisse être établi avec précision étant donné qu'il augmente constamment et que plusieurs sites restent encore non publiés (Hofmann, 2013, p. 35).

Les premiers vestiges d'architecture rubanée furent mis au jour en 1916 par H. Lehner à Gering et Sarmsheim (Allemagne). Bien qu'ils n'aient pas été complètement fouillés, ils montraient les principales caractéristiques de la maison rubanée, à savoir un plan rectangulaire, des rangées longitudinales de trous de poteau ainsi que des fosses latérales (Coudart, 1998, p. 19). Une quinzaine d'années plus tard, entre 1930 et 1931, la première grande fouille d'un site rubané, le site de Köln-Lindenthal (Allemagne), a permis de mettre au jour 185 bâtiments (Lenneis et Trebsche, 2013, p. 87). Les résultats de cette fouille ont été publiés quelques années plus tard par W. Buttler et W. Haberey (1936) et peuvent être considérés comme un ouvrage pionnier de l'archéologie de l'habitat. Il est à noter que les auteurs ont interprété les fosses comme des habitations de type « fonds de cabane » alors que les trous de poteau organisés selon un plan rectangulaire ont été vus comme des greniers surélevés (Buttler et Haberey, 1936). Bien que rapidement réfutées (Paret, 1942), ces interprétations ont été longtemps privilégiées. Ce n'est que dans les années 1950 que les fouilles des sites de Elsloo (Modderman, 1958, p. 29), Geleen et Sittard (Waterbolk et Modderman, 1958) au Pays-Bas ont permis de contester définitivement l'hypothèse des fosses résidentielles. Ensuite, il faudra attendre la fin des années 1960 pour que la première véritable approche anthropologique de la maison néolithique voie le jour grâce aux travaux de B. Soudský (1969) sur les sites de Bylany (culture Rubané) et de Postoloprty (culture de Lengyel) en République tchèque. Depuis lors, une vaste littérature a été produite autour de ce sujet (Modderman, 1970 ; Lüning, 1982 ; Modderman, 1988 ; Coudart, 1989, 1998 ; Bradley, 2001 ; Coudart, 2010, 2011, 2013 ; Hamon *et al.* dir., 2013 ; Coudart, 2015), la maison étant en effet considérée comme un point central de la vie, de l'idéologie et de la reproduction sociale rubanées.

Les maisons rubanées, construites bien plus massivement que nécessaire du point de vue purement structurel, sont l'élément culturel qui change le moins. Elles restent ainsi relativement stables dans toute la zone d'implantation rubanée. Globalement, seule la représentation proportionnelle des différents types de maisons (voir 2.1.9.2.2) diffère selon la région et la chronologie (Sommer, 2001, p. 256-257).

Il est toutefois important de noter que depuis quelques années, certains chercheurs remettent en cause l'existence d'une notion centrale et unique de la « maison » qui se serait répandue avec le Rubané, supposant une diversité d'approches de l'environnement bâti, de l'identité et de l'organisation sociale sur l'aire rubanée. De même, ils plaident pour une

révision de la conception de la « maisonnée » en tant qu'entité délimitée ou statique, et proposent de l'étudier comme partie intégrante d'un réseau social plus large, tout en considérant les manières dont les unités sociales ont créé et se sont approprié les espaces domestiques. Ainsi, il n'y a pas un modèle « taille unique » permettant d'appréhender la maison et la maisonnée qui puisse être appliqué systématiquement et de manière fiable dans toute l'aire rubanée (Bickle *et al.*, 2016, p. 414), et pour certains, l'utilisation de ce type de modèle, tout comme le fait de considérer le phénomène rubané en tant que « fractale », est risqué (Whittle, 2016, p. ix).

### 2.1.9.1 L'émergence de la maison longue

Le seul site hongrois à avoir livré les plans de maisons datées de l'étape formative du Rubané est le site de Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb localisé en Transdanubie occidentale, où deux bâtiments ont été mis au jour (Bánffy, 2004 ; Oross et Bánffy, 2009, p. 177-178 ; Bánffy, 2013, p. 129). En raison de leur taille (7-8,5 m de largeur x 13-15 m de longueur), de la longueur des fosses latérales et de l'orientation vers le nord, ces deux bâtiments sont considérés comme des petites maisons longues ou *Kleinbauten* d'après la typologie de Modderman (voir 2.1.9.2.2). Elles ont été construites à une distance de 33 m et semblent avoir été contemporaines. Bien que les trous de poteau n'aient pas pu être identifiés, ce qui empêche une reconstitution de la structure interne des bâtiments, des quantités importantes de torchis brûlé ont été mises au jour et l'une des maisons a livré un foyer (Oross et Bánffy, 2009, p. 177-178 ; Bánffy, 2013, p. 129-131). D'autres bâtiments aux caractéristiques très proches sur les sites de Brunn am Gebirge-Wolfholz IIa, Rosenburg et Strögen situés en Basse-Autriche permettent d'établir des parallèles. Par ailleurs, une disposition similaire des bâtiments (rangées de maisons rapprochées) caractérise les implantations rubanées transdanubiennes légèrement plus tardives, comme en témoignent les sites de Balatonszárszó–Kis-erdei-dűlő et Tolna–Mözs (Bánffy, 2013, p. 119, 133). Les deux bâtiments du site de Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb s'insèrent ainsi en amont dans la séquence architecturale de la phase la plus ancienne du Rubané (Bicske-Bíňa ou *älteste Linearbandkeramik*) d'Europe centrale (Bánffy, 2013, p. 131).

Il est vraisemblable que le sud de la Transdanubie, et plus exactement l'aire formée par le triangle Drave-Danube-Balaton, serait le berceau de la maison longue rubanée (Bánffy, 2013, p. 118). La culture de Körös, dont les contacts culturels ont été orientés vers l'est, semble avoir eu peu d'influence sur l'architecture du Rubané d'Europe centrale. Le manque apparent d'interaction entre les groupes de Starčevo et Körös–Criș ainsi que l'orientation

différente de leurs contacts culturels, laissent à penser que l'architecture néolithique de la plaine hongroise à l'est du pays n'a pas servi de modèle à la maison rubanée (Bánffy, 2013, p. 136-137). Bien que pour l'instant aucun plan certain de bâtiment de la culture de Starčevo n'ait été identifié (Oross *et al.*, 2016, p. 99), les bâtiments des cultures de Körös mis au jour sur les sites de Tiszajenő-Szárázépart et Szajol-Felsőföld dans la région de la Tisza moyenne peuvent difficilement être considérés comme les ancêtres architecturaux de la maison rubanée (Oross et Bánffy, 2009, p. 178). En effet, les bâtiments des cultures de Körös et Criș, bien que rectangulaires, s'avèrent plus petits, avec moins de bois et plus de torchis utilisés dans leur construction (Bánffy, 2013, p. 124).

Pour tenter d'expliquer pourquoi la maison longue rubanée d'Europe centrale a évolué dans la moitié ouest de la plaine de Pannonie à la fin de culture Starčevo, E. Bánffy (2013, p. 138-140) avance deux arguments basés aussi bien sur des facteurs environnementaux que sur des facteurs culturels. En ce qui concerne les premiers, elle explique que le climat de la plaine de Pannonie, plus froid et humide que celui des Balkans, aurait rendu nécessaire la construction de structures en bois plus massives que celles typiquement construites dans le sud, afin d'assurer la stabilité statique des murs de la maison, puisque les murs construits à partir de torchis pilé auraient difficilement résisté aux plus fortes précipitations. La chercheuse suggère que l'utilisation du hêtre dans la construction des maisons du site de Szentgyörgyvölgy–Pityerdomb témoigne d'un climat frais et humide (Bánffy, 2013, p. 129, 138).

Introduit dans les années 2000, le modèle déterministe de la barrière agroécologique entre les Balkans et l'Europe centrale (*Central European-Balkan agroecological barrier*, CEB AEB) située à hauteur du lac Balaton (Sümegei et Kertész, 2001, p. 411, Fig. 5 ; Bánffy, 2013, p. 139, Fig. 6.14), marque une frontière climatique au-delà de laquelle certains éléments du « paquet néolithique » (*Neolithic package*) ne seraient plus viables, provoquant ainsi l'arrêt de l'avancée vers le nord des premiers groupes d'agropasteurs en provenance des Balkans (Sümegei et Kertész, 2001, p. 413). Quant à elle, E. Bánffy (2013, p. 138) voit cette « barrière » plutôt comme une zone ayant fait appel à l'adaptation dans le choix de l'emplacement et de la densité des sites, des stratégies de subsistance et de la construction des maisons, entre autres. Par ailleurs, elle y voit une zone d'interaction entre les populations agropastorales et les groupes de chasseurs-cueilleurs autochtones, ce qui aurait influencé le développement de la culture rubanée. Elle va même jusqu'à proposer que cette aire d'interaction aurait permis l'adoption de possibles éléments mésolithiques dans l'architecture rubanée, tels que l'alignement vers une direction particulière ainsi que l'entrée supposée sur la

façade sud des bâtiments. Toutefois, l'hypothèse d'une influence mésolithique sur l'architecture rubanée reste très difficile à prouver surtout si l'on considère que les études récentes sur l'ADN ancien (voir 2.1.1) mettent en évidence un apport génétique très limité de la part des groupes de chasseurs-cueilleurs mésolithiques dans les populations néolithiques transdanubiennes (Szécsényi-Nagy *et al.*, 2015 ; Haak *et al.*, 2015 ; Lipson *et al.*, 2017 ; Rivollat *et al.*, 2020).

En ce qui concerne les facteurs culturels, E. Bánffy (2013, p. 138-140) explique que l'émergence de l'architecture rubanée au cours de l'étape formative a été fortement influencée par la fin de la culture de Starčevo et le début de la culture de Vinča. En effet, elle voit dans la poussée dynamique de la culture de Vinča vers le nord le long du Danube, une pression qui aurait encouragé les populations rubanées à maintenir leur identité de groupe et à propager rapidement leur culture et leur mode de vie lors de la phase Bicske-Bíňa en Transdanubie et du style de Flomborn en Allemagne (phase la plus ancienne du Rubané ou *älteste Linearbandkeramik*). Si l'on accepte le principe que le processus de construction des maisons longues était un acte de coopération qui mobilisait plusieurs familles et qui demandait beaucoup d'efforts, on peut alors affirmer que l'adhésion à un modèle architectural strict jouait un rôle clé dans la construction de l'identité de groupe et dans le maintien de la cohésion culturelle (Petrasch, 2020, p. 248). Ce processus de mobilisation de la main-d'œuvre était l'occasion de transférer le savoir-faire via un processus d'apprentissage étroitement supervisé et d'une expérience personnelle immédiate permettant de répéter l'opération dans l'avenir. Par ailleurs, la coopération en tant qu'acte symbolique puissant laisse probablement sa marque dans la construction d'une structure plus massive que nécessaire (Bánffy, 2013, p. 139 ; Vondrovský, 2018, p. 544).

### **2.1.9.2 Caractéristiques de la maison rubanée**

#### **2.1.9.2.1. Les caractéristiques architecturales**

Dans l'état actuel de la recherche, la cellule de base de l'habitat rubané regroupe la « maison longue », de plan rectangulaire ou légèrement trapézoïdal ainsi que les fosses latérales voire quelques fosses isolées qui se rattachent à l'habitation sur la base des décors céramiques.

Il est important de noter qu'une reconstitution fidèle de l'architecture rubanée est une tâche très difficile qui suscite encore aujourd'hui des débats. En effet, le paléosol n'ayant pas été conservé dans l'ensemble du territoire d'expansion, ce qui entraîne une perte considérable

d'informations, l'essentiel des données nous parvient par les traces des structures en creux telles que les trous de poteau (Fig. 34). À la suite des critiques face aux travaux de W. Buttler et W. Haberey (1936) concernant les fosses résidentielles (voir 2.1.9), il a été admis que les trous de poteau des maisons rubanées pouvaient être utilisés pour reconstituer le plan des bâtiments au niveau du sol. Toutefois, les maisons ainsi reconstituées ne refléteraient que grossièrement la réalité, car la plupart des caractéristiques architecturales telles que la hauteur des murs, le toit, les fenêtres, les entrées et la question de savoir si le bâtiment était surélevé et s'il comportait un étage, restent très difficilement reconstituables (Rück, 2008, p. 169). Plusieurs possibilités de reconstitution des maisons rubanées ont ainsi été proposées par différents chercheurs. Nous dresserons ci-dessous un état de l'art sur l'architecture rubanée.

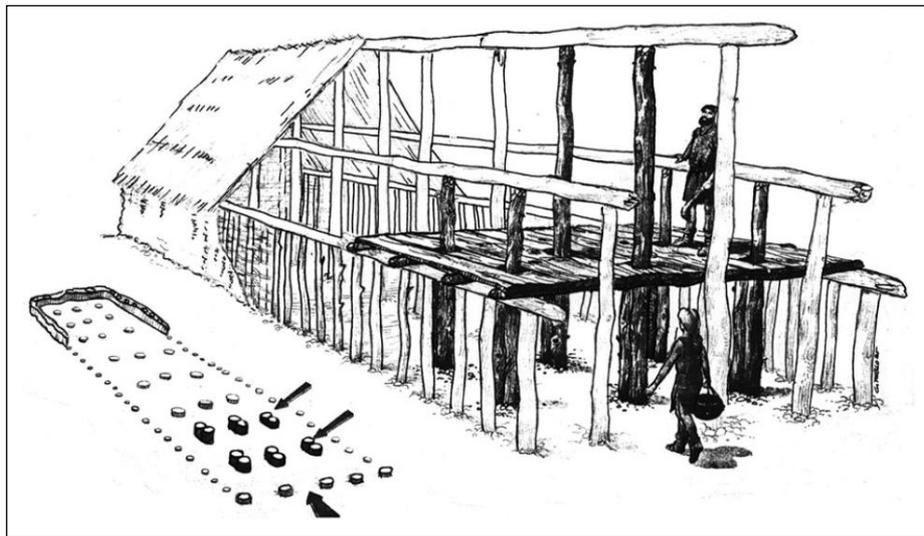


Fig. 34 - Proposition de reconstitution de la maison rubanée à partir du plan au sol (Coudart, 2013, p. 1).

### La structure

Très variable, la longueur des bâtiments oscille entre dix et quarante mètres, alors que la largeur, relativement stable, varie entre cinq et huit mètres (Ilett, 2010, p. 285).

L'espace interne se caractérise par un agencement de poteaux groupés trois par trois appelé « tierce » (Fig. 35 et Fig. 36). Les tierces sont en général perpendiculaires à l'axe longitudinal de la construction et divisent l'espace en quatre nefs. En Europe nord-occidentale, l'unique exception est celle de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (Moselle), dont la structure interne est constituée d'un groupement de quatre poteaux au lieu de trois, appelé « quarte » (Thomashaussen *et al.*, 2011). Les poteaux porteurs internes soutiennent l'essentiel de la charpente alors que les parois, qui comportent un nombre variable de poteaux relativement rapprochés les uns des autres, ne soutiennent qu'une petite partie du

toit (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 47). Le nombre des travées (espacement entre deux tierces), qui constituent l'espace intérieur, ne semble pas lié aux lois de la physique ni aux techniques employées, mais plutôt à une représentation idéale de la maison (Coudart, 2011, p. 27).

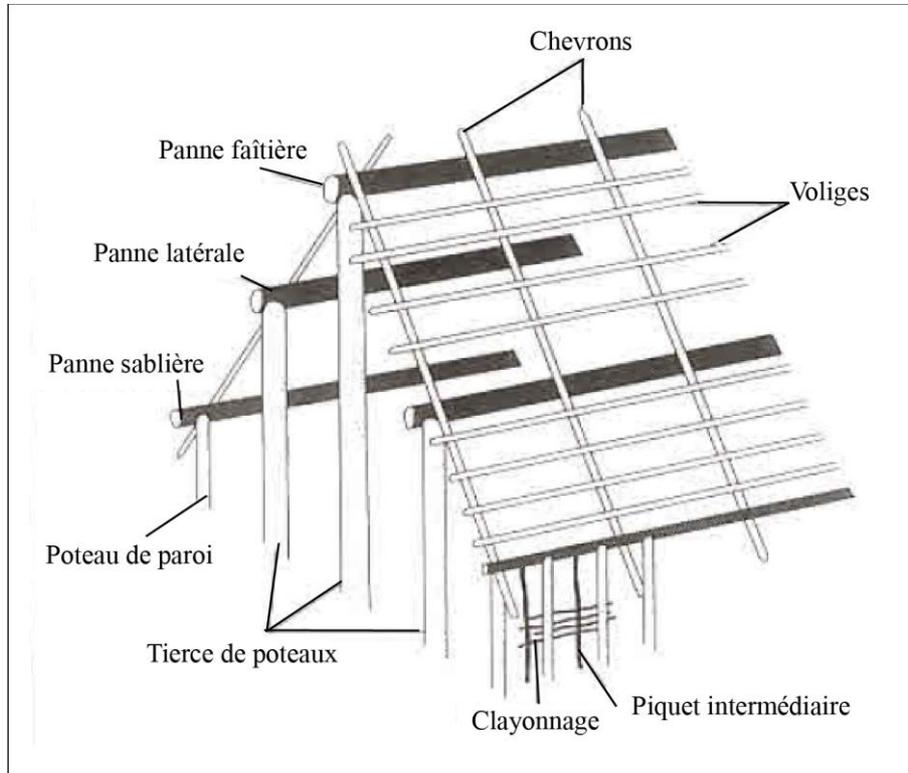


Fig. 35 - Les principales pièces de charpente d'une maison rubanée (d'après Coudart, 1998, p. 69, Fig. 74).

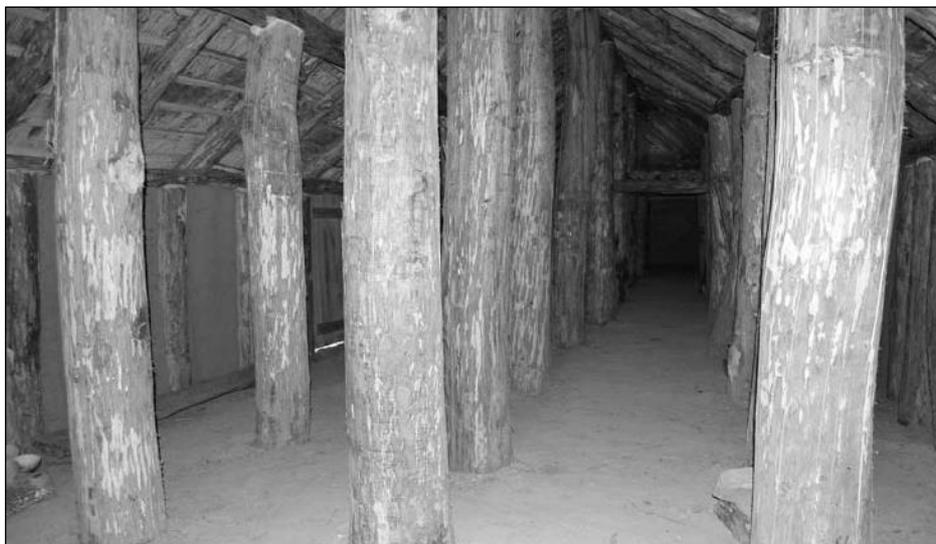


Fig. 36 - Vue intérieure d'une maison rubanée reconstituée à l'Archeopark pravěku Všeřtary en République tchèque (Květina et Hrnčič, 2013, p. 340, Fig. 9).

Deux tierces rapprochées forment ce que l'on appelle un couloir ou corridor. L'espace intérieur des maisons rubanées est rythmé par une alternance espace de vie/couloir (Fig. 34). Il est possible que ces couloirs qui matérialisent le passage entre l'espace frontal et central, et entre ce dernier et l'espace arrière de la maison aient supporté une cloison (Coudart, 1998, p. 72). Par ailleurs, il est communément accepté que le doublement des poteaux constaté dans la partie frontale de certaines maisons (Fig. 34) corresponde aux vestiges de support d'une plateforme de stockage (Lüning, 1982, p. 16-18 ; Coudart, 1998, p. 104 ; Květina et Hrnčíř, 2013, p. 325). Nous reviendrons sur ce dernier point ultérieurement (voir 2.1.9.2.6.).

En ce qui concerne les murs extérieurs, entre deux trous de poteau on retrouve parfois la trace d'un piquet intermédiaire (Fig. 35) qui était indispensable au tressage du clayonnage reliant les poteaux entre eux, séparés de 50-80 cm (Modderman, 1988, p. 93). Les poteaux étaient implantés généralement dans un trou, cependant, ils étaient parfois ancrés dans une tranchée de fondation qui circonscrivait principalement la partie arrière de la maison, à partir du couloir implanté entre les parties centrale et arrière (Fig. 34). Il est possible que le mur associé à la tranchée de fondation arrière ait été composé de planches verticales jointives (Modderman, 1988, p. 93). Toutefois, l'absence de liaison transversale rendrait un tel mur instable (Coudart, 1998, p. 105). Il est à noter que le lien entre cette tranchée et la partie arrière n'était pas forcément d'ordre mécanique (Coudart, 1998, p. 70).

Le toit était probablement à double pente comme le suggèrent les petites maquettes de terre cuite datées de la fin du V<sup>e</sup> millénaire av. n. è. mises au jour en Europe centrale (Coudart, 1998, p. 67, 2011, p. 27). Avec une pente de toit de 45°, la hauteur des bâtiments pouvait osciller entre 3,4 et 4 m (Modderman, 1988, p. 93).

Comme pour le reste de la superstructure, l'entrée est difficile à restituer. Toutefois, il est accepté que l'absence d'un poteau dans le mur est la preuve de son emplacement, qui était vraisemblablement située sur le mur pignon orienté vers le sud, le sud-est ou l'est (Modderman, 1988, p. 94 ; Coudart, 1998, p. 71). La présence de tranchées de fondation au niveau du mur pignon opposé conforte cette hypothèse (Fig. 34). Par ailleurs, la présence de fosses proches du mur pignon orienté vers le nord, le nord-ouest ou l'ouest est attestée, alors qu'elles sont absentes autour du mur pignon opposé (Květina, 2010, p. 342), secteur se trouvant généralement dépourvu de structures en creux (Rück, 2008, p. 163-164). Ces aspects semblent confirmer que l'entrée était située dans ce côté du bâtiment. Dans le cas de la maison 15 de Postoloprty (culture de Lengyel) en République tchèque, l'entrée était clairement située dans le pignon sud entre le deuxième et le troisième poteau d'ouest en est (Fig. 37). Dans le cas des maisons trapézoïdales, la façade correspondait au plus long des

murs pignons (Coudart, 2013). Il s'agissait vraisemblablement d'entrées plus élaborées, caractérisées par l'ajout possible de porches à l'avant du bâtiment (Bickle, 2013, p. 155). Dans certains cas, il y a des indices d'ouvertures sur les murs latéraux (Modderman, 1988, p. 94 ; Chester, 2014), ce qui pourrait expliquer la distribution des densités des rejets détritiques au sein des fosses latérales, parfois concentrées au niveau de la partie centrale et du second couloir situé entre les modules central et arrière (Allard *et al.*, 2013, p. 13). La présence d'ouvertures latérales sur les plans de certaines maisons reste encore à élucider, il y a cependant trop d'exemples où les traces de la paroi et de la fosse latérale sont continues, ce qui va à l'encontre de cette hypothèse. Il pourrait toutefois s'agir d'ouvertures de type « fenêtre » (Coudart, 1998, p. 71). Quoi qu'il en soit, ces exceptions d'ouvertures latérales témoigneraient d'un certain niveau de variabilité architecturale (Chester, 2014).

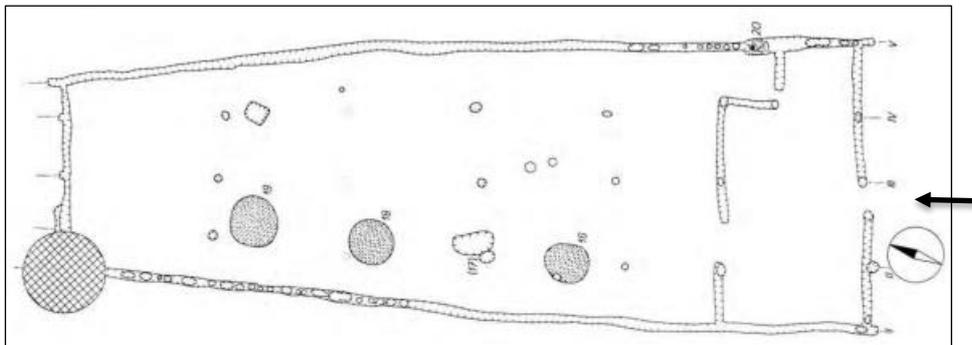


Fig. 37 - Plan de la maison 15 de Postoloprty en République tchèque (d'après Soudský, 1969, p. 35, Fig. 14). La flèche noire indique l'entrée du bâtiment.

Concernant le niveau du sol des maisons, O. Rück (2008, p. 172-173) a observé que des différences de hauteur d'un mètre ou plus étaient fréquentes pour un même bâtiment. Il considère que si les maisons rubanées avaient été construites au niveau du sol, leur sol présenterait une pente importante. N'ayant pas de parallèles ethnographiques connus pour les maisons avec un sol en pente, le chercheur émet alors l'hypothèse d'un sol surélevée partiellement ou entièrement à l'aide d'une plateforme. Dans la même lignée, P. Květina et V. Hrnčíř (2013, p. 340) considèrent que le manque de preuves concernant le paléosol pourrait indiquer que les maisons longues étaient surélevées (Fig. 38). Parmi les avantages d'une construction surélevée, O. Rück (2008, p. 175-176) évoque la réduction de l'humidité du sol, le gain de place avec un espace pour le stockage du bois ainsi que le fait d'empêcher le libre accès des animaux dans le bâtiment. Bien que la hauteur de la plateforme ne puisse être proposée avec certitude, le chercheur considère que l'espace sous une plateforme ne pouvait être utilisé de manière significative que s'il mesurait au moins un mètre. Toutefois, de telles

différences de niveau peuvent aussi être dues à l'érosion du sol et dans l'état actuel des connaissances rien ne permet de prouver que les maisons rubanées étaient surélevées. C'est pour cette raison que dans le cadre de ce travail, nous partons du postulat que les maisons rubanées étaient construites au niveau du sol.



Fig. 38 - Reconstruction hypothétique d'une maison rubanée avec un sol surélevé (Květina et Hrnčír, 2013, p. 341, Fig. 11).

### Les matériaux de construction

La maison était construite en bois, clayonnage et torchis. Certains chercheurs suggèrent des murs d'entre 1,40 et 2 m de haut. Pour cette hauteur, les poteaux internes supportant le toit auraient dû avoir une longueur d'entre 4,5 et 5 m et un diamètre de 30-40 cm, les poteaux de parois, quant à eux, auraient eu un diamètre de 15-20 cm (Soudský, 1969 in Bakels, 1978, p. 82 ; Modderman, 1988, p. 92-93). Ainsi, seuls les arbres au tronc bien développé convenaient. Sachant que les arbres d'une forêt dense développent de longs troncs en forme de colonne d'épaisseur régulière, il semblerait que l'approvisionnement à proximité des sites était tout à fait possible (Bakels, 1978, p. 35, 82), sachant que le nombre minimal d'arbres employés pour la construction des maisons a été estimé entre 22 et 62, en fonction de la taille du bâtiment (Bakels, 1978, p. 85, Table 7).

En prenant en compte les caractéristiques de ces essences telles que la taille des fûts, leur disponibilité, leur durabilité en fonction de l'exposition aux sols humides et aux conditions météorologiques ainsi que la résistance de leur bois aux attaques des insectes, le chêne paraît le mieux adapté à la construction des maisons rubanées par rapport à l'érable, à l'orme, au bouleau, à l'aulne, au frêne, au tilleul, au peuplier, au saule, au merisier et au pin, ces deux derniers étant rarement identifiés sur les sites rubanés (Bakels, 1978, p. 82-84, Tabl. 6 ; Lityńska-Zajac et Czekaj-Zastawny, 2021).

La terre ayant servi à la fabrication du torchis proviendrait du creusement des fosses le long des parois longitudinales de la maison (voir ci-dessous). Entre 10 et 40 m<sup>3</sup> de torchis

auraient été nécessaires à la réalisation des murs d'une habitation (Dubouloz, 2012, p. 3, Tabl. 1). Les matières végétales ajoutées au torchis comme dégraissant comprennent des fragments d'épis et des fragments plus ou moins gros de paille de céréales cultivées, des restes de mauvaises herbes et occasionnellement, des feuilles de fougères (Lityńska-Zajac et Czekaj-Zastawny, 2021, p. 11-12). Pour le clayonnage, qui nécessite des bois de petits calibres, le noisetier, le saule et le tilleul semblent les mieux adaptés (Bakels, 1978, p. 86). En effet, des analyses de bois découverts dans les niveaux du site littoral néolithique de Chalain III, dans le Jura, indiquent l'utilisation du chêne et du frêne comme bois de charpente et du noisetier pour le clayonnage (Billard *et al.*, 1997).

Plusieurs matériaux ont pu servir pour la toiture, tels que le chaume, le roseau, le bois, voire l'écorce. Pour A. Coudart (1998, p. 69), les deux premiers semblent les plus probables, le roseau ayant une espérance de vie plus longue que le chaume. Toutefois, à partir de l'analyse menée sur les sites de Sittard, Stein, Elsloo et Hienheim, C. Bakels (1978, p. 89) considère que bien que le roseau fût présent à proximité des sites, sa disponibilité était limitée. Sachant que la structure de la maison longue comportait forcément un long toit, il semblerait que la quantité de roseaux nécessaires pour obtenir un toit étanche était importante (Bakels, 1978, p. 90, Table 8) et que la quantité de matière première nécessaire pourrait avoir été supérieure à celle naturellement disponible dans l'environnement proche des villages, même si dans ce type de structure sans cheminée, ce qui semble être le cas des maisons rubanées, la suie renforce l'imperméabilité de la toiture réduisant ainsi les besoins en matière première (Coudart, 1998, p. 69). C. Bakels (1978, p. 92) écarte ainsi l'emploi du roseau, du chaume et des peaux à cause d'une disponibilité limitée, tout comme celui du gazon. Pour cette chercheuse ainsi que pour d'autres spécialistes (Modderman, 1988, p. 92-93 ; Květina et Hrnčíř, 2013, p. 325-326), le matériau le plus pertinent était le bois utilisé sous forme de planches, de bardeaux ou de fagots (Fig. 39). Il est à noter que les découvertes faites dans les puits rubanés ont montré que la technologie de fendage était très développée. Les essences telles que le chêne ou le frêne se caractérisent particulièrement par un bon clivage. Toutefois, si l'on admet que la surface du toit d'une maison de 28,5 m x 5,8 m peut dépasser les 300 m<sup>2</sup>, la production du nombre nécessaire de bardeaux aurait demandé une immense quantité de travail (Lobisser, 2013, p. 160). Basé sur les travaux conduits sur le Néolithique des lacs à Chalain et Clairvaux dans le Jura, P. Pétrequin et A.-M. Pétrequin (2000, p. 17-18) considèrent que rien ne prouve l'utilisation du chaume comme matériau de couverture. Pour les chercheurs, les hypothèses vont plutôt dans le sens de longues plaques d'écorce cousues à même les voliges du toit. En effet, la découverte de longues écorces en grand nombre dans les

couches d'abandon des villages lacustres peut laisser supposer que des écorces cousues mettaient la maisonnée à l'abri des intempéries (Monnier *et al.*, 1991, p. 49-56 ; Pétrequin et Pétrequin, 2000, p. 17-18). Cependant, d'après l'expérience pratique des dernières années, l'espérance de vie des toits en écorce serait assez limitée, oscillant entre cinq et dix ans (Lobisser, 2013, p. 160). Enfin, il est très peu probable que le toit des maisons longues ait été construit en terre, notamment en raison du poids élevé (Lobisser, 2013, p. 160).

Les liens végétaux et cordes tressées étaient vraisemblablement obtenus à partir des fibres libériennes rouies de tilleul (Pétrequin et Pétrequin, 2000, p. 18 ; Lobisser, 2013, p. 160), d'orme (Bakels, 1978, p. 88 ; Lobisser, 2013, p. 160), voire d'if ou de saule (Bakels, 1978, p. 88). Ils étaient très utiles notamment pour accrocher les voliges aux chevrons.

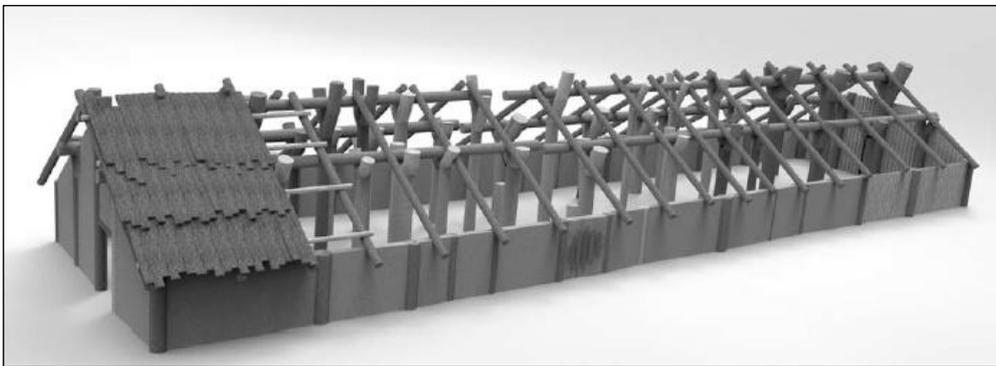


Fig. 39 - Modèle virtuel d'une maison néolithique avec une toiture en planches de bois (Květina et Hrnčíř, 2013, p. 326, Fig. 3).

### Des fosses de construction aux fosses détritiques

La fonction principale, la durée et les dynamiques de remplissage des fosses le long des parois longitudinales des maisons sont encore sujettes à discussion. S'il est généralement admis que ces fosses n'ont pas été creusées uniquement pour fournir un contenant pour les déchets, quelques hypothèses ont été avancées à ce sujet. La principale est qu'elles étaient creusées pour en extraire la terre nécessaire à la fabrication du torchis recouvrant les murs (Modderman, 1988, p. 92 ; Coudart, 1998, p. 19 ; Allard *et al.*, 2013, p. 12). Le mélange de la matière première nécessaire pour la fabrication du torchis aurait même eu lieu dans ces fosses, comme en témoignent leurs caractéristiques pédologiques (Fechner et Langohr, 1994, p. 115-116 ; Fechner *et al.*, 2003, p. 113-114) ainsi que les observations archéologiques et les analyses palynologiques (Heim et Jadin, 1992, p. 55-57). Ensuite elles étaient converties en fosses détritiques (Coudart, 1998, p. 19). Par ailleurs, elles pourraient également avoir été utilisées pour le drainage de l'eau de pluie (Modderman, 1988, p. 92 ; Fock *et al.*, 2008 *in*

Fechner, 2021, p. 770 ; Allard *et al.*, 2013, p. 12), cette hypothèse est confortée par les dépôts d'eau parfois stagnante observés lors de l'analyse de lames minces (Fechner, 2021, p. 770).

À partir de l'étude de différents types de fosses sur les sites de Remicourt « Fond de Momalle » et Remicourt « En Bia Flo II » (Belgique), K. Fechner (2021, p. 778) associe les profils des fosses à certaines utilisations : les fosses évasées auraient été utilisées comme fosses d'extraction et de préparation de torchis, les fosses cylindriques auraient servi en alternance comme caves, citernes ou latrines et les fosses en bouteille auraient servi de silos à céréales. Il est à noter que ces dernières étaient plus éloignées des bâtiments (Bakels, 2009, p. 48 ; Fechner, 2021, p. 1101, Fig. III 1-14).

Alors que certains chercheurs considèrent que le remplissage des fosses était en partie effectué après l'abandon des maisons, les déchets des maisons occupées étant déposés dans les fosses des maisons voisines abandonnées (Květina, 2010), d'autres estiment que le remplissage des fosses était issu des activités domestiques ayant eu lieu pendant la période d'occupation de la maison qu'elles flanquent (Allard *et al.*, 2013 ; Lenneis, 2013b, p. 44).

Les déchets qu'y sont trouvés sont majoritairement liés à la consommation d'aliments tels que les ossements d'animaux, les restes de plantes et la poterie. Occasionnellement, ils sont liés à des activités techniques comme la production des outils en silex (Allard *et al.*, 2013, p. 20-22). Les fragments de charbons de bois découverts dans les fosses témoignent des essences collectées et utilisées pour les activités domestiques telles que le bois de feu (Salavert, 2010a, p. 45). En outre, les rejets indirects dans les sites de la vallée de l'Aisne semblent avoir été plus fréquents que les rejets directs. Le scénario le plus plausible étant l'accumulation des déchets dans une zone à l'intérieur de la maison, avant d'être sortis et jetés dans les fosses (Allard *et al.*, 2013, p. 22-23). Ainsi, le comblement des fosses semble être très peu structuré et s'être produit progressivement, plutôt que lors d'un épisode unique (Allard *et al.*, 2013, p. 14 ; Bickle, 2013, p. 156).

L'analyse des restes fauniques, de la céramique et des artefacts macrolithiques des sites de la vallée de l'Aisne suggère que la durée pendant laquelle les fosses sont restées ouvertes aurait été plus courte que la durée de vie de la maison, soit pendant au moins un an et de 3 à 5 années maximum (Allard *et al.*, 2013, p. 14-20).

#### **2.1.9.2.2. Typologies de la maison**

En fonction de leur architecture, différentes classifications ont été élaborées pour les maisons rubanées. On citera ici les typologies ayant marqué la recherche et qui sont encore

utilisées de nos jours par certains chercheurs, notamment celles proposées par P. J. R. Modderman (1970) et par A. Coudart (1998).

### Typologie de Modderman

La typologie des maisons rubanées proposée par P. J. R. Modderman (1970, p. 111, Fig. 12) est celle qui a marqué de la façon la plus durable la recherche sans être remise en cause. Proposée à partir de l'analyse des maisons à Elsloo et à Stein dans le Limbourg néerlandais, elle aborde la maison rubanée en fonction de sa taille, déterminée par la présence ou pas de chacun des trois espaces internes ou modules (frontal, central et arrière). Trois types de maisons sont ainsi proposés (Fig. 40) :

1. **Type 1 (*Großbau* ou grande maison) :** ce type correspond aux longues maisons tripartites. Il s'agit soit d'une maison avec une tranchée de fondation sur tout son périmètre (type 1a), soit d'une maison avec tranchée de fondation à l'arrière (type 1b). Elles sont constituées d'un espace nord-ouest ou partie arrière, d'un espace central et d'un espace sud-est ou partie frontale de type « grenier » ou « pseudo-grenier ». Un aménagement a été apporté à cette typologie par le groupe travaillant sur l'habitat rubané sous la direction d'A. Denaire et Ph. Lefranc de l'équipe « Préhistoire de l'Europe moyenne » de l'UMR 7044 Archimède, avec l'introduction d'un sous-type « c » désignant les maisons dépourvues de tranchées de fondation (Lefranc *et al.*, 2017, p. 20-21) ;
2. **Type 2 (*Bau* ou maison) :** ce type rassemble les maisons bipartites. Il s'agit d'une maison de petite ou de moyenne longueur avec ou sans tranchée de fondation à l'arrière, avec ou sans séparation avant/centre, avec ou sans partie frontale ; si cette dernière est présente, il ne s'agit jamais d'un grenier. La typologie Modderman n'admettant comme parties avant que les « grenier » et « pseudo-grenier », les auteurs parlent alors de maison bipartite ;
3. **Type 3 (*Kleinbau* ou petite maison) :** ce type correspond aux maisons monopartites réduites au seul espace central. Il s'agit d'une maison de petite taille sans tranchée de fondation, sans séparation avant/centre, avec ou sans couloir de séparation centre/arrière, sans parties frontale et arrière (Modderman, 1970 *in* Coudart, 1998, p. 30 ; Modderman, 1988, p. 90-91).

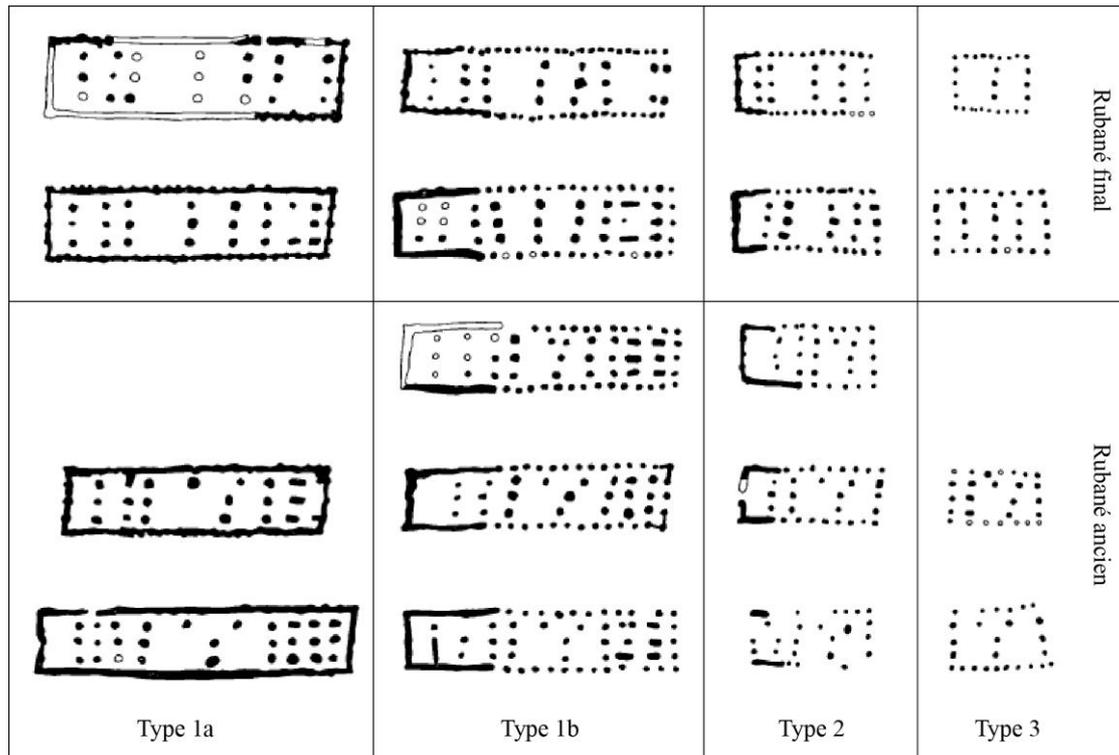


Fig. 40 - Les types de maisons rubanées selon Modderman. Type 1a et 1b *Großbau* ; Type 2 *Bau* ; Type 3 *Kleinbau* (Modderman, 1970, p. 111, Fig. 12).

La partie centrale reste ainsi commune à toutes les maisons. Le deuxième module est fréquemment ajouté au secteur nord-ouest de la partie centrale, tandis que le troisième module, accolé au secteur sud-est, ne se présente jamais s'il n'y a pas d'extension nord-ouest. De même, le deuxième et le troisième modules ne se trouvent jamais seuls ou associés entre eux, ils sont toujours construits et associés à la partie centrale (Modderman, 1970 in Van de Velde, 1990, p. 19).

À partir de son étude sur les maisons du Limbourg néerlandais, P. J. R. Modderman (1970, p. 112) a observé une lignée évolutive vers une réduction de l'espace domestique, marquée par une diminution du nombre de maisons de Type 1 au profit des maisons de Type 2 ou 3, cette tendance a également été constatée sur un petit échantillon luxembourgeois (Hauzeur, 2007, p. 25).

### Typologie de Coudart

Partant de l'analyse de 400 bâtiments rubanés et post-rubanés d'Europe centrale et nord-occidentale, la typologie proposée par A. Coudart (1998, p. Chapitre 2) aborde séparément les différents espaces internes de la maison. Elle distingue ainsi trois parties (frontale, centrale et arrière), le couloir pouvant, quant à lui, s'intercaler entre les différentes

parties de la maison ou se situer au niveau de son pignon avant dans le cas des maisons bipartites (Fig. 41).

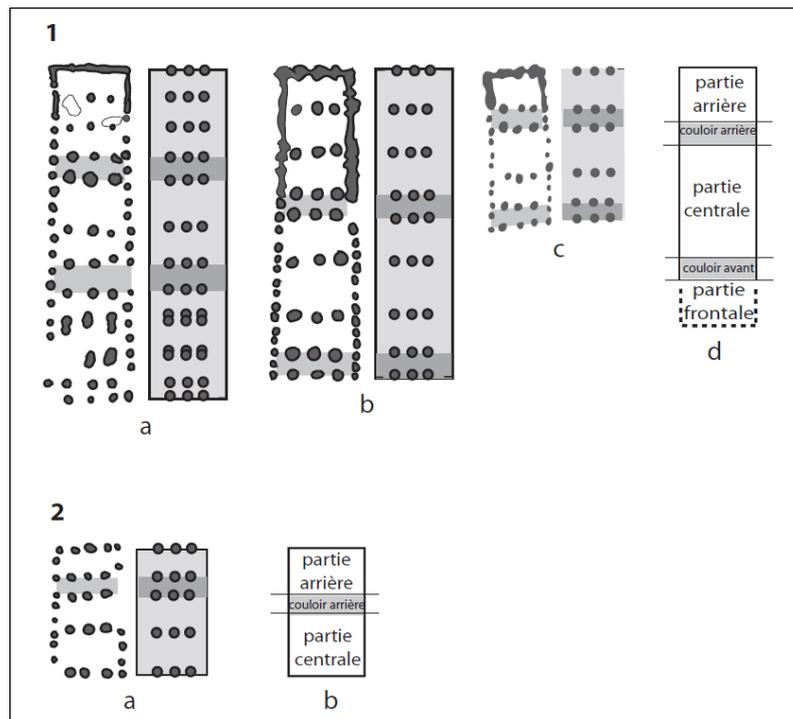


Fig. 41 – La partition de la maison rubanée. **1.** Maison tripartite : **a.** Maison 32 à Miskovice, Bohême, République tchèque ; **b.** Maison 245 à Cuiiry-lès-Chaudardes, Bassin parisien, France ; **c.** Maison 57 à Elsloo, Limbourg, Pays-Bas ; **d.** Schématisation de la tripartition. **2.** Maison bipartite : **a.** Maison 425 à Cuiiry-lès-Chaudardes, Bassin parisien, France ; **b.** Schématisation de la bipartition (Coudart, 2011, p. 28, Fig. 18).

Malgré la normalisation des composants de la maison rubanée, plusieurs options ont existé pour la forme du plan au sol (Fig. 42), mais surtout pour l'aménagement de chacun des trois espaces internes (Fig. 42). Ainsi, l'aménagement de la partie frontale témoigne d'une diversité relative, mais c'est dans le module central où l'aménagement a été le plus variable. Il est à noter que la diversité de la partie centrale ne présente pas de relation apparente entre le nombre de trous de poteau et la longueur de l'espace. La partie arrière, quant à elle, se caractérise par la banalité de son aménagement consistant en une simple succession de tierces sans élaboration particulière. Contrairement à la partie centrale, la diversité de la partie arrière présente une relation directe entre le nombre de travées et la surface occupée, qui serait déterminée par le nombre d'habitants (Coudart, 1998, p. 104-105, 2011, p. 28-29).

Pour A. Coudart (2011, p. 28), ces options d'aménagement n'étaient ni illimitées ni aléatoires, mais « culturellement » définies. Par ailleurs, chacun de ces espaces remplissait une fonction précise qui sera discutée ultérieurement (voir 2.1.9.2.5.).

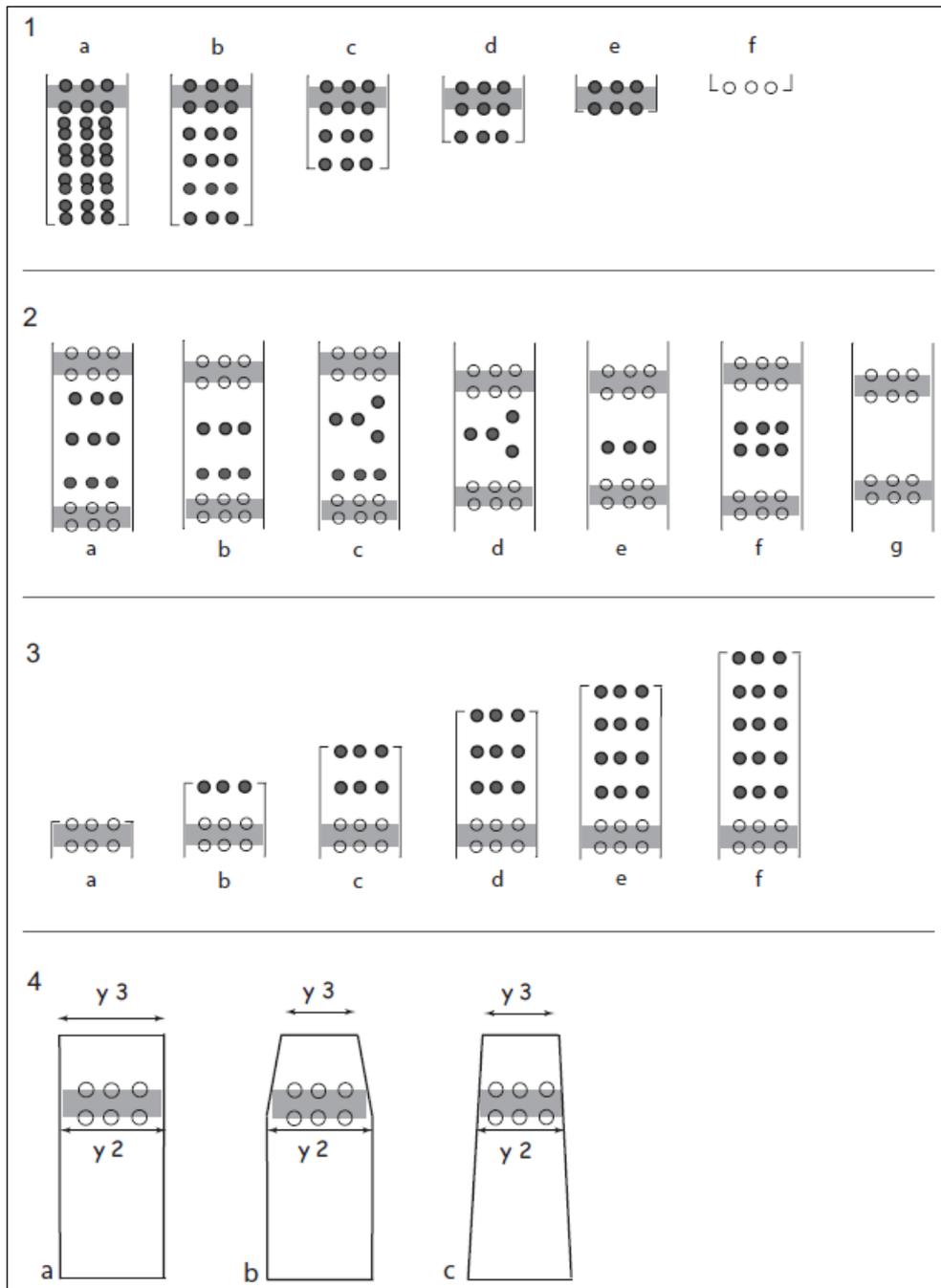


Fig. 42 - Les différentes options d'aménagement de la maison rubanée. **1.** Les différentes options d'aménagement de la partie frontale de la maison rubanée : **a** et **b.** correspondent à des plates-formes de stockage ; **f.** correspond à l'absence de partie frontale. **2.** Les différentes options d'aménagement de la partie centrale. **3.** Les différentes options d'aménagement de la partie arrière. **4.** Les trois formes de plan au sol de la maison rubanée : **a.** plan rectangulaire ; **b.** un rectangle (parties frontale et centrale) est combiné à un trapèze (partie arrière) ; **c.** plan trapézoïdal (Coudart, 2011, p. 30, Fig. 19).

### 2.1.9.2.3. L'orientation de la maison

#### Modèles régionaux de l'orientation des maisons néolithiques

L'analyse de l'orientation d'un peu plus de 400, de 1 546 et de 3 700 bâtiments néolithiques menée respectivement par A. Coudart (1998), V. Vondrovský (2018) et

R. Hofmann et N. Müller-Scheeßel (2020), a permis de mettre en évidence différents modèles d'orientation des maisons en fonction de la zone géographique et de la chronologie.

Dans le sud-est de l'Europe, notamment en ce qui concerne la culture de Vinča, les modèles d'orientation des maisons s'avèrent étonnamment stables dans le temps jusqu'à la fin du Néolithique final, soit avec la prédominance d'un alignement sud-ouest/nord-est qui caractérise l'« orientation balkanique de base » dans les hautes terres des Balkans, soit avec la prédominance d'un alignement sud-est/nord-ouest qui caractérise l'« orientation Tisza supérieure » dans la plaine de Pannonie (Fig. 43).

La région présumée de la formation du Rubané en Transdanubie présente, quant à elle, une grande diversité des orientations des maisons, avec la présence aussi bien du modèle balkanique que du modèle Tisza (Hofmann et Müller-Scheeßel, 2020). Dans les zones orientale et centrale de l'aire de répartition rubanée, l'entrée des maisons était le plus souvent orientée vers le sud ou le sud-est, un alignement de l'entrée vers le sud-ouest étant également possible (Fig. 43). Se basant sur ces aspects, R. Hofmann et N. Müller-Scheeßel (2020) considèrent que des groupes humains d'origines différentes, aussi bien en provenance des Balkans que de la région de la Tisza supérieure, auraient joué un rôle important dans la formation et l'expansion de la culture rubanée. Ensuite, un modèle d'alignement de l'entrée des bâtiments vers l'est se mettra en place au fur et à mesure de l'expansion du Rubané vers l'occident. Ainsi, dans les zones occidentale et extrême-occidentale, l'entrée des maisons était généralement dirigée vers le sud-est ou l'est, mais jamais vers le sud (Coudart, 1998, p. 89-90, Fig. 102 ; Vondrovský, 2018, p. 535, Fig. 3 ; Hofmann et Müller-Scheeßel, 2020, p. 146). Par ailleurs, une orientation de l'entrée vers le nord-est était extrêmement rare et aucune entrée n'était orientée vers le nord ou le nord-ouest. L'orientation, bien que non stricte, est délibérée dans toute la zone de distribution du Rubané (Vondrovský, 2018, p. 535).

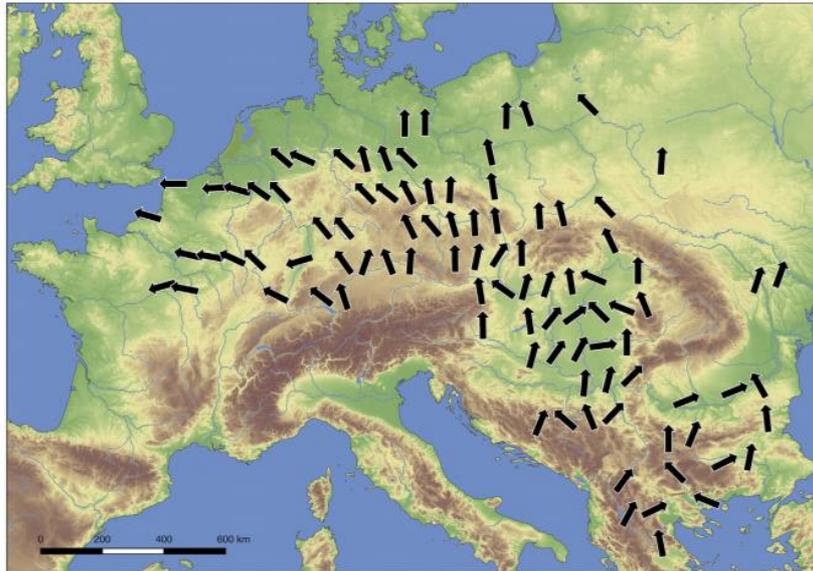


Fig. 43 - Orientation des maisons néolithiques des Balkans au Bassin parisien (Hofmann et Müller-Scheeßel, 2020, p. 149, Fig. 9).

### Approches sur la signification de l'orientation des maisons

Plusieurs chercheurs ont tenté d'expliquer le caractère délibéré du choix de l'orientation des maisons rubanées, leurs interprétations varient essentiellement entre des positions environnementales et culturelles.

Certains d'entre eux proposent qu'elle ait été le résultat d'une adaptation aux vents dominants (Sangmeister, 1951 *in* Vondrovský, 2018, p. 529 ; Marshall, 1981 ; Lichter, 1993 *in* Hofmann et Müller-Scheeßel, 2020, p. 143), et lorsque l'orientation ne correspond pas à cette vision déterministe, ils ne manquent pas d'hypothèses telles que la présence d'un vent local (Soudský, 1969, p. 81-82). En se basant sur des exemples ethnographiques en provenance des hautes terres de la Nouvelle-Guinée, A. Marshall (1981, p. 103-104) va plus loin en proposant l'exploitation des vents dominants pour chasser les fumées du foyer domestique. Toutefois, l'analyse des vents actuels d'hiver ne montre aucune relation avec l'orientation des maisons. En outre, bien que les vents d'été semblent être plus ou moins associés à l'orientation des maisons dans certaines régions, cette liaison n'est pas systématique sur toute l'aire rubanée (Coudart, 1998, p. 88).

D'autres chercheurs considèrent que l'orientation des bâtiments était choisie en fonction de certains aspects de la tradition culturelle qui restent encore inconnus (Mattheußer, 1991 ; Pechtl, 2010 ; Einicke, 2011 ; Link, 2011 *in* Hofmann et Müller-Scheeßel, 2020, p. 143). Cependant, l'argument religieux ou rituel a été écarté puisqu'il n'est pas étayé par les données archéologiques, l'orientation des maisons ne correspondant pas systématiquement avec celle des sépultures (Vondrovský, 2018, p. 530 ; Hofmann et Müller-Scheeßel, 2020, p. 147-151,

Fig. 13). En raison de la stabilité des modèles d'orientation tout au long du Néolithique et malgré la variabilité de l'orientation des maisons observée à l'échelle intrasite (voir ci-dessous), R. Hofmann et N. Müller-Scheeßel (2020) concluent que l'orientation de la maison était d'une grande importance idéologique, avait un caractère normatif et pouvait donc être utilisée comme un marqueur de différences (ou similitudes) sociales et culturelles.

Certains affirment que les maisons étaient délibérément orientées en fonction d'un point de repère spécifique. D'une part, A. Coudart (1998, p. 88-89) propose la côte maritime la plus proche ou la plus facilement accessible, sachant que les vents porteurs de pluie viennent fréquemment de la côte. Toutefois, cette relation entre l'accès aux côtes et l'orientation des maisons ne semble pas être systématique sur toute l'aire rubanée, d'autant plus que la plupart des zones de peuplement sont au centre de l'Europe et assez éloignées des littoraux. D'autre part, R. Bradley (2001) propose comme point de repère le lieu d'origine ancestral avec lequel un lien aurait été maintenu et exprimé par l'usage d'artefacts de prestige élaborés en coquille de *Spondylus*. Cet argument concernant le lieu d'origine ancestral a été ensuite repris par A. Hauzeur (2006b, 2007, p. 31), pour qui le réseau fluvial a pu jouer un rôle important, à commencer par constituer des voies de cheminement privilégiées et orienter une partie de la vie économique et quotidienne. Pour elle, le Danube supérieur, la région présumée d'origine de la culture rubanée, a eu une place dans le choix d'une orientation préférentielle des bâtiments rubanés. Cependant, encore une fois, cette hypothèse ne peut pas être appliquée à tous les sites de l'aire rubanée (Vondrovský, 2018, p. 534-535). Enfin, V. Vondrovský (2018) propose comme point de repère le soleil, aussi bien pour des raisons pratiques que pour des raisons symboliques.

En effet, V. Vondrovský (2018) a mis en évidence une relation entre l'orientation de l'entrée des maisons et le parcours quotidien et saisonnier du soleil. En se basant sur une modélisation 3D d'une maison du site de Bylany (orientée sud-sud-ouest/nord-nord-est) en Bohême et d'une maison du site de Cuiry-lès-Chaudardes (orientée est-ouest) dans la vallée de l'Aisne, il a pu observer des modèles spécifiques d'interaction lumière-ombre, cherchant à maximiser la lumière autour de l'entrée de la maison.

Pour ce qui est de la maison de Bylany, le mur pignon avant (entrée) était le plus éclairé, alors que les murs latéraux recevaient moins de soleil et le mur pignon arrière était le plus ombragé (Fig. 44). La déclinaison du soleil atteignant son minimum au solstice d'hiver, l'éclairage de l'entrée était quasi permanent pendant la journée, diminuant l'impact direct du rayonnement solaire sur le toit. Lors du solstice d'été, lorsque la déclinaison du soleil atteint son maximum, l'éclairage de l'entrée était assuré au moins vers le midi solaire, favorisant

l'impact du rayonnement solaire sur la surface du toit. Une sorte de dualité peut ainsi être observée dans ce modèle, puisque tout au long de l'année, aussi bien le matin que l'après-midi, la lumière est projetée sur une moitié du bâtiment seulement (coupe longitudinale), alors que l'autre moitié reste dans l'ombre (Fig. 45 et Tabl. 8). En ce qui concerne la maison de Cuiry-lès-Chaudardes, le mur pignon avant (entrée) faisait face au soleil d'une certaine manière, avec notamment une préférence pour l'exposition matinale toute l'année. Le mur pignon arrière recevait peu de soleil, le mur latéral nord était le moins exposé et donc le plus ombragé, alors que le mur latéral sud était le plus exposé au rayonnement solaire (Fig. 44). Dans ce modèle, la dualité est plutôt observée en coupe perpendiculaire, c'est-à-dire, entre les murs pignons avant et arrière (Fig. 45). Ce qui est important à retenir dans l'analyse de V. Vondrovský (2018, p. 536-537) est que malgré la l'hétérogénéité accrue dans l'orientation des maisons à partir du Rubané moyen, les pignons avant de la quasi-totalité des 1 546 maisons analysées, étaient exposés d'une certaine manière au soleil du solstice d'hiver (Tabl. 8). Seule une douzaine de bâtiments franchissait la limite du lever du soleil des équinoxes, c'est-à-dire, l'orientation est-ouest. Dans la mesure où la trajectoire du soleil lors du solstice d'hiver définit la trajectoire saisonnière minimale (Fig. 47), le chercheur estime que la relation entre la maison rubanée et le soleil devient évidente.

Cette analyse concernant l'exposition des maisons rubanées au rayonnement solaire est un paramètre clé à prendre en compte dans le cadre de la discussion sur la localisation des zones de stockage des récoltes à l'intérieur des bâtiments (voir 2.1.9.2.6).

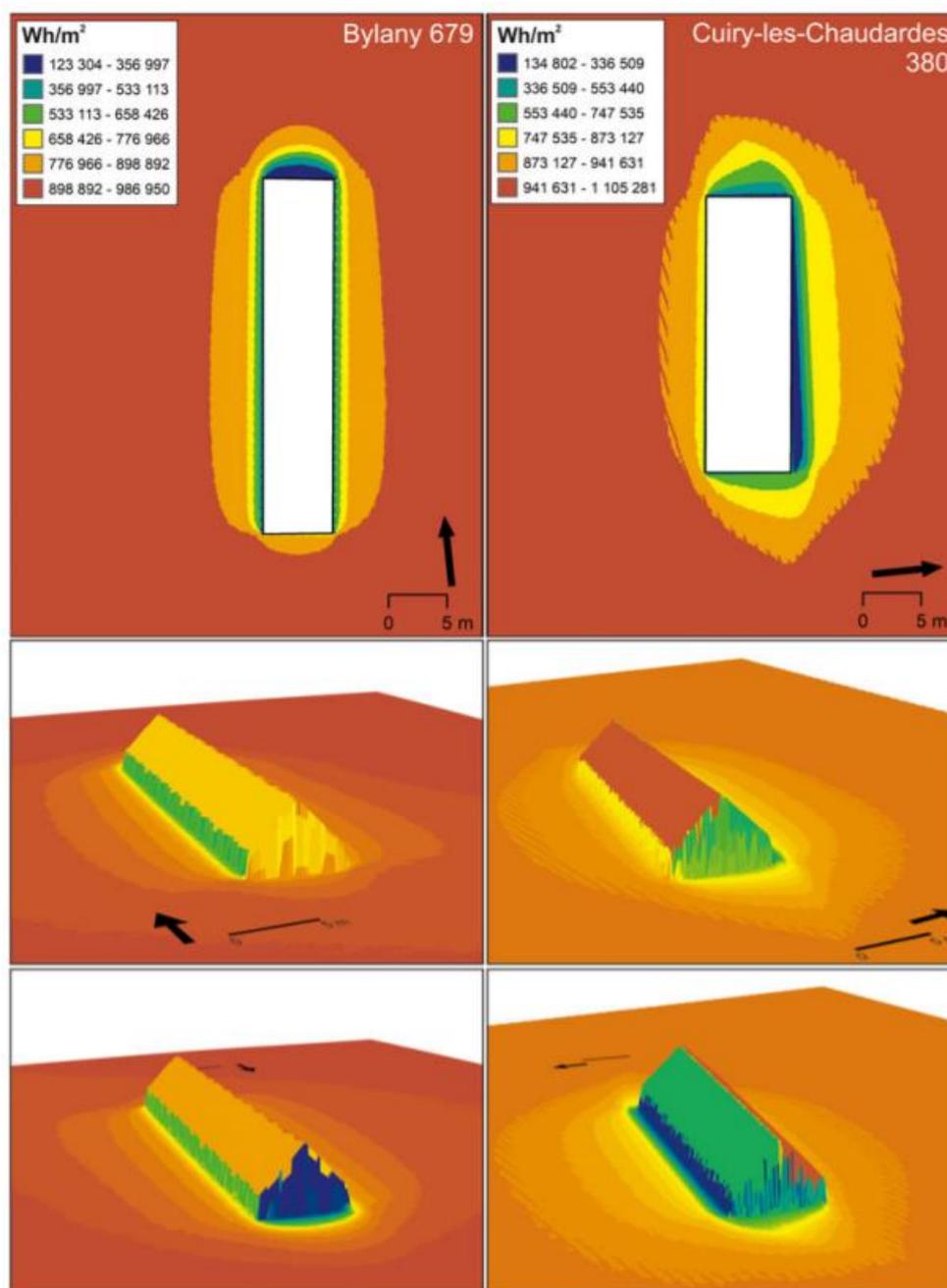


Fig. 44 - Taux d'ensoleillement annuel des maisons longues et de leurs abords (vues en plan et 3D). Les couleurs chaudes représentent les zones avec un impact d'ensoleillement plus élevé tout au long de l'année. Le calcul a été effectué pour un ciel généralement dégagé (Vondrovský, 2018, p. 542, Fig. 8).

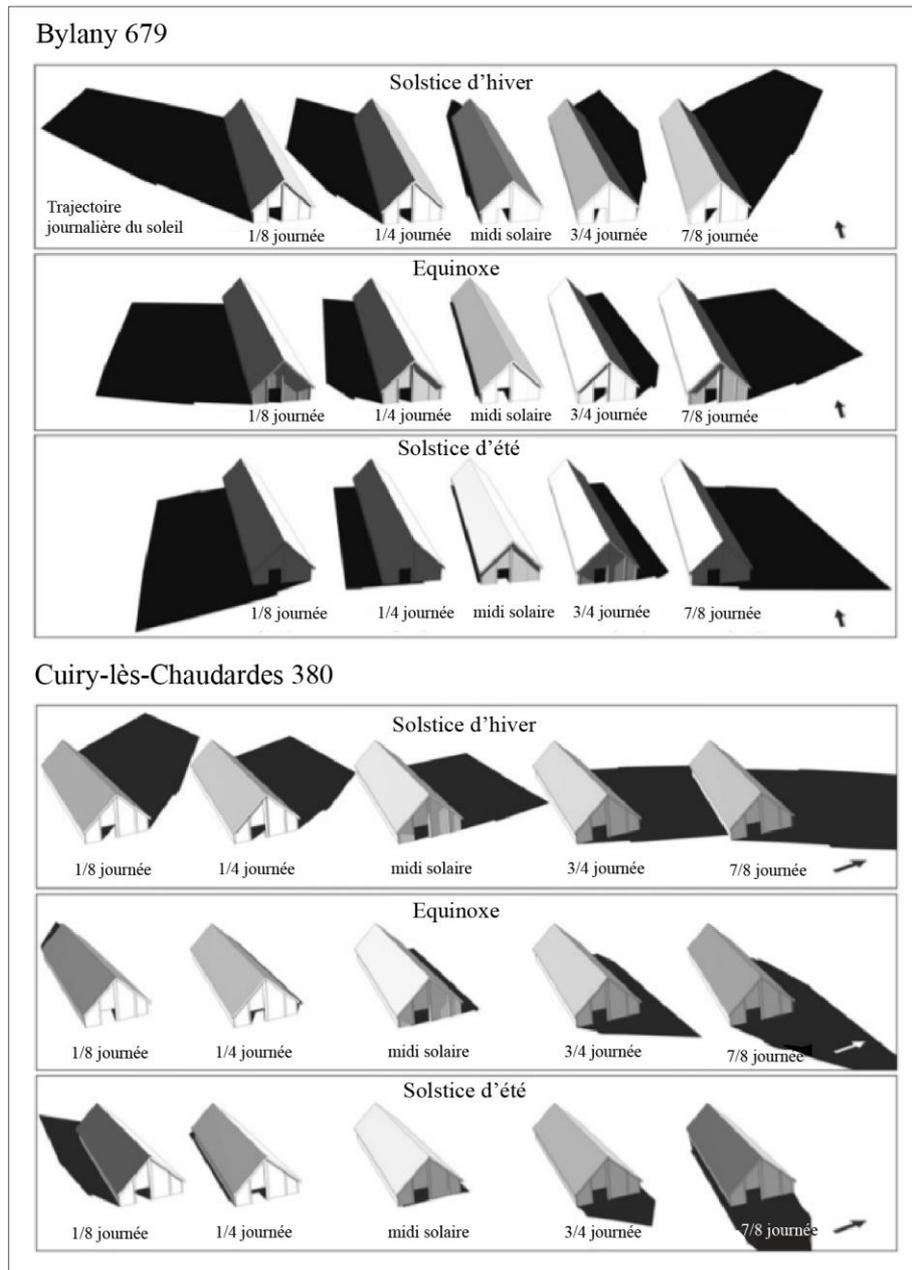


Fig. 45 - Modèle d'interaction lumière-ombre des maisons 679 de Bylany et 380 de Cuiry-lès-Chaudardes (d'après Vondrovský, 2018, p. 540-541, Fig. 6 et 7).

Tabl. 8 - Résumé du modèle d'interaction lumière-ombre des maisons de Bylany (orientée sud-sud-ouest/nord-nord-est) et de Cuiry-lès-Chaudardes (orientée est-ouest). Informations données en matière de l'exposition des murs au rayonnement solaire à partir de la Fig. 14 (d'après Vondrovský, 2018, p. 540-541, Fig. 6 et 7).

	Bylany, maison 679				Cuiry-lès-Chaudardes, maison 380			
	Pignon avant	Pignon arrière	Gouttereau est	Gouttereau ouest	Pignon avant	Pignon arrière	Gouttereau nord	Gouttereau sud
<b>Solstice d'hiver</b>	matin, midi, après-midi	-	matin	après-midi	matin	après-midi	-	matin, midi, après-midi
<b>Équinoxe</b>	midi et début d'après-midi	-	matin	après-midi	matin	après-midi	-	midi et début après-midi
<b>Solstice d'été</b>	midi	-	matin	après-midi	matin	après-midi	-	midi

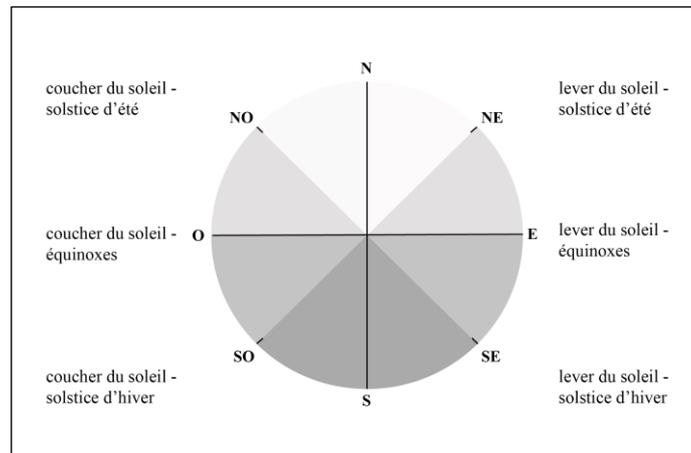


Fig. 46 - Position relative du soleil par rapport aux quatre points cardinaux. Le soleil balaye 90° de l'horizon lors du solstice d'hiver, 180° lors des équinoxes de printemps et d'automne et 270° lors du solstice d'été (d'après Vondrovský, 2018, p. 538, Fig. 5).

Variabilité de l'orientation des maisons à l'échelle intrasite

Malgré la stabilité de ces modèles tout au long du Néolithique, une variabilité de l'orientation des maisons a été observée à l'échelle intrasite. Pour tenter d'expliquer cette variabilité, N. Müller-Scheeßel *et al.* (2020) se sont penchés sur une ancienne proposition émise par E. Sangmeister (1943, 1983 *in* Müller-Scheeßel *et al.*, 2020) selon laquelle elle serait d'ordre chronologique. Ils introduisent la nouvelle hypothèse que la variabilité intrasite de l'orientation des maisons serait due à la « pseudonégligence », terme employé dans les études de perception humaine. Puisque les individus en bonne santé ont tendance à accorder plus d'importance à l'hémichamp visuel gauche, ils ont une tendance à faire une bissection de ligne légèrement à gauche du centre réel (Fig. 47). Les chercheurs argumentent ainsi qu'à chaque fois que les maisons étaient destinées à être orientées dans une direction spécifique et parallèles les unes aux autres, il y avait une erreur de perception provoquant une légère rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (Müller-Scheeßel *et al.*, 2020).

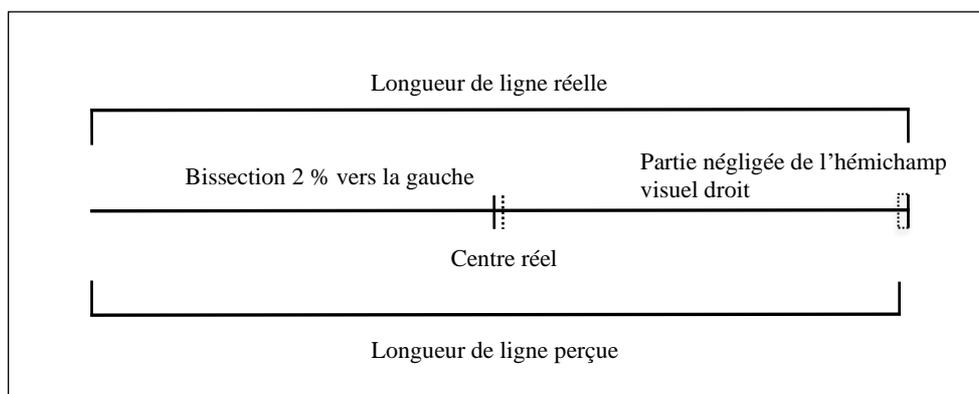


Fig. 47 – L'effet de la « pseudonégligence » lors du test de bissection de ligne (d'après Patson, 2007 *in* Hofmann et Müller-Scheeßel, 2020, p. 143, Fig. 1).

#### 2.1.9.2.4. Les techniques de construction et la durée de vie de la maison

L'effort investi pour construire une maison était si important que la construction d'une nouvelle maison était probablement engagée avec le plus grand intervalle possible. Par ailleurs, toute la communauté était probablement impliquée (Petrasch, 2020, p. 248). W. Startin (1978, p. 153-155) a estimé le temps nécessaire pour construire une maison rubanée comme celle d'Elsloo 32 à environ 2 200 heures-hommes, y compris la préparation et le transport des matériaux jusqu'au chantier. Avec une semaine de travail de 40 heures et 5 personnes, le travail pouvait être accompli en 11 semaines (Modderman, 1988, p. 94). Si l'on admet que les activités les plus chronophages étaient la construction des murs et du toit, la mise à l'échelle de ce calcul en fonction de la longueur des maisons a permis d'estimer que la plus longue maison du site d'Elsloo (Elsloo 89) aurait nécessité environ 2 600 heures-hommes, la plus longue maison mise au jour aux Pays-Bas (Stein II) aurait demandé environ 3 200 heures-hommes, 800 heures-hommes auraient été nécessaires pour construire une maison moyenne (Elsloo 50), et une maison de 45 m sur 7 m comme celle de Bylany aurait demandé 3 900 heures-hommes de travail (Startin, 1978, p. 155). Nous pouvons également citer les travaux de construction expérimentale de deux maisons néolithiques par le CRAVA à Chalain (France) en 1988, lors desquels 635 heures-hommes environ ont été nécessaires pour la préparation, le transport et l'assemblage des matériaux (montage de l'ossature de la maison hors pose du toit), ce qui permet d'avancer que toutes ces opérations ont pu être réalisées par un très petit groupe d'hommes, dans le cadre même de la maisonnée. En revanche, la question de la couverture de la maison est un peu plus complexe. Dans le cas éventuel d'un toit en chaume, la coupe et la préparation des bottes nécessitent 2 194 heures-hommes, ce qui en fait à peu près obligatoirement un travail collectif, d'autant qu'il faut couper les tiges de céréales très vite lorsque les épis sont mûrs (Pétrequin et Pétrequin, 2000, p. 17-18).

À partir de l'étude des sites d'Elsloo et Stein, P. J. R. Modderman (1970) a proposé une durée d'utilisation de la maison rubanée de 25 ans. Son hypothèse a été confortée par les résultats obtenus par P. Stehli (1989 *in* Rück, 2008, p. 176) à partir de l'analyse des dates <sup>14</sup>C des sites du Plateau d'Aldenhoven en Rhénanie, où la durée moyenne de chacune des 14 phases d'occupation a été estimée à 25 ans. Chaque phase ayant été associée à une génération de maisons (*Hausgenerationen*), 25 ans seraient également la durée de vie des bâtiments eux-mêmes.

Cette hypothèse a été largement adoptée par les néolithiciens et a été difficilement remise en cause, bien que certains arguments aient mené d'autres chercheurs à considérer que

la durée de vie des maisons rubanées pouvait atteindre 75-100 ans (Schmidt *et al.*, 2005 ; Rück, 2008, p. 176-179). En effet, d'un point de vue économique (analyse coût-bénéfice), l'effort investi dans la construction étant largement supérieur à celui investi dans la réparation ou l'élargissement des maisons, les groupes rubanés auraient tenté d'utiliser les maisons aussi longtemps que possible. Quelques exemples de réparation et d'élargissement des maisons sont connus. Par ailleurs, dans le Plateau d'Aldenhoven la moyenne de temps qui sépare deux bâtiments se chevauchant est de 85 ans (Rück, 2008, p. 176-179). Enfin, les études expérimentales montrent que les éléments de construction en bois ne présentent pas de traces d'altération après plusieurs décennies et que la durabilité du bois peut aller jusqu'à 100-160 ans pour les poteaux de chêne d'un diamètre de 20-30 cm (Rück, 2008, p. 176-178), voire jusqu'à 200 ans (Zimmermann, 1998 *in* Sommer, 2001, p. 259).

Toutefois, sur ce dernier point il faut souligner que bien que l'aspect général des poteaux ne semble pas s'altérer après plusieurs décennies, les bases de poteau sont, quant à elles, complètement décomposées (Bakels, 1978, p. 84, 126 ; Reynolds, 1995, p. 23 ; Lenneis et Trebsche, 2013, p. 89-90), ce qui provoque un déplacement des pierres de calage risquant de rendre la structure moins stable et donc moins sécurisée à moyen et long terme. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que la durée de vie des bâtiments dépend beaucoup de la nature et de l'âge des arbres utilisés. Avec des herminettes, il est difficile de produire des poteaux en duramen de chêne, les seuls ayant une certaine longévité dans des sols secs et bien drainés (V. Blouet, communication personnelle, 2022).

Dans le cadre de l'expérimentation menée au musée de la Préhistoire d'Asparn an der Zaya (MAMUZ) en Autriche, le bâtiment a tenu debout 47 ans (1964-2011) avant sa démolition pour des raisons de sécurité, mais les chercheurs concluent que s'il avait été habité et les réparations nécessaires réalisées, sa durée de vie aurait pu être allongée de plusieurs années (Lenneis et Trebsche, 2013, p. 95).

Enfin, dans le parc naturel et archéologique de Samara à La Chaussée-Tirancourt (Somme), une maison du Néolithique ancien, mesurant 28 m sur 7 m, a été reconstituée en 1987 à partir des découvertes du site de Cuiry-lès-Chaudardes (Aisne). En 2022, 35 ans après sa construction, la maison a commencé à présenter des signes de faiblesse évidents. Il a donc été décidé d'en fermer l'accès et de la démonter progressivement afin de garantir la sécurité du public (Moignet, 2022).

#### 2.1.9.2.5. La maisonnée

Plusieurs tentatives d'estimation du nombre d'habitants constituant la maisonnée ont été menées, avec pour résultat autant de possibilités qui nous font constater qu'il reste pour le moins difficile d'aborder la question de la structure familiale définissant la maisonnée rubanée, que ce soit en matière de liens biologiques ou sociaux.

La fourchette d'estimations va d'une famille nucléaire de 5-7 personnes (Lüning, 1980 *in* Sommer, 2001, p. 259), à une famille élargie (Coudart, 1991, p. 408), voire plusieurs familles nucléaires (Soudský, 1969, p. 77 ; Modderman, 1988, p. 94). Le nombre maximal d'habitants pourrait ainsi dépasser 40 personnes comportant plusieurs générations et des liens familiaux différents (Hamon et Gomart, 2021, p. 695).

D'autres modèles d'organisation de la maisonnée ne prenant pas en compte la structure familiale ont été suggérés. À partir de l'analyse de la plus grande maison du site d'Olszanica (Pologne) ayant livré un grand nombre d'herminettes, S. Milisauskas (1986 *in* Sommer, 2001, p. 259) a proposé qu'il s'agisse d'une maison d'hommes ou d'un lieu d'activités communes.

Pour certains chercheurs, l'hypothèse d'un lien entre la taille de la maison et le nombre d'habitants paraît raisonnable (Coudart, 1991, p. 408 ; Dubouloz, 2008, p. 211 ; Ilett, 2010, p. 285). J. Dubouloz (2012, p. 32) propose ainsi que la petite maison à une travée arrière corresponde à la maison d'une famille nucléaire (5-6 individus) et que chaque travée supplémentaire corresponde à une cellule reproductive additionnelle, aboutissant ainsi à l'hypothèse selon laquelle une grande maison abritait une grande unité domestique pluricellulaire contenant le triple, ou plus, de la cellule de base, soit 15-18 individus. De son côté, P. van de Velde (1990) considère que la taille de la maison serait plutôt associée au statut de ses habitants et à leur capacité de cumuler de la richesse et de la redistribuer. Il y aurait ainsi un certain degré d'inégalité sociale parmi les différentes maisonnées, qui serait également visible à travers l'organisation interne des bâtiments et de la quantité d'herminettes importées associées à certaines maisons. Enfin, pour D. Hofmann et E. Lenneis (2017), la marge de manœuvre concernant la taille et la partition des maisons rubanées prouve que ce qui assurait leur rôle central était leur potentiel de variabilité, plus que n'importe quelle autre fonction.

Pour la Lorraine du Nord, en se basant sur l'hypothèse d'un nombre moyen de 7 habitants par maison et sur la densité des installations relevée dans le secteur d'Ay/Trémery, la population totale a été évaluée à 9 000 habitants pour le Rubané récent, correspondant au maximum démographique du Néolithique ancien (Blouet, Decker, Klag *et al.*, 2007, p. 269).

#### **2.1.9.2.6. L'organisation de l'espace interne de la maison**

Tel que l'évoque I. Pavlů (2000, p. 218), les traces laissées par les constructions en bois ne fournissent aucune preuve univoque sur l'interprétation de l'organisation de l'espace interne des maisons rubanées. Bien que les détails observables dans la disposition des poteaux indiquent certaines fonctions supposées, leur interprétation repose sur la combinaison de différents indices et arguments spéculatifs.

De nos jours, le modèle de division en trois parties ou modules reste le plus ancré dans la recherche (voir 2.1.9.2.2). Pour P. J. R. Modderman (1988, p. 90), la division de la maison en trois modules était l'expression d'une spécialisation des activités au sein de la maisonnée. De son côté, A. Coudart (1998) a repris ce modèle tripartite et en s'appuyant sur des exemples ethnologiques, elle propose une organisation caractérisée par un degré croissant d'intimité allant de la partie frontale à la partie arrière. Chacun de ces espaces remplissait ainsi une fonction précise.

Alors que les arguments initiaux pour l'interprétation des modules avant, central et arrière respectivement comme le grenier, les espaces de vie et l'espace de stockage étaient assez simples, le débat actuel est plus complexe (Pavlů, 2000, p. 218), dû notamment à la multiplication des données qui ne vont pas forcément dans le même sens. En outre, la variabilité dans l'aménagement des maisons observée par A. Coudart (voir 2.1.9.2.2, Fig. 42) ouvre la possibilité de s'interroger si ces différences avaient une implication dans le fonctionnement de ces espaces et donc sur la pertinence d'un modèle « taille unique » de l'organisation de l'espace interne qui pourrait en effet s'avérer assez réducteur. Rappelons que cette chercheuse a constaté que la variabilité de l'aménagement de la partie centrale des maisons appartenant à des villages installés dans un réseau important, tels que Langweiler (Allemagne) ou Bylany (République tchèque), était bien plus importante que celle des maisons appartenant à des sites de petite ampleur (Coudart, 1998, p. 104-105),

Ce travail de recherche vise à examiner, au cas par cas, les données carpologiques disponibles pour treize maisons dans notre aire d'étude afin de mieux comprendre la façon dont de telles données pourraient nous éclairer sur la distribution des activités au sein des maisons. Le but est de savoir si nous sommes face à une diversité de choix dont certains auraient été privilégiés, sans pour autant prétendre proposer un modèle « taille unique » de l'aménagement de l'espace interne des maisons.

Partie frontale : un doublement des poteaux en tant que vestiges d'une plateforme de stockage ?

Pour A. Coudart (1998, p. 104, 2011, p. 28-29), la partie frontale se présente comme un lieu de transition entre le monde extérieur et intérieur, entre le public et le privé, où sont affichés le statut, la fonction et l'identité de la maisonnée. Plus précisément, la véritable transition « public/privé » devait se situer au niveau de la séparation entre les parties frontale et centrale. Pour la chercheuse, l'aménagement de la partie frontale fait preuve d'une diversité relative (voir 2.1.9.2.2, Fig. 42), notamment avec la présence, dans certains cas, d'un doublement des poteaux.

Il est communément accepté que ce doublement des poteaux de la partie frontale correspond aux vestiges de support d'une plateforme de stockage (voir 2.1.9.2.1, Fig. 34). À partir de l'étude de 108 maisons sur le site de Bylany en République tchèque, B. Soudský (1966, p. 74-75) a observé que les maisons les plus anciennes présentaient un doublement des poteaux dans la partie sud (entrée). Les maisons plus récentes, quant à elles, ne présentaient plus cette duplication, en revanche, des silos souterrains y ont été mis au jour. Pour le chercheur, il y avait une relation fonctionnelle entre le silo et le doublement des poteaux qui matérialiserait une plateforme de stockage. En d'autres termes, le grenier surélevé aurait été remplacé par le silo. En parallèle, des vases de stockage ont été mis au jour, comme celui fouillé dans la maison 96 du site de Bylany. Nous avons vraisemblablement affaire à deux types de stockage des récoltes selon leur fonction : d'une part, les grains destinés à être semés étaient probablement stockés dans les greniers et les silos ; d'autre part, les grains destinés à être consommés au fur et à mesure des besoins de la maisonnée étaient stockés dans les vases de stockage (Soudský, 1962, p. 198).

L'interprétation du doublement des poteaux comme plateforme de stockage semble être confortée par la découverte d'une plus grande quantité de déchets liés au traitement des céréales (vannes des céréales et graines de plantes adventices) dans les fosses détritiques des maisons « à grenier » de Langweiler 8 dans le plateau d'Aldenhoven (Fig. 48). En revanche, la proportion des caryopses de céréales carbonisés et des meules ne semble pas être liée au type de partie avant. Il a donc été proposé que la gestion des céréales (traitement post-récolte, stockage, redistribution) était l'affaire des habitants des maisons « à grenier », alors que la préparation et la consommation concernaient toutes les unités domestiques (Lüning, 1982, p. 17 ; Knözer, 1988 in Coudart, 1998, p. 72, 104). Ainsi, cet espace de stockage supposé aurait fait partie de l'économie commune des maisonnées voisines.

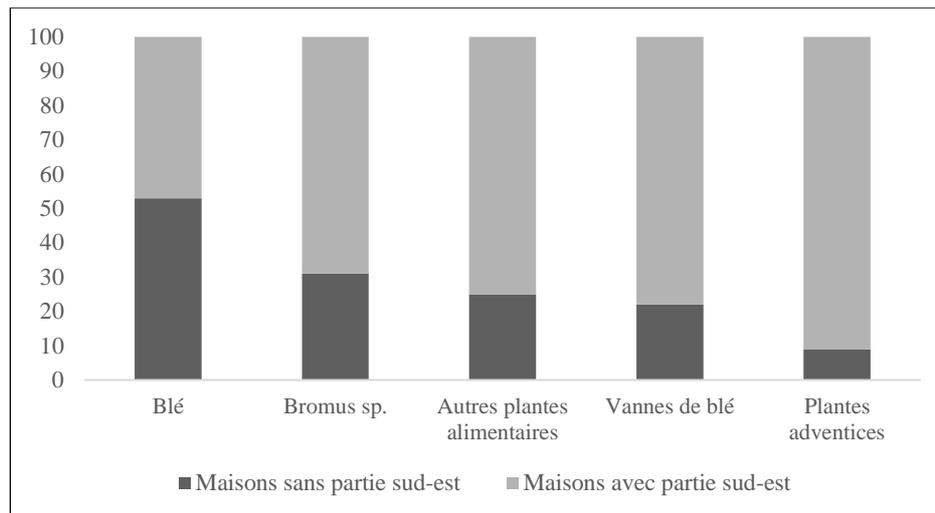


Fig. 48 - Fréquence des carporests dans les fosses des maisons avec et sans partie sud-est du site de Langweiler 8 (d'après Lüning, 1982, p. 18, Fig. 18).

En revanche, pour H. Stäuble (1994 *in* Pavlů, 2000, p. 218) ce doublement des poteaux indiquerait plutôt la construction d'un sol surélevé. Par ailleurs, il considère que les murs pouvaient y être très légers, voire que l'espace pouvait être ouvert.

Si l'interprétation du doublement des poteaux en tant que vestiges de support d'une plateforme de stockage est correcte, alors il conviendrait de s'interroger sur l'intérêt de stocker les réserves de denrées alimentaires dans la partie avant des bâtiments.

Pour A. Coudart (1998, p. 104), l'installation du grenier à hauteur de l'entrée serait stratégique, puisqu'il s'agit d'un lieu visible et contrôlable par tous. Pour la chercheuse, il est probable que la maisonnée qui avait la charge du grenier (stockage et redistribution) devait rendre des comptes aux autres unités domestiques.

Il est toutefois intéressant de discuter cette hypothèse en fonction de l'exposition du grenier au rayonnement solaire qui présente une variation saisonnière et diurne. Tel que mis en évidence par V. Vondrovský (2018) à partir de l'étude des maisons à Bylany et à Cuiry-lès-Chaudardes, l'orientation du mur pignon avant vers l'est, le sud-est ou le sud entraîne une exposition au rayonnement solaire assez importante tout au long de l'année (voir 2.1.9.2.3, Fig. 44). Pour ce qui est des maisons dont la partie avant est orientée vers l'est, le grenier serait ainsi exposé au rayonnement solaire notamment pendant les heures où ce dernier n'est pas encore très intense. En revanche, plus l'orientation du mur pignon avant est proche du sud, plus le grenier sera exposé au rayonnement solaire au moment où sa puissance est maximale (voir 2.1.9.2.3, Fig. 45 et Tabl. 8).

Cet aspect est très important si l'on tient compte du fait que les changements de température pendant la journée, notamment pendant les mois les plus chauds de l'année,

peuvent compromettre les bonnes conditions de stockage des récoltes et entraîner des dégâts du produit stocké. Limiter l'exposition du grenier au rayonnement solaire s'avère ainsi une stratégie très importante pour assurer la bonne conservation du grain (voir 5.2.8.3). Il est alors tout à fait légitime de se demander pourquoi les populations rubanées auraient privilégié l'installation de la plateforme de stockage dans la partie frontale de la maison au lieu de la partie arrière, moins exposée au rayonnement solaire. Pour B. Soudský (1962, p. 198), les grains stockés sur les plateformes étaient probablement destinés à être semés, les greniers auraient été donc vidés lors de la période de semis (automne ou printemps). Pour sa part, E. Lenneis (2013a, p. 172) propose que cette plateforme ait été une zone de stockage utilisée principalement en hiver et qui serait donc largement vide en été. Si nous considérons qu'il s'agit d'un stockage de durée limitée à court et à moyen terme pour couvrir les besoins de la maisonnée jusqu'à la prochaine récolte l'été suivant, cet argument s'avère en effet très intéressant pour justifier le stockage des récoltes dans la partie frontale de la maison sans que la qualité du produit soit altérée pendant les mois les plus chauds de l'année.

Sur certains sites tels que Remicourt « En Bia Flo II », Alleur « Domaine Militaire » (Belgique) et Elsloo (Pays-Bas), des fosses dispersées assez éloignées des maisons interprétées comme des silos, ont été mises au jour (voir 2.1.9.2.1.). De tels silos pouvaient contenir jusqu'à 2 m<sup>3</sup> de grains. Il est probable que les grains y étaient stockés sans avoir été décortiqués. Il est à noter que ces trouvailles restent assez anecdotiques et qu'à priori il n'y a aucun lien avec la présence ou l'absence des silos et des plateformes de stockages dans les bâtiments (Bakels, 2009, p. 49).

#### Partie centrale : une zone réservée aux activités domestiques ?

Pour A. Coudart (1998, p. 104-105, 2011, p. 29), la partie centrale se présente comme un domaine à la fois réservé et accessible. La diversité dans la partie centrale ne présente pas de relation apparente entre le nombre de trous de poteau et la longueur de l'espace (voir 2.1.9.2.2, Fig. 42), autrement dit, cette longueur ne semble pas avoir varié en fonction de l'agencement interne. Si la diversité des aménagements n'était pas liée aux besoins en superficie, il est par conséquent probable que le nombre d'occupants n'a pas eu beaucoup d'influence. Cet argument mène la chercheuse à considérer que la partie centrale n'était pas réservée au couchage, mais à l'accomplissement de certaines activités domestiques, comme en témoignent les concentrations de matériel détritique mises au jour dans les fosses extérieures des maisons 195, 200 et 300 du site de Berry-au-Bac dans la vallée de l'Aisne (Coudart, 1998, p. 72, Fig. 84), voire à l'accueil des visiteurs.

Pour I. Pavlů (2000, p. 219), tous les aménagements du module central pour lesquels il existe des preuves montrent l'intention des constructeurs des maisons d'élargir l'espace, probablement dans le but qu'un maximum de personnes puissent s'y rencontrer et afin d'éviter d'avoir trop de poteaux, ce qui aurait pu entraver la communication.

B. Soudský (1966, p. 36) considère qu'il existe un rapport entre la longueur de la maison, notamment de la partie centrale, le nombre de fours et le nombre de familles constituant la maisonnée. Pour le chercheur, la disposition des structures de combustion de type four à coupole sur armature en clayonnage, matérialisée par des concentrations de nodules de terre brûlée, permet d'interpréter la zone centrale en tant que pièce résidentielle et lieu d'activité domestique. En effet, à la suite de l'analyse fonctionnelle de quatre fours mis au jour dans la maison 15 de Postoloprty (culture de Lengyel) en République tchèque, B. Soudský (1969, p. 77) conclut qu'il s'agissait de fours de chauffage. Sur la base de ses observations, le chercheur propose d'écarter l'hypothèse d'une chambre à coucher dans la partie arrière de la maison qui n'était visiblement pas chauffée. Estimant que la maisonnée était constituée d'environ 20 personnes, il serait peu probable que la petite pièce arrière ait pu accueillir toute la maisonnée en même temps. Pour lui, la maisonnée dormait tout près des fours et la taille très importante du module central serait la preuve que cet espace ne servait pas seulement comme habitation, mais aussi comme atelier (Soudský, 1969, p. 77-78). Par ailleurs, il considère que chaque four représenterait une famille (Soudský, 1966, p. 75).

J.-P. Demoule (2017, p. 34-35) évoque le cas de la maison incendiée du site de Stara Zagora (Bulgarie) qui date d'environ 5600 av. n. è., où un four pour apporter la chaleur et cuire les aliments, un plan de travail le long d'un mur pour broyer la farine ainsi que des espaces libres qui devaient servir au repos ont été mis au jour dans la partie centrale de la maison. Ce modèle est conforté par la maquette de maison en terre cuite trouvée sur le site de Zarko (Grèce) sous le sol d'une habitation datée d'environ 5300 av. n. è., où le four et la porte d'entrée sont représentés.

Toujours dans la partie centrale de la maison 15 de Postoloprty (culture de Lengyel), près de la partie arrière a été mise au jour une fosse semi-carrée qui a été interprétée comme fosse à provisions, donc comme une espèce de cave (Soudský, 1969, p. 77). Par ailleurs, dans la maison 96 du site de Bylany, un vase de stockage enfoui sous le sol (Fig. 49) a été mis au jour dans le coin sud-est de la partie centrale (Pavlů, 2000, p. 218).



Fig. 49 - Vase de stockage mis au jour dans la maison 96 du site de Bylany, République tchèque (Soudský, 1966, Annexe X ; Pavlů, 2000, p. 338, Pl. 15).

*Partie arrière : zone de couchage, lieu de stockage ou étable ?*

Pour A. Coudart (1998, p. 105, 2011, p. 29), la partie arrière se présente comme la zone la plus retranchée du bâtiment, son accès étant le moins direct. Il est probable que les visiteurs n’y étaient pas admis. La banalité de son aménagement dépourvu de toute élaboration sophistiquée (voir 2.1.9.2.2, Fig. 42) ne pouvait en faire qu’un lieu privé auquel seuls les membres de la maisonnée y avaient accès. Le module arrière serait donc une zone d’intimité, voire de couchage (Coudart, 1998, p. 105, 2011, p. 29).

Sur le site de Bylany, les maisons 96, 306 et 679 présentent une ou deux fosses placées dans la partie arrière qui pourraient être interprétées comme des celliers ou des espaces d’isolement sous le sol de couchage. L’assemblage céramique de la fosse 143 de la maison 96 différant légèrement de celui des fosses latérales, il a été d’abord interprété comme non contemporain du sol d’occupation. Toutefois, cette différence pourrait être liée au rôle spécifique de ces celliers (Pavlů, 2000, p. 219). Pour sa part, B. Soudský (1966, p. 32, 1969, p. 77) interprète la pièce du fond comme une sorte de réserve ou dépôt.

J.-P. Demoule (2017, p. 34-35) évoque le cas de la maison incendiée du site de Stara Zagora (Bulgarie) qui date d’environ 5600 av. n. è., où de grands vases de stockage ont été mis au jour dans la pièce arrière de la maison.

Certains chercheurs ont interprété la partie arrière comme une étable en raison de la présence d’une tranchée de fondation accueillant probablement un mur de planches verticales jointives qui aurait résisté mieux au frottement du bétail (Startin, 1978 *in* Coudart, 1998,

p. 105). Toutefois, pour H. Stäuble (1994 *in* Pavlů, 2000, p. 218), ces tranchées ne fournissent aucune preuve de l'existence d'un mur plus résistant, les poteaux étant eux-mêmes moins stables que ceux des autres murs. En outre, l'analyse de phosphates menée dans quatre maisons néolithiques (Fechner *et al.*, 2007) a montré une nette accumulation du phosphore limitée à la partie arrière dans une maison du site d'Altwies (Luxembourg) et dans une maison du site de Fexhe-le-Haut-Clocher (Belgique), atteignant des taux de phosphate total élevés, voire très élevés (entre 1 500 et 3 000 ppm). Ces résultats sont renforcés par l'exemple du site français de Pont-sur-Seine/Marnay-sur-Seine (Fechner *et al.*, 2011, p. 280). Les auteurs argumentent que bien qu'il soit difficile de prouver que ces parties arrière enrichies en phosphore comportaient des étables, deux arguments pourraient conforter cette hypothèse, à savoir, les valeurs hautes rappelant celles des sites avec présence d'excréments ainsi que la confirmation, par la susceptibilité magnétique, que l'on a affaire à une source organique. En effet, sur le site d'Alleur « Domaine Militaire » (Belgique), des cendres de fumier ont été mises au jour dans les couches sous-jacentes à la sole d'un four, comme attestent les observations en lames minces et les taux très élevés de phosphate total (entre 5 000 et 8 000 ppm). Le site a livré par ailleurs une scorie dont la formation peut être expliquée par le passage au feu d'un reste de fumier ou d'excréments (Fechner, 2021, p. 1097). Le chercheur estime que ces engrais (cendres et excréments) étaient sans doute abondamment utilisés dans cette région de Moyenne Belgique, aux sols peu fertiles. Dans l'état actuel de la recherche, la présence effective des animaux dans ces maisons n'est pas prouvée et reste une hypothèse de travail, surtout que ces arguments pourraient aussi conforter d'autres hypothèses telles que le stockage local de fumier ou de combustibles riches en excréments (Fechner *et al.*, 2011, p. 293 ; Fechner et Foubert, 2022).

Pour A. Coudart (Coudart, 1998, p. 105), quelques observations contredisent l'interprétation de la partie arrière des maisons rubanées en tant qu'étable. D'une part, la superficie de la partie arrière étant souvent trop exiguë, il aurait été difficile d'y abriter le gros bétail. D'autre part, en l'absence de porte latérale, la traversée de la maison par les troupeaux pour atteindre le lieu de stabulation aurait endommagé au fur et à mesure la structure. Les porcs, quant à eux, pouvaient très bien divaguer librement dans la maison à l'image des exemples ethnologiques. Pour J. Dubouloz (2012, p. 31-32), la proposition d'une aire de stabulation située dans la partie arrière des bâtiments soulève les objections suivantes :

- A. Une rusticité des espèces élevées qui contredit leur mise à l'abri systématique ;
- B. L'attribution au bétail néolithique du tempérament docile du bétail actuel, issu de millénaires de sélection et de proximité avec l'Homme ;

- C. Une taille et une encornure des bovins inadaptées à l'encombrement intérieur de ces bâtiments ;
- D. Un accès probable situé à l'opposé des zones à « haute » teneur en phosphates ;
- E. Une distribution de ces taux peut-être trop hétérogène pour être conforme à ce que l'on attendrait dans une telle hypothèse ;
- F. Des taux qui pourraient aussi bien résulter de l'utilisation, pour quelques animaux, des ruines de maisons abandonnées.

Pour le chercheur, bien que l'on conçoive la circulation et l'utilisation de la chaleur naturelle de quelques bêtes ou la protection de jeunes animaux fragiles, l'hypothèse principale, pour le module arrière de ces bâtiments, demeure celle d'une construction dédiée aux humains. À la suite de ces objections, K. Fechner (2021, p. 1098) a affiné ses hypothèses de travail et, pour l'espace très enrichi, il propose désormais qu'il ait pu s'agir d'un stockage de réserves d'excréments (engraissement des champs ou autre) ou de la présence momentanée de jeunes animaux domestiques dans des situations ponctuelles telles qu'un hiver plus froid, un animal malade ou un nouveau-né.

Pour ce qui est de la stabulation proprement dite, basée sur des estimations du régime alimentaire, C. Bakels (2009, p. 44-45) suggère qu'un site moyen compterait entre 50 et 100 bêtes. En l'absence de véritables étables et vue la faible probabilité que la partie arrière des bâtiments ait tenu ce rôle, la chercheuse considère que le bétail était gardé à l'extérieur, malgré le fait que les enclos en pleine aire n'aient pas été détectés non plus. Or, le manque d'enclos à ciel ouvert suggère que le bétail errait librement toute l'année. Les animaux broutaient probablement dans les clairières naturelles à proximité du site. Les meilleurs endroits pour trouver de la nourriture étaient les pentes et les fonds des vallées fluviales où la végétation était plus variée.

Pour revenir à la partie arrière des maisons, ayant observé que le mur pignon arrière et ses environs recevaient la plus faible quantité de soleil et étaient généralement restés à l'ombre pendant la journée, V. Vondrovský (2018, p. 543) considère que cela pourrait avoir entraîné des conditions de microclimat telles qu'une teneur en humidité plus élevée des composants en bois et leur prédisposition à pourrir rendant cette partie de la maison vulnérable.

Lors de la construction expérimentale d'une maison à Heppenheim (Allemagne), J Lünig a interprété la partie arrière comme une zone de culte (Lünig, 2005a *in* Lenneis, 2013a, p. 179). Cette hypothèse a été reprise par E. Lenneis (2013a, p. 178-182) lors de la construction expérimentale d'une maison menée au musée de la Préhistoire d'Asparn an der

Zaya (MAMUZ) en Autriche. La chercheuse voit dans la partie arrière de la maison l'endroit où vivraient les « esprits gardiens » de la maisonnée, elle serait donc la partie la plus adaptée pour y déposer les artefacts les plus précieux.

À ce propos, quelques dépôts de meules ont été identifiés par C. Hamon (2005) dans la partie arrière de deux maisons datées soit du Rubané, soit du Villeneuve-Saint-Germain, dans la vallée de l'Aisne. Il s'agit des fosses 598 (maison 590) et 641 (maison 630) du site de Berry-au-Bac « Le vieux Tordoir ». Il est à noter que la chercheuse réserve le terme de « dépôts de meules » à des espaces qui leur sont strictement dédiés, et ce contrairement aux concentrations d'outils repérées dans les fosses latérales des bâtiments. Il s'agirait d'un acte ritualisé ou codifié. L'agencement des objets et la localisation des dépôts à l'intérieur de la maison constituent donc des arguments forts pour la reconnaissance du caractère codifié d'un dépôt. Ainsi, la localisation des meules et molettes entières appariées dans des fosses indépendantes (fosse 598 et 630) le long de la paroi arrière de la maison, dans l'angle nord, évoque une fonction directement liée avec l'organisation interne de la maisonnée et semble correspondre à l'acception du terme « dépôt de meules » donnée par C. Hamon. Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, certains indices plaident en faveur d'une hypothèse de stockage des denrées alimentaires dans la partie arrière de la maison. L'interprétation de ces dépôts comme des « réserves » d'outils de mouture ne semble donc pas être contredite par la perception de l'espace domestique rubané. L'idée d'un rangement voire d'une protection des meules paraît même s'intégrer plutôt bien à ce schéma organisationnel (Hamon, 2005, p. 44-45). Il est à noter que le piquetage bien apparent de surfaces actives des meules dont il est question les rend encore fonctionnelles, laissant penser que l'on voulait préserver ces outils en vue d'une utilisation ultérieure. En outre, la répétition de cet acte dans deux des maisons du site contribue à renforcer l'idée d'une ritualisation du dépôt. Le caractère « symbolique » du dépôt de ces outils est donc attesté ici (Hamon, 2005, p. 47).

Plusieurs hypothèses ont déjà été émises sur la symbolique d'un tel acte, à savoir un rite de fondation lors de la construction de la maisonnée ou encore d'abandon au moment du départ des habitants ou lors de la destruction du bâtiment (Constantin et al., 1978 *in* Hamon, 2005). Cependant, il est légitime de se demander si le caractère symbolique de ces dépôts les soustrait définitivement à leur usage premier, voire si l'on doit attribuer forcément une connotation rituelle à un tel acte de dépôt. En effet, les outils ont été disposés de manière à ce que leur surface active soit préservée (face contre terre). L'idée d'une réserve temporaire d'outil n'est donc en rien contredite par l'aspect des meules déposées. Par ailleurs, les dimensions des meules de ce dépôt semblent relativement importantes en comparaison avec

les modules traditionnellement retrouvés sur les sites d'habitat du Néolithique ancien du Bassin parisien. Probablement les meules de grandes dimensions, plus efficaces et à la durée de vie plus longue, étaient extraites du cycle utilisation/entretien courant de la maisonnée pour subir une « reconversion ». En attendant que la phase de reprise et de réfection soit effectuée, ceci n'exclut pas que ces outils soient placés dans un lieu protégé et bien délimité. Le caractère essentiel de la meule dans le quotidien des populations néolithiques justifie à lui seul tous ces égards. Toutefois, il pourrait s'agir également de meules dont le statut technique, voire social (héritage, fondation d'un foyer), justifie un isolement et un rangement temporaire ou pas (Hamon, 2005, p. 47).

## **2.2. Le Néolithique moyen (environ 4900-4300 av. n. è.) : une rupture culturelle et un nouveau modèle d'implantation**

### **2.2.1. Caractéristiques culturelles**

L'évolution dans le mode d'occupation du sol au Néolithique moyen reflète vraisemblablement de profondes mutations socio-économiques qui ne se traduisent pas par un repli sur des groupes culturels locaux. En effet, malgré la dispersion des sites, les réseaux d'échange ont continué à assurer un approvisionnement en matériaux d'origine lointaine (haches, mobilier de mouture, petit outillage en silex), et contrairement à ce qui est constaté pour le Rubané, les styles céramiques ne présentent pas de tendance à la régionalisation (Blouet, 2006, p. 32).

Alors que le Néolithique ancien est représenté par une seule culture, le Néolithique moyen se caractérise par une succession de cultures et de groupes définis d'après leurs productions céramiques.

#### **2.2.1.1 La Lorraine**

En raison du faible nombre de sites connus en Lorraine pour le Néolithique moyen et récent et d'un corpus céramique assez restreint, la chronologie fine de ces périodes n'est pas encore établie pour la région. Pour l'instant, les archéologues lorrains s'appuient sur les ouvrages de référence qui concernent le sud-ouest de l'Allemagne. Pour ce qui est du Neckar moyen, H. Spatz (1996) distingue trois phases dans les Grossgartach : le Grossgartach ancien, le Grossgartach moyen (divisé en deux phases A et B) et le Grossgartach récent. Au Grossgartach, il fait succéder le Planig-Friedberg. Ensuite, il définit trois phases au sein du Roessen : ancien, moyen, récent. Enfin, il attribue l'horizon Bischheim/Wauwill à l'Épi-Roessen. En ce qui concerne le bassin du Rhin et l'Allemagne du Sud-Ouest, R. Gleser (1995), considère les groupes de Bischheim et de Merdingen comme étant du Roessen tardif et il distingue deux horizons dans l'Épi-Roessen : d'une part, le Post-Roessen ancien qui réunit les groupes Entzheim ancien, Bruebach-Oberbergen, Borsch, Schwieberdingen et Schernau-Goldberg et, d'autre part, le Post-Roessen récent qui rassemble les groupes Entzheim récent et Schüssenried (Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 320). En Lorraine, quelques séries montrent que jusqu'aux environs de Pont-à-Mousson, ce sont les cultures de Grossgartach (moyen B et récent), Roessen (ancien, moyen et récent), le groupe de Bischheim, le groupe d'Entzheim/Menneville et la culture de Michelsberg qui se sont succédé (Fig. 50). Ainsi, le bassin de la moyenne Moselle continue d'appartenir à la sphère rhénane

durant tout le Néolithique moyen et récent (Blouet *et al.*, 2013a, p. 141). Il est toutefois important de noter que tandis que la culture de Michelsberg est considérée comme du Néolithique récent dans la chronologie allemande, dans la chronologie française le Michelsberg fait partie du Néolithique moyen II.

Attribution chronologique retenue en Lorraine											
Lorraine (Blouet, Bour <i>et al.</i> , 2007 ; Klag <i>et al.</i> , 2016)	Michelsberg	Luxembourg (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007)	Michelsberg ancien (MKII)			Michelsberg ancien (MKII)	Munzingen ancien	Noyen II			Michelsberg ancien (MKII)
			Schüssenried			Post-Roessen récent	BORS phase 4				
Entzheim / Menneville	Bischheim	Bischheim	Schwieberdingen			BORS phase 2/3	Bruebach-Oberbergen récent	Noyen I			Menneville
			Post-Roessen			Post-Roessen ancien	BORS phase 1				
Bischheim			Épi-Roessen	Roessen III	Roessen tardif	Bischheim	Bischheim				Bischheim
Roessen récent	Roessen récent	Roessen récent	Roessen récent B	Roessen II		Roessen	Roessen	Cerny	Cerny		Cerny
			Roessen récent A								
			Roessen moyen								
			Roessen ancien								
Grossgartach récent	Grossgartach récent	Grossgartach récent	Planig-Friedberg récent	Roessen I		Planig-Friedberg	Planig-Friedberg				VSG
Grossgartach moyen B	Grossgartach moyen	Grossgartach moyen	Grossgartach moyen B			Grossgartach	Grossgartach				
Grossgartach ancien ou Hinkelstein final ?			Grossgartach moyen A								
			Grossgartach ancien			Hinkelstein	?				
						?	?				

Fig. 50 - Corrélation des séquences chronologiques régionales du Néolithique moyen et récent. **BORS** : Bischheim Occidental du Rhin Supérieur ; **VSG** : Villeneuve-Saint-Germain.

### 2.2.1.1.1. Le Hinkelstein final ou Grossgartach ancien, le Grossgartach moyen B et récent

Dans la moyenne Moselle française, la culture de Grossgartach n'est attestée que sur quatre sites, atteignant ici sa limite la plus occidentale connue (Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 338 ; Blouet *et al.*, 2013a, p. 141). Sur le site de Metz « ZAC Sansonnet », la fosse 4041 a

livré des décors dont les motifs de demi-lunes et de triangles à remplissage de lignes incisées sont caractéristiques de la fin du Hinkelstein ou du Grossgartach ancien (Klag *et al.*, 2016, p. 364-365). Par ailleurs, sur le site de Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont », la fosse polylobée (complexe VIII, st. 4) a livré notamment deux vases complets, dont un en forme de tonnelet et un gobelet caréné daté du Grossgartach moyen B (Fig. 51). D'autres tessons en provenance de la même structure sont attribués au Grossgartach récent (Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 322-323 ; Brunet *et al.*, soumis). En outre, le mobilier de la sépulture mise au jour sur le site d'Ay-sur-Moselle « La Tournaille », est constitué, entre autres, d'un vase caréné dont le décor est attribuable au Grossgartach récent, Fig. 51 (Thomashausen, 1993 ; Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 323-324). Enfin, un nouveau gros site daté du Grossgartach final a été fouillé en 2020 à Richemont « Devant le Pont » (Goepfert *et al.*, 2022).

À la suite de la découverte de la fosse datée du Hinkelstein final ou du Grossgartach ancien à Metz « ZAC Sansonnet » (Klag *et al.*, 2016, p. 364-365), il a été possible de confirmer l'hypothèse selon laquelle la totalité du Grossgartach dans la région serait postérieure au Rubané terminal (phase 9). Cette hypothèse est confortée par le fait que malgré un échantillonnage représentatif, très peu d'éléments Grossgartach aient été retrouvés dans les ensembles de Lorraine du Nord datés des phases 8 et 9. En effet, quelques tessons ont été mis au jour sur les sites d'Ay-sur-Moselle « La Tournaille (maison 18) et de Richemont-Bévange « Le village » sans pour autant que l'association avec le mobilier rubané soit prouvée (Blouet *et al.*, 2013a, p. 141).

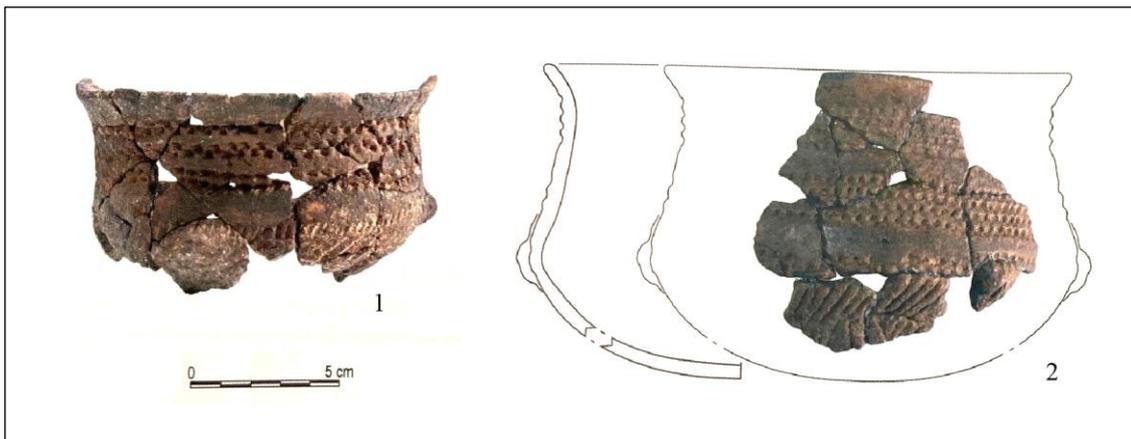


Fig. 51 - Planche synthétique de la céramique du Grossgartach de la moyenne vallée de la Moselle. **1.** Gobelet caréné en provenance du site de Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » daté du Grossgartach moyen B ; **2.** Vase caréné en provenance du site d'Ay-sur-Moselle « La Tournaille » daté du Grossgartach récent (d'après Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 323, Fig. 2).

### 2.2.1.1.2. Le Roessen ancien, moyen et récent

Le mobilier mis au jour sur les différents sites de la moyenne Moselle est encore peu abondant. Les phases ancienne et moyenne de cette culture sont attestées sur deux sites : Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson », Moselle (Petitdidier *et al.*, 2010) et Metz « Hauts de Sainte-Croix, Moselle (Massy *et al.*, 1985, p. 320-321). On peut citer notamment le gobelet décoré sur le col et l'épaule de deux motifs zonaux composés soit d'impressions horizontales, soit d'impressions verticales en échiquier. La panse est décorée d'une bande anguleuse incisée. Entre les chevrons s'insèrent des triangles, Fig. 52 (Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 324). Trois gros ensembles datés du Roessen moyen ont été attestés sur les sites de Pouilly « ZAC Chèvre Haie » (Moselle), Bertrange « Kosenacker » (Moselle) et Contz-les-Bains « Wampersbongert » (Moselle). Le Roessen récent est, quant à lui, attesté sur trois sites : Uckange « Solblanck », Moselle (Bour *et al.*, 2002) ; Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Sites 1 et 17 », Moselle (Petitdidier *et al.*, 1998) et Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson ». On peut évoquer le gobelet à épaule marquée décoré sur l'épaulement d'une rangée d'impressions horizontales et d'une ligne incisée à laquelle s'accroche le décor de la panse. Ce dernier se compose de motifs de panneaux triangulaires formés de lignes incisées obliques, Fig. 52 (Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 327).

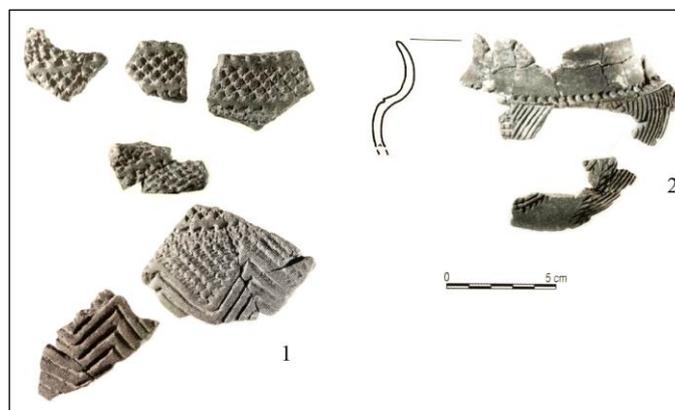


Fig. 52 - Planche synthétique de la céramique du Roessen de la moyenne vallée de la Moselle. **1.** Gobelet en provenance du site de Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson » daté du Roessen ancien ou moyen ; **2.** Gobelet à épaule marquée en provenance du site de Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson » daté du Roessen récent (d'après Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 325, Fig. 3, p. 329, Fig. 4).

### 2.2.1.1.3. Le groupe de Bischheim

La culture de Bischheim (Spatz, 1996) est représentée dans la région par un type d'ensemble décoré quasi exclusivement au pointillé-sillonné au poinçon pointu. On peut citer le vase décoré en provenance du site de Cuvry « Rcade sud de Metz » dont le motif d'épaule

est constitué de quatre lignes pointillées-sillonnées au poinçon pointu soulignées d'impressions « en graine de céréale ». Ce vase est tout à fait comparable à celui en provenance de Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson ». Sur ce dernier site, les formes reconstituables de la céramique fine ne comprennent que des gobelets à panse globuleuse et col concave. Les individus ornés sont tous décorés à l'aide d'un poinçon simple à bout pointu utilisé, soit selon la technique du pointillé-sillonné, soit en impression simple, en « graine de céréale » ou en impression en épis (Fig. 53).

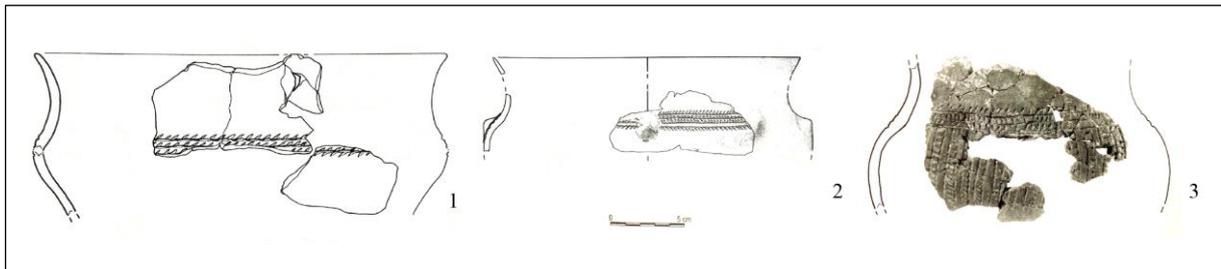


Fig. 53 - Planche synthétique de la céramique du groupe de Bischheim de la moyenne vallée de la Moselle. **1.** Vase en provenance du site de Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson » ; **2.** Vase en provenance du site de Cuvry « Rociade sud de Metz » ; **3.** Gobelet en provenance du site de Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson » (d'après Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 333, Fig. 6).

### 2.2.1.2 Le Luxembourg

Les données disponibles pour le Néolithique moyen du territoire luxembourgeois sont constituées principalement de petites séries et de vestiges isolés en provenance des sites huit sites : Remerschen « Wintrange », Diekirch « Dechensgaart », Bourglinster « Staekaulen », Lintgen « Buurgbiere », l'abri-sous-roche de Christnach « Immendelt » et la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007). Cette dernière fait partie du corpus de sites abordés dans le cadre de ce travail.

#### 2.2.1.2.1. Le Grossgartach moyen et récent

Dans le territoire du Luxembourg actuel, la culture de Grossgartach reste encore mal connue. Elle est attestée sur le site de Lintgen « Buurgbiere », où plusieurs tessons appartenant à au moins un vase décoré de type gobelet caréné, caractéristique de cette culture, ont été mis au jour. La forme et le décor évoquent les phases moyenne à récente définies par H. Spatz (1996) ; voir 2.2.1.1., Fig. 50.

#### **2.2.1.2.2. Le Roessen ancien, moyen et récent**

Le Roessen est attesté sur quatre sites. Le site de Remerschen « Wintrange » a livré un tesson dont le décor évoque le Roessen I ou II de J. Lichardus (1976), qui équivaut au Roessen ancien à récent de H. Spatz (1996) ; voir 2.2.1.1., Fig. 50. Ensuite, le Roessen II de J. Lichardus (1976), qui équivaut au Roessen moyen à récent de H. Spatz (1996), est représenté sur les sites de Bourglinster « Staekaulen », qui a livré une quinzaine de tessons, et le site de Diekirch « Dechensgaart », où une soixantaine de tessons ont été mis au jour. Le décor de ces tessons se caractérise par la présence de bandes anguleuses au pointillé-sillonné et incisées.

Enfin, le site de Waldbillig « Karelslé » a livré plus de 7500 tessons appartenant à au moins 44 individus (dont 21 décorés), distribués dans sept catégories de formes principales, à savoir, des gobelets, des écuelles, des vases à épaulement, des bols, des bouteilles, des vases à panse sphérique et des vases à fond plat. Sur le plan stylistique, on note la présence dans le décor principal de la panse, de bandes anguleuses, l'utilisation de frises de losanges, des motifs grillagés, d'échelles et de triangles suspendus à remplissage, entre autres (Fig. 54). Aussi bien les formes que les décors permettent de rattacher ce corpus céramique à un stade évolué du Roessen II de J. Lichardus (1976), ce qui correspond au Roessen récent de H. Spatz (1996) ; voir 2.2.1.1., Fig. 50. Parmi le corpus céramique du site de Waldbillig « Karelslé », il est également à signaler la présence d'anses à ensellement médian et d'anses en languette à perforation verticale sur des panses en forme de S (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 308-309).

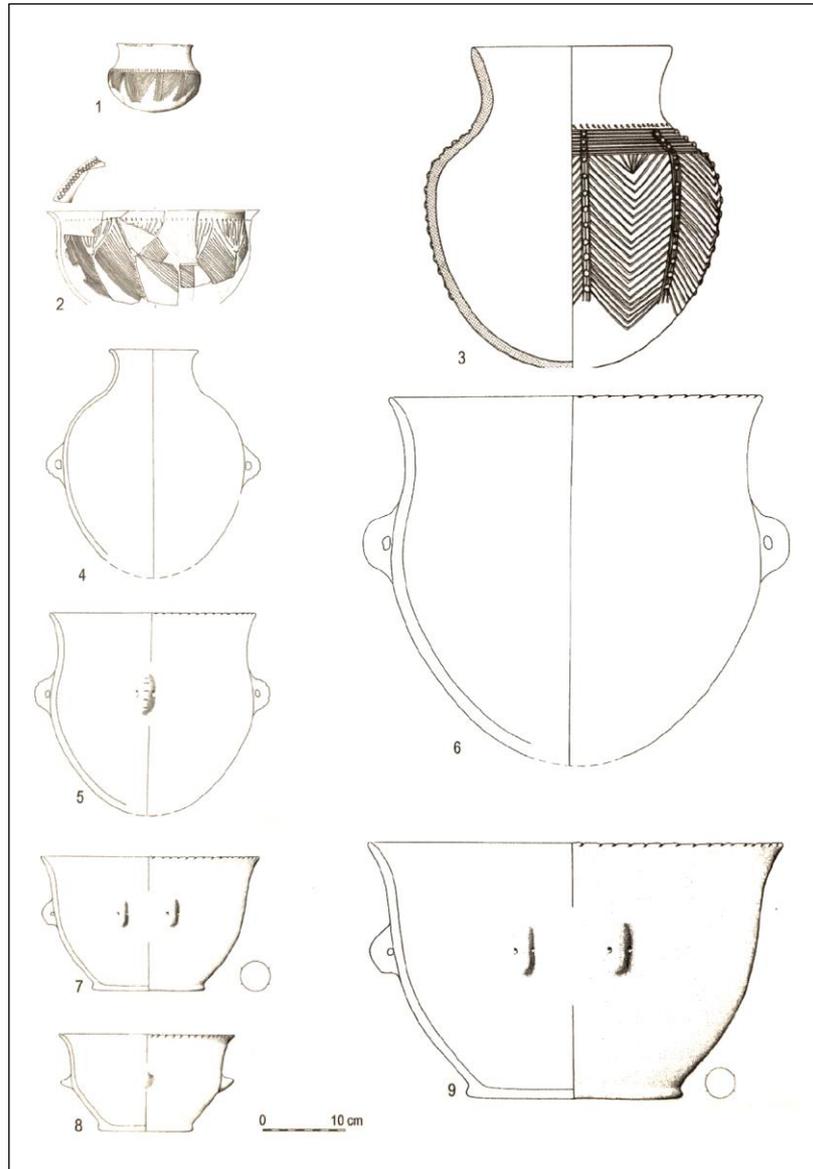


Fig. 54 - Planche synthétique de la céramique du Roessen en provenance du site de Waldbillig « Karelsé ». **1.** Gobelet décoré ; **2.** Écuelle décorée ; **3.** Vase à épaulement décoré ; **4.** Bouteille ; **5.** Vase à panse sphérique ; **6.** Grand vase à provision à fond rond ; **7.** Vase à fond plat ; **8.** Bol ; **9.** Grand vase à provision à fond plat (d'après Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 306, Fig. 5).

Concernant l'approvisionnement des matériaux siliceux, la fouille du site de Waldbillig « Karelsé » a livré quelques silex attribuables au tertiaire champenois. Sur ce site, on remarque une utilisation préférentielle de silex rhéno-mosan, le matériel de mouture étant, quant à lui, élaboré principalement en grès bigarré du Buntsandstein (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 304 ; Valotteau *et al.*, 2016, p. 95).

### 2.2.1.2.3. Le groupe de Bischheim

La culture de Bischheim (Spatz, 1996) est attestée sur le site de Christnach « Immendelt » ayant livré un tesson décoré de motifs triangulaires au pointillé-sillonné élaborés avec un poinçon pointu, caractéristiques du Roessen III de J. Lichardus (1976).

### 2.2.2. Des installations dispersées

En Lorraine, 26 sites attribuables au Néolithique moyen (terminologie rhénane) ont été mis au jour entre 1990 et 2003. Aujourd’hui, 54 habitats sont datés de cette période par le mobilier ou le radiocarbone (Tabl. 9).

Tabl. 9 - Nombre de sites datés du Néolithique moyen dans la moyenne vallée de la Moselle détaillés par culture (V. Blouet, communication personnelle, 2022).

Culture	Nombre d’habitats
Hinkelstein ou Grossgartach ancien	1
Grossgartach moyen / récent	6
Roessen	22
Bischheim	8
Non précisé	17

La plupart des sites sont situés sur la moyenne Moselle française, entre Apach au nord et Pont-à-Mousson au sud (Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 320). Le modèle d’implantation des habitats du Néolithique moyen mis en évidence en Alsace se caractérise par l’occupation des placages de loess ou de limons de débordements fluviaux. Contrairement au Néolithique ancien, les sites de cette période ne se cantonnent plus aux rebords de terrasses ou des cours d’eau secondaires, mais occupent également certains sites d’interfluve, c’est le modèle dit des « nœuds de filet » (Denaire, 2009, p. 246). Ce type d’occupation du territoire est également observé en Lorraine, où l’aire de peuplement s’est étendue de façon significative avec de nouvelles implantations dans des unités géomorphologiques délaissées à la période antérieure (Blouet, 2006, p. 32). Ainsi, on peut citer le site de Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont », Moselle (Brunet *et al.*, 2006), situé à proximité immédiate de la Moselle, sur des limons de débordement, ou encore le site de Marly « sur le Chemin de Grosyeux » (Moselle), implanté en zone d’interfluve entre la Moselle et la Seille, sur la moyenne terrasse de la Moselle (Maire, Asselin, Bonnaire, Lemoine *et al.*, 2012, p. 103).

Les données disponibles pour le Néolithique moyen du territoire luxembourgeois sont constituées principalement de petites séries et de vestiges isolés en provenance de quatre sites de plein air, dont deux situés en fond de vallée (Remerschen « Wintrange » et Diekirch « Dechensgaart ») et deux implantés sur plateau gréseux (Bourglinster « Staekaulen » et

Lintgen « Buurgbiereg ») ainsi que de deux sites naturellement protégés, à savoir l’abri-sous-roche de Christnach « Immendelt » et la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007). Par rapport au Néolithique ancien, l’occupation du paysage au cours du Néolithique moyen se diversifie en étendant les zones d’implantation des occupations aux reliefs de hauteur jusqu’aux zones sablonneuses (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 301).

### **2.2.3. Une faible durée des occupations**

Contrairement aux habitats rubanés qui présentent fréquemment plusieurs phases d’occupation et comprennent un grand nombre de structures excavées, les installations du Néolithique moyen ne présentent, pour chaque site, que quelques structures en creux disséminées sur des surfaces assez vastes (de 0,5 ha à 1 ha). Relevant d’une durée d’occupation brève, ces structures correspondent le plus souvent à une, ou plus rarement, à deux phases d’occupation. Il s’agit de très grandes fosses à prélèvement de matériau ainsi que de quelques silos implantés à plusieurs dizaines de mètres des bâtiments. Cet éloignement du centre des activités domestiques expliquerait la faible quantité de mobilier détritique mis au jour dans ces structures. En outre, les bâtiments ne présentent pas de fosse latérale et la cadence des poteaux porteurs est beaucoup plus espacée que celles des constructions rubanées (Blouet, 2006). Ces caractéristiques, qui résultent vraisemblablement de la faible durée des occupations, rendent la détection des sites de cette période beaucoup plus difficile que pour le Néolithique ancien (Blouet *et al.*, 2013a, p. 141).

À ce jour, en Lorraine, seuls les plans incomplets de trois bâtiments trapézoïdaux à tierces sont connus sur les sites de Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » (Brunet *et al.*, 2006, soumis) et de Frouard « Saule Gaillard », Meurthe-et-Moselle (Baccega *et al.*, 1987 ; Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 319-320). Le bâtiment trapézoïdal découvert à Frouard, composé de trois rangées de poteaux et daté par radiocarbone du Néolithique moyen, est assez proche de ceux de Saint-Julien-lès-Metz. Par ailleurs, sur le site de Marly « sur le Chemin de Grosyeux » a été mis au jour un bâtiment rectangulaire à tierces incomplet daté par radiocarbone du Néolithique moyen et ne présentant pas de similitude avec les plans de Saint-Julien-lès-Metz (Maire, Asselin, Bonnaire, Lemoine *et al.*, 2012). De même, sur les sites de Frouard « Penotte » (Meurthe-et-Moselle) et Florémont « Bois de Barangéa » (Vosges) ont été mis au jour des plans de bâtiments à tierces incomplets attribués probablement au Néolithique moyen. Enfin, sur le site de Contz-les-Bains « Wampersbongert », une grande

maison datée de la culture Roessen a été fouillée en 2020 (V. Blouet, communication personnelle, 2022).

La fouille de la grotte-diaclase de Waldbillig « Kareslé » au Luxembourg a été l'occasion d'apporter quelques précisions sur l'exploitation de nouvelles niches écologiques pour la pratique d'activités domestiques.

## 2.3. Le Néolithique récent (environ 4300-3500 av. n. è.) : un horizon encore mal connu

### 2.3.1. Caractéristiques culturelles

À l’instar du Néolithique moyen, le Néolithique récent se caractérise par une succession de cultures et de groupes définis d’après leurs productions céramiques. En raison du faible nombre de sites connus en Lorraine et d’un corpus céramique assez restreint, la chronologie fine de ces périodes n’est pas encore établie pour la région. Pour l’instant, les archéologues lorrains s’appuient sur les ouvrages de référence qui concernent le sud-ouest de l’Allemagne (voir 2.2.1.1., Fig. 50).

#### 2.3.1.1 Le Néolithique récent I : Le groupe d’Entzheim/Menneville

Dans l’attente de nouvelles données, l’existence d’une première étape du Néolithique récent, au moins contemporaine de l’horizon Entzheim ancien/Borsch/Bruebach-Oberbergen, voire plus récente puisque les plats à pain ne semblent apparaître qu’à la phase récente du groupe d’Entzheim, peut être envisagée pour le bassin de la moyenne Moselle française. Cette hypothèse est confortée par la présence, en Lorraine, d’un type d’ensemble au « décor réduit » réalisé à la spatule et associé à des pastilles appliquées ou cloutées comme pour le site d’Aigny « Lotissement Aigny 2000 », Moselle (Ganard, 1999) ainsi que par la présence de plats à pain en provenance du site de Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont ». Un mobilier comparable a été mis au jour sur le site de Falck « La Petite Saule » (Moselle), ayant livré un grand vase à col comportant un décor couvrant de damiers et triangles réalisés avec la technique du pointillé-sillonné, et sur le site de Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 32 » (Moselle), ayant livré une grande bouteille à anses présentant un décor incisé semblable au précédent, avec des lignes incisées pendantes accrochées à la dernière rangée de la frise, Fig. 55 (Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 338).

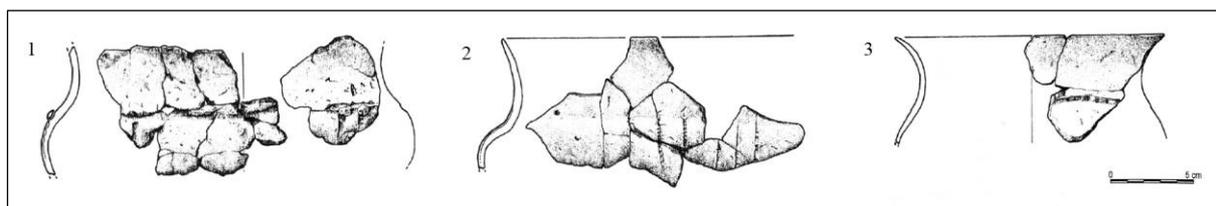


Fig. 55 - Planche synthétique de la céramique du groupe d’Entzheim/Menneville au « décor réduit » en Lorraine. **1, 2 et 3** : Gobelets à panse galbée, à col concave et à épaule plus ou moins marquée en provenance du site d’Aigny « Lotissement Aigny 2000 » (d’après Blouet, Bour *et al.*, 2007, p. 334, Fig. 7).

### 2.3.1.2 Le Néolithique récent II : La culture de Michelsberg

La céramique attribuée à cette culture voit apparaître de nouvelles formes variées, notamment des vases tulipiformes à haut col marqué, avec en général, des teintes rougeâtres et des fonds plats. Par ailleurs, les organes de préhension sont rares et les décors sont absents. En Lorraine, la nécropole d'Arnaville « Rudemont » (Meurthe-et-Moselle) a livré des vases à fond plat (pichets, cruches, gobelets), des vases à fond arrondi (bassin, marmite), des bouteilles à corps ovoïdes, des vases tulipiformes et un fragment de plat à pain (Fig. 56). Le dégraissant, en calcaire coquillier, est toujours visible et la pâte est bien lissée (Blouet et Guillaume, 1984, p. 126 ; Guillaume *et al.*, 1992, p. 70).

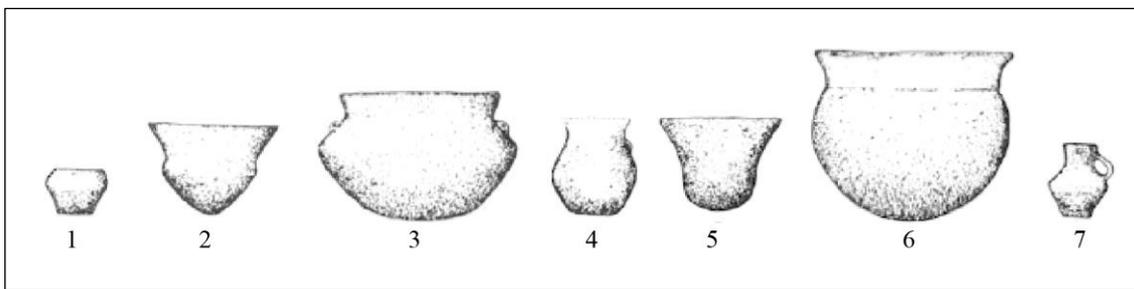


Fig. 56 - Planche synthétique de la céramique du Michelsberg en provenance de la grotte sépulcrale d'Arnaville « Rudemont ». 1. Gobelet à bord rentrant ; 2. Vase tulipiforme ; 3. Bassin à carène à deux boutons perforés ; 4. Pichet à bouton perforé ; 5. Vase tulipiforme ; 6. Marmite à bord éversé ; 7. Cruche à anse (d'après Blouet et Guillaume, 1984, p. 126, Fig. 2).

Concernant l'industrie lithique, les fragments de meules attestent de la disponibilité d'outils pour la préparation des farines (Ramminger, 2010 *in* Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 75). Les outils en silex sont de dimensions plus importantes que ceux du Néolithique ancien et moyen, la matière première étant obtenue à partir de mines de silex avec des puits et des galeries à au moins dix mètres de profondeur (De Grooth *et al.*, 2011).

En ce qui concerne les pratiques funéraires du Michelsberg, la grotte sépulcrale d'Arnaville « Rudemont » compte plus d'une trentaine de sépultures (V. Blouet, communication personnelle, 2022) disposées sur cinq niveaux. On peut citer notamment deux coffres couverts par de grands blocs jetés intentionnellement, une dizaine de sépultures d'enfants, fœtus et nouveau-nés associés à des chiens, cinq sépultures en coffre, cinq sépultures de structures funéraires variées (crémation incomplète, sépulture à même l'éboulis et coffre) ainsi qu'une sépulture d'un homme adulte doté d'un riche mobilier dont une carcasse entière de cerf (Thévenin, 1983, p. 397-398). En Alsace, le site d'Achenheim « Strasse 2 » (Bas-Rhin) se distingue par la présence d'un petit ensemble funéraire constitué de quatre tombes localisées à l'écart de l'habitat daté du Michelsberg ancien. Les

inhumations, datées par radiocarbone de cette même période, sont constituées de corps allongés dans des creusements oblongs et sont orientées au nord-ouest (Lefranc et Chenal, 2018, p. 19). Pour sa part, le site exceptionnel de Gougenheim « Gingsheimerfeld » (Bas-Rhin) a livré 30 fosses circulaires contenant 46 individus (hommes et femmes, matures et immatures) dont 13 individus ont été déposés en position conventionnelle et 27 individus ont été déposés en position non conventionnelle. Sur ce site, l'hypothèse du sacrifice a été privilégiée (Beau *et al.*, 2017, p. 3-4).

### **2.3.2. Les origines du Michelsberg**

La question de l'origine de la culture de Michelsberg a suscité une abondante littérature articulée autour de quatre hypothèses principales. Premièrement, pour J. Lüning (1968), le berceau de la culture de Michelsberg se situe en Rhénanie où il prend la suite du groupe de Bischheim. Deuxièmement, J. Lichardus (1976) considère le Michelsberg comme le résultat d'une synthèse entre le Roessen tardif ou ses dérivés et la culture nordique des Gobelets à col en entonnoir ou *Trichterbecherkultur* en allemand (TBK ou TRBK). Troisièmement, W. Schier (1993) avance l'hypothèse d'une origine polycentrique impliquant simultanément le nord-est du Bassin parisien, le sud de la Belgique et la Rhénanie. Sans remettre en cause le rôle du substrat Bischheim, il évoque la possibilité d'une contribution du groupe de Noyen et de la culture de Cerny à la genèse du Michelsberg. Enfin, l'ancienne idée d'une origine occidentale proposée par I. Scollar (1959) a été mise à l'honneur par Ch. Jeunesse (1998). Étant donné que pour ce dernier il n'est plus question de faire dériver le Michelsberg du Chasséen, il définit un horizon Michelsberg 0 conçu comme une phase de gestation dans le Bassin parisien qui regroupe le Chasséen ancien, un faciès occidental du groupe de Bischheim et l'étape préliminaire du groupe de Noyen ancien. De son côté, bien que soucieux de préserver l'idée d'antériorité du Michelsberg rhéan, J. Dubouloz (1998) reconnaît qu'il existe du Michelsberg dans le Bassin parisien probablement aussi tôt que dans le Rhin moyen, au vu des affinités entre le Michelsberg ancien de l'Aisne et le MK I de J. Lüning (1968), et suggère ainsi que le Bassin parisien apparaîtrait comme l'un des foyers de la culture de Michelsberg (Jeunesse *et al.*, 2004, p. 5-7 ; Jeunesse, 2007).

Récemment, les analyses génétiques menées sur le site exceptionnel de Gougenheim « Gingsheimerfeld » (Bas-Rhin), qui regroupe le plus important échantillon de restes humains associés à la culture de Michelsberg (46 individus), viennent conforter cette hypothèse. En effet, les résultats ont permis de mettre en évidence une rupture génétique majeure liée à l'émergence du Michelsberg dans la région. Cette discontinuité génétique semble être en

relation avec de nouvelles affinités avec les agriculteurs du Bassin parisien, corrélées à un héritage notable de chasseurs-cueilleurs. Toutes les preuves rassemblées soutiennent, d'une part, l'origine occidentale des groupes du Michelsberg, dont la diffusion serait directement liée à la migration de groupes humains et, d'autre part, l'implication potentielle de cette migration dans la progression d'un ancien héritage des chasseurs-cueilleurs du Bassin parisien vers l'Alsace et l'Allemagne de l'Ouest au début de la fin du Néolithique (Beau *et al.*, 2017). Néanmoins, ces résultats sont à prendre avec prudence si l'on tient compte de la rareté des sépultures mésolithiques en Europe, de l'ordre de 1 600, un chiffre très faible par rapport à l'étendue de la période (Ghesquière, 2018). Cet aspect limite la mise en évidence d'haplogroupes dits « mésolithiques » (en plus de l'haplogroupe U), ce qui risque de les rendre non représentatifs par rapport aux haplogroupes définis pour les populations agropastorales. En effet, les données sont encore rares et l'origine exacte de l'ascendance autochtone au Néolithique en Europe n'est pas encore complètement établie (Beau *et al.*, 2017, p. 7, 10).

### 2.3.3. *Quelques sites connus*

En Lorraine, le Néolithique récent (terminologie rhénane) ou Néolithique moyen II (terminologie française) est encore relativement mal documenté.

Le Néolithique récent I est représenté sur les sites de Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont », Falck « La Petite Saule » et Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 32 ».

La découverte en 1978 de la grotte sépulcrale d'Arnaville « Rudemont », qui a fourni une série d'une dizaine de vases, a permis de définir le Michelsberg lorrain et d'y replacer quelques habitats de hauteur. Ces derniers, situés soit sur les collines et buttes-témoins (p. ex. Waly « Côte de Waly », Meuse ; Gugney « La Montagne », Meurthe-et-Moselle), soit au confluent de deux rivières importantes (p. ex. Longuyon « la Haie aux Murs », Meurthe-et-Moselle ; Arnaville « Rudemont », Moselle ; Morville-lès-Vic, Moselle), n'ont pas été fouillés, mais les découvertes lithiques de surface y attestent la présence de cette culture (Blouet et Guillaume, 1984, p. 125 ; Guillaume *et al.*, 1992, p. 67).

Outre la grotte sépulcrale du Rudemont à Arnaville et la grande armature subtriangulaire mise au jour dans la nécropole de Sexey-aux-Forges « Bois l'Abbé », Meurthe-et-Moselle (Margarit *et al.*, 2007, p. 555), douze sites attribuables à la culture de Michelsberg ont été fouillés sur la moyenne Moselle. On compte également une dizaine d'habitats n'ayant livré qu'une seule structure excavée. Parmi ces dernières, on peut évoquer l'occupation mise au jour à Metz « ZAC Sansonnet », Moselle (Klag *et al.*, 2016). Bien que le

mobilier soit peu abondant sur ce site, il n'est pas moins dénué d'intérêt tant les ensembles de référence sont rares en Lorraine. On citera notamment, dans le comblement d'une fosse Bronze final (st. 2039), la trouvaille exceptionnelle d'une statuette féminine complète en argile cuite, pouvant être rattachée au Néolithique récent. En effet, il s'agit du seul exemplaire découvert en Lorraine pour cette période. Par sa facture très plate, elle renvoie aux figurines féminines du Néolithique moyen dont plusieurs ont été mises au jour dans le Bassin parisien et le Nord de la France (cultures chasséenne et de Michelsberg). Par ailleurs, c'est avec la statuette mise au jour dans le fossé d'enceinte du site de Maizy-sur-Aisne (Picardie), daté du Michelsberg ancien, qu'elle présente l'analogie stylistique la plus prégnante (Klag *et al.*, 2016).

Dans la vallée de la Meuse, des installations du Michelsberg ont été mises au jour sur le site de Verdun « Miribel », Meuse (Vermard *et al.*, 2016). Avec ce site, ceux de Mairy « Hautes Chanvières », Ardennes (Marolle, 1989) et Bures « Les Grands Champs » dans le bassin de la Saulx en Meurthe-et-Moselle (Jeandemange *et al.*, 2017), assurent la transition entre le Michelsberg du Bassin parisien et les sites rhénans de cette culture. La présence d'une grande jatte à profil segmenté dans la sépulture 2 d'Arnaville « Rudemont » permettait d'envisager des relations entre le bassin de la Moselle et le Chasséen septentrional, à l'instar de ce qui est constaté pour le Michelsberg du Bassin parisien et le groupe de Noyen. La statuette découverte dans la fosse st. 2039 à Metz « ZAC Sansonnet », qui trouve ses meilleures comparaisons dans le Chasséen septentrional, le groupe de Noyen et le Michelsberg du Bassin parisien, vient conforter cette hypothèse (Klag *et al.*, 2016, p. 365-366).

#### **2.3.4. Une raréfaction de l'habitat**

Bien que l'aire occupée au Néolithique récent et au Néolithique moyen soit comparable (environ 700 km<sup>2</sup>), le nombre d'habitats du Néolithique récent identifiés est plus faible que pour la période précédente, à savoir 34 habitats (Tabl. 10).

Tabl. 10 - Nombre de sites datés du Néolithique récent dans la moyenne vallée de la Moselle détaillés par culture (V. Blouet, communication personnelle, 2022).

<b>Culture</b>	<b>Nombre d'habitats</b>
Entzheim/Menneville	8
Michelsberg	26

À partir de cette période, on constate une raréfaction de l'habitat, représenté principalement par des structures isolées. Toutefois, cette baisse de densité des habitats n'est

pas confirmée par les données palynologiques, qui bien au contraire, attestent d'une évolution des traces d'anthropisation, évoquant une densité de population quasi constante voire en légère augmentation (Ruffaldi, 2007, p. 250 ; Blouet, 2006, p. 32).

Selon une première hypothèse, la diminution du nombre d'habitats détectés résulterait probablement de la poursuite du mouvement de dissémination amorcé au Néolithique moyen. En effet, un élargissement des territoires occupés entraîne une baisse mécanique du nombre de sites au kilomètre carré. Selon une autre hypothèse, qui n'est pas contradictoire, les traces au sol (structures en creux) de constructions plus petites, plus légères et moins fondées deviendraient pratiquement inexistantes face à une érosion même légère (Blouet, 2006, p. 32). Ces aspects témoigneraient d'une organisation résidentielle différente de celle connue pour la période comprise entre le Rubané et le Roessen, caractérisée par la construction de maisons longues et qui aurait été progressivement abandonnée par la culture de Bischheim (Lüning, 1981 ; Schlichtherle, 1988 ; Herrmann et Jockenhövel, 1990 ; Schier, 1993 ; Arora, 2015 *in* Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 75). En effet, à l'exception de trois maisons longues Bischheim mises au jour dans l'aire du Rhin inférieur, dont deux typiquement trapézoïdales à l'instar des bâtiments Roessen (Arora, 2002 *in* Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 75), de petites maisons en rangées sont connues pour cette période (Biel, 1984 ; Schlichtherle, 1988 ; Rademacher, 1991 ; Knoche, 2008 ; Seidel, 2012 *in* Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 75).

À l'heure actuelle, quelques petits bâtiments semi-enterrés datés du Michelsberg ont été fouillés (de Grooth, 1991 ; Höhn, 2002 ; Zeeb-Lanz, 2002 ; Bergmann, 2008 ; Knoche, 2008 *in* Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 75). Il est à noter que l'interprétation du site exceptionnel de Mairy « Hautes Chanvières » (Ardennes) en tant que site d'habitat a été remise en question, d'une part, à cause du caractère non détritique des rejets présents dans les fosses-silos et, d'autre part, à cause des dimensions impressionnantes des constructions, dont la plus grande mesure 60 m de longueur pour 13 m de largeur, la portée entre poteaux faîtiers pouvant dépasser 15 m. En effet, ces dimensions ont été jugées incompatibles avec la couverture des constructions et donc de leur utilisation en tant que bâtiments d'habitation. Une interprétation comme aire cultuelle à ciel ouvert a alors été avancée. Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel des recherches, rien ne prouve à Mairy une occupation de type domestique ou villageoise, mais rien ne permet de l'exclure (Laurelut, 2011).



### **Chapitre 3 - Interactions Homme-milieu. Les populations néolithiques et l'exploitation des ressources végétales et animales**

Les interactions entre les sociétés humaines et leurs milieux sont, depuis plusieurs années, au cœur des problématiques archéologiques. Depuis la préhistoire, l'évolution des écosystèmes et des paysages est due non seulement aux fluctuations climatiques, mais aussi à la transformation des milieux par l'action de l'Homme, autrement dit, par l'anthropisation.

Durant le Néolithique, la relation entre l'Homme et son milieu connaît des bouleversements : on assiste aux premiers déboisements alors que la domestication des animaux et des plantes constitue les premières manipulations du vivant. Ces transformations environnementales vont affecter les humains eux-mêmes, avec un mode de vie de plus en plus sédentaire et une alimentation transformée.

Ce chapitre décrit le paysage végétal dans lequel ont évolué et avec lequel ont interagi les populations néolithiques d'Europe centrale, foyer de la culture Rubané, et celles de notre zone d'étude. Il aborde l'état actuel de la recherche sur l'évolution de l'exploitation des ressources végétales (cortège de plantes cultivées et cueillies, pratiques agricoles) ainsi que des ressources animales du Néolithique ancien au Néolithique récent. Enfin, ce chapitre est l'occasion de faire un point sur les hypothèses autour de la constitution du régime alimentaire des populations agropastorales néolithiques.



### 3.1. Le paysage végétal

Pour les populations agropastorales, le milieu forestier était la source d’approvisionnement en bois, herbes et fruits, entre autres. Compte tenu du potentiel écologique des paysages colonisés par les populations agropastorales, l’ouverture du couvert forestier et la quantité d’autre végétation qui en résulte sont des facteurs importants qui font toujours l’objet de discussions (Kreuz, 1995, 2008 ; Kreuz *et al.*, 2020).

Il est à noter que plusieurs signes d’anthropisation peuvent être interprétés à partir des diagrammes polliniques. L’ouverture du couvert forestier est l’un des premiers impacts anthropiques et elle est indiquée par les modifications des valeurs des pollens arboréens. Une ouverture du milieu sera en effet révélée par un recul rapide des valeurs de pollens de certains arbres comme le chêne (*Quercus* sp.), le tilleul (*Tilia* sp.) et l’orme (*Ulmus* sp.). Elle sera attestée également par la hausse des pollens de certains arbustes pionniers tels que le bouleau (*Betula* sp.) et le saule (*Salix* sp.), voire d’arbustes héliophiles favorisés par la lumière tels que le noisetier (*Corylus avellana*). Cette ouverture va s’accompagner d’une augmentation des céréales (Cerealia type) ainsi que d’une augmentation et d’une diversification des plantes herbacées héliophiles. En effet, pour que ces indices soient le signe d’actions anthropiques, ils doivent être accompagnés de l’apparition d’un cortège pollinique caractéristique des pratiques agropastorales regroupant aussi bien des plantes apophytes que des plantes anthropochores. Les premières sont des plantes indigènes capables de s’établir dans les milieux modifiés par l’Homme. Dans ce groupe on compte les plantes rudérales (p. ex. le plantain lancéolé *Plantago lanceolata*, le plantain à larges feuilles/moyen *Plantago major/media*, la renouée des oiseaux *Polygonum aviculare*, les armoises *Artemisia* sp., les oseilles *Rumex* sp., la famille des chénopodiacées Chenopodiaceae et des urticacées Urticaceae). Les anthropochores, quant à elles, sont des plantes introduites par l’Homme. Parmi ce groupe on compte notamment les mauvaises herbes des cultures (p. ex. la centaurée bleuet *Centaurea cyanus* et la spargoute des champs *Spergula arvensis*). La recherche de ces marqueurs polliniques appelés indices polliniques d’anthropisation (IPA) est communément employée afin d’apprécier le développement des activités agropastorales de l’Homme et de leur impact sur le milieu (Ruffaldi, 1999, p. 265, 268, 2007, p. 239).

#### Le couvert végétal au cours du Néolithique en Europe centrale

Dans la plaine de Pannonie en Hongrie, la steppe boisée plus ou moins ouverte semble être le couvert végétal le plus probable dans les zones à forte végétation steppique

aujourd'hui. D'après les données palynologiques, le chêne, l'orme, le tilleul et le noisetier, étaient répandus dans les bois de la plaine hongroise. Ils étaient accompagnés, à des altitudes plus élevées, par le hêtre (*Fagus sylvatica*) et le charme (*Carpinus betulus*). À l'est du lac de Neusiedl (Autriche), une forêt peu ouverte caractérisait la végétation naturelle pour la période Atlantique. En Transdanubie, la séquence pollinique de Keszthely-Úsztatómajor, près du lac Balaton, a montré 80 % de pollen arboricole dont le chêne, l'orme, le tilleul et le hêtre, accompagné de pollen de céréales à partir du milieu du VI<sup>e</sup> millénaire av. n. è. Les sites datant de l'étape formative du Rubané (*formative LBK*) dans la région du lac Balaton étaient installés dans des paysages avec des sols et des climats moins avantageux que ceux de la plaine de Pannonie. Ces différences de milieux et de potentiels écologiques entre les régions pourraient avoir amené les populations installées autour du lac Balaton à développer une autre stratégie de subsistance (Kreuz *et al.*, 2020, p. 106-107).

A. Kreuz (2008) s'est intéressée à la question de la densité du couvert forestier en Europe centrale autour des sites rubanés. S'agissait-il de forêts fermées ou plutôt de zones boisées ouvertes ? D'après les données, il s'agissait vraisemblablement de zones boisées mixtes et ouvertes caractérisées par la présence de chêne, d'orme, de tilleul, de noisetier, de frêne, d'aulne (*Alnus* sp.), de bouleau et de lierre (*Hedera* sp.). Elles étaient composées d'arbres d'âges différents et présentaient régulièrement des clairières naturelles causées par les activités des animaux sauvages ainsi que d'autres facteurs écologiques (p. ex. la chute des arbres à cause du vent, de la foudre, du feu, des inondations, etc.). Par ailleurs, elles auraient été en partie défrichées par les agropasteurs rubanés pour la construction de leurs villages. On peut supposer que ces zones boisées entouraient les habitations et étaient considérablement ouvertes en raison des activités liées à la culture et à l'élevage. La présence d'herbivores sauvages, et plus tard, d'animaux domestiques ayant besoin de graminées comme fourrage permet à la chercheuse d'avancer l'hypothèse que les zones boisées ne pouvaient pas être complètement sombres, fermées et hostiles au Néolithique ancien. En outre, l'utilisation intensive des plaines inondables comme prairies ouvertes a été mise en évidence à partir des analyses palynologiques. L'observation des réserves naturelles a montré qu'il est possible de garder deux ou trois fois le nombre de bovins sur les prairies humides par rapport aux zones boisées. Par conséquent, les plaines inondables ont été de grande importance comme zone de pâturage au cours du Néolithique ancien (Kreuz, 2008).

Plus tard, au Néolithique récent, les zones boisées présentes dans l'aire de répartition des sites de basses terres de la culture de Michelsberg, à l'ouest de l'Europe centrale, n'étaient toujours pas constituées de charme, et le hêtre progressait vraisemblablement lentement dans

le sud de l'aire. Le déclin progressif de l'orme se produit de façon synchrone avec une augmentation des pourcentages de pollen de noisetier et de chêne ainsi que des indicateurs d'activités anthropiques. La présence de pollen de céréales (*Cerealia* type) et de conifères (*Picea* sp. et *Abies* sp.) peut être interprétée comme la preuve d'une ouverture des zones boisées probablement par brûlis, autrement dit, de la création de clairières par l'Homme. Par ailleurs, du pollen de plantain lancéolé y est attesté. La présence de cette plante peut être considérée comme un indicateur des activités de pâturage. Un autre indicateur des pâturages boisés est la présence de fougères (*Pteridium* sp.), une plante herbacée des pâturages qui est évitée par les animaux et dont la croissance est encouragée par le brûlage. Enfin, un autre indice de l'ouverture des paysages est l'augmentation, au sein du cortège de plantes cueillies, de la fréquence du pommier (*Malus sylvestris*) sous forme de macrorestes végétaux, entre le Néolithique ancien et le Néolithique récent. Cela pourrait s'expliquer par une augmentation des zones boisées ouvertes adaptées aux pommiers qui ont besoin de lumière pour pousser. En résumé, l'augmentation du pollen d'arbres et d'arbustes héliophiles, du plantain lancéolé ainsi que d'autre végétation telle que des fougères et des céréales, pourrait être liée à une augmentation significative de pâturages boisés. Ceci serait le résultat des feux agricoles afin de favoriser le sous-bois et donc l'approvisionnement en fourrage pour les animaux et le développement d'une végétation secondaire de ronces et d'arbustes riches en fruits comestibles tels que les framboises, les fraises et les pommes (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 91-92). La création de clairières est une étape clé dans l'anthropisation progressive du paysage (Borrello *et al.*, 2015, p. 54).

Quant au déclin de l'orme à cette période, étant donné que le phénomène a été constaté aussi dans des zones éloignées des sites néolithiques, il pourrait s'agir plutôt d'une coïncidence que d'une conséquence des activités anthropiques (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 91-92). Il est probable que le déboisement par les agropasteurs néolithiques ait favorisé l'expansion des populations de hêtre, dont les données palynologiques deviennent plus fréquentes à partir d'environ 4000 av. n. è., avec des pourcentages allant jusqu'à 2 % du couvert forestier (Nielsen *et al.*, 2012, p. 143).

#### La question du déclin de l'orme (*Ulmus* sp.)

La chute de cette essence a toujours intéressé les palynologues et a été largement débattue, car elle se situe systématiquement aux alentours de 4000 av. n. è., à l'ouest de l'Europe centrale et en Europe nord-occidentale (Ruffaldi, 2007, p. 235 ; Nielsen *et al.*, 2012, p. 143). L'orme montre souvent un lien avec l'utilisation précoce des terres agricoles, mais le

changement climatique, la détérioration des sols, voire une attaque pathogène sont également discutés comme causes possibles de son déclin (Nielsen *et al.*, 2012, p. 143). Cette dernière hypothèse propose une maladie de l'orme, certainement équivalente à la graphiose, qui aurait pu être favorisée à cause de l'exploitation de cet arbre par les populations néolithiques (Peglar et Birks, 1993 in Ruffaldi, 2007, p. 235).

Une étude menée au nord de l'Europe centrale suggère qu'entre 4700 et 4000 av. n. è., la réduction de l'orme est estimée entre 2 et 10 %, cette réduction étant plus importante dans les zones à sols argileux où il était plus abondant. Les données indiquent que les zones précédemment occupées par l'orme n'ont pas été entièrement converties en terrain ouvert dans les 500 ans suivant le déclin de cette essence. La présence de l'orme était généralement réduite de façon permanente et il semble que l'arbre ait été principalement remplacé par d'autres espèces d'arbres plutôt que par des terres agricoles. Ce déclin a touché partout une grande proportion d'ormes, mais là où il était plus fréquent régionalement avant le dépérissement, grâce aux conditions climatiques et édaphiques favorables, il a également été relativement plus fréquent après le déclin. Ce schéma s'explique probablement le mieux par une attaque pathogène jouant un rôle majeur dans le déclin, avec la réduction la plus importante là où l'espèce était la plus commune, favorisant ainsi les conditions de dispersion des pathogènes (Nielsen *et al.*, 2012, p. 143).

#### Que nous disent les données palynologiques de la moyenne vallée de la Moselle en Lorraine ?

En 1994, un PCR intitulé « Les débuts de l'agriculture en Lorraine » (Blouet, 1996) a été lancé afin d'établir, entre autres, un état du couvert végétal avant les premiers défrichements ainsi qu'un suivi de l'évolution de l'impact anthropique, notamment des premières pratiques agropastorales, sur le milieu naturel (Ruffaldi, 1999, 2007).

Les analyses palynologiques ont été menées dans les zones de basse altitude. Une quinzaine de sites, sélectionnés dans quatre unités géomorphologiques (la Côte de Moselle, le Plateau lorrain, la plaine alluviale et les Vosges gréseuses), ont livré des informations concernant la période Atlantique, comprise entre 7000 et 3750 av. n. è. environ (Ruffaldi, 2007, p. 220-221), soit la période qui nous concerne.

Pendant l'Atlantique ancien (environ 7000-6100 av. n. è.), la végétation boisée domine le territoire lorrain. La chênaie mixte composée de chêne, d'orme, de tilleul et de noisetier est le peuplement dominant. Le frêne (*Fraxinus* sp.) se développe à la fin de cette période. Le lierre et des arbustes tels que la viorne (*Viburnum* sp.), le sureau (*Sambucus* sp.) et la bourdaine (*Frangula alnus*) sont également abondants. La végétation herbacée est dominée

par les poacées et les cypéracées (Cyperaceae). La présence de certaines plantes héliophiles telles que le noisetier et le lierre laisse supposer que les zones boisées devaient être relativement claires. Pour sa part, le développement de l'aulne se fait en deux temps : tout d'abord, sur le Plateau lorrain et dans les Vosges gréseuses, où il démarre à la fin de l'Atlantique ancien pour atteindre son essor à l'Atlantique récent (environ 5000-3750 av. n. è.). Ensuite, dans la plaine alluviale et la Côte de Moselle, où il est plus tardif et il se développe réellement au Subboréal (environ 3750-850 av. n. è.). La chênaie mixte régresse progressivement pendant l'Atlantique récent, les premiers grains de pollen de hêtre apparaissent et on observe, dans les zones humides, l'installation de l'aulne. L'orme commence à décroître à cette période pour ne jamais retrouver des pourcentages équivalents. Le Subboréal est caractérisé par l'essor du hêtre (Ruffaldi, 2007, p. 228-235).

La recherche des indices polliniques d'anthropisation a permis de mettre en évidence, sur des sites étudiés dans les quatre unités géomorphologiques, une éventuelle phase d'anthropisation entre l'Atlantique moyen (6100-5000 av. n. è) et récent, marquée par la présence de pollens de céréales accompagnés de plantes rudérales (plantain lancéolé, plantain à larges feuilles/moyen, armoises, chénopodiacées, urticacées). Les premières traces d'anthropisation avérée sont relevées sur le site alluvial de Maizières-lès-Metz où une phase à céréales a été datée vers 5364-4723 av. n. è. en relation probable avec une fréquentation du site au Rubané récent (Blouet *et al.*, 2013b, p. 84). La date donnée ici a été calibrée avec le logiciel Calib Rev 8.1.0<sup>©</sup> qui utilise les données atmosphériques d'IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020). Sur certains sites, des extensions du noisetier ont été constatées après les phases à céréales, attestant la présence d'ouvertures du couvert forestier. Par ailleurs, sur certains sites, les pourcentages des différents feuillus présentent des chutes coïncidant avec les phases à céréales. Dans les zones de basse altitude de Lorraine, en réponse aux ouvertures, il a été observé une nette augmentation des valeurs des pins (*Pinus* sp.), ce phénomène pouvant être interprété soit par une meilleure perception de la pluie pollinique lointaine dans les zones ouvertes (essence à forte diffusion pollinique), soit comme des phénomènes de successions secondaires après ouverture (Ruffaldi, 1999, p. 268). Ces derniers font référence à la lente modification d'une communauté d'espèces déjà établie dans une région, qui se produit après une perturbation. Une seconde phase d'anthropisation datée en Lorraine du V<sup>e</sup> millénaire av. n. è., soit du Néolithique moyen, a été observée également dans le Jura, dans le Bassin parisien et en Suisse (Ruffaldi, 1999, p. 268). À l'Atlantique récent, la présence de cultures et les indices de rudéralisation de la végétation sont enregistrés de façon continue sur tous les sites analysés. Dans la vallée de la Moselle, les séquences analysées montrent des

courbes de céréales en nette augmentation pouvant dépasser parfois 5 %. Le peuplement est alors de densité plus forte et son impact sur le couvert forestier plus marqué (Ruffaldi, 2007, p. 250).

*Les données palynologiques de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé »*

En 2017, le programme de reprise d'études paléobotaniques à Waldbillig a consisté à l'exploitation et à la publication par L. Gaudin (2019) des analyses palynologiques inédites effectuées par J. Heim en 1998, tout en y intégrant les études anthracologiques réalisées par J.-M. Pernaud (2001). En 2019, une campagne de prélèvements palynologiques et sédimentaires a été entreprise par l'équipe sur la « coupe témoin », en parallèle d'anciens prélèvements réalisés par J. Heim, afin d'obtenir un diagramme pollinique complet et plus détaillé de la stratigraphie de la coupe témoin. Pour cette nouvelle étude, une série de 27 prélèvements a été réalisée sur environ 1,7 mètres de hauteur (Gaudin, 2021, p. 4).

Bien que des analyses palynologiques soient régulièrement tentées en contexte de grotte, la compréhension des dynamiques sédimentaires et des dépôts polliniques reste complexe. En effet, le dépôt pollinique à l'intérieur d'une grotte dépend de plusieurs facteurs difficilement pondérables : dépôt aérien, dépôt par ruissellement, apport par les activités humaines, voire apport par des animaux domestiques et sauvages. Par ailleurs, les sédiments à dominance minérale sont généralement peu favorables à la conservation pollinique. Très souvent, les compositions polliniques constatées sont peu diversifiées, pauvres et sujettes à d'importantes distorsions liées à des conservations différentielles (Gaudin, 2019, p. 22, 39-40). Il n'est donc pas étonnant que l'analyse la plus récente ait livré des résultats globalement assez pauvres en microrestes, avec des diversités allant de 17 à 39 taxons qui peuvent être considérées relativement « moyennes » par rapport à des contextes de conservation plus favorables tels que les milieux tourbeux (Gaudin, 2021, p. 15).

D'après les résultats obtenus, trois phases écologiques ont été définies : WAL 1 (absence de datation absolue), WAL 2 (Préboréal) et WAL 3 (Subatlantique). Ces résultats montrent un hiatus important entre les phases écologiques WAL 2 et WAL 3 qui empêche l'enregistrement de la transition vers le Boréal, l'Atlantique et le Subboréal. Toutefois, ce hiatus reste à confirmer, car il est possible que des US situées légèrement sur la gauche de la stratigraphie aient enregistré ces périodes (Gaudin, 2021, p. 25-29).

Il est important de noter que, d'après les données issues de l'étude réalisée par J. Heim en 1998, il semblerait que la couche 18 correspondant au Néolithique moyen n'est pas homogène du point de vue palynologique (Gaudin, 2019, p. 35, Fig. 2). Dans ce contexte, ces

données sont à prendre avec la plus grande prudence. Durant la période Atlantique récente, associée aux échantillons effectués dans la couche 18, les forts taux de pollens d'arbres, de l'ordre de 90 %, reflètent un paysage boisé dans les environs de la grotte. La végétation boisée correspond à la chênaie mixte caractéristique de l'optimum climatique de la période Atlantique, elle est composée de noisetier, de pin, de tilleul, d'orme, de chêne et de bouleau. La présence de pollens de noisetier (prédominants) et de bouleau, tous les deux considérés comme des arbres pionniers et des taxons de boisements clairs, pourrait caractériser des espaces en cours de reboisement. Ils ont vraisemblablement pu se développer à l'intérieur de la zone alluviale, mais aussi sur les coteaux et à proximité de l'entrée de la grotte pour le noisetier. Des pollens d'aulnes et de saule, essences caractéristiques de boisements hygrophiles, proviennent probablement de la zone alluviale de l'Ernz Noire.

Il faut noter que certains taxons, qui ne sont pas ou peu représentés par la palynologie, sont en revanche bien représentés par l'anthracologie (Pernaud, 2001). C'est le cas du chêne, du frêne, de l'érable (*Acer campestre*), du hêtre et de l'if (*Taxus baccata*), ce phénomène pouvant être expliqué soit par une distorsion liée à la diffusion, le dépôt et la conservation pollinique, soit par des choix particuliers liés à la collecte de bois. Enfin, les rares pollens de végétations herbacées, à savoir quelques pollens de céréales et de centaurées (*Centaurea* sp.), semblent attester l'existence de cultures. Malgré la présence ténue de ces pollens, des caryopses carbonisés de céréales dont la conservation est remarquable (voir Chapitre 10 -) ont été mis au jour dans le niveau du Néolithique moyen (couche 18). Il est donc probable que ces apports polliniques soient directement liés aux activités anthropiques. Les autres végétations herbacées sont représentées par quelques poacées et apiacées. Il faut également noter les taux importants de spores de certaines fougères (*Polypodium* sp. et *Dryopteris* sp.) d'ombre ou de demi-ombre et caractéristiques de milieux mésophiles voire humides (Gaudin, 2019, p. 37-38).

### 3.2. Les ressources alimentaires végétales

#### 3.2.1. Le long voyage des plantes : plantes apportées, plantes abandonnées et plantes adoptées

##### Un large éventail de plantes cultivées par les premières populations néolithiques en Europe sud-orientale

Tel qu'il a été évoqué précédemment (voir 2.1.1), la culture rubanée trouve ses origines dans la migration de groupes agropastoraux originaires du Proche-Orient arrivés en Hongrie, plus précisément dans la région du lac Balaton. Bien que l'on ne connaisse pas avec exactitude la manière dont les traditions agricoles ont atteint la Hongrie (Kreuz *et al.*, 2020, p. 108), il est communément accepté qu'après l'arrivée dans le nord de la Grèce (régions de Thessalie et Macédoine) des premières populations agropastorales en provenance de l'ouest de l'Anatolie, il aura fallu environ 500 ans avant que l'agriculture ne se répande dans les Balkans au nord de la mer Égée, à partir d'où aurait eu lieu une propagation rapide vers la plaine de Pannonie et le Danube (Shennan, 2018, p. 78). En effet, avant de se déplacer plus au nord le long des systèmes fluviaux des Balkans centraux (orientés nord-sud), les populations néolithiques devaient d'abord s'adapter aux conditions plus froides et plus humides des Balkans. Les datations radiocarbone montrent que cette période d'adaptation dans les régions circumégéennes coïncide avec la durée du *Rapid climate change* (RCC : 6550-6050 av. n. è. ; voir 1.4.2), puisque les populations se sont installées vers le nord immédiatement après la fin de cette période de changement climatique rapide (Krauß *et al.*, 2018, p. 37-39).

Les assemblages carpologiques mis au jour sur les sites implantés dans les aires littorales de Thessalie et de Macédoine montrent une similarité avec ceux en provenance d'Anatolie (Antolín *et al.*, 2020, p. 1), caractérisés par un large choix d'espèces (Zohary *et al.*, 2012), notamment des légumineuses comportant divers degrés de résistance à la sécheresse. À l'intérieur des Balkans, le facteur critique pour les cultures s'est progressivement déplacé des sécheresses estivales aux gelées hivernales et printanières, ces dernières pouvant être dévastatrices pour les cultures semées en automne (Ivanova *et al.*, 2018, p. 15).

Lors de la phase pionnière de progression à l'intérieur des Balkans, les variétés de plantes apportées étaient probablement mal adaptées aux conditions climatiques de cette région (Ivanova *et al.*, 2018, p. 15). Face à une telle situation, la stratégie la plus efficace pour minimiser les dégâts, hormis la culture des variétés améliorées, est la culture simultanée de nombreuses espèces, appelée complantation, afin d'assurer une plage large de dates de

floraison, de réduire les pertes liées aux aléas climatiques, d'assurer la stabilité et la continuité des systèmes agricoles, voire d'augmenter la production (Ivanova *et al.*, 2018, p. 15 ; De Vareilles *et al.*, 2022, p. 2). Les données carpologiques montrent ainsi un large spectre de plantes cultivées dans les régions des Balkans, où soit la sécheresse estivale soit les gelées tardives limitent la fiabilité de la récolte (Ivanova *et al.*, 2018, p. 15).

Ainsi, une dizaine de plantes étaient cultivées au Néolithique balkanique en Bulgarie, culture de Karanovo (Kreuz *et al.*, 2005, p. 243 ; Kreuz et Marinova, 2017, p. 646 ; Kreuz *et al.*, 2020, p. 108), à savoir :

- A. Quatre céréales : l'engrain (*Triticum monococcum*), l'amidonnier (*Triticum dicoccon*), le blé nu (*Triticum aestivum* l.s./*durum/turgidum*) et l'orge (*Hordeum distichon/vulgare*). Concernant cette dernière, il semblerait qu'il s'agit de la variété nue ;
- B. Cinq légumineuses : le pois (*Pisum sativum*), la lentille (*Lens culinaris*), la gesse cultivée/gesse pois-chiche (*Lathyrus sativus/cicera*), le pois chiche (*Cicer arietinum*) et l'ers (*Vicia ervilia*) ;
- C. Une plante oléagineuse/textile : le lin (*Linum usitatissimum*).

Bien que le "new" *glume wheat* ou nouveau blé vêtu (*Triticum timopheevii* type) ne soit pas considéré comme l'une des principales plantes cultivées, il est attesté sur un site de la culture de Karanovo (Kreuz *et al.*, 2005, p. 243).

Au Néolithique balkanique en Macédoine du Nord, sept plantes ont été attestées, à savoir l'engrain, dont l'engrain à deux grains (*Triticum monococcum*), l'amidonnier, l'orge nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), l'orge vêtue (*Hordeum vulgare* var. *vulgare*), la lentille, le pois et l'ers (Antolín *et al.*, 2020, p. 4, Tabl. 1). En Albanie, cet assemblage était complété par le blé nu et la gesse cultivée (De Vareilles *et al.*, 2022, p. 17).

Plus au nord, dans la région du Bas-Danube et la plaine de Pannonie, où les précipitations estivales maximales ont éliminé la sécheresse, la diversification s'est inversée. On remarque ainsi l'abandon de la culture de certaines légumineuses probablement parce que les conditions environnementales n'imposaient pas la nécessité de cultiver des espèces supplémentaires résistantes à la sécheresse (Ivanova *et al.*, 2018, p. 15, 18 ; De Vareilles *et al.*, 2022, p. 17). Pour ce qui est des sites de la culture Starčevo en Serbie, le cortège de plantes cultivées est constitué principalement de cinq plantes, dont l'amidonnier, l'engrain, l'orge, la lentille et le pois. Le blé nu, l'ers et le lin ont été mis au jour sur un seul site parmi les sept analysés (Filipović, 2014, p. 196, Tabl. 1a). Globalement, sur les sites du complexe Starčevo-Körös-Criș, l'ers et la gesse cultivée sont absents alors que, bien que présents, le blé

nu, l'orge, la lentille et le pois sont rares (De Vareilles *et al.*, 2022, p. 17). Le “*new*” *glume wheat*, quant à lui, est attesté sur certains sites de ce complexe culturel (De Vareilles *et al.*, 2022, p. 20-21).

Un appauvrissement du cortège de plantes cultivées par les populations rubanées d'Europe centrale et nord-occidentale

L'éventail de plantes cultivées par les populations rubanées en Hongrie était faible par rapport à celle de la culture de Karanovo en Bulgarie, elle montre plus d'affinités avec le cortège de plantes du complexe Starčevo-Körös-Criș, Tabl. 11 (De Vareilles *et al.*, 2022, p. 21). Par conséquent, la présence de blé nu et d'orge dans le spectre de plantes cultivées de l'étape formative du Rubané (*formative LBK*) issu du site de Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb en Hongrie n'est pas surprenante (Kreuz *et al.*, 2020, p. 110). Les plantes qui viennent compléter l'assemblage carpologique de ce site sont l'amidonnier, l'en grain (dont l'en grain à deux grains) et le pois (Berzsényi et Dálnoki, 2005, p. 263-265).

Cinq plantes ont été mises au jour régulièrement sur les sites allemands, autrichiens et hongrois datés de la phase la plus ancienne du Rubané (*älteste Linearbandkeramik*) ou LBK I (Kreuz *et al.*, 2005, p. 243 ; Kreuz, 2007, p. 269 ; Kreuz et Marinova, 2017, p. 646 ; Kreuz *et al.*, 2020, p. 109), à savoir :

- A. Deux céréales : l'en grain (dont l'en grain à deux grains) et l'amidonnier ;
- B. Deux légumineuses : le pois et la lentille ;
- C. Une plante oléagineuse/textile : le lin.

Une autre plante, à la fois oléagineuse et psychotrope : le pavot (*Papaver somniferum*), est la sixième espèce qui rejoint le cortège à partir de la phase ancienne du Rubané (*ältere Linearbandkeramik*, style de Flomborn) ou LBK II. Le blé nu et l'orge, quant à eux, semblent avoir été cultivés de façon délibérée vers la fin du Rubané à l'est du Rhin (Kreuz, 2007, p. 270 ; Kreuz et Marinova, 2017, p. 646). Étant donné que le “*new*” *glume wheat* est présent sur certains sites du complexe Starčevo-Körös-Criș et sur certains sites rubanés d'Europe centrale (Kreuz *et al.*, 2005, p. 243 ; Bogaard, 2004, p. 15, 67 ; Bogaard, Arbogast *et al.*, 2016, p. 25-26), il est tout à fait possible qu'il ait fait partie du spectre rubané en Hongrie (De Vareilles *et al.*, 2022, p. 20-21).

Le pois s'avère être un bon choix, car en plus de ne pas être toxique et d'avoir le rendement le plus élevé parmi les légumineuses néolithiques disponibles, il peut dans des conditions climatiques tempérées être cultivé et récolté plus facilement que, par exemple, les fragiles plantes de lentilles (Kreuz et Marinova, 2017, p. 652-653).

Tabl. 11 - Tableau comparatif du cortège de plantes cultivées par les différentes cultures néolithiques (d'après Berzsényi et Dálnoki, 2005, p. 269-270, Tabl. 1-4 ; Bogaard, Arbogast *et al.*, 2016, p. 25-26 ; Kreuz *et al.*, 2020, p. 109, Tabl. 3 ; De Vareilles *et al.*, 2022, p. 20, Fig. 12).

	Karanovo	Starčevo-Körös-Criș	Étape formative du Rubané	LBK I	LBK II
<b>Orge</b>	✓	✓	✓		
<b>Blé nu</b>	✓	✓	✓		
<b>Amidonnier</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Engrain</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>“New” glume wheat</b>	✓	✓		✓	✓
<b>Lentille</b>	✓	✓		✓	✓
<b>Pois</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Ers</b>	✓				
<b>Gesse cultivée</b>	✓				
<b>Pois chiche</b>	✓				
<b>Lin</b>	✓	✓		✓	✓
<b>Pavot</b>					✓

À l'ouest du Rhin, le cortège de plantes cultivées au Rubané était constitué principalement de sept plantes (Jadin, 2003, p. 355-356 ; Bakels, 2009, p. 29-32 ; Salavert, 2010a, p. 58-62 ; Berrio, 2012, p. 147, Annexe-Tabl. 2 ; Jacomet, 2014, p. 83-86), à savoir :

- A. Trois céréales : l'amidonnier, l'engrain (dont l'engrain à deux grains) et l'orge ;
- B. Deux légumineuses : le pois et la lentille ;
- C. Deux plantes oléagineuses/textiles : le lin et le pavot.

Une quatrième céréale, le blé nu, est attestée en Europe nord-occidentale. Pour C. Bakels (2009, p. 55-56) sa présence anecdotique laisse à penser qu'elle ne faisait pas partie des principales plantes cultivées. Cependant, cette céréale est attestée sur le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » en quantités considérables, témoignant de sa possible culture notamment lors de la phase stylistique Marainville 2 (Maisons M2 et M4 ; voir 9.1), c'est-à-dire les phases régionales 7 à 8, voire le début de la phase 9 (Berrio, 2012). La discussion portant sur le caractère tétraploïde ou hexaploïde de l'espèce attestée sur ce site sera abordée ultérieurement (voir 12.1.1). Bien que nous préférerions rester prudents vis-à-vis des hypothèses confortant un déterminisme climatique, nous ne pouvons pas ignorer le fait que la fin du Rubané a été marquée par une amélioration climatique, traduite aussi bien par une baisse du niveau des lacs à partir de 5050 av. n. è. que par une diminution des fluctuations interannuelles du régime des précipitations (voir 1.4.2). Ces changements ont pu influencer d'une certaine manière l'élargissement du spectre des plantes cultivées.

En outre, parmi les quatre céréales mentionnées, le blé nu et l'orge présentent les meilleurs rendements. En contrepartie, elles ont besoin de plus d'apports d'azote que les céréales vêtues. Par ailleurs, le blé nu nécessite un désherbage plus soigneux. Ces facteurs étaient probablement la raison pour laquelle ces céréales n'ont pas été cultivées avant la fin du Rubané (Kreuz *et al.*, 2020, p. 110). Le “new” *glume wheat* et l'orge nue, quant à eux, sont également présents sur le site de Marainville.

Réflexions sur la réduction du spectre des plantes au fur et à mesure de la progression des premières populations agropastorales à l'intérieur de l'Europe

Nous avons vu que quelques chercheurs considèrent que l'abandon de certaines légumineuses était probablement conforté par les conditions environnementales qui n'imposaient pas la nécessité de cultiver des espèces supplémentaires résistantes à la sécheresse (Ivanova *et al.*, 2018, p. 15, 18 ; De Vareilles *et al.*, 2022, p. 17). Nous pouvons évoquer également le modèle de la barrière agroécologique entre les Balkans et l'Europe centrale (*Central European-Balkan agroecological barrier*, CEB AEB) située à hauteur du lac Balaton (Sümegei et Kertész, 2001, p. 411, Fig. 5 ; Bánffy, 2013, p. 139, Fig. 6.14) et qui marque une frontière climatique au-delà de laquelle certains éléments du « paquet néolithique » (*Neolithic package*) ne seraient plus viables (voir 2.1.9.1).

De leur côté, J. Conolly *et al.* (2008) avaient constaté que le phénomène de « perte de diversité » sur le front de colonisation (voir 2.1.1) s'appliquait également au spectre de plantes cultivées. Ils avaient conclu que la réduction statistiquement significative du cortège des plantes cultivées ne pouvait pas être expliquée uniquement en termes de « dérive ». Ils ont alors proposé que cette diminution ait été le résultat de trois processus d'adaptation :

- A. La différence climatique entre l'Europe sud-orientale et centrale qui aurait réduit la viabilité de plusieurs espèces de légumineuses ;
- B. La suppression de la pression adaptative pour le maintien de la diversité des cultures en Méditerranée et dans le sud des Balkans ;
- C. Les préférences culturelles pour les blés vêtus, probablement en raison de leurs avantages par rapport aux blés nus en ce qui concerne le stockage et le transport.

Cependant, quelques années plus tard, J. Pérez-Losada et J. Fort (2011) ont démontré que le modèle de simulation spatio-temporelle de « dérive culturelle » prédit une diminution considérable de la diversité. En effet, les auteurs considèrent que le nombre très faible de colonies pionnières sur le front de colonisation augmente le rôle de la « dérive », qui correspond dans ce cas précis, aux chances de perdre des traits culturels. Pour S. Shennan

(2018, p. 87), il se peut qu'aucun autre processus ne soit nécessaire à prendre en compte pour expliquer la « perte de diversité » du spectre des plantes cultivées.

Enfin, A. Kreuz *et al.* (2020, p. 110) voient dans la réduction du spectre des plantes cultivées au Rubané un choix qui aurait pu être fondé sur un changement du mode de subsistance, par exemple avec un accent plus marqué sur l'exploitation du bétail, peut-être mieux adapté aux paysages colonisés.

Nous constatons que les influences environnementales d'une part, et l'« effet fondateur » lié au mode et au rythme de migration d'autre part, sont difficiles à démêler (De Vareilles *et al.*, 2022, p. 18). Par ailleurs, la prise en compte des aspects environnementaux impose de considérer les échelles régionale et locale. Les hypothèses basées sur le déterminisme climatique doivent également tenir compte de l'augmentation de la diversité du spectre des plantes cultivées lors des périodes ultérieures du Néolithique dans les mêmes zones géographiques (De Vareilles *et al.*, 2022, p. 19).

#### Un changement de choix dans le cortège de plantes cultivées au Néolithique moyen

Le spectre de plantes cultivées par les groupes culturels du Néolithique moyen partage certains traits avec celui de la culture rubanée qui les précède, par exemple, les deux céréales vêtues (amidonnier et engrain) continuent à être cultivées. Cependant, un changement s'opère avec l'adoption de l'orge nue et du blé nu en tant que principales plantes cultivées (Bakels, 1990, p. 84, 86, 2009, p. 55-56).

En Europe nord-occidentale, et plus précisément en France septentrionale (région Grand-Est), les populations porteuses de la culture Grossgartach et de la culture Roessen connaissaient quatre céréales, à savoir : l'orge nue, le blé nu, l'amidonnier et l'engrain (Bakels, 1990, p. 85-86, 1997, p. 315-316). Sur le site Roessen de Maastricht-Randwijck (Pays-Bas), les entrenœuds du rachis mis au jour indiquent qu'il s'agissait probablement de l'espèce hexaploïde (blé tendre *Triticum aestivum* L.), même si l'espèce tétraploïde (blé dur/barbu *Triticum durum/turgidum*) ne peut être complètement exclue (Bakels, 1990, p. 84, Fig. 2 ; Bakels *et al.*, 1993, p. 44 ; Bakels, 2009, p. 55-56).

À la fin du Néolithique moyen, le cortège de plantes cultivées par le groupe de Bischheim était constitué de (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 83) :

- A. Quatre céréales : l'orge nue, le blé nu (hexaploïde et tétraploïde), l'amidonnier et l'engrain ;
- B. Deux légumineuses : le pois et la lentille ;
- C. Deux plantes oléagineuses/textiles : le lin et le pavot.

C. Bakels (2009, p. 56-57) a tenté de comprendre les motivations qui ont conduit à l'adoption du blé nu hexaploïde au début du Néolithique moyen. La première possibilité qu'elle avance est que le déplacement vers de nouvelles zones de peuplement et donc d'agriculture ait déclenché la culture du blé nu, déjà connue, mais pas sérieusement envisagée auparavant. Cependant, les nouveaux emplacements n'étaient pas si différents des anciens. Deuxièmement, l'hypothèse du changement climatique peut être envisagée, puisque nous savons que depuis la fin du Rubané, une amélioration climatique s'est opérée avec notamment un épisode de baisse du niveau des lacs, une diminution des fluctuations interannuelles du régime des précipitations ainsi que des températures estivales stables et relativement élevées. Toutefois, un épisode de transgression du niveau des lacs (épisode 10 ; voir 1.4.2) fait irruption à la fin du Néolithique moyen (vers 4400-4150 av. n. è), sans que pour autant la culture du blé nu n'ait été abandonnée. Troisièmement, la chercheuse évoque l'hypothèse culturelle, selon laquelle les contacts culturels établis entre l'Europe nord-occidentale et le monde méditerranéen auraient entraîné un élargissement des habitudes alimentaires, sachant que les céréales nues étaient les cultures privilégiées par les premières populations agropastorales depuis leur arrivée en Méditerranée occidentale (Marinval, 1990, p. 403, 1999, p. 125 ; Zapata *et al.*, 2004, p. 290, Tabl. II ; Antolín, 2013, p. 442-443). Toutefois, il est important de noter que l'espèce de blé nu n'était vraisemblablement pas la même, puisque les agropasteurs du monde méditerranéen cultivaient principalement du blé nu tétraploïde (blé dur/barbu *Triticum durum/turgidum* ; voir 5.2.5.1.3).

#### Une nouvelle réduction du cortège de plantes cultivées au Néolithique récent

Les populations agropastorales porteuses de la culture de Michelsberg cultivaient principalement quatre céréales : l'amidonnié, l'engrain, le blé nu (notamment l'espèce tétraploïde) et l'orge. Il est intéressant de noter que, dans l'état actuel de la recherche, la culture des plantes oléagineuses/textiles ne peut pas être prouvée, ce qui est pour le moins surprenant, puisqu'aussi bien le lin que le pavot ont joué un rôle majeur dans les systèmes agricoles des voisins contemporains (culture d'Egolzwil) au sud du territoire Michelsberg, dans l'avant-pays alpin du Nord (Suisse actuelle). Quant aux légumineuses, les données concernant la culture du pois et de la lentille sont très rares (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 78).

Concernant le blé nu, il est à noter que l'étude d'ADN ancien menée sur le site du Lac de Zürich, dont la couche analysée est datée de la culture de Cortaillod ancien, a mis en évidence la présence du génome D, apparenté au blé nu hexaploïde (*Triticum aestivum* l.s.).

Cette étude montre ainsi une coexistence du blé nu tétraploïde et hexaploïde (Schlumbaum *et al.*, 1998).

Pour A. Kreuz, T. Märkle *et al.* (2014, p. 88), les causes climatiques ne sont pas à l'origine de cet appauvrissement du cortège de plantes cultivées. En effet, malgré deux péjorations climatiques traduites par une hausse du niveau des lacs vers 4400-4150/4000-3950 et 3700-3250 av. n. è. (épisodes 10 et 9 ; voir 1.4.2), les premiers agropasteurs de la culture d'Egolzwil et leurs successeurs ont continué à cultiver du blé nu, le lin et le pavot. Par ailleurs, on s'attendrait à voir une augmentation soudaine de la fréquence des plantes sauvages cueillies les plus récurrentes – le noisetier (*Corylus avellana*), le pommier (*Malus cf. sylvestris*) et la prunelle (*Prunus spinosa*) – comme réponse à une sorte de crise d'approvisionnement alimentaire. Cependant, l'occurrence des plantes cueillies dans les sites analysés en Allemagne, Belgique, France et Pays-Bas n'augmente pas significativement entre le Néolithique ancien (Rubané) et le Néolithique récent (Michelsberg). Enfin, pour les auteurs, la réduction du cortège de plantes cultivées par les agriculteurs Michelsberg serait due à des choix culturels indépendants des changements climatiques. Il est à noter que les données archéozoologiques et archéobotaniques indiquent un système agricole mettant davantage l'accent sur l'élevage (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 88).

### Les plantes cueillies

Contrairement à l'idée reçue, la cueillette n'est pas motivée que par la faim, la pauvreté ou la survie. En effet, certaines études ethnobotaniques indiquent que la recherche du goût est l'une des motivations principales dans la poursuite de la cueillette de plantes sauvages. Par conséquent, il n'est pas surprenant que la consommation de plantes sauvages soit une pratique de longue date dans toutes les cultures traditionnelles du monde entier (Kreuz *et al.*, 2020, p. 111).

Parmi les plantes cueillies privilégiées par les groupes néolithiques, nous pouvons citer la prunelle (*Prunus spinosa*). Cette plante reflète bien les préférences alimentaires des populations rubanées. En effet, bien que présente dans le cortège de plantes cueillies en Europe nord-occidentale, la prunelle est absente des sites hongrois. Son goût particulier, très astringent et acide, bien qu'il devienne plus sucré à pleine maturité, n'était probablement pas apprécié des populations installées en Europe centrale. En revanche, parmi les plantes régulièrement exploitées, on trouve le cornouiller mâle (*Cornus mas*), le noisetier (*Corylus avellana*), le cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le fraisier sauvage (*Fragaria vesca*), le poirier sauvage (*Pyrus pyraster*), les ronces (*Rubus* sp.), la vigne sauvage (cf. *Vitis sylvestris*)

et le sureau noir *Sambucus nigra* (Kreuz *et al.*, 2020, p. 111-112). En Europe nord-occidentale, sont également attestés le pommier (*Malus sylvestris*) et le sureau à grappes *Sambucus racemosa* (Jadin, 2003 ; Salavert, 2010a, p. 154, Tabl. 29).

### 3.2.2. Les pratiques agricoles

#### La gestion des cultures : une agriculture extensive itinérante ou une agriculture intensive permanente ?

L'agriculture extensive itinérante est caractérisée par le défrichement, la mise en culture puis l'abandon (retour à la friche) d'une parcelle dont la fertilité a beaucoup diminué au profit de la culture d'un autre terrain plus fertile. Cette méthode implique, d'une part, des périodes de jachère (environ douze années) plus longues que la durée de mise en culture qui dépasse rarement trois années et, d'autre part, l'exploitation de grandes surfaces de terre. L'agriculture itinérante sur brûlis, aussi appelée agriculture sur abattis-brûlis, est le cas le plus fréquent d'agriculture itinérante actuelle où les champs sont défrichés par le feu. Cette technique présente trois avantages. Premièrement, elle exige moins de travail que le défrichage à la main. Deuxièmement, les cendres produites par l'incinération de la végétation augmentent le pH du sol et fournissent les sels minéraux indispensables à la fertilisation des sols, cet apport devenant significatif environ un mois après la mise à feu (Gamero-Gamero *et al.*, 2020, p. 2). Troisièmement, l'usage du feu favorise la suppression des ravageurs et des maladies. Toutefois, ce type d'agriculture peut conduire à un épuisement durable des sols, notamment lorsque les périodes de jachère sont courtes.

Quant à elle, l'agriculture intensive permanente fait référence à un système de production agricole fondé sur l'optimisation de la production par rapport à la surface cultivée. L'intensité dépend du niveau de l'apport de main-d'œuvre par unité de surface travaillée (Bogaard, Hodgson *et al.*, 2016, p. 71). Contrairement à l'agriculture extensive qui implique de grandes surfaces de terre, l'agriculture intensive est pratiquée sur une surface de terre relativement restreinte où l'apport de main-d'œuvre est assez élevé (Bogaard, 2005, p. 179).

Pour A. Bogaard (2002, p. 163, 2004, p. 159, 2005, p. 183), le modèle d'agriculture intensive de type « jardin », proposé par P. Halstead (1989a *in* Bogaard, 2004, p. 159) pour la période Rubané, apparaît comme la pratique la plus plausible et la plus répandue pendant cette période. Cette agriculture intensive de type « jardin » consiste dans la gestion de parcelles de taille assez restreinte exploitées sur le long terme, pour lesquelles le travail d'entretien investi était considérable. D'une part, ce modèle suggère une relation étroite avec l'élevage à petite échelle ou « élevage intensif », terme employé pour indiquer l'apport élevé

de main-d'œuvre par un nombre relativement faible d'animaux pour la production de fumier et le pâturage des résidus de cultures (p. ex. chaumes, mauvaises herbes), entre autres (Bogaard, 2004, p. 159, 2005, p. 179 ; Bogaard *et al.*, 2013, p. 12589). D'autre part, le modèle suggère des rendements de surface élevés et donc des aires de culture par maisonnées assez petites.

Pour A. Bogaard (2004, p. 159), en estimant des rendements d'environ 1 500 kg/ha et en supposant qu'une personne consomme environ 300 kg/an (en acceptant que les céréales fournissent l'essentiel de l'alimentation), une maisonnée de cinq personnes aurait besoin de cultiver seulement environ 1 ha, soit 0,2 ha par personne et 10 ha pour un village d'une cinquantaine de personnes. J. Lüning (in Modderman, 1988, p. 116) a calculé qu'un village de 50 personnes, dont la moitié seraient des enfants, aurait la nécessité d'exploiter entre 24 et 33 ha de parcelles par an. Les analyses ethnographiques menées par R. Ebersbach (2002, p. 130, Fig. 106 ; p. 227), lui ont permis d'estimer la surface moyenne cultivée par habitant et par an à environ 0,33 ha, soit 16,5 ha pour un village de 50 personnes, reconnaissant une variabilité importante du rendement des céréales, qui oscille entre moins de 800 kg/ha et 2 000 kg/ha. A. Kreuz (2012, p. 123-124) retient un rendement minimal moyen de 800 kg/ha et estime à 0,5 ha l'aire de culture nécessaire par personne et par an (Kreuz et Schäfer, 2011, p. 334), soit 25 ha pour un village de 50 personnes. Pour sa part, C. Bakels (in Modderman, 1988, p. 116) a proposé un modèle théorique plus détaillé, élaboré pour un village de 50 personnes en fonction du rendement (assez difficile à estimer avec précision), de la part de l'alimentation végétale dans la diète et de la composition de la population (voir Tabl. 12).

Tabl. 12 - Modèle théorique de la surface cultivée nécessaire pour nourrir un village de 50 personnes en fonction du rendement, de la part de l'alimentation végétale et de la composition de la population (d'après Bakels in Modderman, 1988, p. 116).

Rendement	50 habitants, dont 25 enfants		50 habitants, dont 35 enfants	
	65 % d'alimentation végétale	80 % d'alimentation végétale	65 % d'alimentation végétale	80 % d'alimentation végétale
800 kg/ha	11,4 ha	14 ha	10,7 ha	13,2 ha
1600 kg/ha	5,7 ha	7 ha	5,4 ha	6,6 ha

L'application d'un modèle combinant l'analyse d'isotopes et du cortège des mauvaises herbes à l'étude de l'intensité de la culture céréalière rubanée en Europe centrale suggère que les premiers agropasteurs de la région visaient à atteindre des conditions hautement productives à l'aide de la pratique d'épandage de fumier. Toutefois, il semble qu'ils aient adopté une approche flexible de la gestion des terres en réponse à la variabilité des conditions telles que la disponibilité de la main-d'œuvre et du fumier, ce qui aurait entraîné une

productivité agricole assez différente d'un site à l'autre (Bogaard *et al.*, 2013, p. 12590-12591 ; Bogaard, Hodgson *et al.*, 2016, p. 71). Des résultats semblables ont été obtenus sur certains sites rubanés en Pologne, où toutes les parcelles céréalières auraient pu recevoir des apports d'engrais (p. ex. cendres, fumier, ordures ménagères). Cependant, il semble y avoir une différence régionale dans l'intensité de cette pratique, avec des apports d'engrais plus importants sur les parcelles dans le Sud de la Pologne que dans le Nord du pays (Mueller-Bieniek, Nowak *et al.*, 2019, p. 11). Nous pouvons citer également les résultats ethnographiques obtenus par R. Ebersbach (2002, p. 131, Fig. 108 ; p. 227) à partir de l'analyse de trente villages paysans choisis autour du monde (Népal, Inde, Bhoutan, Mongolie, Pérou, Allemagne, Angleterre), où une grande variabilité des pratiques d'épandage du fumier a été mise en évidence en fonction de l'altitude des sites : plus les villages étaient situés en altitude et plus la quantité d'engrais épandue sur les parcelles était importante. Cet aspect entraînerait ainsi une variabilité importante du rendement des céréales oscillant entre moins de 800 kg/ha et 2 000 kg/ha.

À l'instar d'A. Bogaard (2002, p. 163, 2004, p. 159, 2005, p. 183), A. Kreuz et E. Schäfer (2011, p. 334) considèrent que le modèle le plus plausible est celui d'une agriculture permanente et non pas itinérante, étant donné que les populations agropastorales rubanées s'étaient installées sur des sols assez fertiles aptes à l'agriculture. Pour les chercheuses, l'épandage de fumier par le bétail après la récolte, combiné à la rotation des cultures, aurait suffi à maintenir la fertilité du sol. Ceci serait reflété par le cortège de plantes adventices et autre végétation synanthrope, composé régulièrement de plantes qui poussent actuellement sur des sols riches en azote, telles que le brome seigle (*Bromus secalinus* agg.), le chénopode blanc (*Chenopodium album*), le gaillet gratteron (*Galium aparine*), le gaillet bâtard (*Galium spurium* agg.), la lamsane commune (*Lapsana communis*), la fléole des prés (*Phleum pratense*), la vrillée liseron (*Polygonum convolvulus*), et la morelle noire (*Solanum nigrum*), entre autres. Il est important de noter que, sur les sites rubanés analysés en Europe centrale, les plantes pérennes font partie importante du cortège de plantes adventices. Sachant que certaines de ces espèces sont capables de se reproduire à partir de leurs rhizomes ou de leurs stolons, elles pourraient éventuellement survivre à un traitement intensif du sol par binage ou d'autres activités similaires (Kreuz *et al.*, 2005, p. 251). Elles pourraient également avoir persisté plus facilement dans les parcelles semées à la ligne que dans les parcelles semées à la volée (Bakels, 2009, p. 38-39). La présence de ces espèces dans les échantillons pourrait être ainsi considérée comme un indicateur de gestion intensive du sol. Toutefois,

davantage de recherches seront nécessaires afin d'éclaircir ce point (Kreuz *et al.*, 2005, p. 251).

Le travail du sol se faisait probablement à la main, à l'aide de houes, sans araires (Kreuz, 2007, p. 280 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 334). Les observations de K. Fechner (2021, p. 383) vont dans le même sens, car il note en effet l'absence de traces de sillons d'aires et propose l'hypothèse d'un remaniement assez profond et marqué, rappelant davantage du bêchage ou un travail profond à la houe que des méthodes plus superficielles. Les études ethnographiques montrent qu'une personne peut être capable de creuser une aire d'environ 0,5 ha en 2-3 semaines et que le pâturage du petit bétail (p. ex. cochons, moutons) dans les parcelles après la récolte réduit le travail humain, en contribuant à remuer et aérer le sol, à la tonte des mauvaises herbes et à enrichir le sol avec leurs déjections. Pour les chercheuses, il est très probable que la méthode de semis employée ait été le semis à la ligne, assez simple à mettre en place, où il suffit de placer les graines au fond des sillons et ensuite de bien les couvrir (tâche qui peut être facilement faite avec les pieds), tandis que le semis à la volée nécessite un léger hersage après labour afin de recouvrir les semences, juste comme il faut, ni trop ni trop peu (Kreuz, 2007, p. 280 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 334). Enfin, l'intensité de la production et la pratique indispensable de la rotation des cultures ont dû être adaptées aux besoins spécifiques des différentes espèces cultivées. Par exemple, le lin et le pavot sont beaucoup plus exigeants que les blés vêtus, et le lin ne doit être cultivé sur la même parcelle que tous les 7 ans. Concernant la possibilité d'une complantation de l'engrain et de l'amidonner, les avis divergent. Pour sa part, C. Bakels (2009, p. 39) considère que ces deux céréales étaient complantées. Du même avis il y a quelques années, A. Kreuz (2007, p. 273) argumentait qu'une complantation de ces deux espèces de blé était théoriquement possible, étant donné la compatibilité de leurs caractéristiques de croissance et de leurs exigences écologiques. Elle considérait que cette pratique aurait été une stratégie utile sous certaines conditions climatiques afin de limiter le risque de pertes. Son avis a toutefois évolué et quelques années plus tard, elle pense que cette pratique est peu probable, car ces céréales mûrissent à des moments différents (l'engrain un peu plus tard) lorsqu'elles sont semées simultanément. Par ailleurs, de nos jours, les deux espèces ont des hauteurs de croissance différentes. Si elles étaient cultivées ensemble, les plantes d'engrain auraient été trop ombragées par les plantes d'amidonner (Kreuz et Schäfer, 2011, p. 334 ; Kreuz *et al.*, 2020, p. 110).

Nous constatons que le modèle d'une agriculture intensive permanente, proposé pour la période Rubané, semble faire consensus parmi les spécialistes. Ce modèle pourrait également

être appliqué pour le Néolithique moyen (Rösch *et al.*, 2014, p. S121), période pendant laquelle il semblerait que les techniques agricoles déjà adoptées par les populations rubanées n'aient pas trop changé (Bakels *et al.*, 1993, p. 46). Ensuite, il est possible que les conditions optimales pour l'agriculture, proportionnées par les sols lœssiques dont ont profité les populations agropastorales du Néolithique ancien voire moyen, se soient détériorées au fur et à mesure à cause de l'exploitation intensive des parcelles (Rösch *et al.*, 2002, p. 143). Toutefois, à l'heure actuelle il n'existe aucune preuve rendant probable une grave dégradation des sols lœssiques au Néolithique récent (culture de Michelsberg), qui justifierait la nécessité d'un changement de la gestion des champs, favorisant une agriculture extensive itinérante (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 93). C'est dans ce contexte que la question concernant le type d'agriculture pratiquée par les populations agropastorales à partir du Néolithique récent a été largement débattue.

Les données palynologiques et anthracologiques en provenance du lac de Constance pour le Néolithique récent montrent un changement du couvert forestier et des teneurs importantes de charbons de bois. Ces données ont été interprétées comme la preuve d'une agriculture itinérante sur abattis-brûlis (Rösch *et al.*, 2002, p. 144). Cette pratique consiste en une succession de plusieurs étapes. D'abord, le terrain est préparé en réduisant la végétation, puis cette végétation est séchée au sol pour assurer une combustion efficace. Peu avant le début de la saison des pluies, la végétation est brûlée afin d'enlever les parasites et de fournir des nutriments au sol, puis le semis se fait directement sur les cendres laissées après la combustion. La culture est pratiquée pendant quelques années jusqu'à l'épuisement de la terre. Ensuite, les parcelles sont mises en friche pendant plus longtemps qu'elles n'ont été cultivées, pour permettre à la végétation spontanée de se développer (Borrello *et al.*, 2015, p. 54). Dans ce modèle, la durée d'un cycle complet depuis l'abattage de la forêt jusqu'à l'abattage suivant est estimée entre douze et vingt années, dont une période de culture d'environ trois années, Fig. 57 (Rösch, 2010, p. 165).



Fig. 57 - Cycle du modèle d'agriculture itinérante sur abattis-brûlis. Sur une période de 12 à 20 ans, du premier abattage des formations forestières premières (1) à la formation progressive de la végétation boisée secondaire (5-6), suivi d'un nouveau cycle, 7 (d'après Rösch, 2010, p. 165 ; modifié par Borrello *et al.*, 2015, p. 55, Fig. 4).

Dans le cadre des études intrasite sur les sites lacustres suisses du Néolithique récent et final (Jacomet *et al.*, 2016), les chercheurs ont interprété les fréquences élevées de certaines plantes herbacées annuelles comme indicateurs de la présence de champs permanents, plutôt intensément labourés. En effet, sans un degré important de perturbation des sols résultant d'une gestion intensive des parcelles, les plantes adventices annuelles n'auraient pas survécu et auraient rapidement été envahies par des espèces d'adventices compétitrices (principalement pérennes) ou des taxons de défrichement des bois (Jacomet *et al.*, 2016, p. 4). En outre, les analyses des isotopes stables de l'azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ) ont montré une variabilité de la gestion des parcelles arables au sein d'un village néolithique lacustre. Ainsi, des choix de culture, probablement en ce qui concerne l'utilisation du fumier, ont été mis en évidence à l'échelle des maisonnées sur le site de Hornstaad-Hörnle IA, soulignant la disponibilité différentielle de cette ressource (Styring *et al.*, 2016, p. 107). Il est à noter que les chercheurs considèrent qu'il ne peut être exclu que sur un terrain fraîchement défriché par l'action du feu, la culture ait été pratiquée pendant une courte période. Il est également possible qu'une sorte de système « champ/hors-champ » ait existé, la plupart des champs étant cultivés de manière

permanente et intensive à proximité des villages et quelques champs extérieurs étant occasionnellement préparés sur des terres forestières brûlées (Jacomet *et al.*, 2016, p. 13).

Dans le cadre de la synthèse sur les données carpologiques de la culture de Michelsberg en provenance de France, de Belgique, des Pays-Bas et d'Allemagne, A. Kreuz *et al.* (2014, p. 92) ont constaté la présence extrêmement rare des plantes adventices et autre végétation synanthrope, contrairement à ce qui a été observé sur les sites lacustres suisses du Néolithique récent (Jacomet *et al.*, 2016, p. 3-4). Ces données pourraient être expliquées par la pratique d'une agriculture itinérante sur brûlis. En effet, tel qu'il a été expliqué précédemment, la technique de préparation des parcelles par brûlis avant le semis réduit considérablement la quantité de mauvaises herbes la première année et favorise la suppression des ravageurs et des maladies. Par ailleurs, les cendres augmentent le pH du sol et fournissent les sels minéraux indispensables à la fertilisation des sols. Une telle gestion des parcelles pourrait expliquer les faibles densités des carporestes et des espèces de plantes adventices sur les sites de la culture de Michelsberg, par rapport aux assemblages rubanés. Toutefois, le désavantage de cette méthode est la forte demande en terres et en main-d'œuvre (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 92-93).

Les études expérimentales sont d'une grande importance pour tester la plausibilité des hypothèses. Un groupe constitué par M. Rösch *et al.* (2002, 2017), a testé de manière expérimentale le système agricole sur abattis-brûlis qui avait été proposé sur la base des données palynologiques et anthracologiques. Ils ont conclu que l'agriculture sur abattis-brûlis est la meilleure, sinon la seule méthode, pour pratiquer une agriculture réussie avec des outils et des méthodes néolithiques dans une zone boisée sur des sols non optimaux. Toutefois, ces études expérimentales ont fait l'objet de quelques critiques concernant la méthodologie de travail employée (Jacomet *et al.*, 2016, p. 10). Pour S. Jacomet *et al.* (2016, p. 9), bien que les travaux expérimentaux soient d'une grande importance pour tester la plausibilité des hypothèses, l'extrapolation des résultats est à faire avec prudence, étant donné que les conditions édaphiques actuelles ne sont pas les mêmes que celles du Néolithique. En effet, même si les modèles testés dans ce type d'études marchent, ils ne sont pas la preuve irréfutable du type d'agriculture pratiquée par les sociétés néolithiques.

Pour conclure, les hypothèses sur la quantité de terres agricoles nécessaires au Néolithique peuvent varier considérablement en fonction de la qualité initiale des sols naturels, des valeurs de rendement et des techniques agraires employées. La méthode de culture intensive permanente (parcelles de type « jardin » pour reprendre les propos d'A. Bogaard, ou parcelles un peu plus grandes de type « champ » selon K. Fechner, voir ci-

dessous) correspondrait à des parcelles permettant de répondre aux besoins caloriques des habitants, mais ne dépassant pas 0,5 ha par personne. En revanche, la technique de culture extensive itinérante avec un système de rotation d'environ 20 ans peut nécessiter jusqu'à 10 fois plus de terres à proximité des villages, entraînant le déplacement du village lorsque toutes les terres à proximité ont été exploitées. Enfin, les rendements dépendent principalement des éléments nutritifs disponibles pour la culture, qui peuvent être maintenus à un niveau suffisant par différentes méthodes : l'apport d'engrais (organiques et minéraux), la mise en place de systèmes de rotation des cultures (y compris les légumineuses qui aident à enrichir le sol en fixant l'azote à partir de l'air), le déplacement régulier des champs vers des sols « vierges », et les feux agricoles (Jacomet *et al.*, 2016, p. 10).

### L'utilisation des engrais et la fertilité des sols

Les nutriments sont essentiels pour la croissance des plantes. Ils se divisent en deux grandes catégories qui se distinguent par leur quantité requise et leur rôle dans le métabolisme végétal. Les macronutriments (p. ex. azote, calcium, magnésium, phosphore, potassium, soufre) sont nécessaires en quantités relativement importantes, car ils jouent un rôle clé dans des processus tels que la photosynthèse et la croissance des racines. Les micronutriments (p. ex. cuivre, fer, manganèse, zinc), bien que nécessaires en quantités beaucoup plus petites par rapport aux macronutriments, sont essentiels pour des fonctions spécifiques telles que la synthèse de la chlorophylle, la régulation enzymatique et d'autres processus métaboliques.

Aussi bien les engrais organiques d'origine végétale (p. ex. résidus de plantes, compost) ou animale (p. ex. fumier, sang séché) que les engrais minéraux (p. ex. chaux, cendres) contiennent une variété de macronutriments et de micronutriments dont la teneur varie en fonction de la source. La différence entre les deux types d'engrais réside donc sur d'autres aspects tels que le rythme de libération des nutriments, la durée d'efficacité et l'impact sur le sol. Les engrais organiques sont lents à agir, car ils doivent d'abord subir une décomposition dans le sol qui permettra de libérer graduellement les nutriments. Leur rythme de décomposition dépend des matières premières composant l'engrais ainsi que de l'activité microbienne qui peut être influencée par la température du sol. En effet, ces micro-organismes sont plus actifs à des températures plus élevées, généralement au-dessus de 10 °C. Les nutriments seront non seulement absorbés par les racines des plantes, mais également par la vie du sol. Les engrais organiques améliorent la composition du sol (p. ex. stimulation de l'activité microbienne bénéfique) aussi bien que sa structure (p. ex. augmentation de la rétention d'eau, réduction de l'érosion). Le sol devient donc plus fertile et équilibré. Grâce à

tous ces aspects, ils sont une source de nutriments plus durable, favorisent une croissance plus régulière des plantes et améliorent le goût du produit final.

Les engrais minéraux ont souvent une libération plus rapide des nutriments en raison de leur forme très soluble dans l'eau et de leur disponibilité immédiate pour les plantes. En effet, contrairement aux engrais organiques, les engrais minéraux ne nécessitent pas de décomposition pour libérer les nutriments et sont donc moins dépendants des conditions microbiennes du sol. Les nutriments sont déjà présents sous une forme qui peut être directement absorbée par les racines des plantes dès qu'ils sont appliqués dans le sol. Grâce à cette action rapide, ils permettent de stimuler la croissance des plantes et d'augmenter le rendement. Malgré ces avantages, les engrais minéraux ne contribuent pas à une vie saine du sol. Ils sont constitués de différents sels dont l'accumulation peut affecter les qualités du sol et endommager les racines. Du fait de leur action plus immédiate, ils peuvent nécessiter une application plus fréquente, mais leur utilisation exclusive et excessive peut causer un déséquilibre du sol et nuire considérablement aux micro-organismes.

Le pH du sol (voir 1.3) interagit avec les engrais. D'une part, le pH influence la disponibilité des nutriments et donc leur absorption par les racines des plantes. En effet, certains nutriments sont mieux absorbés dans des conditions de pH spécifiques. Par exemple, le cuivre, le fer, le manganèse et le zinc sont plus disponibles et mieux absorbés dans des sols légèrement acides, tandis que le calcium, le magnésium et le phosphore sont plus disponibles dans des sols légèrement basiques. D'autre part, les engrais peuvent influencer le pH du sol lors de leur décomposition ou de leur dissolution. Par exemple, les engrais organiques d'origine végétale ont généralement tendance à être plus acides que ceux d'origine animale, ces derniers pouvant être plus proches d'une neutralité en matière de pH. Les engrais minéraux donnent, quant à eux, la possibilité de corriger rapidement l'acidité du sol. Nous pouvons citer notamment la pratique du chaulage de redressement. Il est à noter que l'abaissement du pH dans le sol contribue à rendre de plus en plus solubles certains composés minéraux contenant de l'aluminium, cet élément devenant toxique lorsque le pH est inférieur à 5,5. Certaines espèces sont particulièrement sensibles à cette toxicité qui se traduit par une faiblesse racinaire, tel est le cas de l'orge parmi les céréales (Masson *et al.*, 2017). Enfin, il est à noter que les plantes ont des préférences de pH spécifiques, certaines d'entre elles prospèrent dans des sols acides, tandis que d'autres préfèrent des sols plus basiques. Le choix des engrais va donc dépendre des types de sol, des modes d'action, des objectifs agricoles et des besoins spécifiques des plantes. Un équilibre entre les engrais minéraux et organiques est

souvent recommandé pour une gestion durable des sols et une croissance optimale des plantes.

Les études pédologiques menées sur les sites rubanés d'Aubechies et Remicourt « En Bia Flo » II et peut-être I (Moyenne Belgique), aux sols peu fertiles, ont permis d'attester l'ajout massif de phosphore dans les couches cultivées. Ce phosphore est issu de matières organiques telles que des excréments. Par ailleurs, le site d'Alleur, également implanté sur un sol peu fertile, pourrait être considéré comme un site spécialisé en matière de gestion et d'utilisation du fumier, étant donné les taux très élevés de phosphore à de multiples endroits et la présence d'une scorie, dont la formation peut être expliquée par le passage au feu d'un reste d'excrément. À titre comparatif, certains autres sites rubanés implantés sur des sols naturels plus fertiles, tels que le site de Remerschen (Luxembourg), peuvent aussi présenter un espace de la maison enrichi en phosphore issu des excréments. Toutefois, les autres structures (p. ex. fosses, horizons de surface) n'ont pas livré autant de traits liés au phosphore que dans les sites de Moyenne Belgique. La forte présence d'excréments, qui servaient à fertiliser les sols, sur les sites implantés en Moyenne Belgique, pourrait être expliquée par la pauvreté des sols dans cette région (Fechner, 2021, p. 1097-1098). Par ailleurs, il est possible que la qualité initiale des sols naturels (fertilité chimique et physique) ait joué un rôle dans le choix de la taille des parcelles labourées. Ainsi, sur les sols pauvres en éléments nutritifs, les petites parcelles de type « jardin » auraient été privilégiées et maintenues grâce à un apport important en engrais, alors que sur les sols un peu plus fertiles, la taille des parcelles serait plutôt de type « champ » et l'ajout de nutriments aurait été plus limité (Fechner, 2021, p. 382-383).

Des études comparatives menées entre des sols limoneux cultivés depuis longtemps et des sols limoneux jamais cultivés en Belgique (Langohr, 1990, p. 219-220) ont permis d'avancer une hypothèse semblable concernant l'importance de l'ajout des engrais. En effet, il se trouve qu'à la suite des défrichements pratiqués en forêt, les sols présentaient, dans les quarante premiers centimètres, une fertilité physique nettement supérieure et une fertilité chimique nettement inférieure à celles des sols cultivés. En revanche, la fertilité physique de ces sols forestiers était très faible entre 40 et 100 cm de profondeur. Ce chercheur exclut ainsi la pratique d'une agriculture permanente en l'absence d'un apport de fumier et d'un engrais riche en calcaire (Langohr, 1990, p. 219-220). Nous entendons par fertilité physique les propriétés physiques du sol qui affectent l'enracinement et la croissance des plantes (p. ex. structure, texture, porosité, perméabilité, rétention d'eau). La fertilité chimique, quant à elle, fait référence à la capacité d'un sol à fournir les éléments nutritifs essentiels aux plantes.

Il est possible que dans les sites néolithiques établis sur des sols décarbonatés, notamment dans les cas d'agriculture de type « jardin », l'épandage des cendres du foyer domestique ait suffi à corriger le pH des sols pendant quelque temps. Toutefois, cette stratégie ne semble pas viable à long terme, puisque, tel qu'il a été expliqué précédemment, l'utilisation exclusive de ces engrais minéraux pourrait causer certains problèmes tels qu'un déséquilibre nutritionnel dans le sol, un épuisement de la matière organique ainsi qu'une altération des propriétés physiques du sol.

#### Les plantes adventices, messicoles et autre végétation synanthrope en tant qu'indicateurs des pratiques agricoles

La flore d'Europe centrale et nord-occidentale peut être divisée en deux groupes. D'une part, il y a les plantes indigènes (en allemand *idiochoren*). Certaines d'entre elles sont capables de s'établir comme rudérales ou adventices dans les champs ; ces mauvaises herbes potentielles sont appelées apophytes. D'autre part, il y a les plantes introduites et maintenues par l'action de l'Homme, elles sont appelées anthropochores. On peut s'attendre à ce que toutes les plantes anthropochores du Néolithique aient été introduites en même temps que les semences des plantes cultivées, s'agissant dans la plupart des cas, de mauvaises herbes des cultures (Kreuz *et al.*, 2005, p. 246-248 ; Kreuz, 2007, p. 276 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341). Une étude menée sur 22 sites rubanés d'Europe centrale montre que la plupart des adventices appartiennent à la catégorie des anthropochores, tandis que les plantes apophytes, provenant de la végétation naturelle entourant les habitations et les champs, ne représentent qu'une petite partie du cortège. Il est à noter que la plupart de ces apophytes se trouvent de nos jours dans les plaines alluviales inondables. Ces données laissent à penser que leurs graines ont été apportées dans les champs par le bétail, qui après avoir pâture dans la plaine alluviale, venait sur les champs après la récolte pour l'épandage du fumier (Kreuz *et al.*, 2005, p. 248-249 ; Kreuz, 2007, p. 276 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341). Une autre possibilité est que les champs exploités se trouvaient dans les plaines alluviales.

#### La saisonnalité des cultures

Les semis d'automne et les semis de printemps sont des stratégies tout aussi viables, sauf dans les limites géographiques où les contraintes climatiques peuvent largement imposer le choix (Bogaard *et al.*, 2001, p. 1171). La question concernant la période de semis des céréales dans l'agriculture rubanée a été largement débattue. Les chercheurs ont des avis divergents, notamment à cause des méthodes contrastées employées.

Il a parfois été affirmé que le semis de printemps (cultures d'été) était une innovation essentielle qui a permis aux sociétés agropastorales de s'étendre au-delà de la frontière entre l'Europe méditerranéenne et tempérée, l'argument étant qu'un semis au printemps éviterait les dégâts causés aux cultures par les hivers rigoureux de l'Europe tempérée (Butzer, 1972 *in* Bogaard, 2004, p. 163). Il est à noter que cette hypothèse n'est pas fondée sur des preuves archéobotaniques directes (Bogaard, 2004, p. 163).

Certains chercheurs (van Zeist, 1988 *in* Bogaard *et al.*, 2001, p. 1171-1172) ont émis l'hypothèse d'une pratique des cultures d'été (semées à l'automne) en se basant sur la classification des plantes sauvages en syntaxons tels que *Secalietea* (associée aux adventices des céréales d'hiver) et *Chenopodietea* (associée aux adventices de céréales d'été). Toutefois, cette méthode rencontre assez vite des limites puisqu'il y a des espèces caractéristiques de ces deux unités qui peuvent germer aussi bien en automne qu'au printemps. Par ailleurs, il semblerait que des cultures intensives de légumineuses semées à l'automne entraînent une flore adventice riche en espèces de *Chenopodietea* (Bogaard *et al.*, 2001, p. 1172).

Partant de ces critiques, A. Bogaard *et al.* (2001) proposent une autre méthode qui part d'une classification phytosociologique différente. Cette méthode prend comme repère le début et la durée de la période de floraison qui, selon les auteurs, fournissent une meilleure indication du temps de semis. Par ailleurs, ces données sont analysées en relation avec la taille des graines et l'étape du traitement de la récolte dont elles seraient issues. Les résultats de l'application de cette méthode aux données archéobotaniques suggèrent que la plupart, si ce n'est pas la totalité des échantillons analysés, sont issus de cultures de céréales (amidonnier et engrain) semées en automne (Bogaard, 2004, p. 104-105, 163-164). Pour A. Bogaard (2004, p. 164), les semis d'automne des céréales pouvaient être avantageux pour deux raisons. Premièrement, les semis d'automne impliquent une période de croissance plus longue et donc des rendements plus élevés que les semis de printemps. Deuxièmement, les semis d'automne auraient permis aux agriculteurs de répartir le travail de préparation du sol et des semis sur deux saisons si d'autres cultures (p. ex. légumineuses, lin, pavot) étaient semées au printemps. En effet, ces cultures ne prospèrent pas si elles sont semées à l'automne (Bakels, 2009, p. 39). Cependant, cette méthode a été critiquée par A. Kreuz et E. Schäfer (2011, p. 342).

D'autres chercheurs (Kreuz *et al.*, 2005, p. 250-251 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341-342) considèrent qu'il est probable que seules les cultures d'été (semées au printemps) aient été pratiquées par les agropasteurs rubanés. Ils ont travaillé à partir de l'analyse du cycle de vie des plantes adventices et autre végétation synanthrope. Les plantes sont alors divisées en quatre groupes, à savoir les pérennes ou vivaces, les annuelles d'été, les annuelles d'hiver,

et les annuelles indifférentes. Sur les sites rubanés d'Europe centrale, les annuelles d'été sont prédominantes, tandis que seulement trois annuelles d'hiver ont été attestées. Parmi ces dernières, il n'y a que la lampsane commune (*Lapsana communis*) qui se trouve de manière récurrente. Il s'agit d'une plante apophyte plutôt rudérale qui n'est pas caractéristique des cultures d'hiver. Les deux autres plantes, dont la présence est anecdotique, sont la valérianelle dentée (*Valerianella dentata*) et la mâche (*Valerianella locustra*). A. Kreuz et E. Schäfer (2011, p. 342) proposent que dans le cas des cultures d'été, les semis d'engrain, d'amidonnier et de pois aient débuté au début du mois de mars, en fonction des conditions météorologiques. Le lin aurait été semé fin mars, puis le pavot et enfin, à partir de la mi-avril, la lentille. Ainsi, la pratique des cultures d'été aurait eu pour conséquence positive de laisser l'automne libre pour la cueillette des fruits et noix sauvages et la chasse. Par ailleurs, le bétail pouvait paître dans les champs de l'automne jusqu'à la préparation des champs au début du printemps, en faisant des apports de fumier dans le sol.

Concernant la culture de Michelsberg, il est possible que le blé nu tétraploïde, l'amidonnier et l'orge aient été cultivés comme cultures d'été, à l'instar des légumineuses. L'engrain, quant à lui, pouvant être cultivé comme céréale d'été ou d'hiver. Il est possible que le système agricole Michelsberg, avec son cortège de plantes cultivées réduit, ait été basé sur la culture de céréales et légumineuses d'été (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 88).

#### Les techniques de récolte : les outils et la hauteur de coupe

Les analyses carpologiques peuvent fournir des informations relatives aux techniques de récolte telles que la hauteur de coupe des céréales. Ces informations sont livrées par la hauteur de croissance maximale des plantes adventices et messicoles involontairement collectées avec les céréales. Partant du principe que les plantes sauvages situées en deçà de la hauteur de coupe restent dans le champ, la hauteur maximale de la plante la plus basse récoltée indique la hauteur maximale à laquelle la coupe a été effectuée (Fig. 58). Toutefois, cette méthode doit être appliquée avec prudence, car seuls les ensembles qui n'auraient subi aucun traitement après la récolte sont susceptibles de refléter la réalité avec exactitude, mais de tels assemblages sont extrêmement rares. Les assemblages détritiques, quant à eux, résultent le plus souvent de mélanges et établir une relation directe entre les plantes cultivées et les plantes adventices reste assez difficile (Bouby, 2003, p. 37-40).

D'après l'analyse de la hauteur de croissance des plantes adventices et autre végétation synanthrope, les populations agropastorales ont probablement pratiqué l'éruissage des épis au cours de la première moitié de la culture rubanée en Europe centrale. Cette méthode évite la

récolte de la plupart des adventices. Seules les plantes grimpantes comme la vrillée liseron (*Polygonum convolvulus*) ou les espèces de gaillets (*Galium* sp.) sont difficiles à éviter (Kreuz et Schäfer, 2011, p. 334). Ensuite, une différence nette a été attestée entre la phase la plus ancienne du Rubané (LBK I) et la période comprise entre la phase ancienne et la phase finale (LBK II-V). En effet, dans la seconde moitié du Rubané, la quantité d'espèces augmente considérablement, notamment à partir de la phase moyenne (LBK III). Il est intéressant de noter que les « nouvelles » adventices des dernières phases du Rubané sont pour la plupart des espèces de petite taille, dont la hauteur ne dépasse pas 40 cm. Ce phénomène pourrait être un indicateur de changement dans les techniques de récolte, témoignant probablement du passage d'une récolte des épis vers une récolte en coupe basse à la faucille (Kreuz *et al.*, 2005, p. 249 ; Kreuz, 2007, p. 276-280 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341). En effet, il a été démontré que beaucoup plus de plantes adventices peuvent être récoltées par coupe à la faucille qu'en pratiquant l'érousage des épis (Kreuz, 2007, p. 276).

L'érousage des épis peut être réalisé en exerçant une coupe par pression à l'aide de divers outils (p. ex. ongle, coquillage, couteau à moissonner, *mesorias*). Le couteau à moissonner fait référence à une lame seule, ou à une lame dont le dos a été engagé dans un manche pour le tenir dans le creux de la main (Roux, 2015, p. 97-98). Le *mesorias* est un outil traditionnel constitué de deux baguettes de bois d'environ 50 cm de longueur, liées par une cordelette. Il est encore utilisé de nos jours dans les Asturies pour moissonner l'épeautre (Peña-Chocarro, 2014, p. 103). La technique consiste à coincer plusieurs tiges de blé entre les deux baguettes du *mesorias* placées en dessous des épis, puis à tirer pour détacher les épis vers le haut tout en ayant pris soin de maintenir les racines sous l'un de ses pieds (Fig. 58). Les chaumes restent dans la parcelle et sont coupés plus tard pour une utilisation ultérieure comme litière pour animaux ou pour être brûlés pour améliorer la qualité du sol (Peña-Chocarro, 2014, p. 103 ; Roux, 2015, p. 94). Très peu de choses sont connues sur l'origine de cet outil, et dans l'état actuel de la recherche, son utilisation n'est pas attestée au Rubané. Cependant, rappelons que l'absence de preuve n'est pas la preuve de l'absence.

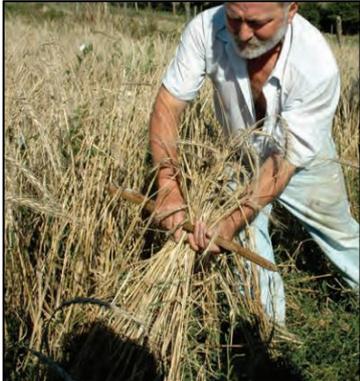
 <p>Cliché : P.C. Anderson (Peña-Chocarro, 2014, p. 104).</p>	<p><u>Technique</u> : moisson de céréales vêtues (épeautre) par érussage, à l'aide des <i>mesorias</i>.</p> <p><u>Produits et sous-produits de la récolte</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Épis</li> <li>- Adventices hautes à tige volubile</li> </ul>
 <p>Cliché : F. Pichon (2016).</p>	<p><u>Technique</u> : moisson de céréales (engrain) en coupe haute (environ 30 cm sous les épis les plus hauts), à l'aide d'une faucille courbe.</p> <p><u>Produits et sous-produits de la récolte</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Épis</li> <li>- Adventices hautes</li> </ul>
 <p>Cliché : N. Cayol (Pichon, 2016).</p>	<p><u>Technique</u> : moisson de céréales (engrain) en coupe basse (environ 15 cm au-dessus du sol), à l'aide d'une faucille courbe.</p> <p><u>Produits et sous-produits de la récolte</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Épis</li> <li>- Chaumes</li> <li>- Adventices hautes</li> <li>- Adventices basses</li> </ul>
 <p>Cliché : J.J. Ibáñez (González-Urquijo <i>et al.</i>, 2015, p. 30).</p>	<p><u>Technique</u> : moisson de céréales (engrain) par déracinage à la main, à condition que le sol soit suffisamment meuble.</p> <p><u>Produits et sous-produits de la récolte</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Épis</li> <li>- Chaumes</li> <li>- Bases de chaume</li> <li>- Adventices hautes</li> <li>- Adventices basses</li> </ul>

Fig. 58 - Les techniques, les produits et les sous-produits de la récolte.

La faucille consiste en une poignée en bois sertie de plusieurs lames en silex aisément identifiables par la présence du lustre de céréales (Ebersbach, 2002, p. 224), qui peut être employée pour la coupe par friction ou par frappe, ou pour les deux à la fois (Roux, 2015, p. 97-98). Un léger changement des techniques de travail du silex et des quantités d'artefacts lithiques a été attesté entre la phase la plus ancienne du Rubané (LBK I) et les phases suivantes. En effet, lors de la phase LBK I, le pourcentage de lames de faucille est plus faible et elles sont moins standardisées. Il est donc possible que les faucilles aient été moins fréquemment utilisées pour la récolte des céréales pendant cette phase que dans les phases ultérieures. C'est un aspect non négligeable puisque des travaux expérimentaux ont montré que la récolte à l'aide des faucilles en silex est trois fois plus rapide que la récolte des épis (Kreuz *et al.*, 2005, p. 249-250 ; Kreuz, 2007, p. 280).

### 3.3. Les ressources alimentaires animales

#### L'évolution du cheptel au Néolithique

Le cheptel du Rubané était composé de la triade domestique, à savoir le bœuf (*Bos taurus*), les caprinés (mouton *Ovis aries* ou chèvre *Capra hircus*) et le porc (*Sus scrofa domesticus*). Le chien (*Canis lupus*) est l'autre animal domestique attesté, bien qu'il ne soit pas considéré comme faisant partie du cheptel (Bakels, 2009, p. 42).

Les analyses paléogénétiques ont largement démontré l'origine proche-orientale des bœufs européens (Troy *et al.*, 2001 ; Hachem, 2010, p. 200 ; Scheu *et al.*, 2015). En outre, la difficulté à trouver en Europe tempérée un ancêtre sauvage aux caprins domestiques implique une origine proche-orientale de l'élevage du mouton et de la chèvre. Enfin, les données récentes de paléogénétique militent pour une souche unique anatolienne des porcs néolithiques européens. Par la suite, de nombreuses hybridations avec les sangliers européens auraient pratiquement fait disparaître les données génétiques des porcs primitifs (Frantz *et al.*, 2019). Autrement dit, toutes les espèces domestiques du Rubané, à exception du chien, sont d'origine proche-orientale.

Alors que les moutons et les chèvres prédominaient en Grèce et dans les Balkans au Néolithique, les bovins étaient majoritaires en Europe centrale, un changement qui peut refléter une plus grande importance accordée aux bovins étant donné qu'ils sont mieux adaptés au broutage et au pâturage dans des paysages boisés (Halstead, 1989a *in* Bogaard, 2004, p. 164).

Dans le secteur d'Ay/Trémery en Lorraine, 33 000 pièces ont pu être étudiées, soit une centaine de kilos de restes fauniques provenant de cinq sites rubanés. Comme dans les autres domaines du monde rubané, les principales espèces domestiques sont, en nombre de restes et par ordre d'importance, le bœuf, le porc et les caprinés. Cependant, on constate au Rubané final (phases régionales 7 et 8) une dominance du porc qui avoisine les 45 % en nombre de restes, puis retombe à un taux inférieur à 30 % au Rubané terminal (phase régionale 9). À cette même dernière phase du Néolithique ancien, la part prise par la faune chassée, tant pour la viande (p. ex. cerf, sanglier, auroch, cheval) que pour la fourrure (p. ex. renard, castor, chat sylvestre, martre/fouine, putois) atteint pratiquement 35 % alors que jusqu'alors la part de la chasse variait entre 2 et 7 % (Arbogast, 2007).

En Lorraine, mis à part les sites du secteur d'Ay/Trémery caractérisés par une bonne conservation du matériel osseux, sur la majorité des sites du Néolithique ancien la nature acide des sols n'a pas favorisé la conservation des ossements (Blouet *et al.*, 2013b, p. 25,

Tabl. 4). En revanche, les données archéozoologiques sont particulièrement bien documentées dans le Bassin parisien et la plaine d'Alsace concernant la culture Rubané. Dans le Bassin parisien, le bovin est l'élément dominant alors que les caprinés sont en deuxième position. Une forte augmentation de ces derniers est remarquée à la fin de la période. Au post-Rubané (culture de Villeneuve-Saint-Germain), c'est le porc qui devient la deuxième source carnée et cette tendance perdurera au moins jusqu'à la fin du Néolithique (Hachem, 2010, p. 201). Dans le nord de l'Alsace, on constate généralement une prépondérance de l'élevage bovin et le développement de celui du porc comme principale ressource complémentaire (Meunier *et al.*, 2003, p. 277). Vers la fin du Rubané, un rééquilibrage de l'exploitation des animaux domestiques se met en place avec notamment l'accentuation du rôle de l'élevage du porc associée à une moindre prédominance des bovins (Arbogast, 2000, p. 59).

En ce qui concerne le Néolithique moyen, l'étude menée sur le site de Pouilly « ZAC Chèvre Haie » (Moselle) montre que sur 3 300 restes analysés (taux de détermination de 6,3 %), il y a une grande importance de la faune chassée (25 %) et particulièrement du cerf qui, hors compte des ramures, est la troisième espèce bouchère derrière le bœuf et le porc. Par ailleurs, la présence de l'auroch, du sanglier, du chevreuil et du castor a été attestée. En ce qui concerne les animaux domestiques, l'espèce dominante est le bœuf (47,2 % des restes), devant le porc (23,6 %) et les caprinés (5,2 %). Mise à part l'importance prise par le cerf, le spectre est conforme à ce qui est connu dans le Néolithique moyen du Nord-Est de la France pour les cultures de Cerny et Roessen (Arbogast, 2008). Dans le Nord de la France, l'étude des restes fauniques a permis de mettre en évidence une écrasante majorité de bovins et une faible représentation de la chasse dans les enceintes Cerny. Une évolution est constatée dans les enceintes du Roessen final et tardif, où la composition du troupeau est dominée par les porcs alors que les bovins y sont relativement peu consommés. Par ailleurs, dans l'enceinte de Berry-au-Bac « la Croix-Maigret » (Aisne), le taux de la chasse (18 %) devient plus important (Hachem, 2011b, p. 314).

Au Néolithique récent (culture de Michelsberg), les animaux domestiques régulièrement rencontrés sur les sites de Basse-Rhénanie (Rhénanie-du-Nord-Westphalie, Allemagne), où les ossements sont conservés et déterminés, sont le bœuf, le porc, le mouton, la chèvre et le chien. Le bœuf est souvent, mais pas toujours, l'espèce domestique dominante, suivi du porc, des caprinés et du chien. Sur les sites où la distinction au sein des caprinés a été possible, il y a remarquablement plus de moutons que de chèvres (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 93). L'étude des dépôts de faune en provenance des enceintes Michelsberg dans le Nord de la France et en Allemagne montre que la faune attestée est plus souvent domestique que

sauvage. Les bovins et les caprinés sont les plus représentés, suivis du chien et du cerf. Bien que le porc joue un rôle important dans l'alimentation, sa présence dans les dépôts reste minoritaire (Höltkemeier et Hachem, 2013, p. 186). En revanche, les dépôts de la Plaine du Rhin supérieur incluent indifféremment des animaux sauvages ou domestiques, préférentiellement des individus jeunes. La présence de faons de cerf évoque la capture active et non hasardeuse d'animaux sauvages, rapportés sur le site non pour la consommation, mais pour faire l'objet de dépôts. La diversité des espèces (p. ex. suidés, chien, cerf, chevreuil, faon) souligne bien que les critères de sélection est de valorisation des animaux ne sont fondés, ni sur leur statut (sauvage/domestique/familier), ni sur leur intérêt économique (Arbogast *et al.*, 2013, p. 191, 194, 199). Enfin, les données en provenance du site de Mairy « Hautes Chanvières » (Ardennes) indiquent l'absence d'animaux chassés et la place prépondérante du bœuf au sein du cheptel (Arbogast, 1989).

En général, les chercheurs reconnaissent, à l'échelle du Néolithique, une nette augmentation du nombre de porcs consommés. L'engouement pour sa viande et son élevage constitue l'évolution majeure à partir de la fin du Rubané. Bien que l'élevage des caprinés reste mal documenté, les données montrent que leur consommation reste pérenne malgré une décroissance significative entre le Rubané et le Michelsberg (Sidéra, 2000, p. 111-112).

#### Les courbes d'abattage et le sexe des animaux

Les résultats obtenus sur le site Rubané final du bassin de la Seine (RFBS) de Cuiry-lès-Chaudardes « Les Fontinettes » (Aisne) ont permis de mettre en évidence l'abattage de jeunes animaux, ceux de plus de six ans et demi étant rares (50 % ne dépassent pas l'âge de deux ans ; 20 % atteignent un âge de quatre ans). On observe un premier pic d'abattage entre 15 et 17 mois puis un second entre 40 et 50 mois. Quelques animaux adultes (dépassant 7 voire 15 ans), principalement des vaches, sont laissés sur pied pour la reproduction. Les classes d'âge présentées dans les autres sites de la vallée de l'Aisne (Méniel, 1984), du Nord-Est de la France (Arbogast, 1994) et d'Allemagne orientale (Müller, 1964), mettent en évidence des règles communes à celles établies à Cuiry-lès-Chaudardes, soit un premier abattage des jeunes de moins de 2 ans (veaux mâles, mais non des très jeunes) puis une seconde série d'abattage entre 2 et 4 ans (animaux subadultes d'un poids optimal, probablement des deux sexes), avec un nombre de femelles adultes supérieur à celui des mâles (Hachem, 2011a, p. 101-102). En outre, on observe une similitude de traitement des bovins et des caprinés, notamment en ce qui concerne l'abattage intensif en deux moments. Pour les caprinés, le premier pic a lieu avant 6 mois et le second au moment où les bêtes atteignent la maturité, soit vers 3-4 ans. Il

en est de même pour les suidés, le premier pic ayant lieu avant 4 mois et le second entre 17 et 24 mois (Hachem, 2011a, p. 105).

Par l'importance de la sélection de cette tranche d'âge juvénile, la gestion des troupeaux domestiques paraît d'une manière générale être régie par les besoins de la production de viande. Toutefois, la présence de caprinés adultes (40 % des bêtes dépassent la maturité) sur le site de Cuiry-lès-Chaudardes va dans le sens d'une exploitation à petite échelle de la toison (Hachem, 2011a, p. 104). Il est à noter que la présence d'individus adultes préservés au-delà de leur maturité souligne la bonne maîtrise des techniques pastorales et le savoir-faire acquis dans la gestion des troupeaux (Arbogast, 2000, p. 59). Enfin, contrairement aux animaux domestiques qui sont abattus jeunes, les animaux sauvages privilégiés sont les femelles adultes (Hachem, 2010, p. 201, 204).

Au Michelsberg, les bovins sont également abattus jeunes, mais les animaux adultes occupent une place plus importante que précédemment (Hachem, 2011b, p. 316). Quelques aspects observés sur le site de Mairy « Hautes Chanvières » plaident en faveur d'une diversification de l'utilisation du bétail. Premièrement, la présence de quelques bœufs plus âgés (13 % du cheptel) signale une transformation de la gestion du troupeau indiquant éventuellement la garde de femelles lactantes sur pied et l'exploitation de produits secondaires. Deuxièmement, la déformation d'un métacarpe est probablement à mettre en rapport avec l'utilisation des bœufs comme bêtes de somme. Enfin, la morphologie des chevilles osseuses et des métacarpes a permis la mise en évidence de la castration pratiquée sur des animaux jeunes (Arbogast, 1993). Pour L. Hachem (2011b, p. 316), l'augmentation de la consommation des porcs permettait probablement de compenser la perte de viande bovine due à cette modification dans les stratégies d'exploitation des troupeaux. Enfin, les données en provenance du site de Mairy montrent que l'emploi des caprinés évolue vers la production de lait (Arbogast, 1994, p. 94).

#### *Du bétail pour la viande, mais aussi pour le lait*

La consommation de viande n'était certainement pas la seule raison pour se lancer dans l'élevage, car la viande pouvait également être obtenue en chassant des animaux sauvages. En revanche, les animaux domestiques apportaient la disponibilité de lait pour l'alimentation humaine, permettant également la fabrication de produits laitiers (Kreuz *et al.*, 2020, p. 111).

Contrairement à ce qui a été longtemps accepté, l'élevage des bovins et de caprinés au Rubané n'était pas quasi exclusivement axé sur la production de viande, mais aussi destiné à une production laitière. Une étude récente basée sur l'analyse des courbes d'abattage met en

évidence une gestion des troupeaux, liée aussi bien aux activités de boucherie qu'aux pratiques d'élevage laitier durant toutes les périodes et toutes les régions du Rubané. Il est toutefois probable que le niveau de production laitière n'était pas intensif (Gillis *et al.*, 2017, p. 7), ce qui pourrait expliquer le taux relativement peu élevé (20 %) de bovins dépassant la maturité sur le site de Cuiry-lès-Chaudardes « Les Fontinettes », par rapport aux sites chalcolithiques où ce taux oscille entre 40 % et 80 % (Hachem, 2011a, p. 102-103). Rappelons que la présence d'animaux matures dans le troupeau évoque éventuellement la garde de femelles lactantes sur pied et l'exploitation de produits secondaires.

L'exploitation du lait au Proche-Orient ainsi qu'en Europe sud-orientale et centrale a été prouvée par l'analyse des résidus de restes de poterie néolithique (Craig *et al.*, 2005 ; Evershed *et al.*, 2008). Les données suggèrent que l'élevage laitier, probablement de moutons ou de chèvres, était initialement pratiqué à petite échelle et faisait partie d'une économie mixte (Craig *et al.*, 2005, p. 882, 890).

Par ailleurs, une étude menée par M. Salque *et al.* (2013) sur des poteries percées rubanées mises au jour dans la région de Cujavie (Pologne) a permis de les identifier comme étant des faisselles ayant servi à égoutter le caillé de lait pour en faire du fromage. En effet, l'analyse chimique des résidus organiques contenus dans ces poteries a révélé la présence de résidus adipeux et plus précisément de lipides laitiers. Dans l'état actuel de la recherche, il s'agit de la plus ancienne preuve de fabrication de fromage. Cette découverte est remarquable à plusieurs niveaux. Premièrement, sachant que la fabrication du fromage rend plus faciles la manipulation et la conservation du lait, elle permet l'accès à cette source nutritionnelle tout au long de l'année. Deuxièmement, la transformation du lait en fromage rend sa consommation plus digeste grâce à sa faible teneur en lactose, un point très important puisque les premières populations néolithiques présentaient encore un faible niveau de persistance de la lactase à l'âge adulte. Enfin, la preuve de la consommation de produits laitiers par les populations rubanées est cohérente avec l'origine de la fréquence de l'allèle associé à la persistance de la lactase (-13,910\*T) dans la région comprise entre les Balkans et l'Europe centrale vers 6730-4310 av. n. è. (Itan *et al.*, 2009, p. 6 ; Burger et Thomas, 2011, p. 378, Fig. 15.2 ; Salque *et al.*, 2013, p. 525). Étant donné qu'il est peu probable que la sélection naturelle ait conduit l'allèle -13,910\*T à des fréquences élevées sans apport de lait frais, tout semble indiquer que l'évolution biologique de la persistance de la lactase est liée à la culture de l'exploitation laitière par le biais d'un processus de coévolution gène-culture. Force est de constater que les dates et le lieu déduits de la coévolution de la persistance de la lactase et de la production

laitière correspondent bien aux origines de la culture LBK dans la région du lac Balaton (Itan *et al.*, 2009, p. 6 ; Burger et Thomas, 2011, p. 380).

Il semblerait que la fertilité et le vêlage des bovins aient été fortement liés à la disponibilité du fourrage et des pâturages tout au long de l'année et aux pratiques de gestion de l'élevage (Brychova *et al.*, 2021, p. 97). Alors que la quasi-totalité du régime alimentaire du bétail à viande est composée d'herbe verte, l'alimentation de la vache laitière contient d'autres suppléments pour stimuler sa production de lait. Elle mange en même temps du foin, des fourrages, des céréales et des végétaux riches en protéines. En cas de production de lait, la gestion du troupeau avait besoin de plus de main-d'œuvre. Par conséquent, les troupeaux devaient probablement être plus petits et maintenus plus près des sites (Kreuz *et al.*, 2020, p. 111).

#### La taille du cheptel au Rubané

Basée sur des estimations du régime alimentaire, C. Bakels (2009, p. 44-45, 50-51) suggère qu'au Rubané, un site moyen compterait entre 50 et 100 bêtes. Plus exactement, dans une colonie dont 35 % de la diète est carnée, les besoins s'élèvent à 101 têtes de bétail. Si la consommation de viande est réduite à 20 %, alors 60 têtes de bétail sont nécessaires pour couvrir les besoins de la population (Modderman, 1988, p. 116). Quant à elle, L. Hachem (2010, p. 200, 2021) estime que les troupeaux seraient constitués de 50 à 70 bovins, d'une trentaine d'ovins et de caprins, et d'une vingtaine de porcs par village pour un hameau de quatre à six maisons.

D'après P. J. R. Modderman (1988, p. 116), pour une centaine de bêtes 150 ha de terrain pour pâturage auraient été nécessaires. Lorsque la consommation de viande est réduite à une soixantaine de bêtes, alors 90 ha de terrain pour pâturage suffisent.

#### La part de la chasse dans l'alimentation carnée

Le développement de la chasse caractérise les sites du Rubané final du bassin de la Seine (RFBS), où cette pratique est loin d'être négligeable (un peu plus de 15 %) et peut être divisée en trois catégories : le grand gibier commun (cerf, sanglier, aurochs et chevreuil) dont tous les animaux sont mangés, le gibier rare (loup, ours et cheval) qui n'est pas ou peu consommé et le petit gibier (castor et blaireau) consommé et apprécié pour sa fourrure. La chasse évolue autant que l'élevage. En effet, le sanglier est plus fréquent au début et au milieu de la séquence alors qu'à partir de l'étape finale du Rubané sa proportion décline et ce sont le cerf et le chevreuil qui deviennent le gibier privilégié (Hachem, 2010, p. 200-201),

probablement en réponse à la raréfaction du gros gibier à proximité des sites, résultat de la modification de l'environnement par l'horticulture et le pâturage (Hachem, 2011a, p. 270).

Pour R.-M. Arbogast (2001, p. 79-80, 2007, p. 257), le développement de la chasse qui n'intervient qu'à partir de l'étape récente du Rubané, est un aspect propre aux sites du Bassin parisien, de la Haute-Alsace et de Lorraine. En revanche, au même moment sur les sites rubanés du nord de l'Alsace, c'est le recours au cheptel qui est modifié, la variabilité de la représentation de la faune sauvage n'étant pas plus marquée durant les étapes récente et finale que durant les étapes plus anciennes. Pour cette chercheuse, ce phénomène serait le résultat de deux stratégies différentes face à un même besoin de changement qui relève de la sphère culturelle. Elle constate, en effet, que cette divergence dans l'évolution de l'organisation du système d'approvisionnement carné serait liée à l'ancienneté de la colonisation. Les communautés les plus anciennement installées et les plus familiarisées avec le système de production auraient ainsi fait le choix d'un aménagement du système d'élevage, alors que les sites plus récents auraient fait appel au monde sauvage de manière plus marquée.

Après le Rubané, une décroissance de la chasse est constatée aussi bien dans le Bassin parisien que dans le Rhin, où elle ne dépasse pas 8,4 %, alors qu'elle y représentait jusqu'à 20 % au Rubané (Arbogast, 1994, p. 78). Malgré ce phénomène de baisse de la chasse, la croissance régulière de la proportion de ramures parmi les rejets osseux reflète un intérêt à l'égard du cerf (Arbogast, 1994, p. 82), qui se généralise et domine la plupart des spectres de faune sauvage au Néolithique moyen (Jeunesse et Arbogast, 1997a, p. 94). Pleinement intégrée dans l'organisation économique des sociétés néolithiques, la chasse de cet animal peut représenter une des ressources les plus régulières et les plus importantes de l'approvisionnement en viande. Toutefois, le principal ressort de l'intérêt pour cet animal ne se réduit pas à sa dimension économique. La charge symbolique conférée au cerf reste très prégnante au Néolithique récent (Arbogast, 2010, p. 17, 19).

Le site de Rosheim « Mittelwege - Sangrube » (Bas-Rhin), dont l'occupation a été datée du Néolithique moyen (cultures de Grossgartach et Roessen), fait figure d'exception révélant une nette prédilection pour le sanglier dans les ensembles datés des deux cultures. Ces données s'inscrivent cependant assez bien dans la variabilité des spectres de chasse observés dans d'autres assemblages du début du Néolithique moyen et qui donnent l'impression d'une chasse du grand gibier assez diversifiée et opportuniste. Dans ce cas particulier, la représentation de la faune sauvage reflète l'intérêt porté à la sphère technique, par la recherche de matière première spécifique pour l'artisanat et la parure (Jeunesse et Arbogast, 1997b, p. 29, 40).

Les proportions des espèces consommées en relation avec la taille des maisons dans le Bassin parisien

Les études menées dans les sites rubanés et post-rubanés du Bassin parisien ont permis de mettre en évidence une relation entre la taille des maisons et les proportions des espèces consommées. Ainsi, dans un hameau constitué de cinq maisons contemporaines, les maisons comportant une partie arrière à trois travées seraient orientées plutôt vers la consommation soit du bœuf, soit du mouton, alors que parmi les animaux sauvages se trouvent l'aurochs, le cerf et le chevreuil. En revanche, les maisons comportant une partie arrière à une seule travée seraient orientées plutôt vers la chasse du grand et du petit gibier, notamment du sanglier, bien que l'animal domestique dont la consommation était privilégiée soit le porc. À la fin du Rubané final du bassin de la Seine (RFBS), l'élevage prend de l'importance, en particulier celui des caprinés, et les maisons de petite taille se font rares (Bedault et Hachem, 2008, p. 233-234 ; Hachem, 2010, p. 204).

D'autres sources d'alimentation d'origine animale

De nombreux restes de poissons, de moules et d'escargots ont été mis au jour dans les échantillons archéobotaniques issus des sites rubanés hongrois. Ces données indiquent leur consommation comme source supplémentaire de protéines (Kreuz *et al.*, 2020, p. 111). Une étude portant sur les résidus organiques des tessons céramiques en provenance de la région de Djerdapska Klisura (Portes de Fer) à la frontière entre la Serbie et la Roumanie, montre que la poterie néolithique (Starčevo-Criș) était utilisée principalement pour le traitement des ressources aquatiques (Cramp *et al.*, 2019, p. 2019). Toutefois, si l'on regarde les résultats néolithiques en Allemagne et en Autriche, les restes de poissons sont très rares dans les résidus de tamisage archéobotanique des sites rubanés. De toute évidence, le poisson ne constituait pas une partie importante du régime alimentaire dans la zone nord-occidentale du Rubané. Cette utilisation ou ce refus des ressources en eau douce pourrait indiquer à nouveau des distinctions régionales dans les traditions alimentaires néolithiques (Kreuz *et al.*, 2020, p. 111).

L'étude menée par M. Salque *et al.* (2013, p. 525) a également été l'occasion de surligner l'importance des produits de la ruche au début du Néolithique en Europe. En effet, la présence de cire d'abeille dans la plupart des bouteilles à collerette analysées suggère soit le stockage du miel, soit, plus probablement, l'emploi de la cire d'abeille comme agent imperméabilisant, permettant ainsi leur utilisation dans le stockage ou le transport de denrées à base d'eau. La récupération extensive de la cire d'abeille dans la poterie du site de

Ludwinowo 7 (Pologne) souligne l'importance des produits apicoles au début du Néolithique en Europe.

### **3.4. À propos du régime alimentaire des populations néolithiques**

#### Les besoins énergétiques des populations humaines

Les besoins énergétiques d'un individu dépendent de nombreux facteurs tels que le sexe, l'âge, la taille, le poids, le niveau d'activité physique et l'existence éventuelle de problèmes de santé. Malgré cela, des recommandations générales, qui précisent les règles de base de l'équilibre alimentaire, existent : ce sont des valeurs idéales. D'après l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA), l'apport conseillé en énergie pour un homme adulte (18-75 ans) est, en moyenne, de 2 400 à 2 600 kcal par jour, selon l'activité. Pour une femme adulte, il est de 1 800 à 2 200 kcal. La contribution des macronutriments (glucides, lipides et protéines) à l'apport énergétique total est souvent exprimée en pourcentages. Ainsi, un peu plus de la moitié (55 %) de l'apport énergétique journalier doit être issu des glucides, un tiers (30 %) doit être apporté par les lipides, et un sixième (15 %) doit provenir des protéines (VIDAL, 2019c). Sachant que 1 g de lipides renferme deux fois plus d'énergie qu'un gramme de glucides ou de protéines (coefficients d'Atwater : 9 kcal pour 1 g de lipides, 4 kcal pour 1 g de glucides ou de protéines), l'apport énergétique journalier estimé en poids se distribue comme suit : 250 g de glucides, 70 g de lipides, 45 g de protéines pour une personne de 55 kg et 60 g pour une personne de 75 kg, 25 à 30 g de fibres et au moins un litre et demi d'eau (VIDAL, 2019a).

Il est à noter que pendant plus d'un siècle et jusqu'à récemment, la valeur énergétique des aliments était calculée à partir des coefficients proposés par le chimiste américain Wilbur Olin Atwater. D'après le professeur J.-M. Lecerf (in Delaby, 2013), chef du service nutrition de l'Institut Pasteur de Lille, les fibres n'étaient pas comptabilisées dans la formule proposée par W. O. Atwater et leur effet était considéré comme nul, car on partait du principe qu'elles n'étaient pas absorbées et métabolisées par l'organisme, se retrouvant dans le côlon sous forme de résidus non digestibles. Mais dans les années 1990, les scientifiques se sont rendu compte que bien qu'elles ne soient pas absorbées, les fibres étaient fermentées par la flore intestinale et utilisées comme substrat énergétique. Elles libèrent alors des acides gras volatils qui ont une valeur calorique. On estime aujourd'hui qu'elles fournissent non pas zéro, mais environ 2 kcal par gramme (Office des publications de l'Union européenne, 2008, p. 9).

Bien que les recommandations nutritionnelles pour l'enfant soient difficiles à établir en raison de la vitesse de croissance qui varie fortement en fonction de l'âge, quelques études ont permis d'établir des repères nutritionnels. Ainsi, chez l'enfant de plus de 3 ans et les adolescents, comme chez l'adulte, les glucides doivent constituer la principale source

d'énergie et représenter environ 50 à 55 % des apports énergétiques quotidiens. Les apports conseillés en lipides sont limités à un tiers de l'apport énergétique total. L'apport quotidien en protéines nécessaires augmente avec le poids de l'enfant et doit être de 0,8 à 0,9 g par kilo, soit 12 à 13,5 g par jour pour un enfant de 15 kg, par exemple. Le nombre de grammes de fibres à ingérer quotidiennement s'obtient en additionnant le chiffre 5 à ses années d'âge. Enfin, les enfants ont besoin de 70 à 90 ml d'eau par kilo de poids (soit 2,1 à 2,7 litres par jour pour un enfant de 30 kg). Ces chiffres incluent l'eau apportée par les aliments (VIDAL, 2019b).

L'analyse ethnographique d'une trentaine de villages paysans dans le cadre de sociétés non industrialisées menée par R. Ebersbach (2002), a permis de constater que les carences alimentaires peuvent être de nature qualitative ou quantitative. Dans le cas d'une alimentation satisfaisante, les carences qualitatives (manque en protéines, en vitamines ou en certains minéraux) n'apparaissent guère que dans les cas de régimes particulièrement monotones. Les problèmes les plus importants concerneraient les apports en vitamines, sujets aux variations saisonnières. Des carences protéiques très marquées ne sont pas généralement présentes dans le cadre d'un approvisionnement satisfaisant (Ebersbach, 2002, p. 226).

#### *La part de la consommation des ressources végétales par rapport aux ressources animales*

L'analyse, sur une base quantitative, de l'alimentation des communautés agropastorales a rarement été développée en archéologie. En effet, une telle approche pose d'importants problèmes méthodologiques et elle est généralement considérée comme très approximative, puisque beaucoup de facteurs non quantifiables influencent la composition des régimes alimentaires.

Malgré ces inconvénients, R. Ebersbach (2002) tente une reconstitution des systèmes économiques des populations agropastorales néolithiques des bords des lacs suisses, basée sur l'analyse ethnographique d'une trentaine de villages paysans dans le cadre de sociétés non industrialisées. Plus précisément, son objectif était d'évaluer la composition journalière moyenne de l'alimentation par habitant. Afin de mener à bien le modèle de quantification proposé, la synthèse des données concernant l'agriculture, l'élevage et la démographie a été faite à l'aide de tableaux chiffrés. Ces tableaux sont inspirés d'un tableau croisé Microsoft Excel<sup>®</sup> conçu par S. Jacomet et J. Schibler (1985) pour évaluer la consommation et l'exploitation des ressources agraires d'un village néolithique du lac de Zurich. L'avantage de ce modèle réside dans le fait qu'il permet de croiser les données relatives à l'alimentation avec celles concernant les capacités de travail des populations, les surfaces des espaces

cultivés et l'importance des troupeaux. Pour cette chercheuse, le facteur déterminant n'est pas seulement la satisfaction des besoins, mais aussi la diversité des produits et leur contribution à l'alimentation (Ebersbach, 2002, p. 225).

Cette étude permet de conclure que dans les villages modèles analysés, l'apport énergétique journalier médian par habitant est d'environ 2 100 kcal, aucun cas de carence n'ayant été repéré (Ebersbach, 2002, p. 119, Fig. 91, p. 226). Dans la grande majorité des villages modèles analysés, plus de 70 % des besoins énergétiques journaliers sont couverts par les plantes, notamment par les céréales. Dans la plupart des cas, cette contribution s'élève jusqu'à 80-95 % des apports (Ebersbach, 2002, p. 120, Fig. 92, p. 226). Bien que d'importance variable, les légumineuses représentent souvent la deuxième source végétale d'apports avec une médiane de 7 % (Ebersbach, 2002, p. 123, Fig. 96, p. 226). Les légumes et les fruits n'assurent pas un apport énergétique très significatif, mais jouent un rôle important en tant que source de vitamines. Ainsi, le besoin annuel en plantes et notamment en céréales a été estimé à environ 222 kg par habitant (Ebersbach, 2002, p. 121, Fig. 93, p. 226). Environ 5 % de l'apport énergétique journalier sont issus de la viande (Ebersbach, 2002, p. 123, Fig. 97, p. 226) et environ 2 % sont issus du lait et des produits laitiers (Ebersbach, 2002, p. 126, Fig. 101). Ces résultats sont représentés dans la figure Fig. 59.

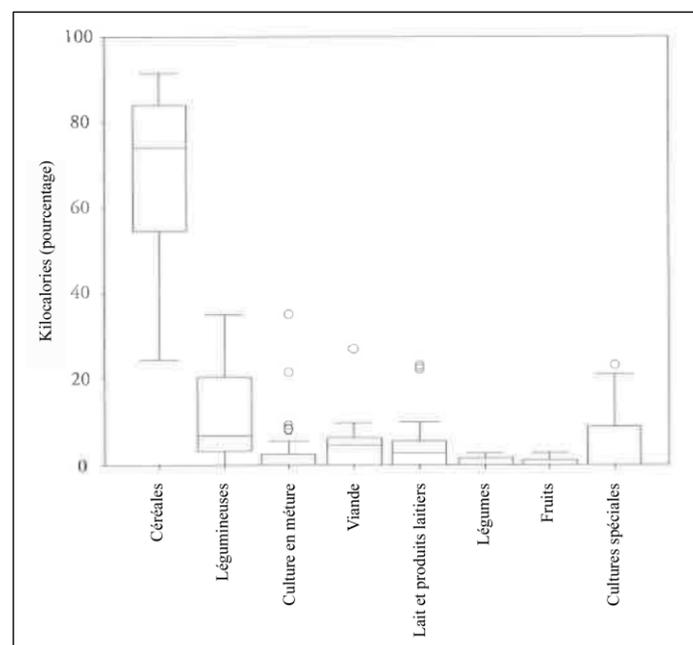


Fig. 59 - Répartition en pourcentage des kcal journalières disponibles par personne en fonction du groupe d'aliments (d'après Ebersbach, 2002, p. 122, Fig. 94).

En ce qui concerne l'apport en protéines (Fig. 60), dans tous les villages modèles, les habitants disposent d'un apport journalier satisfaisant, avec une médiane de 57 g par habitant

(Ebersbach, 2002, p. 128, Fig. 103, p. 227). Les besoins en protéines seraient en grande partie recouverts par les produits végétaux (apport médian de 80 %), notamment par les légumineuses (Ebersbach, 2002, p. 128, Fig. 104, p. 227). La viande ainsi que le lait et les produits laitiers représentent une contribution variable pouvant constituer au maximum 40 % des apports pour la première, et 20 % des apports pour les seconds (Ebersbach, 2002, p. 129, Fig. 105, p. 226).

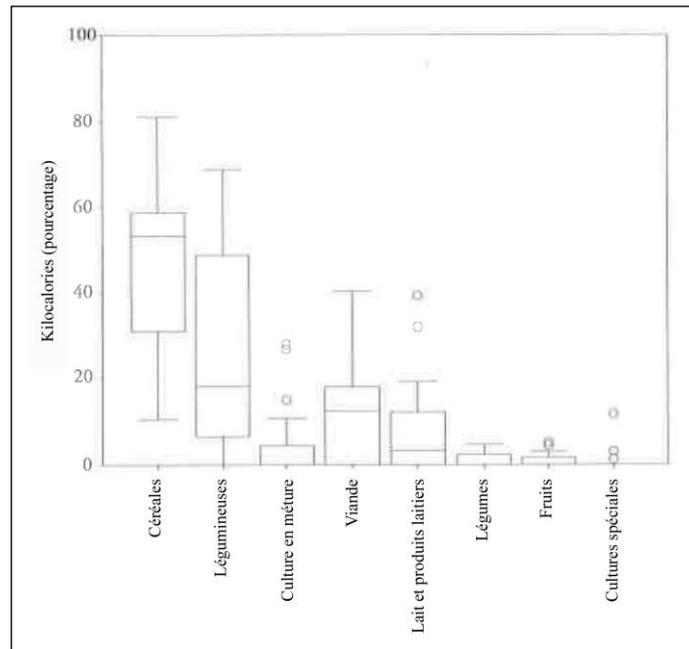


Fig. 60 - Répartition en pourcentage des protéines journalières disponibles par personne en fonction du groupe d'aliments (d'après Ebersbach, 2002, p. 129, Fig. 105).

Ensuite, ce modèle a été adapté aux données du site de Vaihingen an der Enz (Bade-Wurtemberg, Allemagne). Pour l'occupation datée du Rubané (style de Flomborn), une densité de 40 maisonnées contemporaines et de 320 habitants a été proposée. Si les exigences minimales de 2 000 kcal et 45 g de protéines par personne et par jour sont retenues, les habitants de Vaihingen auraient besoin d'un apport énergétique quotidien de 640 000 kcal et d'un apport protéique quotidien de 14 kg pour l'ensemble de la population à l'apogée de l'occupation. Si ces besoins énergétiques étaient couverts par les seules céréales, la population aurait consommé 194 kg de céréales par jour. Si les protéines étaient approvisionnées principalement par des légumineuses, alors 80 kg de légumineuses, soit 2 kg par maisonnée, auraient été nécessaires quotidiennement (Ebersbach *in* Bogaard, Arbogast *et al.*, 2016, p. 43-45, Fig. 28).

Bien que très intéressante, cette approche est à considérer avec prudence puisqu'elle reste à perfectionner. En effet, le raisonnement de départ du modèle prend en compte de manière incomplète les exigences minimales en matière de nutrition. Il part du principe que les recommandations officielles sont de 2 000 kcal et de 45 g de protéines par personne et par jour. Or, les recommandations officielles ne s'arrêtent pas là. S'il faut bien environ 2 000 kcal d'apport énergétique par jour et par personne adulte, les 45 g de protéines sont déjà intégrés dans cet apport énergétique (coefficients d'Atwater : 4 kcal/g de protéine). La recommandation est donc d'environ 2 000 kcal dont, et non pas et, 45 g de protéines qui apportent 180 kcal. Par ailleurs, parmi ces 2 000 kcal, il faut également compter un apport en glucides d'environ 250 g (coefficients d'Atwater : 4 kcal/g de glucides), un apport en lipides d'environ 70 g (coefficients d'Atwater : 9 kcal/g de lipides) et un apport en fibres d'environ 25 g (directive 2008/100/CE de la commission du 28/10/2008 : 2 kcal/g de fibres).

Pour sa part, A. Kreuz (2012, p. 117; p. 120-121, Tabl. 11), prend comme repère un besoin quotidien maximal de 3 000 kcal, dont environ 350 g de glucides, 90 g de lipides et 95 g de protéines. À partir de ces valeurs, elle propose un menu du jour qui pourrait fournir à la fois l'énergie ainsi que tous les minéraux, oligoéléments et vitamines nécessaires pour les populations rubanées. Un tel menu aurait pu avoir la composition suivante : 550 g de céréales, 150 g de lentilles, 50 g de lard, de fromage de brebis/chèvre et de noisettes, 10 g de graines de lin et de pavot ainsi que des feuilles de pissenlit, 100 g d'orties et de giroles. Le lard peut être remplacé par 200 g de bœuf (entrecôte), ce qui permet d'obtenir à peu près le même nombre de kilocalories, mais plus de protéines et moins de lipides.

Les premières reconstitutions paléodietétiques basées sur les décalages de  $\delta^{15}\text{N}$  (rapport de deux isotopes stables de l'azote, à savoir  $^{15}\text{N} : ^{14}\text{N}$ ) entre le collagène des humains et ceux des animaux herbivores domestiques sur les sites néolithiques d'Europe centrale et nord-occidentale, ont probablement surestimé la consommation de protéines animales à 60-80 %, sachant qu'une fraction de protéines animales alimentaires supérieure à 60 % est étonnamment élevée pour une économie basée sur l'agriculture et l'élevage, bien que pas improbable chez des sociétés pastorales où le lait est un élément majeur de la nutrition (Hedges et Reynard, 2007, p. 1244). Il semblerait que cette surestimation soit liée au modèle standard employé pour calculer la proportion de protéines animales alimentaires. En effet, quelques modifications apportées à ce modèle produisent des estimations considérablement inférieures de la fraction de protéines animales. L'un des aspects pris en compte dans les modifications apportées à ce modèle est celui de la pratique de l'épandage de fumier en tant qu'engrais (Hedges et Reynard, 2007, p. 1245-1247). Des travaux récents sur les cultures

modernes ont montré que cette pratique a un effet net sur les rapports isotopiques stables de l'azote (valeurs de  $\delta^{15}\text{N}$ ) dans les céréales, le degré d'impact dépendant de l'intensité de la pratique, c'est-à-dire du niveau et de la fréquence d'application. Les légumineuses poussant dans les mêmes conditions que les céréales ont, quant à elles, des valeurs de  $\delta^{15}\text{N}$  plus faibles, en raison de la fixation atmosphérique de l'azote. À noter que seule une pratique extrêmement intensive (>35 tonnes/ha) peut entraîner une nette élévation des valeurs (Bogaard *et al.*, 2007 ; Fraser *et al.*, 2011 ; Bogaard *et al.*, 2013, p. 12589). La pratique de l'épandage de fumier dans les cultures céréalières pourrait élever leurs valeurs de  $\delta^{15}\text{N}$  au-dessus du fourrage herbivore (non fertilisé) tel que la végétation de lisière des bois et le fourrage de feuilles/branches, de sorte que les humains mangeant des cultures fertilisées avec du fumier auraient des valeurs de  $\delta^{15}\text{N}$  plus élevées que les herbivores mangeant du fourrage (Hedges et Reynard, 2007, p. 1246-1247, Tabl. 2 ; Bogaard *et al.*, 2013, p. 12589). En l'absence de mesures fiables des valeurs de  $\delta^{15}\text{N}$  chez les plantes cultivées archéologiques, la consommation de cultures fertilisées risque d'augmenter la contribution apparente des protéines animales à l'alimentation humaine. Ainsi, les régimes alimentaires humains avec une composante majeure de céréales fertilisées seraient classiquement interprétés comme indiquant une diète largement basée sur l'animal ou un régime mixte végétal/animal (Bogaard *et al.*, 2007, p. 339-341). Une étude relativement récente menée sur des centaines d'échantillons humains et animaux provenant de cimetières et de villages de toute l'aire de répartition de la culture rubanée (Hedges *et al.*, 2013) propose que le pourcentage de protéines alimentaires d'origine animale ait été de l'ordre de 50 % (en supposant un petit enrichissement en fumier) dans la région rhénane. Ce pourcentage serait réduit à 40 % environ par l'inclusion de 5 % de poisson, une contribution de poisson plus élevée étant difficile à accepter. En revanche, dans la partie orientale de l'aire de répartition rubanée le long du Danube, l'importance des protéines animales aurait décliné à environ 25 %, alors que l'apport des protéines en provenance des légumineuses aurait été de l'ordre de 5-10 %. Par ailleurs, on y note l'absence de poisson et un niveau modeste d'enrichissement en fumier (Hedges *et al.*, 2013, p. 364-365). Toutefois, les auteurs signalent que ces différences sont assez faibles, car elles s'étalent sur une zone très large. L'hypothèse d'une cohérence de la diète humaine sur l'ensemble de tout le territoire Rubané peut donc être retenue (Hedges *et al.*, 2013, p. 361).

### L'importance de la cueillette

Alors que les glucides, les lipides, les protéines et les fibres auraient été approvisionnés par les cultures et les animaux, domestiques et sauvages, les besoins quotidiens en vitamines

et minéraux devaient être assurés en grande partie par les légumes verts à feuilles, les fruits, les racines/rhizomes et les tubercules (Kreuz *et al.*, 2020, p. 111). Néanmoins, une étude récente portant sur la consommation de glucides chez les populations mésolithiques d'Europe révèle que la teneur en glucides des racines et des rhizomes sauvages peut être plus élevée que dans les pommes de terre cultivées, montrant ainsi qu'ils auraient pu fournir une source majeure d'énergie. Leur teneur élevée en énergie, la possibilité d'être stockés, la facilité de récolte et de transformation ainsi que leur capacité de reproduction végétative, rendent de nombreuses racines et rhizomes sauvages indigènes particulièrement adaptés à une exploitation intensive (Bishop, 2021, p. 193).

Il est à noter que même si des hypothèses sur l'importance de la cueillette peuvent être formulées, l'estimation précise de son apport à la diète des sociétés néolithiques reste très difficile à réaliser à partir des données archéobotaniques. En effet, étant donné qu'il s'agit d'une catégorie de plantes qui est souvent consommée crue, elle n'est pas forcément exposée au contact avec le feu, ce qui réduit ses possibilités de conservation (voir 5.2.6). Lors de son travail doctoral, A. Zanotti (2016) a adapté le modèle développé dans le cadre de l'ANR OBRESOC afin d'explorer la structure socioéconomique des premières sociétés agropastorales des Balkans. D'une part, le modèle montre une grande variabilité dans la cueillette, avec des variations marquées pouvant se produire d'une année à l'autre, la raison étant que la cueillette est liée aux événements météorologiques. Par ailleurs, il montre que la proportion de plantes cultivées avait un effet assez marqué sur la cueillette puisqu'en mangeant plus de céréales, les besoins en plantes sauvages et en fruits décroissent. À l'inverse, si le nombre de céréales mangées décroît, la population doit satisfaire leurs besoins alimentaires en intensifiant la cueillette. Le modèle permet d'estimer et de comparer les kilocalories issues de la cueillette avec celles obtenues depuis les grains cultivés. Ainsi, entre 7 et 20 % des kilocalories apportées par les plantes seraient apportées par la cueillette (Zanotti, 2016, p. 134, 161). Les résultats issus de ce type de modèle sont toutefois à interpréter avec prudence.

D'autres méthodologies de travail viennent nourrir cette discussion sur l'importance, souvent négligée, des plantes cueillies consommées majoritairement crues. L. Kubiak-Martens (in Curry, 2021) qualifie ces plantes de « chaînon manquant » des régimes alimentaires anciens. Sachant qu'il est assez difficile de prouver, à partir de restes carbonisés, que les légumes verts à feuilles ont été mangés, la chercheuse propose une méthodologie de travail basée sur l'analyse de paléofèces humaines, qui livrent des quantités considérables de pollen de plantes. Elle travaille actuellement dans un projet qui examine des coprolithes

humains âgés de 6 300 ans conservés dans certaines zones humides des Pays-Bas. Les résultats de ce projet seront d'un grand apport à nos connaissances sur le sujet.

Récemment, une étude carpologique a mis en lumière l'importance économique d'une plante herbacée généralement considérée en tant que mauvaise herbe, le chénopode blanc (*Chenopodium album*), suggérant que sa consommation par les populations rubanées de Cujavie (Pologne) ne peut pas être exclue (Mueller-Bieniek, Bogucki *et al.*, 2019, p. 9).

#### Un régime alimentaire différent selon le sexe ?

R. E. M. Hedges *et al.* (2013, p. 355) ont trouvé que sur tous les sites analysés, les hommes ont une tendance à être légèrement enrichis en  $\delta^{15}\text{N}$ , les valeurs étant égales ou supérieures à celles des femmes. Étant donné que la différence entre les sexes n'est pas significative, les chercheurs concluent que l'hypothèse basée sur les différences physiologiques, selon laquelle les périodes de grossesse et d'allaitement fréquentes chez les femmes changeraient l'équilibre de l'azote, n'est pas viable. Dans d'autres cas, ces différences ont été interprétées comme le résultat d'une différence en matière de régime alimentaire (Nitsch *et al.* 2010 *in* Hedges *et al.*, 2013, p. 354-355). En revanche, pour P. Bickle (2016, p. 101), une interaction beaucoup plus complexe de la position sociale relative et des expériences sexuées peut être envisagée.

Toujours dans le cadre du travail de R. E. M. Hedges *et al.* (2013, p. 371), l'analyse ostéo-archéologique confirme que les femmes souffraient plus fréquemment de caries et de *cribra orbitalia* que les hommes. Concernant les caries, les chercheurs considèrent que les différences alimentaires telles qu'une consommation plus importante de féculents (glucides cariogènes) se présentent comme la meilleure explication des tendances observées, suggérant des pratiques spécifiques dans la distribution et le régime alimentaire en fonction des sexes. Toutefois, il a été démontré qu'un nombre complexe de facteurs peut influencer la susceptibilité aux caries, à savoir l'histoire du développement des dents, le microbiote buccal, la composition du régime alimentaire et les facteurs comportementaux (p. ex. la préparation des aliments), qui se recoupent tous potentiellement avec la variation des modes de vie sexués, à la fois biologiquement et culturellement (Bickle, 2016, p. 101).

En ce qui concerne *cribra orbitalia*, il s'agit d'un indicateur de stress indiquant une carence en fer et une anémie. Il affectait principalement les femmes adultes et les adolescentes. Les saignements excessifs (p. ex. lors de la menstruation et à l'accouchement) sont un facteur possible, conduisant à un nombre plus élevé de femmes adultes touchées. Néanmoins, l'augmentation de la consommation de céréales et de légumineuses peut aussi

avoir un effet, puisque les deux groupes de plantes contiennent de l'acide phytique qui inhibe l'absorption du fer. Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus à partir des résultats des isotopes stables, qui plaident pour des régimes alimentaires différentiels entre les hommes et les femmes. Par ailleurs, l'hypoplasie de l'émail, un autre indicateur de stress (période de stress de l'enfance au moment de la formation des dents), était répartie de manière relativement égale entre les sexes, ce qui suggère que tous les facteurs contributifs s'appliquaient aux enfants des deux sexes et que toute différence entre les sexes, comme en témoignent les taux de *cribra orbitalia* et de caries, se serait développée à partir de l'adolescence (Hedges *et al.*, 2013, p. 371).

L'image qui se dégage de ces données est que les femmes étaient plus susceptibles que les hommes de subir une mauvaise alimentation. La question se pose donc de savoir si les femmes étaient affectées de manière disproportionnée lors des éventuelles périodes de famine. Une autre possibilité est l'existence des tabous alimentaires pour certaines femmes. En effet, la grossesse, les menstruations et les rites de passage tels que le mariage et le deuil peuvent être associés à des tabous alimentaires (Bickle, 2016, p. 102).



## **Chapitre 4 - Historique de la recherche. Archéologie et carpologie du Néolithique en Lorraine**

La politique d'archéologie préventive mise en place dès le début des années 1990 en Lorraine ainsi que l'utilisation régulière de moyens mécaniques et des techniques automatisées de relevé ont permis de constituer une méthode de travail bien particulière et propre à la région. Depuis, cette « méthode lorraine » a rendu possibles le prélèvement et le tamisage quasi exhaustif des sédiments archéologiques tout en fournissant un mobilier abondant et des types de restes qui autrement demeureraient inaperçus. Grâce à ce travail, il a été possible de constituer, sur des bases statistiques fiables, un cadre chronoculturel de référence. Par ailleurs, cette stratégie ainsi que l'intérêt que les archéologues lorrains ont porté très tôt aux problématiques environnementales, ont eu un impact direct sur le développement de la discipline archéobotanique dans la région.

Ce chapitre expose les particularités de l'activité archéologique en Lorraine qui ont mené, depuis une quinzaine d'années, au développement de la recherche carpologique dans la région. Toutefois, en mettant en parallèle notre région d'étude avec d'autres régions d'Europe centrale et nord-occidentale, nous constatons que, bien que les études carpologiques se soient multipliées depuis 2006, la Lorraine présente un retard notamment dû au manque d'un véritable travail de synthèse diachronique. Ce travail de recherche a pour but de combler en partie ce vide.



#### 4.1. L'essor des recherches archéologiques

En 1965, A. Bellard, alors conservateur du Musée de Metz, a effectué un premier rapprochement entre les découvertes fortuites réalisées en Lorraine et les cultures du Néolithique ancien et moyen déjà bien individualisées par les chercheurs allemands et d'Europe centrale (Bellard, 1965 *in* Blouet *et al.*, 2013a, p. 17).

À partir des années 1970, la recherche régionale sur le Néolithique a pris un nouvel essor grâce à l'affectation de quelques postes à la DAHL et à la DAPL à Metz, et notamment à la nomination de Ch. Guillaume comme assistante à la DAPL. Une série d'opérations préventives ainsi que des prospections effectuées par des équipes bénévoles ont permis de repérer une vingtaine d'habitats du Néolithique ancien dans le nord du département de la Moselle. En 1977, E. Decker réalisait les premiers décapages mécaniques sur le site de Montenach (Moselle), ce qui a permis de relever les premiers plans de bâtiments attribuables au Rubané en Lorraine.

Toutefois, contrairement à d'autres régions françaises, la Lorraine connaissait un retard au début des années 1980. Ceci était dû principalement aux méthodes utilisées pour effectuer ces interventions (directement transposées de l'archéologie programmée et mises en œuvre principalement par des bénévoles) ainsi qu'au laxisme administratif qui a rendu possibles des destructions de grande ampleur lors des importantes restructurations du centre urbain de Metz. En 1983, à la suite de l'affaire dite des Hauts de Sainte-Croix à Metz, où des destructions des occupations archéologiques ont eu lieu malgré les tentatives des bénévoles pour les freiner, les services centraux du ministère de la Culture sont intervenus et dès la fin 1983, la DAHL et la DAPL sont devenues le SRA de Lorraine au sein de la Drac à Metz et un directeur a été nommé à plein temps. À partir de 1984 de premières conventions sur des projets urbains ont été passées avec les aménageurs, ce qui a permis le recrutement d'une dizaine d'archéologues par l'Afan. Entre 1985 et 1986, les effectifs du SRA de Lorraine ont été renforcés (Blouet, 2009).

Le véritable acte fondateur de la « méthode lorraine » a été la publication du décret de 1986 prévoyant la consultation des services archéologiques avant la délivrance des projets d'aménagement. Cette méthode consistait à effectuer des sondages mécaniques systématiques sous forme de tranchées. Par conséquent, tous les projets supérieurs à 3 000 m<sup>2</sup> ainsi que toutes les demandes de lotissements supérieures à deux lots et les aménagements situés dans certaines zones sensibles devaient alors être transmis à la DAPHL, qui prescrivait

systématiquement des sondages de diagnostic sur les sites sensibles, mais aussi sur tous les projets supérieurs à 1 ha, même si aucun indice archéologique n'était connu. La procédure, simple et d'une grande souplesse, consistait à demander à l'aménageur la mise à disposition d'une pelle mécanique munie d'un godet lisse, les sondages étant effectués sous la direction d'un agent du service. En 1988, l'opération de l'aéroport régional de Lorraine a été l'occasion de mener en grand ce type de diagnostic. Les délais extrêmement courts et le nombre limité d'effectifs ont nécessité une adaptation des méthodes de fouille, fortement mécanisées avec une première utilisation des minipelles (Blouet, 2009).

Dès le début des années 1990, la montée en puissance du dispositif administratif a reçu l'appui du préfet de région, ce qui a permis de multiplier les diagnostics en milieu rural. Cette stratégie nécessitait des recrutements de plus en plus nombreux, ce qui s'est traduit par une montée des exigences sociales. Malgré les recrutements et les plans de stabilisation, il était difficile de répondre aux besoins à cause d'une pénurie chronique d'emplois. Cela explique pour partie le développement rapide de la mécanisation des fouilles, qui a permis un gain de productivité, une protection de la santé des archéologues ainsi qu'une meilleure documentation aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif (Blouet, 2009).

Cette politique d'archéologie préventive a profondément renouvelé les connaissances sur le Néolithique. À partir du mobilier, très abondant, recueilli à l'occasion des fouilles préventives, il a été possible de constituer, sur des bases statistiques fiables, un cadre chronoculturel de référence (Blouet, 2009). La multiplication des découvertes a notamment rendu possible la réalisation de travaux de synthèse sur les cultures néolithiques (Blouet *et al.*, 2009, 2013a, 2019), afin d'affiner les périodisations typonchronologiques établies sur la base de la céramique, de préciser l'extension de l'aire de répartition des différentes entités culturelles et de cerner les réseaux d'approvisionnement en matières premières (p. ex. silex, roches polies et matériaux de mouture) qui ont varié dans le temps.

Il est important de souligner que l'utilisation régulière de moyens mécaniques et des techniques automatisées de relevé mises en place grâce à la « méthode lorraine » permettaient également le prélèvement et le tamisage quasi exhaustif des sédiments archéologiques, fournissant un mobilier abondant et des types de restes qui autrement demeureraient inaperçus (Blouet *et al.*, 2016). Par ailleurs, il est à noter que les archéologues lorrains ont montré très tôt un intérêt pour les problématiques environnementales. Ces aspects ont eu un impact direct sur le développement de la discipline archéobotanique dans la région. Depuis une quinzaine d'années, on assiste à une multiplication des études archéobotaniques aussi bien dans un contexte professionnel au sein du laboratoire d'archéobotanique de l'Inrap Grand Est, que

dans le cadre des travaux universitaires. C'est notamment grâce à ce contexte particulier que ce travail de recherche a pu être mené à bien.

#### 4.2. L'état de la recherche carpologique

Parler du développement de la recherche carpologique néolithique en Europe nord-occidentale et centrale nous mène incontestablement à évoquer la carrière et les travaux de C. Bakels. Diplômée de biologie à l'Université de Leyde (Pays-Bas) en 1967, un an après elle commence à travailler sous la direction de P. J. R. Modderman, professeur d'archéologie de la même université, en tant que spécialiste en archéologie hors site, dans le but de mettre en place des études environnementales (Dries et Fokkens, 2020).

Sa première découverte importante se produit lors de la première campagne de fouilles sur le site rubané de Hienheim (Allemagne) sous la direction de P. J. R. Modderman. Dans le remplissage d'une fosse, elle remarque des pois carbonisés et demande à ce que les sédiments soient tamisés. Elle réalise que les restes de plantes carbonisées en provenance des contextes archéologiques pouvaient être déterminés, et s'intéresse alors aux analyses du paysage à travers la botanique ainsi qu'à la façon dont cette discipline pouvait contribuer à nos connaissances sur les populations du passé. Ensuite, l'archéobotanique se développe lentement au sein des trois universités néerlandaises de Leyde, Amsterdam et Groningue. En 1978, elle soutient sa thèse (Bakels, 1978) et à partir de ce moment, elle s'intéresse à d'autres périodes et d'autres régions, dont la France du Nord et de l'Est. À partir de 1977, elle initie la formation d'étudiants néerlandais et étrangers en provenance de France, Espagne, Danemark et Allemagne (Brinkkemper *et al.*, 2008 ; Dries et Fokkens, 2020). Cet aspect a eu un impact important sur l'essor de la discipline au niveau européen, puisque grand nombre d'étudiants formés par C. Bakels sont actuellement des chercheurs confirmés.

Pendant ce temps, en France, l'archéobotanique des années 1960 à 1980 identifiait l'étude des pollens (palynologie) et celle des charbons de bois (anthracologie), mais ne disposait d'aucun terme spécifique pour nommer l'étude des semences (p. ex. graines, fruits, éléments de fructifications, etc.). Ces restes, regroupés alors dans la catégorie « macrorestes végétaux », étaient considérés comme complémentaires des disciplines privilégiées par l'archéobotanique française (Ruas, 2010). Peu à peu, le besoin de distinguer ce champ de recherche s'est imposé, et en 1985, le vocable « carpologie » a été proposé pour s'appliquer, par extension, à l'étude de toutes les semences découvertes dans les contextes archéologiques (Marinval et Ruas, 1985). Du grec *karpos* (fruit), le terme désigne en botanique l'étude stricte des fruits et fructifications actuels.

C'est dans ce contexte que l'étude des macrorestes végétaux se développe timidement dès la fin des années 1960, grâce aux travaux de l'ingénieur agronome J. Erroux. Il ne réalise

pas moins de 88 études principalement dans le Gard et l’Hérault, consacrés surtout aux habitats en grotte du Néolithique et de l’âge du Bronze (Courtin et Erroux, 1974 ; Erroux, 1976 ; Marival, 2001). Par la suite, la conservation exceptionnelle des matériaux organiques dans les habitats palafittes néolithiques des grands lacs du Jura et des Alpes vont permettre à K. Lundström-Baudais (1977) de développer une approche ethnobotanique de l’utilisation des végétaux par les populations néolithiques et vont encourager, en 1984, son recrutement au CNRS au sein du laboratoire Chrono-écologie de Besançon, le premier en sciences humaines sur les macrorestes végétaux des sites archéologiques.

En parallèle, le programme archéologique de la vallée de l’Aisne, mis en place par B. Soudsky en 1972, bénéficie dans les années 1980 de la contribution de C. Bakels, qui réalise les analyses archéobotaniques des habitats du Néolithique au Moyen Âge dans les départements de l’Aisne et de l’Oise (Bakels, 1984, 1999). À la fin des années 1970, elle entame également une collaboration avec les archéologues lorrains et réalise sa première étude en moyenne Moselle sur trois échantillons en provenance des sites rubanés de Montenach « Kirschgasse » (Moselle) et Kirschnaumen-Evendorff « Dolem », Moselle (1984b, p. 2). Les analyses effectuées par l’équipe de l’Université de Leyde (Pays-Bas) dans les années 1990 (C. Bakels, A. de Hingh, W. Kuijper, J. Goudzwaard) ont fait l’objet d’une thèse doctorale et d’une publication par A. de Hingh (2000). Cependant, ce n’est qu’avec la mise en place du laboratoire d’archéobotanique à l’Inrap Grand Est nord en 2005, et à la création d’un poste en archéobotanique pourvu par J. Wiethold en 2006, que la recherche carpologique en Lorraine s’est développée, favorisant la multiplication des données. Ces dernières années, J. Wiethold a également assuré le tutorat scientifique de doctorats et de masters réalisés sur le matériel disponible en provenance d’anciennes fouilles lorraines.

Les données archéobotaniques néolithiques, notamment celles datées du Néolithique ancien, ont été largement étudiées depuis les années 1970 en Europe centrale et nord-occidentale. Actuellement, le matériel de plus d’une centaine de sites répartis sur plusieurs régions d’Europe a fait l’objet de multiples publications et de plusieurs travaux de synthèse (Annexe 2)

En mettant en parallèle l’état de la recherche carpologique sur le Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle avec celui d’autres régions d’Europe centrale et nord-occidentale, il peut être constaté que, bien que les études se soient multipliées depuis 2006, notre région d’étude présente un retard notamment dû au manque d’un véritable travail de synthèse diachronique. Ce travail de recherche a pour but de combler en partie ce vide.

En outre, alors que la plupart des études carpologiques reposent sur l'analyse du matériel en provenance de structures en creux telles que des silos, des fosses, des fossés, des foyers, des puits voire des lettrines, les analyses du matériel en provenance des trous de poteau sont quasi absentes (Gregg, 1989 ; Kreuz *et al.*, 2005, p. 241 ; Bogaard et Jones, 2007, p. 363 ; Kreuz, 2007, p. 274-275 ; Bogaard, 2011). Le déficit actuel dans l'exploitation des données carpologiques en provenance des trous de poteau nous a encouragés à porter une attention particulière à l'analyse du matériel issu de ce type de structure (voir 5.3.1 et 5.3.2).

## Conclusions

### *Chapitre 1 - Cadre géographique et environnemental*

Le chapitre 1 a permis de présenter le cadre géographique de ce travail qui comprend notamment la moyenne vallée de la Moselle en Lorraine du Nord avec quelques extensions au bassin de la Meuse, à la plaine sous-vosgienne et au Grand-Duché de Luxembourg afin d'étoffer nos connaissances sur les périodes dont les données demeuraient lacunaires.

La Lorraine est une région clé pour comprendre l'histoire du peuplement humain néolithique en Europe nord-occidentale, puisqu'elle se présente comme une charnière entre le monde occidental, le monde oriental et le monde méditerranéen.

Sur le plan géologique, la Lorraine et le Luxembourg font partie du Bassin parisien. Le contexte de formation géologique a donné naissance à un paysage caractérisé par une succession de revers de côte (plateaux), fronts de côtes (versants) et dépressions humides (vallées alluviales). Ce paysage de côtes, typiquement lorrain, se prolonge dans le Gutland luxembourgeois. Le paysage lorrain est drainé par deux unités hydrologiques principales, d'écoulement sud-nord, la Meuse à l'ouest et la Moselle au centre.

Les formations superficielles lorraines sont composées essentiellement de dépôts associés aux glaciations quaternaires vosgiennes et de larges placages de limons fertiles d'origine alluviale ou éolienne pour certains, disposées sur les versants ou en fond de vallée. Alors que les plateaux et le sommet des côtes sont constitués de calcaires, les versants qui s'étendent au pied ont été creusés par l'érosion dans des roches argileuses ou marneuses. Au cours du temps, les matériaux et éléments nutritifs ont été entraînés vers le bas des talus par les mécanismes d'érosion et de colluvionnement. Les éboulis couvrant le versant ainsi que la pente assurent un bon drainage et favorisent les cultures. Il est à noter que les sites de la moyenne vallée de la Moselle ne correspondent pas au modèle traditionnel d'implantation des sites rubanés sur des sols lœssiques. Toutefois, cet aspect n'a pas empêché ces premières populations néolithiques de trouver des sols aptes pour les activités agropastorales.

Le climat lorrain se présente comme un climat de transition entre le climat atlantique et le climat continental. Il s'agit d'un climat semi-continental, c'est-à-dire, un climat tempéré légèrement continental avec des disparités notoires liées au relief, accompagné d'influences méditerranéennes dans le sillon mosellan. Les variations de la température s'opèrent souvent d'une façon brusque. Les contrastes thermiques sont marqués avec des hivers rudes et longs et des étés chauds avec une tendance orageuse. La séquence chronologique concernée par

l'étude, du Néolithique ancien au Néolithique récent, correspond à la chronozone Atlantique, considérée comme assez chaude et humide. Si nous extrapolons les données issues des différentes études paléoclimatiques au Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle, nous observons que, lors de l'arrivée des premières populations agropastorales et pendant presque toute la durée du Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.) un épisode de hausse du niveau lacustre est attesté (épisode 11), accompagné d'une fluctuation interannuelle du régime des précipitations caractérisé par une dizaine de saisons printemps-été de sécheresse sévère ainsi qu'une douzaine de périodes d'humidité sévère. Ensuite, la plupart du Néolithique moyen (environ 4900-4200 av. n. è.) semble correspondre à un épisode de baisse du niveau lacustre. Toutefois, un épisode de transgression (épisode 10) fait irruption à la fin de cette période (vers 4400-4150 av. n. è) et se poursuit jusqu'à la période suivante. Les données issues des analyses menées dans les lacs de cratère montrent que les températures de juillet étaient stables et relativement élevées pendant cette période. Le début et la fin du Néolithique récent (environ 4200-3500 av. n. è) sont marqués par deux épisodes de hausse du niveau des eaux (épisodes 10 et 9), l'un vers 4400-3950 av. n. è. et l'autre vers 3700-3250 av. n. è. Les données issues des analyses menées dans les lacs de cratère attestent un refroidissement pendant cette période, les températures moyennes de juillet ayant diminué ~1 °C. Par ailleurs, l'étude palynologique de la région montagneuse du Vogelsberg (Hesse) montre une probable baisse des températures estivales et hivernales.

Sur le plan phytogéographique, la Lorraine est située à cheval sur les domaines atlantique et médioeuropéen, bien qu'une grande partie de la région soit rattachée au domaine médioeuropéen. Plus précisément, la moyenne vallée de la Moselle est rattachée au district lorrain, qui correspond aux zones de basse altitude de la Lorraine. Floristiquement, ce territoire couvre l'aire des espèces typiques de la forêt caducifoliée. L'étage collinéen est par excellence l'étage des forêts caducifoliées européennes, il regroupe l'ensemble de forêts alluviales et des forêts sur plateaux calcaires dans notre aire d'étude. La végétation qui s'y développe correspond essentiellement à une hêtraie-chênaie, dont le cortège floristique varie en fonction du substrat géologique. En outre, il comprend les pelouses calcaires des milieux ouverts, les prairies et la végétation de rivières.

### Chapitre 2 - Cadre chronoculturel

Le chapitre 2 a été l'occasion de contextualiser le cadre chronoculturel du travail, qui aborde trois périodes du Néolithique : le Néolithique ancien, moyen et récent. Étant donné que les problématiques archéologiques sont plus proches entre le Néolithique final, le

Campaniforme et le Bronze ancien qu'elles ne le sont entre le Néolithique récent et le Néolithique final, la fourchette chronologique abordée dans le cadre de ce travail exclut cette dernière période. Il est à noter qu'en Lorraine, comme en Alsace ou au Grand-Duché de Luxembourg, c'est la terminologie allemande de la moyenne vallée du Rhin qui est généralement retenue, car la plupart des éléments néolithiques connus se rapportent à des cultures rhénanes. Nous parlerons donc ici en chronologie régionale.

Le Néolithique ancien de la moyenne vallée de la Moselle (environ 5300-4900 av. n. è.), représenté par la culture Rubané, se caractérise par l'arrivée des premières populations agropastorales en provenance d'Europe centrale, plus exactement de la région autour du lac Balaton en Transdanubie.

Pendant plusieurs années au sein du débat sur la néolithisation, l'uniformité était acceptée comme condition par défaut, associée à l'arrivée des colons conservateurs qui auraient importé leur culture matérielle plus ou moins inchangée et qui se seraient installés rapidement. En revanche, la diversité était perçue comme le résultat de l'adoption lente d'un nouveau mode de vie agropastoral par des populations autochtones assez créatives. Ce débat a pris une tournure grâce aux études récentes sur l'ADN ancien ayant mis en évidence l'impact des premiers groupes agropastoraux d'Europe sud-orientale dans le processus de néolithisation. Les populations néolithiques transdanubiennes et d'Europe centrale auraient ainsi reçu un apport génétique très limité de la part des groupes de chasseurs-cueilleurs mésolithiques. Par conséquent, il faut désormais trouver des modèles alternatifs expliquant la diversité et qui ne reposent plus sur l'opposition de deux populations (colons vs autochtones). De même, il ne suffit plus de parler de « diversité » sans tenir compte du niveau auquel elle se produit, comme s'il s'agissait d'un phénomène à cause unique (participation des chasseurs-cueilleurs). Il ne faut pas non plus accepter l'uniformité comme condition par défaut sans tenter de l'expliquer. Actuellement, les spécialistes cherchent de plus en plus à comprendre ce que cette diversité révèle sur l'organisation sociale et les pratiques quotidiennes des communautés néolithiques afin d'améliorer les modèles sur la façon dont la diversité et l'uniformité se sont mélangées pour former des systèmes sociaux diversement intégrés, dynamiques et complexes.

Dans le cadre d'une ACR, le Néolithique ancien du cours moyen de la Moselle française a fait l'objet d'une étude typochronologique de la céramique ayant permis d'établir une périodisation régionale en neuf phases pour la Lorraine du Nord, qui se distribuent comme suit : Rubané ancien (phases 1 et 2), Rubané moyen (phases 3 et 4), Rubané récent A (phases 5 et 5/6), Rubané récent B (phases 6 et 6/7), Rubané récent (phase 7 et 8) et Rubané

terminale (phase 9). En Lorraine du Sud, dans la plaine sous-vosgienne, l'évolution du Rubané n'est documentée que par le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges) où deux phases stylistiques ont été reconnues, à savoir Marainville 1 (maisons M5 et M1) et Marainville 2 (maisons M2 et M4).

En Lorraine du Nord, les installations rubanées étaient confinées à un territoire restreint d'environ 150 km<sup>2</sup> à l'intérieur duquel la trame des habitats était relativement dense. Le principal critère d'implantation des habitats semble avoir été la proximité de l'eau. Nous avons évoqué trois modèles d'organisation spatiale des habitats proposés par différents chercheurs, dont le modèle « aire de la ferme » (*Hofplatzmodell*), le modèle d'organisation « en rangées » (*Zeilensiedlungsmodell*) et le modèle « orthogonal ». Certains sites ont connu une occupation continue jusqu'à la fin du Rubané récent (phases régionales 6 et 6/7), sans qu'il y ait plus de deux unités d'habitation contemporaines. Ceci donne comme résultat une accumulation de structures et un enchevêtrement des plans des bâtiments. À la fin du Rubané récent, le nombre de plus en plus important d'implantations organisées en un maillage assez lâche, évoque une augmentation du peuplement au niveau local. Ce cycle semble prendre fin au Rubané terminal (phase régionale 9).

Une partie importante de ce chapitre a été consacrée à l'archéologie de la maison longue, puisqu'il s'agit d'un élément clé du phénomène culturel Rubané et d'un des axes de ce travail de recherche. Nous avons présenté notamment les caractéristiques architecturales, les deux typologies les plus employées (typologie de Modderman et typologie de Coudart), l'orientation des maisons, les techniques de construction et la durée de vie des bâtiments, la composition sociale de la maisonnée et l'organisation de l'espace interne. Ce dernier aspect est particulièrement important, car il pose les bases nécessaires pour la discussion de nos résultats. Différents modèles d'orientation des maisons rubanées en fonction de la zone géographique et de la chronologie sont attestés. L'orientation, bien que non stricte, semble être délibérée dans toute la zone de distribution du Rubané. Ainsi, un modèle d'alignement de l'entrée des bâtiments vers l'est se mettra en place au fur et à mesure de l'expansion de cette culture vers l'occident. Dans les zones occidentale et extrême-occidentale, l'entrée des maisons était généralement dirigée vers le sud-est ou l'est, mais jamais vers le sud. Par ailleurs, une orientation de l'entrée vers le nord-est était extrêmement rare et aucune entrée n'était orientée vers le nord ou le nord-ouest.

Plusieurs chercheurs ont tenté d'expliquer le caractère délibéré du choix de l'orientation des maisons rubanées, leurs interprétations varient essentiellement entre les positions environnementales et culturelles. Nous avons retenu la proposition de V. Vondrovský selon

laquelle il y aurait une relation entre l'orientation de l'entrée des maisons et le parcours quotidien et saisonnier du soleil. Ce qui est important à retenir dans cette hypothèse est que malgré la l'hétérogénéité accrue dans l'orientation des bâtiments à partir du Rubané moyen, les pignons avant de la quasi-totalité des maisons analysées, étaient exposés d'une certaine manière au soleil du solstice d'hiver. Dans la mesure où la trajectoire du soleil lors du solstice d'hiver définit la trajectoire saisonnière minimale, la relation entre la maison rubanée et le soleil devient évidente. À la lumière de ces arguments, nous avons mis en parallèle les différentes hypothèses proposées par plusieurs chercheurs autour de l'organisation de l'espace interne. Nous avons notamment discuté des enjeux du stockage des récoltes dans la partie frontale, dont le doublement des poteaux laisse supposer l'existence d'une plateforme de stockage et dont l'exposition importante au rayonnement solaire peut entraîner une altération de la qualité des denrées alimentaires pendant les mois les plus chauds de l'année. Dans les grandes lignes, la partie centrale semble être une zone réservée aux activités domestiques. L'interprétation de la partie arrière demeure plus ambiguë, l'hypothèse d'une étable semble pouvoir être écartée et certains arguments sont en faveur d'une zone privée adaptée pour y déposer des artefacts précieux. Quoi qu'il en soit, les données varient d'une maison à l'autre et nous constatons les limites d'un modèle statique « taille unique » de l'organisation de l'espace interne qui pourrait en effet s'avérer assez réducteur.

Moins bien connus, le Néolithique moyen (environ 4900-4300 av. n. è.) et récent (environ 4300-3500 av. n. è.) attestent d'un élargissement des dynamiques d'occupation du territoire, accompagné d'une raréfaction de l'habitat. Alors que le Néolithique ancien est représenté par une seule culture, le Néolithique moyen et récent se caractérisent par une succession de cultures et groupes définis d'après leurs productions céramiques. En Lorraine, quelques petites séries céramiques montrent que ce sont les cultures de Grossgartach (moyen B et récent), Roessen (ancien, moyen et récent), le groupe de Bischheim, le groupe d'Entzheim/Menneville puis le Michelsberg qui se sont succédé. Ainsi, le bassin de la moyenne Moselle continue d'appartenir à la sphère rhénane durant tout le Néolithique moyen et récent. Dans cette région, la transition entre le Rubané terminal et le Grossgartach est marqué par une rupture stylistique brutale, les témoins les plus anciens du Néolithique moyen étant attribuables à une phase tardive de la culture de Grossgartach.

En Lorraine, l'aire de peuplement s'est étendue de façon significative avec de nouvelles implantations dans des unités géomorphologiques délaissées au Rubané, telles que les zones d'interfluve. Contrairement aux habitats rubanés qui présentent fréquemment plusieurs phases d'occupation et comprennent un grand nombre de structures excavées, les installations du

Néolithique moyen ne présentent, pour chaque site, que quelques structures en creux (p. ex. grandes fosses, silos) disséminées sur des surfaces assez vastes. Ces structures relèvent d'une durée d'occupation brève et correspondent le plus souvent à une, ou plus rarement, à deux phases d'occupation. En outre, les bâtiments ne présentent pas de fosse latérale et la cadence des poteaux porteurs est beaucoup plus espacée que celles des constructions rubanées. Ces caractéristiques rendent la détection des sites de cette période beaucoup plus aléatoire que pour le Néolithique ancien.

La question de l'origine de la culture de Michelsberg a suscité une abondante littérature. Dans l'état actuel de la recherche, les études génétiques soutiennent, d'une part, l'origine occidentale des groupes du Michelsberg, dont la diffusion serait directement liée à la migration des groupes humains et, d'autre part, l'implication potentielle de cette migration dans la progression d'un ancien héritage des chasseurs-cueilleurs du Bassin parisien vers l'Alsace et l'Allemagne de l'Ouest au début de la fin du Néolithique. En Lorraine, la culture de Michelsberg est encore relativement mal documentée. Dans la vallée de la Meuse, des installations du Michelsberg ont été mises au jour sur trois sites qui assurent la transition entre le Michelsberg du Bassin parisien et les sites rhénans de cette culture. Bien que la durée du Néolithique récent et du Néolithique moyen soit à peu près comparable, le nombre d'unités d'habitation du Néolithique récent identifiées est plus faible par rapport à la période précédente. À partir de cette période, on constate une raréfaction de l'habitat, représenté principalement par des structures isolées.

### Chapitre 3 - Interactions homme-milieu

Le chapitre 3 présente une description du paysage végétal dans lequel ont évolué et surtout, avec lequel ont interagi les populations néolithiques d'Europe centrale, foyer de la culture Rubané, et de notre zone d'étude. En Transdanubie, près du lac Balaton, 80 % de pollen arboricole a été attesté, dont le chêne, l'orme, le tilleul et le hêtre, accompagné de pollen de céréales à partir du milieu du VI<sup>e</sup> millénaire av. n. è. En Europe centrale le paysage consistait probablement en des zones boisées mixtes et ouvertes caractérisées par la présence de chêne, d'orme, de tilleul, de noisetier, de frêne, d'aulne, de bouleau et de lierre. Elles étaient composées d'arbres d'âges différents et présentaient régulièrement des clairières naturelles qui auraient été en partie défrichées par les agropasteurs rubanés pour la construction de leurs villages. On peut supposer que ces zones boisées entouraient les habitations et étaient considérablement ouvertes en raison des activités liées à la culture et à l'élevage. En outre, l'utilisation intensive des plaines inondables comme prairies ouvertes a

été mise en évidence à partir des analyses palynologiques. Plus tard, au Néolithique récent, l'augmentation du pollen d'arbres et arbustes héliophiles, du plantain lancéolé ainsi que d'autre végétation telle que des fougères et des céréales, pourrait être liée à une augmentation significative de pâturages boisés. Cela pourrait avoir été lié aux feux agricoles afin de favoriser le sous-bois et donc l'approvisionnement en fourrage pour les animaux et le développement d'une végétation secondaire de ronces et d'arbustes riches en fruits comestibles. Quant au déclin de l'orme à cette période, il pourrait s'agir plutôt d'une coïncidence que d'une conséquence des activités anthropiques. L'hypothèse la plus plausible est celle d'une attaque pathogène. Enfin, il est probable que le déboisement par les agropasteurs néolithiques ait favorisé l'expansion des populations de hêtre.

En ce qui concerne la moyenne vallée de la Moselle, la végétation boisée domine le territoire pendant l'Atlantique ancien. Le peuplement dominant est la chênaie mixte composée de chêne, d'orme, de tilleul et de noisetier. La présence de certaines plantes héliophiles telles que le noisetier et le lierre laisse supposer que les zones boisées devaient être relativement claires. L'orme commence à décroître pendant l'Atlantique récent pour ne jamais retrouver des pourcentages équivalents. Le Subboréal est caractérisé par l'essor du hêtre. En outre, une phase d'anthropisation a été mise en évidence entre l'Atlantique moyen et récent, marquée par la présence de pollens de céréales accompagnés de plantes rudérales. À l'Atlantique récent, la présence de cultures et les indices de rudéralisation de la végétation sont enregistrés de façon continue.

Les analyses palynologiques réalisées récemment par L. Gaudin dans les niveaux archéologiques de la grotte-diacrase de Waldbillig « Karelslé », sur la rive gauche de l'Ernz Noire, montrent un hiatus important qui empêche l'enregistrement de la transition vers le Boréal, l'Atlantique et le Subboréal. Toutefois, ce hiatus reste à confirmer. Il est important de noter que, d'après les données issues de l'étude réalisée par J. Heim en 1998, il semblerait que la couche 18 correspondant au Néolithique moyen n'est pas homogène du point de vue palynologique. Dans ce contexte, les données suivantes sont à prendre avec la plus grande prudence. Durant la période Atlantique récente (associée aux échantillons effectués dans la couche 18), les forts taux de pollen d'arbres, de l'ordre de 90 %, reflètent un paysage boisé dans les environs de la grotte. La végétation boisée correspond à la chênaie mixte caractéristique de l'optimum climatique de la période Atlantique, elle est composée de noisetier, de pin, de tilleul, d'orme, de chêne et de bouleau. La présence de pollens de noisetier (prédominants) et de bouleau, tous les deux considérés des arbres pionniers et des taxons de boisements clairs, pourrait caractériser des espaces en cours de reboisement.

Certains taxons, qui ne sont pas ou peu représentés par la palynologie, sont en revanche bien représentés par l’anthracologie. C’est le cas du chêne, du frêne, de l’érable, du hêtre et de l’if. Enfin, les rares pollens de végétations herbacées, à savoir quelques pollens de céréales et de centaurees, semblent attester l’existence de cultures.

Les premières populations néolithiques en Europe sud-orientale disposent d’un large éventail de plantes cultivées. C’est le cas du Néolithique balkanique en Bulgarie dont le cortège est constitué d’une dizaine de plantes, à savoir l’engrain, l’amidonnier, le blé nu, l’orge, le pois, la lentille, la gesse cultivée/gesse pois-chiche, le pois chiche, l’ers et le lin. Bien que le “*new*” *glume wheat* ou nouveau blé vêtu ne soit pas considéré parmi les principales plantes cultivées, il est attesté sur un site de la culture de Karanovo. Ensuite, on assiste à un appauvrissement du cortège de plantes cultivées par les populations rubanées d’Europe centrale et nord-occidentale, dont le cortège présente plus d’affinités avec celui du complexe Starčevo-Körös-Criş. Le spectre de plantes cultivées de l’étape formative du Rubané (*formative LBK*) issu du site de Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb (Hongrie) est constitué d’amidonnier, d’engrain (dont l’engrain à deux grains), de blé nu, d’orge et de pois. Étant donné que le “*new*” *glume wheat* est présent sur certains sites du complexe Starčevo-Körös-Criş et sur certains sites rubanés d’Europe centrale, il est tout à fait possible qu’il ait fait partie du spectre rubané en Hongrie. En parallèle, cinq plantes ont été mises au jour régulièrement sur les sites allemands, autrichiens et hongrois datés de la phase la plus ancienne du Rubané (*älteste Linearbandkeramik*) ou LBK I, à savoir l’engrain, l’amidonnier, le pois, la lentille et le lin. Le pavot est la sixième espèce qui rejoint le cortège à partir de la phase ancienne du Rubané (*ältere Linearbandkeramik*, style de Flomborn) ou LBK II. Le blé nu et l’orge, quant à eux, semblent avoir été cultivés de façon délibérée vers la fin du Rubané à l’est du Rhin.

À l’ouest du Rhin, le cortège de plantes cultivées au Rubané était constitué principalement de sept plantes, à savoir l’amidonnier, l’engrain (dont l’engrain à deux grains), l’orge, le pois, la lentille, le lin et le pavot. Une quatrième céréale, le blé nu, est attestée en Europe nord-occidentale, mais sa présence anecdotique laisse à penser qu’elle ne faisait pas partie des principales plantes cultivées. Néanmoins, cette céréale est exceptionnellement attestée sur le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » en quantités considérables, témoignant de sa possible culture notamment lors de la phase stylistique Marainville 2 (Maisons M2 et M4). Les quelques entrenœuds du rachis mis au jour sur ce site indiquent qu’il s’agissait probablement de l’espèce hexaploïde. Toutefois, cet aspect sera discuté en détail dans les résultats (voir 12.1).

Il est à noter qu'à l'est du Rhin, l'engrain est la céréale dominante, alors qu'à l'ouest du fleuve, la représentation de l'amidonnier est dans l'ensemble supérieure à celle de l'engrain. Il semblerait qu'un meilleur rendement soit lié à une phase d'épiaison tardive favorisée par un climat tempéré, ce qui confirme la préférence de l'engrain pour des zones avec un climat relativement froid. La réduction du spectre des plantes au fur et à mesure de la progression des premières populations agropastorales à l'intérieur de l'Europe a été expliquée aussi bien par les influences environnementales que par l'« effet fondateur » lié au mode et au rythme de migration. Toutefois, ces deux aspects restent difficiles à démêler.

Au Néolithique moyen, on assiste à un changement de préférences dans le cortège de plantes cultivées qui s'opère avec l'adoption de l'orge nue et du blé nu en tant que principales plantes cultivées. Les populations porteuses de la culture Grossgartach et de la culture Roessen connaissaient quatre céréales, dont l'orge nue, le blé nu, l'amidonnier et l'engrain. Les entrenœuds du rachis mis au jour sur le site Roessen de Maastricht-Randwijck (Pays-Bas) indiquent qu'il s'agissait probablement de l'espèce hexaploïde. À la fin du Néolithique moyen, le cortège de plantes cultivées par le groupe de Bischheim était constitué d'orge nue, de blé nu (hexaploïde et tétraploïde), d'amidonnier, d'engrain, de pois, de lentille, de lin et de pavot. Encore une fois, les arguments climatiques et culturels ont été évoqués pour tenter d'expliquer l'adoption des céréales nues en tant que plantes principales.

Au Néolithique récent, on assiste de nouveau à une réduction du cortège de plantes cultivées. Les populations agropastorales porteuses de la culture de Michelsberg cultivaient principalement quatre céréales, dont l'amidonnier, l'engrain, le blé nu (notamment l'espèce tétraploïde) et l'orge. Dans l'état actuel de la recherche, la culture des plantes oléagineuses/textiles ne peut pas être prouvée et les données concernant la culture du pois et de la lentille sont très rares. Pour certaines chercheuses, la réduction du cortège de plantes cultivées par les agriculteurs Michelsberg serait due à des choix culturels indépendants des changements climatiques.

Parmi les plantes régulièrement exploitées par les groupes néolithiques on trouve le cornouiller mâle, le noisetier, le cornouiller sanguin, le fraisier sauvage, le poirier sauvage, les ronces, la vigne sauvage et le sureau noir. En Europe nord-occidentale, sont également attestés le pommier et le sureau à grappes. Bien que présente dans le cortège de plantes cueillies en Europe nord-occidentale, la prunelle est absente des sites hongrois.

Le modèle d'une agriculture intensive permanente, proposé pour la période Rubané, semble faire consensus parmi les spécialistes. Ce modèle pourrait également être appliqué pour le Néolithique moyen, période pendant laquelle il semblerait que les techniques agricoles

déjà adoptées par les populations rubanées n'aient pas trop changé. Ensuite, il est possible que les conditions optimales pour l'agriculture, proportionnées par les sols loessiques dont ont profité les populations agropastorales du Néolithique ancien voire moyen, se soient détériorées au fur et à mesure à cause de l'exploitation intensive des parcelles. Toutefois, à l'heure actuelle, il n'existe aucune preuve rendant probable une grave dégradation des sols loessiques au Néolithique récent (culture de Michelsberg), qui justifierait la nécessité d'un changement de la gestion des champs, favorisant une agriculture extensive itinérante. C'est dans ce contexte que la question concernant le type d'agriculture (extensive itinérante ou intensive permanente) pratiquée par les populations agropastorales à partir du Néolithique récent a été largement débattue. La question concernant la période de semis des céréales dans l'agriculture rubanée a été largement débattue. Les chercheurs ont des avis divergents (semis d'automne ou semis de printemps), notamment à cause des différentes méthodes employées.

D'après l'analyse de la hauteur de croissance des plantes adventices et autre végétation synanthrope, les populations agropastorales ont probablement pratiqué l'écrassage des épis au cours de la première moitié de la culture rubanée en Europe centrale. Cette méthode évite la récolte de la plupart des adventices. Ensuite, une différence a été attestée entre la phase la plus ancienne du Rubané (LBK I) et la période comprise entre la phase ancienne et la phase finale (LBK II-V), pendant laquelle la quantité d'espèces augmente considérablement, notamment à partir de la phase moyenne (LBK III). Les « nouvelles » adventices des dernières phases du Rubané sont pour la plupart des espèces de petite taille dont la hauteur ne dépasse pas 40 cm. Ce phénomène pourrait être un indicateur de changement dans les techniques de récolte, témoignant probablement du passage d'une récolte des épis vers une récolte en coupe basse à la faucille. Les données de l'industrie lithique semblent conforter cette hypothèse. C'est un aspect non négligeable puisque des travaux expérimentaux ont montré que la récolte à l'aide des faucilles en silex est trois fois plus rapide que la récolte des épis.

Le cheptel du Rubané était composé de la triade domestique, à savoir le bœuf, les caprinés (mouton ou chèvre) et le porc. En Lorraine, la nature acide des sols n'a pas favorisé la conservation du matériel osseux, à l'exception du secteur d'Ay/Trémery, où de nombreux restes provenant de cinq sites ont pu être étudiés. Les données montrent que les principales espèces domestiques sont, dans l'ordre, le bœuf, le porc et les caprinés. Toutefois, au Rubané final le porc prédomine puis son importance retombe au Rubané terminal. À cette même dernière phase, la part prise par la faune chassée augmente considérablement. Les données archéozoologiques sont particulièrement bien documentées dans le Bassin parisien et la plaine d'Alsace. Dans le Bassin parisien, le bovin est l'élément dominant alors que les caprinés sont

en deuxième position. Dans le nord de l'Alsace, on constate généralement une prépondérance de l'élevage bovin et le développement de celui du porc comme principale ressource complémentaire. Vers la fin du Rubané, le rôle de l'élevage du porc s'accroît et est associé à une moindre prédominance des bovins.

Au Néolithique moyen, les données en provenance du site de Pouilly « ZAC Chèvre Haie » montrent une grande importance de la faune chassée, particulièrement du cerf. Parmi les animaux domestiques, l'espèce dominante est le bœuf, devant le porc et les caprinés. Dans le Nord de la France, l'étude des restes fauniques a permis de mettre en évidence une écrasante majorité de bovins et une faible représentation de la chasse dans les enceintes Cerny. Une évolution est constatée dans les enceintes du Roessen final et tardif, où la composition du troupeau est dominée par les porcs alors que les bovins y sont relativement peu consommés.

Au Néolithique récent (culture de Michelsberg), les animaux domestiques régulièrement rencontrés sur les sites de Basse-Rhénanie (Allemagne) sont le bœuf, souvent mais pas toujours l'espèce domestique dominante, suivi du porc, des caprinés (plus de moutons que de chèvres) et du chien. L'étude des dépôts de faune en provenance des enceintes Michelsberg dans le Nord de la France et en Allemagne montre que la faune attestée est plus souvent domestique (bovins, caprinés et chien) que sauvage (cerf). Bien que le porc joue un rôle important dans l'alimentation, sa présence dans les dépôts reste minoritaire. En revanche, les dépôts de la Plaine du Rhin supérieur incluent indifféremment des animaux sauvages ou domestiques, préférentiellement des individus jeunes. La diversité des espèces (suidés, chien, cerf, chevreuil, faon) souligne bien que les critères de sélection est de valorisation des animaux ne sont fondés, ni sur leur statut (sauvage/domestique/familier), ni sur leur intérêt économique. Les données en provenance du site de Mairy « Hautes Chanvières » indiquent l'absence d'animaux chassés et la place prépondérante du bœuf au sein du cheptel.

En lignes générales, à l'échelle du Néolithique et notamment à partir de la fin du Rubané, les chercheurs reconnaissent une nette augmentation du nombre de porcs consommés. Bien que l'élevage des caprinés reste mal documenté, les données montrent que leur consommation reste pérenne malgré une décroissance significative entre le Rubané et le Michelsberg.

Au Rubané, dans la vallée de l'Aisne, le Nord-Est de la France et l'Allemagne orientale, les animaux sont abattus jeunes, la gestion des troupeaux domestiques paraît ainsi être régie par les besoins de la production de viande. Toutefois, la présence de caprinés adultes sur le site de Cuiry-lès-Chaudardes « Les Fontinettes » va dans le sens d'une exploitation à petite

échelle de la toison. Par ailleurs, contrairement à ce qui a été longtemps accepté, l'élevage des bovins et de caprinés au Rubané n'était pas quasi exclusivement axé sur la production de viande, mais aussi destiné à une production laitière. En effet, une étude récente suggère qu'une gestion des courbes d'abattage, liée aussi bien aux activités de boucherie qu'aux pratiques d'élevage laitier, était pratiquée dans toutes les périodes et toutes les régions du Rubané, bien que de façon peu intensive. Une deuxième étude, menée sur les résidus de restes de poterie néolithique au Proche-Orient et en Europe sud-orientale, suggère que l'élevage laitier, probablement de moutons ou de chèvres, était initialement pratiqué à petite échelle et faisait partie d'une économie mixte. Enfin, une étude réalisée sur des poteries percées rubanées mises au jour dans la région de Cujavie (Pologne) a permis de les interpréter comme des faisselles ayant servi à égoutter le caillé de lait pour en faire du fromage. La preuve de la consommation de produits laitiers par les populations rubanées est cohérente avec l'origine de la fréquence de l'allèle associé à la persistance de la lactase dans la région comprise entre les Balkans et l'Europe centrale vers 6730-4310 av. n. è. Une estimation faite par L. Hachem propose que les troupeaux aient été constitués de 50 à 70 bovins, d'une trentaine d'ovins et de caprinés, et d'une vingtaine de porcs par village pour un hameau de quatre à six maisons.

Au Michelsberg, les bovins sont également abattus jeunes, mais les animaux adultes occupent une place plus importante que précédemment. Les données en provenance du site de Mairy « Hautes Chanvières » plaident en faveur d'une diversification de l'utilisation du bétail (p. ex. production de laitages, bœufs utilisés comme bêtes de somme, castration). L'augmentation de la consommation des porcs permettait probablement de compenser la perte de viande bovine due à cette modification dans les stratégies d'exploitation des troupeaux. Enfin, les données en provenance du site de Mairy montrent que l'emploi des caprinés évolue vers la production de lait.

Au Rubané, la part de la chasse dans l'alimentation carnée n'était pas négligeable (un peu plus de 15 %). Après le Rubané, une décroissance est constatée aussi bien dans le Bassin parisien que dans le Rhin. Malgré ce phénomène de baisse de la chasse, la croissance régulière de la proportion de ramures reflète un intérêt à l'égard du cerf qui se généralise et domine la plupart des spectres de faune sauvage au Néolithique moyen. Le principal ressort de l'intérêt pour cet animal ne se réduit pas à sa dimension économique et la charge symbolique qui lui est conférée reste très prégnante au Néolithique récent. Malgré cet engouement pour le cerf, la variabilité des spectres de chasse observés dans d'autres assemblages du début du Néolithique moyen donnent l'impression d'une chasse du grand

gibier assez diversifiée et opportuniste. D'autres sources d'alimentation d'origine animale sont attestées dans les sites hongrois, telles que les poissons, les moules et les escargots. En revanche, le poisson ne semble pas avoir constitué une partie importante du régime alimentaire dans la zone nord-occidentale du Rubané. Enfin, l'importance des produits de la ruche au début du Néolithique en Europe est à souligner.

De nos jours, l'apport conseillé en énergie pour un homme adulte (18-75 ans) est, en moyenne, de 2 400 à 2 600 kcal par jour, et pour une femme adulte, il est de 1 800 à 2 200 kcal. L'apport énergétique journalier en poids se distribue comme suit : 250 g de glucides, 70 g de lipides, 45 g de protéines pour une personne de 55 kg et 60 g pour personne de 75 kg, 25 à 30 g de fibres et au moins un litre et demi d'eau. L'analyse, sur une base quantitative, de l'alimentation des communautés agropastorales a été rarement développée en archéologie. En effet, une telle approche pose d'importants problèmes méthodologiques et elle est généralement considérée comme très approximative, puisque beaucoup de facteurs non quantifiables influencent la composition des régimes alimentaires. Malgré ces inconvénients, certains chercheurs ont proposé des reconstitutions paléodietétiques à partir de l'évaluation de la composition journalière moyenne de l'alimentation par habitant, tout en soulignant l'importance de l'alimentation végétale dans le régime des populations agropastorales. En outre, les reconstitutions basées sur les décalages de  $\delta^{15}\text{N}$  entre le collagène des humains et ceux des animaux herbivores domestiques relèvent le problème de la possible surestimation de la consommation de protéines animales à cause de la pratique de l'épandage de fumier dans les cultures céréalières. Une étude relativement récente menée sur des centaines d'échantillons humains et animaux provenant de cimetières et de villages de toute l'aire de répartition de la culture rubanée propose que le pourcentage de protéines alimentaires d'origine animale ait été de l'ordre de 50 % (en supposant un petit enrichissement en fumier) dans la région rhénane. Les auteurs retiennent l'hypothèse d'une cohérence de la diète humaine sur l'ensemble de tout le territoire Rubané.

Alors que les glucides, les lipides, les protéines et les fibres auraient été approvisionnés par les cultures et les animaux, domestiques et sauvages, les besoins quotidiens en vitamines et minéraux devaient être assurés en grande partie par les légumes verts à feuilles, les fruits, les racines/rhizomes et les tubercules. Néanmoins, il a été démontré que la teneur en glucides des racines et des rhizomes sauvages peut être plus élevée que dans les pommes de terre cultivées, ce qui laisse à penser qu'ils auraient pu fournir une source majeure d'énergie. Il est à noter que même si des hypothèses sur l'importance de la cueillette peuvent être formulées, une estimation précise de son apport à la diète des sociétés néolithiques reste très difficile à

partir des données archéobotaniques. En effet, étant donné qu'il s'agit d'une catégorie de plantes qui est souvent consommée crue, elle n'est pas forcément exposée au contact avec le feu, ce qui réduit ses possibilités de conservation. Dans ce contexte, de nouvelles méthodologies de travail s'imposent, comme celle consistant à analyser les paléofèces humaines, qui livrent des quantités considérables de pollen de plantes.

Enfin, les données vont dans le sens d'un régime alimentaire différant selon le sexe. Il semblerait en effet que les femmes étaient plus susceptibles que les hommes de subir une mauvaise alimentation. La question se pose de savoir si les femmes étaient affectées de manière disproportionnée face à d'éventuelles périodes de famine. Une autre possibilité est que des tabous alimentaires existaient pour certaines femmes. En effet, la grossesse, les menstruations et les rites de passage tels que le mariage et le deuil peuvent être associés à des tabous alimentaires.

#### Chapitre 4 - Historique de la recherche

Le chapitre 4 expose les particularités de l'activité archéologique en Lorraine qui ont mené, depuis une quinzaine d'années, au développement de la recherche carpologique dans la région. Contrairement à d'autres régions françaises, la recherche archéologique en Lorraine connaissait un retard au début des années 1980. Ceci était dû principalement aux méthodes utilisées pour effectuer ces interventions, qui dérivait de l'archéologie programmée et qui étaient mises en œuvre principalement par des bénévoles. L'acte fondateur de la « méthode lorraine » a été la publication du décret de 1986 prévoyant la consultation des services archéologiques avant la délivrance des projets d'aménagement. Cette méthode consistait à effectuer des sondages mécaniques systématiques sous forme de tranchées. Dès le début des années 1990, on assiste au développement rapide de la mécanisation des fouilles, qui a permis un gain de productivité, une protection de la santé des archéologues ainsi qu'une meilleure documentation aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif. Cette politique d'archéologie préventive a profondément renouvelé les connaissances sur le Néolithique. À partir du mobilier, très abondant, recueilli à l'occasion des fouilles préventives, il a été possible de constituer, sur des bases statistiques fiables, un cadre chronoculturel de référence. Il est important de souligner que l'utilisation régulière de moyens mécaniques et des techniques automatisées de relevé mises en place grâce à la « méthode lorraine » permettaient également le prélèvement et le tamisage quasi exhaustif des sédiments archéologiques, fournissant un mobilier abondant et des types de restes qui autrement demeureraient inaperçus. Par ailleurs, les archéologues lorrains ont montré très tôt un intérêt pour les

problématiques environnementales. Ces aspects ont eu un impact direct sur le développement de la discipline archéobotanique dans la région. Depuis une quinzaine d'années, on assiste à une multiplication des études archéobotaniques aussi bien dans un contexte professionnel au sein du laboratoire d'archéobotanique de l'Inrap Grand Est, que dans le cadre des travaux universitaires.

Parler du développement de la recherche carpologique néolithique en Europe nord-occidentale et centrale nous mène incontestablement à évoquer la carrière et les travaux de C. Bakels. Lors de ces premières fouilles, elle réalise que les restes de plantes carbonisées en provenance des contextes archéologiques pouvaient être déterminés, et s'intéresse alors aux analyses du paysage à travers la botanique ainsi qu'à la façon dont cette discipline pouvait contribuer à nos connaissances sur les populations du passé. Ensuite, l'archéobotanique se développe lentement au sein des trois universités néerlandaises de Leyde, Amsterdam et Groningue. À la fin des années 1970, elle initie la formation d'étudiants néerlandais et étrangers en provenance de France, Espagne, Danemark et Allemagne. Cet aspect a eu un impact important sur l'essor de la discipline au niveau européen, puisque grand nombre d'étudiants formés par C. Bakels sont actuellement des chercheurs confirmés et engagés.

Pendant ce temps, en France, l'archéobotanique des années 1960 à 1980 identifiait l'étude des pollens (palynologie) et celle des charbons de bois (anthracologie), mais ne disposait d'aucun terme spécifique pour nommer l'étude des semences (graines, fruits, éléments de fructifications, etc.). Il faudra attendre l'année 1985 pour que le vocable « carpologie » soit proposé. L'étude des macrorestes végétaux se développe timidement dès la fin des années 1960, grâce aux travaux de l'ingénieur agronome J. Erroux qui a travaillé notamment sur les habitats en grotte du Néolithique et de l'âge du Bronze dans le Gard et l'Hérault, et aux travaux de K. Lundström-Baudais sur les habitats palafittes néolithiques des grands lacs du Jura et des Alpes. En parallèle, le programme archéologique de la vallée de l'Aisne bénéficie dans les années 1980 de la contribution de C. Bakels, qui réalise les analyses archéobotaniques des habitats du Néolithique au Moyen Âge. À la fin des années 1970, elle entame également une collaboration avec les archéologues lorrains et réalise sa première étude en moyenne Moselle sur trois échantillons en provenance de quelques sites rubanés. Les analyses effectuées par l'équipe de l'Université de Leyde (Pays-Bas) dans les années 1990 ont fait l'objet d'une thèse doctorale par A. de Hingh sur les données carpologiques de l'âge de Bronze et l'âge du Fer. Cependant, ce n'est qu'avec la mise en place du laboratoire d'archéobotanique à l'Inrap Grand Est nord en 2005, et à la création d'un

poste en archéobotanique pourvu par J. Wiethold en 2006, que la recherche carpologique en Lorraine s'est développée.

Les données archéobotaniques néolithiques, notamment celles datées du Néolithique ancien, ont été largement étudiées depuis les années 1970 en Europe centrale et nord-occidentale. Actuellement, le matériel de plus d'une centaine de sites répartis sur plusieurs régions d'Europe a fait l'objet de multiples publications et de plusieurs travaux de synthèse. En mettant en parallèle l'état de la recherche carpologique sur le Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle avec celui d'autres régions d'Europe centrale et nord-occidentale, on constate que, bien que les études se soient multipliées depuis 2006, notre région d'étude présente un retard notamment dû au manque d'un véritable travail de synthèse diachronique. Ce travail de recherche a pour but de combler en partie ce vide.

## **Partie II - Méthodologie**



## **Chapitre 5 - L'acquisition des données. Anciennes et nouvelles analyses carpologiques**

En Lorraine, les études carpologiques se sont multipliées depuis 2005 grâce notamment à la mise en place du laboratoire d'archéobotanique à l'Inrap Grand Est nord en 2005, suivie de la création d'un poste en archéobotanique. Depuis, une quantité importante d'études carpologiques englobant le contexte spatio-temporel de ce travail ont été réalisées. En outre, une quantité considérable de prélèvements issue d'anciennes fouilles était en attente d'être analysée.

Ce chapitre expose les critères retenus pour la sélection du corpus d'étude (41 sites) ainsi que la méthodologie établie pour le recueil des données déjà disponibles et pour l'acquisition de nouvelles données. Le travail d'acquisition de nouvelles données a été mené en trois étapes majeures : une première étape de tamisage des prélèvements, une deuxième étape de mise en place de la carpothèque du laboratoire d'archéobotanique de l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn ainsi qu'une troisième étape d'analyse carpologique en laboratoire. Nous abordons ici les différents choix techniques de cette analyse. Nous présentons également une description du matériel, du cortège de plantes identifié et des enjeux du traitement post-récolte. Enfin, nous discutons la validité des données carpologiques en provenance des trous de poteau des maisons rubanées.



## 5.1. Le corpus d'étude

### 5.1.1. Les critères de sélection du corpus

#### La sélection des sites

Le choix des sites s'est appuyé sur trois critères. Premièrement, il s'est porté sur les sites ayant livré une occupation comprise entre le Néolithique ancien et le Néolithique récent. Deuxièmement, on a retenu les sites localisés dans la moyenne vallée de la Moselle, entre Apach et Pont-à-Mousson. Toutefois, quelques écarts ont été permis afin d'étoffer nos connaissances sur les périodes dont les données demeuraient lacunaires, tel est le cas du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Néolithique ancien), du site de Verdun « Miribel » (Néolithique récent) ou encore de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (Néolithique moyen), dont la qualité de conservation exceptionnelle en fait un site clé pour la compréhension des pratiques alimentaires de cette période. Troisièmement, le choix s'est porté sur les types d'occupation qui refléteraient des activités domestiques, tels que les sites d'habitat ou les sols d'occupation.

Une numérotation spécifique ayant été attribuée par les archéologues lorrains (Blouet *et al.*, 2013b) aux sites comportant des occupations datées du Néolithique ancien (p. ex. de 1 à 99 pour la Lorraine du Nord et de 100 à 110 pour la Lorraine du Sud), il a été choisi de conserver ces mêmes numéros afin de garder une cohérence avec la littérature. En revanche, pour le Néolithique moyen et récent la numérotation n'ayant pas été figée et variant selon les publications, il a été décidé de leur attribuer des numéros à partir de 200.

#### La sélection des contextes

Tous les contextes dont la fourchette chronologique était comprise entre le Néolithique ancien et le Néolithique récent ont été recensés. Les échantillons dont la borne de fin dépassait le Néolithique récent ont été exclus de notre sélection ainsi que ceux dont la datation était incertaine.

Alors que généralement les données carpologiques issues de structures en creux telles que des silos, des fosses, des fossés, des foyers, des puits voire des lettrines sont sollicitées pour la reconstitution des pratiques agricoles et alimentaires anciennes, les analyses du matériel en provenance des trous de poteau sont quasi absentes. Trois aspects pourraient expliquer le fait qu'encore aujourd'hui dans la plupart des sites archéologiques en Europe nord-occidentale, les trous de poteau soient prélevés de manière moins exhaustive que les

autres types de structures en creux. D'une part, dans la plupart des sites où les trous de poteau ont été testés, il a été constaté qu'ils ne livraient que très peu, voire aucun carporeste (Gregg, 1989 ; Kreuz *et al.*, 2005, p. 241 ; Bogaard et Jones, 2007, p. 363 ; Kreuz, 2007, p. 274-275 ; Bogaard, 2011). D'autre part, les données carpologiques provenant des trous de poteau suscitent encore des discussions sur leur validité. Enfin, malgré l'expérience des archéologues lorrains qui démontre que le prélèvement systématique des trous de poteau est tout à fait possible, y compris dans le cadre de l'archéologie préventive (Blouet *et al.*, 2016, p. 33), ce protocole d'échantillonnage peine toujours à être adopté dans d'autres régions. Le déficit actuel dans l'exploitation des données carpologiques issues des trous de poteau nous a encouragés à porter une attention particulière à l'analyse du matériel provenant de ce type de structure (voir 5.3.1).

Pour le cas spécifique de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé », l'échantillonnage a été réalisé par mètre carré. Il n'a pas été possible de connaître les quantités de sédiments prélevés du fait de l'ancienneté de la fouille.

### **5.1.2. Le recueil des données**

#### **5.1.2.1 La sélection des données disponibles**

La première étape du recueil des données a consisté à dépouiller la bibliographie ainsi que les archives du laboratoire d'archéobotanique de l'Inrap Grand Est afin de sélectionner, parmi les données déjà disponibles (publiées et inédites), celles qui correspondaient à l'aire géographique et à la fourchette chronologique délimitées.

#### **5.1.2.2 L'acquisition de nouvelles données**

De nombreux échantillons issus de la stratégie de prélèvement quasi exhaustive des sédiments archéologiques depuis les années 1980 (voir 4.1), ont été mis à disposition en vue des analyses archéobotaniques. Le volume variait considérablement d'un échantillon à l'autre en fonction de la taille des contextes archéologiques (entre 0,2 et 25 l). Pour le cas spécifique de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé », il n'a pas été possible de connaître les quantités de sédiment prélevés du fait de l'ancienneté de la fouille.

Les prélèvements carpologiques traités dans le cadre de ce travail étaient stockés soit dans l'ancien dépôt archéologique régional à Scy-Chazelles (DRAC Grand Est), soit dans le dépôt de l'Inrap Grand Est à Metz. Ils étaient conditionnés dans des sacs plastiques. Pour

certains d'entre eux, les conditions de stockage à l'extérieur pendant plusieurs années avaient entraîné une dégradation du plastique et donc une exposition du sédiment au climat lorrain.

### La flottation manuelle

Les sédiments ont été traités par flottation manuelle puis tamisage à l'eau dans la station de tamisage de l'Inrap Grand Est à Metz. Le protocole de tamisage employé et celui mis en place par J. Wiethold. D'abord, au maximum 5 l de sédiments étaient versés dans un seau de 10 l. Ensuite, le seau était rempli d'eau et restait au repos pendant quelques heures afin que les sédiments se décompactent, notamment les sédiments très argileux. Ultérieurement, l'eau était versée à travers une colonne de tamis de deux mailles (1,0 et 0,315 mm). Cette procédure a été répliquée trois à cinq fois par échantillon jusqu'à l'extraction totale de la matière organique (Fig. 61).

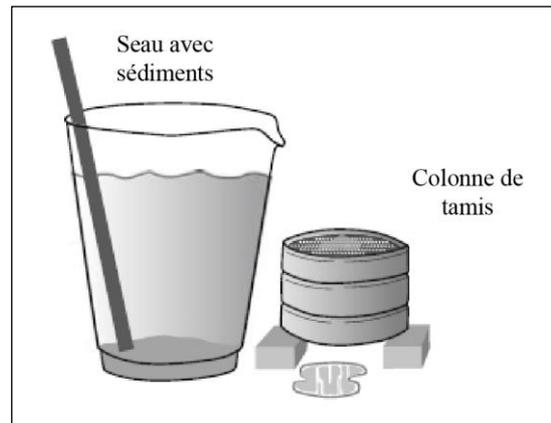


Fig. 61 – Schéma de la flottation manuelle (d'après Bakels, 2009, p. 14, Fig. 2.5).

La maille de 0,315 mm est jugée être suffisamment efficace pour récupérer les carporesses de petite taille (p. ex. vanes de céréales, graines de pavot, restes de mauvaises herbes). Le travail avec une maille de 0,250 mm, fréquemment obstruée, peut devenir assez lourd sans que pour autant il y ait une différence importante concernant la quantité et la taille des carporesses récupérés. Par la suite, les refus de flottation étaient mis à sécher à l'air libre dans un chariot de séchage, tout en évitant une exposition directe à la lumière du soleil. Le conditionnement se faisait ensuite dans des sacs mini-grip.

#### **5.1.3. Le corpus d'étude en quelques chiffres**

Au total, 41 sites correspondant aux critères de sélection ont été retenus (Fig. 62 et Annexe 3). Les données rassemblées (inédites, publiées et nouvelles données) proviennent de 1 046 échantillons analysés, dont 708 se sont avérés positifs. Ces échantillons sont issus de

774 contextes archéologiques, un minimum de 6 163,3 litres de sédiment tamisés et totalisent 57 740 carporestes (Annexe 4). Parmi les échantillons pris en compte dans le cadre de ce travail, 50 ont fait l'objet d'une datation radiocarbone (Annexe 6). En ce qui concerne l'acquisition de nouvelles données, un minimum de 3 306,2 litres de sédiment brut ont été tamisés, dont 992 litres par mes propres moyens et un minimum de 2 314,2 litres par d'autres opérateurs. Ces sédiments correspondent à 663 échantillons, dont 433 se sont avérés positifs. Ces échantillons sont issus de 458 contextes archéologiques et 25 sites. Ils ont livré 36 693 carporestes.

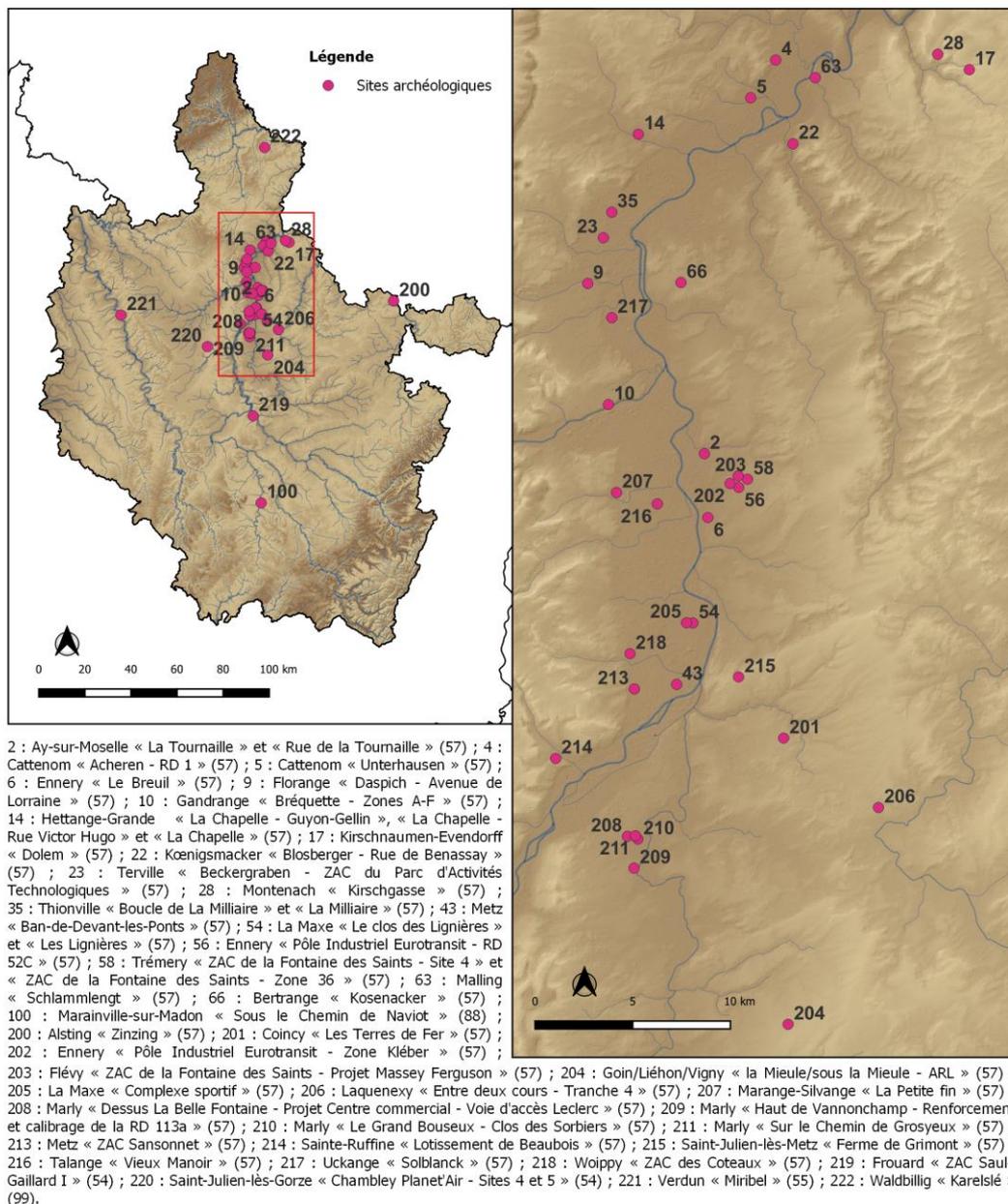


Fig. 62 - Carte des sites.

## 5.2. L'analyse carpologique

### 5.2.1. La mise en place de la carpothèque

Les restes carpologiques sont caractérisés par une diversité de formes et de dimensions qui sont propres à chaque espèce. L'identification carpologique consiste donc à comparer les caractères morphologiques discriminants des carporestes avec ceux des restes modernes de référence.

Le point de départ de ce travail de recherche a consisté à la mise en place d'une collection de référence de graines actuelles d'Europe nord-occidentale, au sein du laboratoire d'archéobotanique de l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn.

#### La compilation des graines

La compilation de la collection de référence a été menée en collaboration avec d'autres doctorants en archéobotanique de l'Université de Paris 1. Une partie des graines a été acquise grâce à la donation d'une partie de la collection de référence personnelle de F. Jedrusiak, alors doctorant à l'Université de Paris 10. En 2013, 2014 et 2015, plusieurs commandes ont été passées auprès des jardins botaniques français et européens afin d'étoffer l'inventaire.

#### Le conditionnement

Un code a été attribué à chaque espèce et le matériel a été conditionné dans des boîtes transparentes dûment marquées à l'aide d'étiquettes (Fig. 63). Ces boîtes ont été rangées par famille botanique dans des modules de classement. La délimitation des familles suit la classification proposée par l'*Angiosperm Phylogeny Group* (APG III, 2009) lors de sa troisième session qui était la dernière en date au moment de la mise en place de la carpothèque.

Toutes les informations concernant chaque espèce ont été enregistrées dans un fichier Microsoft Excel® (p. ex. code attribué, famille, nom de l'espèce, nom vernaculaire, jardin botanique d'origine, date de livraison), la carpothèque compte environ 200 espèces à l'heure actuelle. L'achat du matériel de conditionnement de la carpothèque a été financé par l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn.

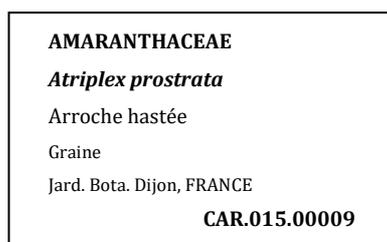


Fig. 63 - Exemple des étiquettes employées pour marquer les boîtes de la carpothèque.

### 5.2.2. *Le tri des carporestes et les supports pour l'identification*

Le tri, l'identification et le comptage des carporestes ont été réalisés sous une loupe binoculaire Nikon SMZ 1000 au laboratoire d'archéobotanique de l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn ainsi que sous qu'une loupe binoculaire d'appoint Bresser Advance ICD à laquelle une caméra Bresser MicroCam SP 5.1 a été adaptée pour la prise de photos de travail. Les photos nécessitant une meilleure résolution et donc l'utilisation d'une caméra plus sophistiquée, ont été prises au sein de la Plateforme MAPS Imagerie des patrimoines et spatialisation de la MSH Mondes, Nanterre (UAR 3225 CNRS), anciennement Service d'Imagerie et de Microscopie Optique (SIMO).

Lors de l'étape de tri, la totalité des résidus entiers et des fragments des carporestes était extraite des refus de flottation de la maille 1 mm. Pour ce qui est de la maille 0,315 mm, seulement les fragments les plus gros ou ceux plus petits mais identifiables en étaient extraits. Dans certains cas, nous disposons des refus de tamis (mailles 1 et 0,315 mm) tamisés à l'eau, ils faisaient alors l'objet d'un contrôle rapide sous la loupe binoculaire.

Les identifications des carporestes ont été réalisées à l'aide de différents manuels de détermination (Schoch *et al.*, 1988 ; Jacomet, 2006 ; Cappers *et al.*, 2012 ; Neef *et al.*, 2012 ; Cappers et Bekker, 2013), de la base de données en ligne du projet international *Digital Plant Atlas* qui a fait peau neuve récemment (Cappers *et al.*, 2006) ainsi que de la collection de référence du laboratoire d'archéobotanique de l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn.

### 5.2.3. *La nomenclature et la classification systématique des taxons*

Actuellement, la nomenclature des végétaux est régie par le Code international de nomenclature botanique (ICBN) qui est revue tous les six ans lors des sessions de l'IBC, dont la dernière réunion s'est déroulée à Shenzhen (Chine) en 2017. Cependant, le code employé ici est celui issu de la réunion tenue à Vienne (Autriche) en 2005 (McNeill *et al.*, 2006) et sur lequel est basé l'ouvrage de Lambinon et Verloove (2012, p. XXI). Parmi les règles

déterminées par le code, on trouve notamment l'utilisation de la nomenclature binomiale, officialisée par C. Linné en 1735 lors de la publication de la première édition de son ouvrage *Systema Naturae*. Cet ouvrage connaîtra de nombreuses révisions et éditions dont celle publiée en 1753 et intitulé « *Species plantarum* » marque le véritable point de départ de la mise en œuvre de la nomenclature botanique binominale. Elle consiste à nommer chaque plante par un binôme en langue latine composé du nom du genre suivi d'une épithète spécifique qui correspond au nom de l'espèce. Derrière celle-ci, le nom du ou des botanistes qui sont intervenus dans l'établissement de ce nom est noté généralement par une abréviation afin d'exclure les homonymes potentiels. Ensuite, il est possible d'y ajouter les précisions de sous-espèce, variété ou forme. Il est à noter que dans le cadre de ce travail, on a choisi d'omettre le nom des botanistes dans les tableaux de décompte afin de présenter des tableaux aérés en matière d'informations affichées. Par conséquent, les noms ont également été omis dans le texte et les figures afin de garder une homogénéité dans la présentation.

En ce qui concerne la classification systématique des taxons, la délimitation des familles employée ici ne suit pas celle de A. Cronquist (1968, 1981) qui a été adoptée par Lambinon et Verloove (2012, p. XVII-XVIII), basée essentiellement sur des critères morphologiques, anatomiques et chimiques des taxons, mais plutôt celle établie lors de la quatrième session de l'*Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016), basée sur une classification phylogénétique moléculaire récente et qui tient également compte des caractères morphologiques et phytochimiques, permettant une classification qui reflète de façon très fidèle l'évolution du vivant. Il est toutefois à noter que la délimitation de la majorité des familles d'angiospermes ne change que très peu entre les deux systèmes de classification.

En revanche, pour ce qui est de la délimitation des autres rangs, en particulier ceux de l'espèce, de la sous-espèce et de la variété, les différences nomenclaturales sont considérables entre les classifications traditionnelle et récente (Tabl. 13), notamment en ce qui concerne les blés cultivés (Kilian *et al.*, 2011, p. 31-35 ; Cappers et Neef, 2012, p. 291-293) et les orges cultivées (Cappers et Neef, 2012, p. 273 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 51-59), la classification récente étant basée sur les dernières recherches en cytogénétique. Souhaitant garder une cohérence avec les travaux déjà publiés englobant la région d'étude, le choix s'est porté sur la classification traditionnelle, notamment celle employée par Lambinon et Verloove (2012), et lorsque le taxon était absent de cet ouvrage, la nomenclature retenue est celle employée par le laboratoire d'archéobotanique de l'Inrap Grand Est.

Tabl. 13 - Classification traditionnelle, classification récente, noms retenus dans le cadre de ce travail et noms vernaculaires des plantes sauvages et cultivées (d'après Cappers et Neef, 2012, p. 292, Tabl. 8).

Classification traditionnelle	Classification récente	Nom retenu	Nom vernaculaire
<i>Triticum boeoticum</i> Boiss.	<i>Triticum monococcum</i> subs. <i>aegilopoides</i>	<i>Triticum boeoticum</i>	Engrain sauvage
<i>Triticum monococcum</i> L.	<i>Triticum monococcum</i> subsp. <i>monococcum</i> L.	<i>Triticum monococcum</i>	Engrain
<i>Triticum dicoccoides</i> (Körn ex Asch. & Graebn) Schweinf.	<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccoides</i> (Körn ex Asch. & Graebn) Thell.	<i>Triticum dicoccoides</i>	Amidonnier sauvage
<i>Triticum dicoccon</i> Schrank	<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccon</i> (Schrank) Thell.	<i>Triticum dicoccon</i>	Amidonnier
<i>Triticum spelta</i> L.	<i>Triticum aestivum</i> subsp. <i>spelta</i> (L.) Thell.	<i>Triticum spelta</i>	Épeautre
<i>Triticum aestivum</i> L.	<i>Triticum aestivum</i> L. subsp. <i>aestivum</i>	<i>Triticum aestivum</i> l.s.	Blé tendre
<i>Triticum durum</i> Desf.	<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>durum</i> (Desf.) Husn.	<i>Triticum durum</i>	Blé dur
<i>Triticum turgidum</i> L.	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	Blé barbu
<i>Triticum araraticum</i> Jakubz.	<i>Triticum timopheevii</i> subsp. <i>armeniicum</i> (Jakubz.) Slageren	<i>Triticum araraticum</i>	“New” glume wheat sauvage
<i>Triticum timopheevii</i> (Zhuk.) Zhuk.	<i>Triticum timopheevii</i> (Zhuk.) Zhuk. subsp. <i>timopheevii</i>	<i>Triticum timopheevii</i> type	“New” glume wheat (nouveau blé vêtu)
<i>Aegilops tauschii</i> Coss.	<i>Aegilops tauschii</i> Coss.	<i>Aegilops tauschii</i>	Égilope de Tausch
<i>Hordeum spontaneum</i> K. Koch	<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>spontaneum</i> (K. Koch) Thell.	<i>Hordeum spontaneum</i>	Orge sauvage
<i>Hordeum distichon</i> L.	<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>distichon</i> (L.) Körn.	<i>Hordeum distichon</i>	Orge distique vêtue
<i>Hordeum vulgare</i> L. / <i>Hordeum</i> <i>hexastichum</i> L. / <i>Hordeum</i> <i>tetrastichum</i> Körn.	<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> L.	<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>vulgare</i>	Orge polystique vêtue
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> (L.) Hook. f.	<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> L.	<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	Orge polystique nue
<i>Pisum humile</i> Boiss. & Noël	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>elatius</i> (Steven ex M. Bieb.) Asch & Graebn. var. <i>pumilio</i> Meikle	<i>Pisum humile</i>	Pois sauvage
<i>Pisum sativum</i> L.	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i>	<i>Pisum sativum</i>	Pois
<i>Lens culinaris</i> subsp. <i>orientalis</i>	<i>Lens culinaris</i> Medik. subsp. <i>orientales</i> (Boiss.) Ponert	<i>Lens orientalis</i>	Lentille sauvage
<i>Lens culinaris</i> Medik.	<i>Lens culinaris</i> Medik. subsp. <i>culinaris</i>	<i>Lens culinaris</i>	Lentille
<i>Linum usitatissimum</i> L.	<i>Linum usitatissimum</i> subsp. <i>usitatissimum</i>	<i>Linum usitatissimum</i>	Lin cultivé
<i>Papaver somniferum</i> L.	<i>Papaver somniferum</i> L. subsp. <i>somniferum</i>	<i>Papaver somniferum</i>	Pavot somnifère

Il est important de noter que chez les céréales le caractère nu ou vêtu du grain varie en fonction des genres *Hordeum* (orge) et *Triticum* (blé). Chez le blé, il est déterminé par la

sous-espèce (classification récente), autrement dit, les sous-espèces domestiquées sont soit vêtues (subsp. *monococcum*, subsp. *dicoccon* et subsp. *spelta*, subsp. *timopheevii*), soit nues (subsp. *aestivum*, subsp. *durum*, subsp. *turgidum*). Chez l'orge, les variétés nue et vêtue apparaissent dans les deux sous-espèces (subsp. *distichon* et subsp. *vulgare*), bien que la sous-espèce *distichon* se trouve généralement dans sa variété vêtue (Cappers et Neef, 2012, p. 291 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 57). Le caractère nu du grain, chez l'orge, est dû à la présence sur le chromosome 1 d'un allèle récessif du gène *N Naked caryopsis* (Salamini *et al.*, 2002, p. 438).

#### **5.2.4. Les critères généraux d'identification**

Hormis le matériel carpologique en provenance de la grotte-diacalse de Waldbillig « Karelslé » et du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot », la plupart du matériel étudié a un état de conservation moyen, voire mauvais, ce qui a conduit à des attributions taxonomiques parfois imprécises pour les carporestes.

Tant que cela a été possible, la détermination a été poussée jusqu'au rang de l'espèce. Les cas douteux ont été rapportés au taxon le plus proche, avec la mention « cf. ».

Les caryopses de céréales corrodés ou fortement fragmentés ont été rassemblés sous l'appellation de céréales indéterminées (*Cerealia indeterminata*). La détermination des fragments de caryopses de blé se limite à l'attribution au genre *Triticum*. Il est très probable que ces fragments représentent soit une des espèces de blé vêtu (*Triticum spelta* ou *Triticum dicoccon*), soit le blé nu (*Triticum aestivum* l.s./*durum/turgidum*). En effet, les caryopses fragmentés d'orge nue ou vêtue sont généralement déterminables. Ces fragments ont ainsi été rassemblés sous le taxon « *Triticum* sp. ». Lorsque les restes présentaient des caractéristiques évoquant deux espèces ou plus, nous avons eu recours aux taxons valise (p. ex. *Triticum dicoccon/monococcum*).

Les graines de légumineuses fortement fragmentées ont été rassemblées sous l'appellation de légumineuses cultivées indéterminées (*Leguminosae sativae indeterminatae*).

#### **5.2.5. Présentation du cortège de plantes cultivées**

Nous présenterons ci-dessous une description des principales plantes cultivées constituant notre corpus de données.

##### **5.2.5.1 Les céréales**

Les céréales sont une catégorie de plantes monocotylédones annuelles regroupant principalement les plantes de la famille des Poacées cultivées pour leurs grains. Elles

constituent l'une des sources principales de calories pour l'espèce humaine grâce à leur teneur en amidon servant à stocker le surplus de glucose qui servira à la croissance de la plante la saison suivante.

Les rendements des céréales comparés à ceux des légumineuses sont relativement plus élevés, sous réserve que les conditions nécessaires à la culture soient réunies (Zohary *et al.*, 2012, p. 20).

### Les effets de la domestication

Depuis leur domestication, elles jouissent du statut de denrées alimentaires de base, les blés et l'orge étant les principales « cultures fondatrices » dont les premiers signes précis de domestication sont apparus au Proche-Orient dans la seconde moitié du XI<sup>e</sup> millénaire av. n. è. (Zohary *et al.*, 2012, p. 20). Ces signes concernent notamment l'augmentation progressive de la taille des caryopses ainsi que la sélection, consciente ou inconsciente, des épis les moins fragiles qui sont plus faciles à récolter, car ils empêchent la dispersion spontanée des caryopses, cette dernière étant indispensable à la reproduction des formes sauvages. L'introduction du caractère semi-fragile ou non fragile du rachis rend la culture entièrement dépendante de l'Homme. Ainsi, une relation symbiotique a été établie entre les humains et leurs cultures (Hillman et Davies, 1999, p. 72 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 21-22).

### L'anatomie du caryopse

Le grain des céréales est un fruit sec indéhiscent (caryopse) constitué d'une unique graine intimement soudée à l'enveloppe qui la contient. Les caryopses sont composés de trois grandes parties : les enveloppes, l'albumen et le germe (Fig. 64).

Plusieurs enveloppes protègent les caryopses. Sur l'épi, le grain est entouré d'enveloppes (glumes et glumelles) qui n'adhèrent pas au grain et sont éliminées lors du battage. Ensuite, de la surface externe vers le centre du grain, on distingue l'enveloppe du fruit (péricarpe) puis l'enveloppe de la graine (tégument appelé testa). Le péricarpe (environ 5 % de la matière sèche) se divise en deux, à savoir le péricarpe externe (de nature fibreuse et composé de cellulose, de pentosanes et de lignine), et le péricarpe interne (composé de cellules transversales et tubulaires). Le testa (environ 1 % de la matière sèche) contient, entre autres, des composés lipidiques (cutine) et des pigments. C'est cette couche qui donne l'essentiel de la couleur au son du grain. Ensuite, on distingue l'épiderme du nucelle qui représente environ 0,5 % de la matière sèche (Surget et Barron, 2005, p. 3-5).

L'albumen est constitué de deux tissus distincts, à savoir la couche à aleurone et l'albumen amylicé. La couche à aleurone (environ 8,5 % de la matière sèche) est composée de cellules vivantes contenant des grains d'aleurone. Bien que ce tissu fasse partie de l'albumen, il est également compté parmi les tissus périphériques à partir desquels on obtient le son contenant la majeure partie des fibres insolubles (pentosanes) et des minéraux. En effet, ces tissus périphériques qui représentent environ 15 % de la matière sèche, contiennent plus de 75 % des fibres présentes dans le caryopse. L'albumen amylicé (environ 82 % de la matière sèche) se présente, quant à lui, sous la forme de grandes cellules dont la taille et la forme diffèrent en fonction de leur position dans l'amande. Il est principalement constitué de granules d'amidon et de protéines de réserve. L'essentiel de l'albumen amylicé se retrouve dans les fractions de farine et de semoule après mouture du grain (Surget et Barron, 2005, p. 5).

Enfin, le germe est l'ébauche de la future plante et représente environ 3 % de la matière sèche. Il est formé de l'axe embryonnaire et du scutellum. L'axe embryonnaire est une véritable plante miniature. Il est constitué de la gemmule (future tige) entourée du coléoptile, alors que la radicule, recouverte du coléorhize, se situe à l'opposé. C'est généralement cette seule partie du germe qui peut être récupérée lors de la mouture. De son côté, le scutellum est le cotylédon embryonnaire, il tapisse l'albumen en formant une assise pour l'axe embryonnaire. La teneur de ce tissu en glucides, lipides, protéines, minéraux et vitamines permet à la plantule de puiser les réserves de l'albumen pour se développer (Cruz *et al.*, 2019, p. 19 ; Surget et Barron, 2005, p. 5-6).

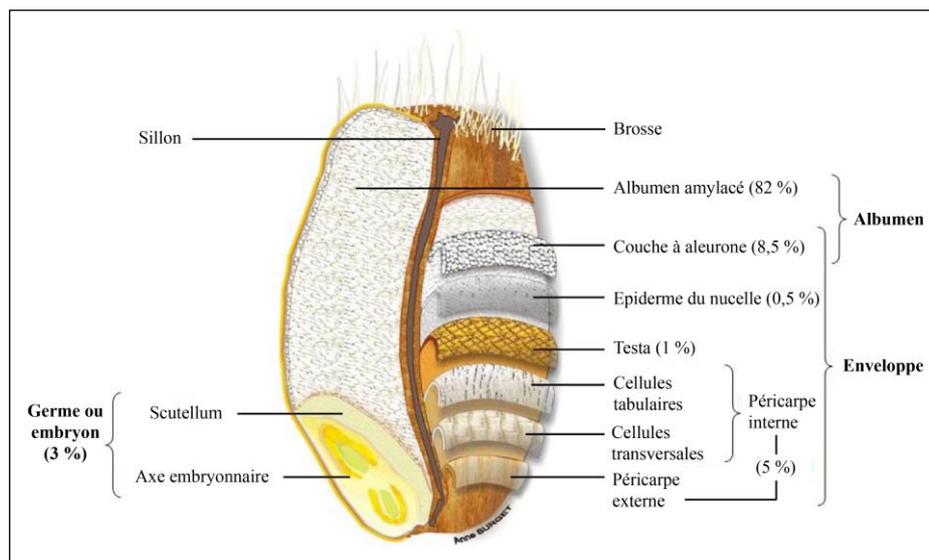


Fig. 64 - Schéma d'un caryopse de blé en coupe longitudinale et proportion relative des principaux tissus (d'après Barron *et al.*, 2012, p. 52, Fig. 1).

### La composition biochimique des caryopses

Les caryopses sont constitués de matière sèche et d'une portion variable d'eau. En effet, l'eau est toujours présente dans les grains à une teneur qui varie en fonction de leur nature, de l'humidité relative au moment de la récolte et du séchage auquel ils sont soumis. Ce sujet sera traité de manière détaillée ultérieurement (voir 5.2.8.3). La matière sèche, quant à elle, est principalement constituée de :

- A. **Glucides** : ce sont les constituants majoritaires et représentent 75 à 85 % de la matière sèche. Parmi les glucides nous comptons l'amidon (67 à 71 %), les pentosanes (7 à 10 %), la cellulose (2 à 4 %) et les sucres réducteurs (2 à 3 %). Alors que l'amidon se trouve en totalité dans l'albumen amylicé, les pentosanes se trouvent principalement dans la couche à aleurone, le péricarpe et en moindre mesure dans l'albumen amylicé. La cellulose, quant à elle, se trouve principalement dans le péricarpe (Feillet, 2000, p. 24-25). Les fibres alimentaires englobent de nombreuses substances, essentiellement de nature glucidique, constituant les parois cellulaires des végétaux. Les fibres des céréales sont ainsi principalement constituées d'amidon, de pentosanes et de cellulose. La teneur en fibres augmente de l'intérieur du grain vers les parties périphériques (Feillet, 2000, p. 266-267) ;
- B. **Protéines** : elles constituent entre 10 et 15 % de la matière sèche selon les variétés. Les protéines se trouvent principalement dans l'albumen amylicé et, en moindre mesure, dans la couche à aleurone (Feillet, 2000, p. 24-25) ;
- C. **Lipides** : pondéralement mineurs, ils constituent entre 2 et 3 % de la matière sèche. Ils sont présents principalement dans l'albumen amylicé et, en moindre mesure, dans la couche à aleurone (Feillet, 2000, p. 24-25) ;
- D. **Minéraux et vitamines** : ils constituent entre 1,5 et 2,5 % de la matière sèche. Les matières minérales se trouvent principalement dans la couche à aleurone et, en moindre mesure, dans le péricarpe et l'albumen amylicé (Feillet, 2000, p. 24-25). Les vitamines B des céréales sont surtout concentrées dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles et sont généralement éliminées lors du décorticage des grains. Certaines vitamines sont également très sensibles aux traitements thermiques (Cruz *et al.*, 2019, p. 22).

La répartition inégale des composants au sein des différentes fractions histologiques du caryopse est affichée de manière détaillée dans la table Tabl. 14.

Tabl. 14 - Distribution histologique des principaux constituants du caryopse de blé (d'après Feillet, 2000, p. 25, Tabl. 9).  
**MS** : matière sèche.

	Tissus périphériques		Albumen amylicé (% MS)	Germe (% MS)	Caryopse (% MS)
	Péricarpe (% MS)	Aleurone (% MS)			
Protéines	4,4	15,3	73,5	6,8	13,7
Lipides	0	23,6	62,9	13,5	2,7
Glucides					
Amidon	0	0	100	0	68,9
Pentosanes	35,1	43,8	18,3	2,9	7,4
Cellulose	87,1	7,6	3,1	2,2	2,8
Sucres réducteurs	0	0	62,7	37,3	2,4
Minéraux	22,6	43,6	22,6	9,7	1,9

#### 5.2.5.1.1. L'amidonnier (*Triticum dicoccon*)

##### Culture, utilisation et historique

L'amidonnier (Fig. 65) est un blé vêtu tétraploïde (génomme BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>). Il s'agit d'une plante annuelle adaptée aux conditions de plaine, elle montre une affinité avec les sols séchards, légers et pas trop riches. Par ailleurs, elle supporte mal le gel, l'eau stagnante et préfère un climat moins rude que l'en grain. L'amidonnier a une forte capacité de tallage, une production de paille élevée et une faible résistance à la verse (AGRIDEA, 2017, p. 1). Puisqu'il est assez résistant à la sécheresse et aux conditions fraîches, il a pu être cultivé en dehors de l'aire de répartition de l'amidonnier sauvage (Cappers et Neef, 2012, p. 296). Bien que son rendement soit assez faible, il reste supérieur à celui de l'en grain. Comparé à ce dernier, l'amidonnier est plus panifiable (Geisslitz *et al.*, 2018, p. 204, 207, Tabl. 1). Il peut être semé aussi bien à l'automne (blé d'hiver) que début mars comme blé de printemps (Kreuz, 2007, p. 269 ; AGRIDEA, 2017, p. 1).

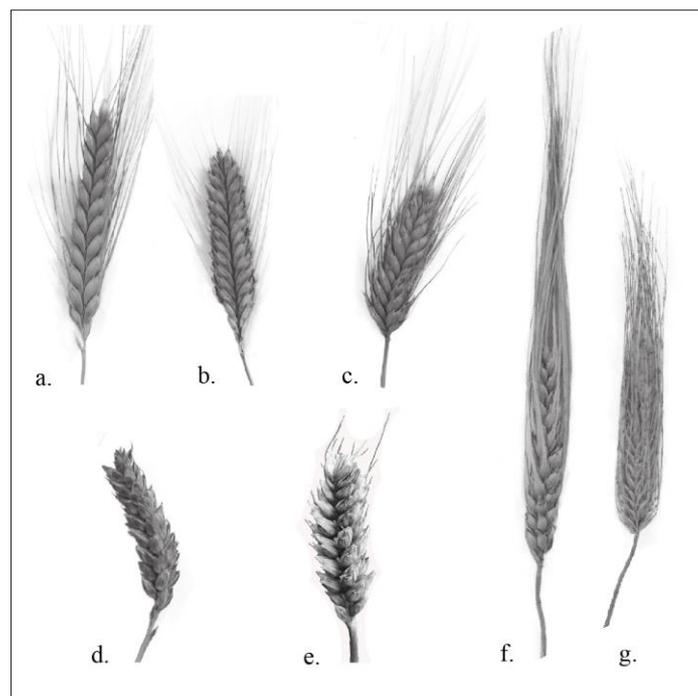


Fig. 65 - Épillets des céréales cultivées. **a.** amidonnier (*Triticum dicoccon*); **b.** engrain (*Triticum monococcum*); **c.** blé zanduri (*Triticum timopheevii*) auquel est associé le “new” glume wheat; **d.** blé nu tétraploïde (*Triticum durum*); **e.** blé nu hexaploïde (*Triticum aestivum*); **f.** orge polystique nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*); **g.** orge distique vêtue (*Hordeum distichon*). Clichés : R. Soteris (Antolín *et al.*, 2021, p. 243, Fig. 2) et J. Wiethold.

Différents produits alimentaires peuvent être obtenus à partir de l'amidonner, à savoir du gruau, du boulgour, de la farine, du pain et des boulettes, sans oublier les ragoûts et les potages (Antolín *et al.*, 2021, p. 251, Tabl. 2). Le tableau Tabl. 15 établit une comparaison des principales caractéristiques des céréales cultivées.

Les données génétiques et morphologiques indiquent que l'amidonner est étroitement lié à un blé sauvage originaire du Proche-Orient traditionnellement appelé *Triticum dicoccoides*. L'aire de répartition de l'amidonner sauvage est plus restreinte que celle de l'engrain sauvage, elle couvre le Croissant fertile (l'Israël, la Jordanie, la Syrie, le Liban, le sud-est de la Turquie, le nord de l'Irak et l'ouest de l'Iran). Des études moléculaires ont montré une origine unique probable de l'amidonner dans le sud-est de la Turquie (Zohary *et al.*, 2012, p. 40-41). Une étude récente a tenté de dater cet événement à partir des données génétiques (horloge moléculaire) et les résultats montrent que l'amidonner domestique a divergé de l'amidonner sauvage vers  $10041 \pm 160$  BP (Zhao *et al.*, soumis).

Tabl. 15 - Comparatif des principales caractéristiques des céréales cultivées. La teneur en gluténine détermine la qualité de la levée de la pâte lors de la panification (d'après Cappers et Neef, 2012 ; Lambinon et Verloove, 2012 ; Zohary *et al.*, 2012 ; Geisslitz *et al.*, 2018, p. 204, 207, Tabl. 1 ; Relina *et al.*, 2018, p. 106 ; Antolín *et al.*, 2021, p. 251, Tabl. 2).

Espèce	Génome	Taille (cm)	Gluténine (% de protéines extractibles)	Produit alimentaire	Grain vêtu/nu	Conditions culture	Rendement (par rapport à <i>T. aestivum</i> )
<i>Triticum dicoccon</i>	BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup>	90-160	12,6	Gruau/bouillie, boulgour, farine, pain, boulettes	Vêtu	Terres pauvres et maigres, supporte le froid	55 % inférieur
<i>Triticum monococcum</i>	A <sup>m</sup> A <sup>m</sup>	60-150	9,2	Boulgour, farine, pain, boulettes, gruaux/bouillie Freekeh (blé vert fumé), grains torréfiés, grains cassés, gruaux/bouillie, boulgour, trachanas, semoule, pain, boulettes, pâtes	Vêtu	Terres pauvres, résiste à la verse	62 % inférieur
<i>Triticum turgidum/durum</i>	BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup>	70-160	18,0	Freekeh (blé vert fumé), grains torréfiés, grains cassés, gruaux/bouillie, farine, pain, boulettes	Nu		Similaire à <i>T. aestivum</i>
<i>Triticum aestivum</i> l.s.	BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup> DD	70-160	21,4	Gruau/bouillie, semoule, farine, pain, boulettes	Nu		Valeur de référence
<i>Triticum spelta</i>	BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup> DD	60-140	18,0	Gruau/bouillie, semoule, farine, pain	Vêtu	Peu exigeant en azote	37 % inférieur
<i>Triticum timopheevii</i>	GGA <sup>u</sup> A <sup>u</sup>	-	-	Texture dure et vitreuse, il peut être classé dans la catégorie des blés durs. On obtient des produits semblables à ceux de <i>T. turgidum/durum</i>	Vêtu	Sols humides, bien drainés, exigeant en lumière, très résistant aux maladies fongiques	-
<i>Hordeum vulgare</i>	-	30-130	Moins que le blé	Grains torréfiés, grains cassés, gruaux/bouillie, semoule, farine, pain, boulettes, malte	Vêtu/nu		-

### Description morphologique du matériel carpologique

En vue dorsale, le caryopse d'amidonier est de forme ellipsoïde, les flancs sont presque parallèles, les bouts sont émoussés et la crête dorsale n'est pas symétrique. L'embryon est plus haut que chez le blé nu mais moins que chez l'engrain, il est incliné et penche vers un côté. En vue ventrale, le sillon ventral est légèrement courbé. En vue latérale, la face ventrale est légèrement concave à plate et la face dorsale, convexe, présente une crête dorsale élevée qui s'abaisse ensuite, le point le plus large se situant généralement juste au-dessus de l'embryon. En vue apicale, le caryopse présente une face dorsale dissymétriquement arrondie, le sillon ventral est étroit et profond (Fig. 66).



Fig. 66 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale (de gauche à droite) d'un caryopse d'amidonnier (*Triticum dicoccon*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 194 de la maison M2 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

L'amidonnier produit deux caryopses par épillet. La base d'épillet est assez robuste et l'angle d'insertion des glumes dans les rachis est oblique (relativement ouvert). En vue abaxiale ou adaxiale, l'articulation des bases des glumes est anguleuse et l'entrenœud est étroit par rapport à la largeur de l'épillet. En vue latérale, la base de glume est large et généralement veinée près de la base. En vue adaxiale, la base de la quille principale apparaît sous le niveau de la cicatrice d'abscission, à partir d'où elle monte en direction oblique. Cette quille est moins proéminente que celle de l'engrain. La cicatrice d'abscission est étroite. En coupe transversale, la base de glume est plutôt trapue et rectangulaire, elle est cependant plus fine que celle de l'engrain (Fig. 67).

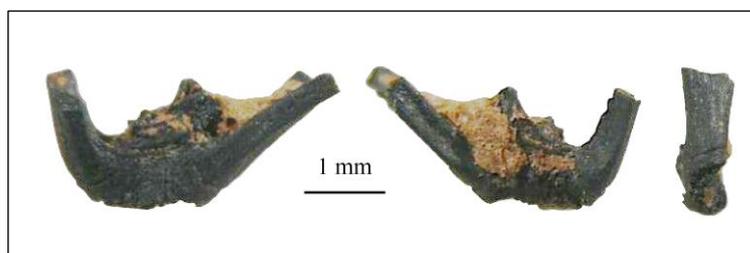


Fig. 67 - Photographies des vues abaxiale, adaxiale et latérale (de gauche à droite) d'une base d'épillet d'amidonnier (*Triticum dicoccon*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 194 de la maison M2 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

#### 5.2.5.1.2. L'engrain (*Triticum monococcum*)

##### Culture, utilisation et historique

L'engrain (Fig. 65) est un blé vêtu diploïde (génomme  $A^m A^m$ ). Il s'agit d'une plante annuelle qui ne présente pas d'exigences élevées concernant la qualité du sol. À l'instar de l'amidonnier, elle montre une affinité avec les sols séchards, légers et pas trop riches. Par ailleurs, elle supporte mal le gel et l'eau stagnante. L'engrain a une très forte capacité de

tallage, mais un rendement en paille moindre que celui de l'amidonnier à cause de sa hauteur plus faible et de ses talles plus fines (Bio 82 et FRAB Midi-Pyrénées, 2011, p. 3 ; AGRIDEA, 2017, p. 1). Son rendement est environ moitié moindre que celui de l'amidonnier (Kreuz *et al.*, 2005, p. 244 ; Kreuz, 2007, p. 271-273, 2012, p. 54-55), mais la plante supporte mieux les sols pauvres et résiste mieux à la verse grâce à ses talles plus dures. En outre, ses épis et épillets sont fragiles (Kreuz, 2007, p. 273, Fig. 15.11 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 34 ; Geisslitz *et al.*, 2018, p. 204). Compte tenu de sa faible teneur en gluténine (Geisslitz *et al.*, 2018, p. 207, Tabl. 1), l'en grain est panifiable mais lève peu. Il peut être semé aussi bien à l'automne (blé d'hiver) que début mars comme blé de printemps (Kreuz, 2007, p. 269), mais il sera semé de préférence comme culture d'automne (AGRIDEA, 2017, p. 1).

Différents produits alimentaires peuvent être obtenus à partir de l'amidonnier, à savoir du boulgour, de la farine, du pain, des boulettes, du gruau, sans oublier les ragoûts et les potages (Tabl. 15).

Les données génétiques et morphologiques indiquent que l'en grain est étroitement lié à un groupe de formes de blé sauvage originaire du Proche-Orient traditionnellement appelé *Triticum boeoticum*. L'aire de répartition de l'en grain sauvage couvre la partie centrale du Croissant fertile (l'Anatolie, le nord de la Syrie, le nord de l'Irak et ouest de l'Iran). Plusieurs formes peuvent être reconnues chez l'en grain sauvage en fonction de la répartition écologique et géographique. Tandis que dans le nord et le nord-ouest de son aire de répartition prédominent les plantes à petits épillets, à arête unique et à un grain, dans les régions méridionales sèches en été, sont courantes les plantes plus robustes avec des épillets à deux arêtes et à deux grains. En revanche, en Anatolie centrale, en Transcaucasie et dans les territoires limitrophes de l'Iran, une série de formes intermédiaires (épillets à un et à deux grains dans un même épi) abonde (Kreuz et Boenke, 2002, p. 236 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 34-35). Il est à noter que la formation de deux caryopses par épi est tributaire de la fertilité de la deuxième fleur et de la façon dont les glumes sont arquées (Kreuz et Boenke, 2002, p. 234). Des études moléculaires ont montré une origine monophylétique probable de l'en grain cultivé (domestication d'une seule race parmi les trois races d'en grain sauvage existantes) dans le sud-est de la Turquie, issue de multiples événements de domestication indépendants (Kilian *et al.*, 2007). En outre, les résultats des études expérimentales apportent des connaissances intéressantes. D'une part, des expériences menées dans le sud de la France ont montré que les formes à un grain semblent liées à des conditions écologiques défavorables (p. ex. forte densité de semis ou sécheresse). D'autre part, des expériences menées en Angleterre ont révélé que des caryopses d'une même origine produisent de l'en grain à deux

grains lorsqu'ils sont semés à l'automne, tandis que les formes à un grain sont obtenues lorsque les caryopses sont semés au printemps. Ce phénomène pourrait être le résultat d'une longue période de croissance, déterminée par une germination précoce, soit liée à un bilan énergétique positif entraînant le développement de deux grains par épillet (Kreuz et Boenke, 2002, p. 238).

#### Description morphologique du matériel carpologique

En vue dorsale, le caryopse d'engrain est fusiforme, les flancs sont fortement serrés, les bouts sont assez pointus et la crête dorsale est symétrique. L'embryon est plus haut que chez l'amidonnier, il est incliné et droit. En vue ventrale, le sillon ventral est droit. En vue latérale, les faces ventrale et dorsale sont convexes, la crête dorsale est très élevée et s'abaisse ensuite, le point le plus large se situant à peu près au centre du caryopse. En vue apicale, le caryopse présente une face dorsale en forme de toit arrondi, le sillon ventral est étroit et profond (Fig. 68).



Fig. 68 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale (de gauche à droite) d'un caryopse d'engrain (*Triticum monococcum*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 194 de la maison M2 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

L'engrain produit un caryopse par épillet. La base d'épillet est gracile et l'angle d'insertion des glumes dans le rachis est oblique (relativement fermé). En vue abaxiale ou adaxiale, l'articulation des bases des glumes est arrondie et l'entrenœud est relativement large par rapport à la largeur de l'épillet. En vue latérale, la base de glume est étroite, elle présente peu ou pas de veines près de la base. En vue adaxiale, la base de la quille principale apparaît au même niveau que la cicatrice d'abscission, à partir d'où elle monte plus ou moins verticalement. Cette quille est proéminente. La cicatrice d'abscission est large et peu profonde. En coupe transversale, la base de glume est entre carrée et arrondie, elle est plus trapue que celle de l'amidonnier (Fig. 69).

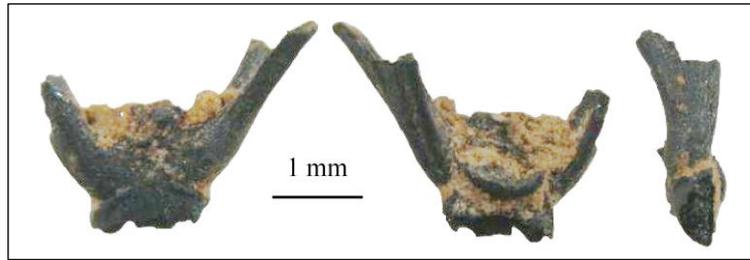


Fig. 69 - Photographies des vues abaxiale, adaxiale et latérale (de gauche à droite) d'une base d'épillet d'engrain (*Triticum monococcum*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 194 de la maison M2 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

L'engrain à deux grains produit deux caryopses par épillet. Le caryopse présente les mêmes caractéristiques de l'engrain « typique » à quelques exceptions près : il présente une face ventrale légèrement convexe à plate, parfois accompagnée d'une compression ventrale en dessous de l'apex, touchant spécialement le caryopse supérieur de chaque paire. En vue apicale, le caryopse présente une face dorsale symétriquement arrondie (Fig. 70).



Fig. 70 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale (de gauche à droite) d'un caryopse d'engrain à deux grains (*Triticum monococcum*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 306 de la maison M4 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

### 5.2.5.1.3. Le blé nu (*Triticum aestivum l.s./durum/turgidum*)

#### Culture, utilisation et historique

Tel qu'évoque précédemment (voir 5.2.3), chez le blé le caractère nu ou vêtu du grain est déterminé par la sous-espèce (classification récente), autrement dit, les sous-espèces domestiquées sont soit vêtues (subsp. *dicoccon*, subsp. *monococcum*, subsp. *spelta*, et subsp. *timopheevii*), soit nues (subsp. *aestivum*, subsp. *durum*, subsp. *turgidum*). Il existe ainsi trois espèces de blés nus (classification traditionnelle), dont deux tétraploïdes (génome BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>), le blé dur (*Triticum durum*) et le blé barbu (*Triticum turgidum*), et une espèce hexaploïde (génome BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>DD), le blé tendre ou froment (*Triticum aestivum*). Suivant cette

explication, il semble plus pertinent de parler des « blés nus » au pluriel (Zech-Matterne *et al.*, 2014). Cependant, afin de rendre la rédaction plus succincte et la lecture plus fluide, on a fait le choix de rassembler ces trois espèces de blés nus dans un groupe « blé nu » au singulier qui sera traité comme un taxon (*Triticum aestivum* l.s./*durum/turgidum*) lorsque les données carpologiques ne nous permettent pas d'isoler les espèces.

Le blé dur (Fig. 65) est adapté au climat méditerranéen et donne des rendements élevés lors d'étés secs et chauds. Il pousse sur des sols légèrement alcalins et riches en minéraux. Il ne supporte pas les grands froids et est donc semé de préférence au printemps (Cappers et Neef, 2012, p. 296). Le blé barbu est cultivé principalement dans la région méditerranéenne, de préférence sur des sols pauvres, lourds ou bien drainés. Il peut donner des rendements élevés. C'est un blé d'hiver qui demande une longue saison de croissance. Il est plutôt résistant à la sécheresse, les fortes gelées et les pluies continues pouvant endommager la culture, raison pour laquelle il ne s'adapte pas bien au climat continental (Cappers et Neef, 2012, p. 296). Le blé dur et le blé barbu ont une teneur en gluténine particulièrement élevée, mais elle est moins importante que chez le blé tendre. Différents produits alimentaires peuvent être obtenus à partir de ces blés, tels que du freekeh (blé vert fumé), des grains torréfiés, des grains cassés, du gruau, du boulgour, du trachanas, de la semoule, du pain et des boulettes. Le blé dur est utilisé pour la préparation des pâtes, sans oublier les ragoûts et les potages (Tabl. 15).

Le blé tendre (Fig. 65) est cultivé à la fois comme blé d'hiver et de printemps. Autrefois, les formes hivernales étaient adaptées aux grands froids nécessaires à la vernalisation, elles étaient semées en novembre. Les formes hivernales modernes, moins résistantes au froid, sont semées jusqu'à fin février, voire en mars. Le blé de printemps est semé en avril. Le blé d'hiver a plus de talles et a une saison de croissance plus longue, ce qui explique son rendement plus élevé (Cappers et Neef, 2012, p. 297). La particularité de cette céréale est sa teneur en gluténine bien supérieure à celle des autres céréales, ce qui rend sa farine panifiable car elle lève bien, et donc idéale pour la préparation de pain. Différents produits alimentaires peuvent être obtenus à partir du blé tendre, à savoir du freekeh (blé vert fumé), des grains torréfiés, des grains cassés, du gruau, de la farine, du pain et des boulettes, sans oublier les ragoûts et les potages (Tabl. 15).

Exceptionnellement, la discussion sur l'origine et le processus de domestication des blés nus sera traitée ultérieurement, dans la partie consacrée aux résultats (voir 12.1.1). En effet, il s'agit d'un sujet central au moment d'aborder la discussion autour de l'identification des

premières découvertes de fragments de rachis de blé nu dans notre région d'étude, qui proviennent du site Rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

#### Description morphologique du matériel carpologique

En vue dorsale, le caryopse de blé nu est de forme ellipsoïde, les flancs sont convexes, les bouts sont arrondis et la crête dorsale est symétrique. L'embryon se trouve dans une cavité assez profonde, il est moins haut que chez l'amidonner. En vue ventrale, le sillon ventral est droit. En vue latérale, la face ventrale est entre convexe et plate et la face dorsale, convexe, présente une crête dorsale élevée qui s'abaisse ensuite, le point le plus large se situant généralement juste au-dessus de l'embryon. En vue apicale, le caryopse présente une face dorsale symétriquement arrondie, le sillon ventral est large et profond (Fig. 71).



Fig. 71 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale (de gauche à droite) d'un caryopse de blé nu (*Triticum aestivum* l.s./*durum/turgidum*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 1009 de la maison M5 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

La distinction entre les caryopses de blé nu tétraploïde (*Triticum durum/turgidum*) et hexaploïde (*Triticum aestivum* l.s.) est difficile, voire impossible, en raison de leurs similitudes morphologiques. La différenciation est en revanche possible à partir des fragments de rachis. Les entrenœuds du rachis de blé nu tétraploïde présentent une forme de trapèze (côtés rectilignes), avec un léger rétrécissement incurvé juste en dessous du nœud, la largeur maximale se trouvant dans la partie supérieure de l'entrenœud (Fig. 72-1A). Le nœud présente un épaississement ou protubérance arrondie, bien visible sous chaque insertion de glume (Fig. 72-2A). Aucune trace de stries longitudinales près du bord extérieur de la face abaxial n'est visible (Fig. 72-3A). En coupe transversale, le bord inférieur de l'entrenœud est généralement épais et arrondi (Fig. 72-4A). Les bases de glume restent souvent attachées aux fragments de rachis (Fig. 72-5A).

De leur côté, les entrenœuds du rachis de blé nu hexaploïde présentent une forme de bouclier (côtés curvilignes), avec un fort élargissement du tiers supérieur puis un fort rétrécissement juste en dessous du nœud, la largeur maximale se trouvant juste au-dessus du

centre de l'entrenœud (Fig. 72-1B). Concernant le nœud, soit il ne présente pas d'épaississement, mais une crête étroite sous chaque insertion de glume, soit il y présente une moitié inférieure de protubérance faiblement développée (Fig. 72-2B). Des stries longitudinales, portant souvent des poils, sont visibles près du bord extérieur de la face abaxial (Fig. 72-3B). En coupe transversale, le bord inférieur de l'entrenœud est généralement fin et moins arrondi que chez le blé nu tétraploïde (Fig. 72-4B). Les bases de glume sont toujours cassées (Fig. 72-5B).

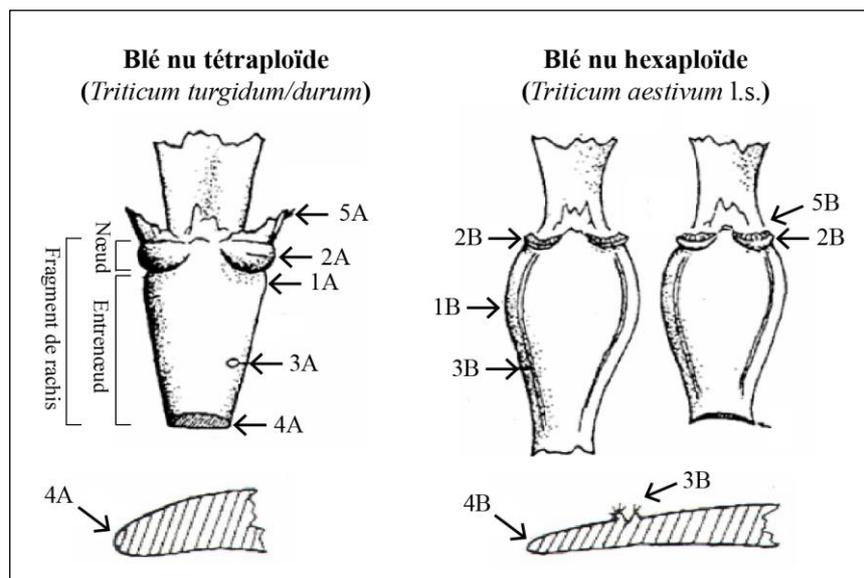


Fig. 72 – Schéma des fragments de rachis de blé nu tétraploïde et hexaploïde (d'après Hillman, 2001 in Jacomet, 2006).

Bien que les critères d'identification des entrenœuds du rachis des blés nus aient fait l'objet d'une attention particulière (Maier, 1996 ; Hillman, 2001 ; Jacomet, 2006) et soient bien établis, lorsque nous sommes face à du matériel carpologique carbonisé, nous devons faire preuve de prudence à cause de la déformation que le processus de carbonisation peut entraîner (voir 5.2.6). Par ailleurs, certains aspects ont tendance à gommer les frontières des critères d'identification : par exemple, bien que les épaississements marqués (protubérances) au niveau du nœud soient typiques du blé nu tétraploïde, plus on va vers l'apex de l'épi, plus les entrenœuds se font généralement plus allongés et plus graciles. Ceci pourrait donner au blé nu tétraploïde une forme plus proche de l'hexaploïde (L. Bouby, communication personnelle, 2022).

#### 5.2.5.1.4. *L'orge nue et vêtue (Hordeum vulgare var. nudum et Hordeum vulgare var. vulgare)*

##### Culture, utilisation et historique

L'orge (Fig. 65) est une céréale diploïde. Il s'agit d'une plante annuelle assez rustique et peu exigeante concernant les propriétés du sol et le climat. Toutefois, sa culture se développe mieux dans un climat modéré ainsi que dans des sols limoneux, calcaires et bien drainés. Les sols argileux ou sablonneux ne lui conviennent pas (Marguerie, 2017, p. 1). Par rapport au blé, elle présente un potentiel d'adaptation supérieur : une plus grande résistance à la sécheresse, aux sols pauvres et à la salinité (Zohary *et al.*, 2012, p. 52). Compte tenu de sa faible teneur en gluténine par rapport à celle du blé, l'orge est panifiable mais lève peu. Cette céréale peut être semée aussi bien fin octobre (orge d'hiver) que début mars comme orge de printemps (Marguerie, 2017, p. 2).

Différents produits alimentaires peuvent être obtenus à partir de l'orge, à savoir des grains torréfiés, des grains cassés, du gruau, de la semoule, de la farine, du pain, des boulettes et du malt pour la fabrication de la bière, sans oublier les ragoûts et les potages (Tabl. 15).

Les épis d'orge ont une structure unique. Ils sont constitués de triplets d'épillets (un entrenœud supportant trois épillets) disposés en alternance sur le rachis, chacun des trois épillets comportant une seule fleur. À titre comparatif, les épis de blé sont constitués d'épillets simples (un entrenœud supportant un épillet) disposés en alternance sur le rachis. Revenons aux épillets d'orge : en fonction de la fertilité des fleurs, et donc du nombre de caryopses produits, l'orge est divisée en deux groupes morphologiques principales : l'orge distique ou à deux rangs (*Hordeum distichon*) et l'orge polystique ou à six rangs (*Hordeum vulgare*). Concernant le premier, seul l'épillet central de chaque triplet est fertile, les deux épillets latéraux ne produisant pas de caryopse. Il s'agit d'un caractère primitif présent chez l'orge sauvage. Chaque épi est ainsi constitué de deux rangs d'épillets à caryopse, un de chaque côté (Fig. 73). Les caryopses étant droits et symétriques, l'orge distique est, de nos jours, celle privilégiée en brasserie. Pour ce qui est de l'orge polystique, les trois épillets de chaque triplet sont fertiles. Il s'agit d'un caractère dérivé de la domestication grâce à une mutation conférant la fertilité aux épillets latéraux. Chaque épi est ainsi constitué de six rangs d'épillets à caryopse, trois de chaque côté (épi dense). Par ailleurs, certains spécialistes vont plus loin et différencient une forme comportant des épillets latéraux fertiles sur des épis lâches qu'ils identifient comme de l'orge à quatre rangs (Fig. 73). Les caryopses de l'orge

polystique sont légèrement courbés et quelque peu asymétriques (Zohary *et al.*, 2012, p. 52-53). De nos jours, l'orge polystique est celle utilisée pour l'alimentation animale.

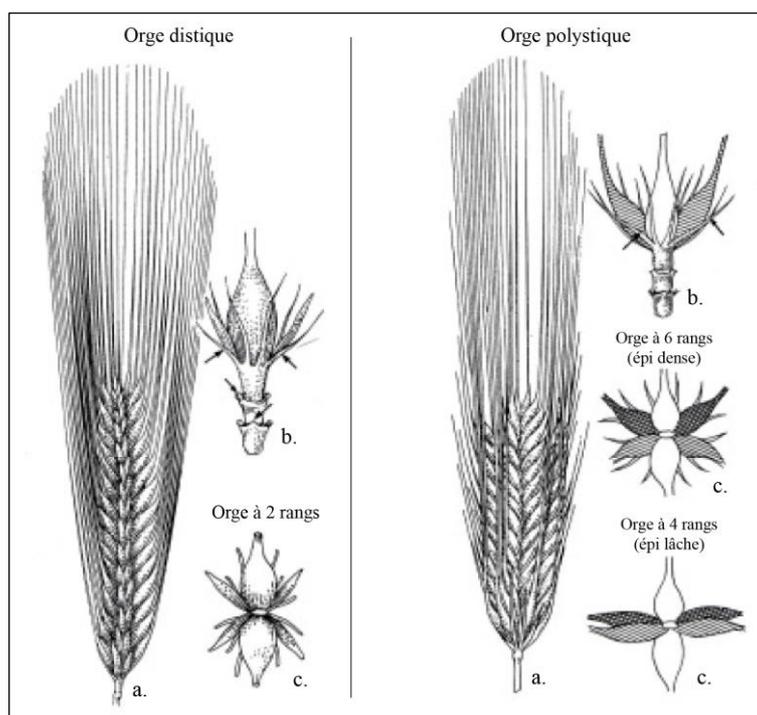


Fig. 73 - Détail des épis et des triplets d'épillets d'orge distique (*Hordeum distichon*) et d'orge polystique (*Hordeum vulgare*). a. Épi ; b. Vue latérale d'un triplet d'épillets ; c. Vue apicale d'un épis (d'après Jacomet et Kreuz, 1999 in Jacomet, 2006).

Comme nous l'avons évoqué précédemment (voir 5.2.3), chez l'orge les variétés nue et vêtue apparaissent dans les deux sous-espèces de la nomenclature récente (subsp. *distichon* et subsp. *vulgare*), bien que la sous-espèce *distichon* se trouve généralement dans sa variété vêtue (Cappers et Neef, 2012, p. 291 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 57). Chez l'orge, le caractère nu du grain est dû à la présence sur le chromosome 1 d'un allèle récessif du gène N *Naked caryopsis* (Salamini *et al.*, 2002, p. 438). Tout comme les formes polystiques, le caractère nu est survenu après la domestication. Dans le cadre de ce travail, nous avons décidé de retenir la nomenclature traditionnelle qui attribuait aux caractères nu et vêtu le rang de « variété ». Nous parlons ainsi d'*Hordeum vulgare* var. *vulgare* (orge polystique vêtue) et d'*Hordeum vulgare* var. *nudum* (orge polystique nue).

Les données génétiques et morphologiques indiquent que l'orge est étroitement liée à un groupe de formes sauvages distiques traditionnellement appelé *Hordeum spontaneum*. Morphologiquement, la similitude entre l'orge sauvage et l'orge distique (*Hordeum distichon*) est frappante. L'aire de répartition de l'orge sauvage est assez vaste et comprend le bassin méditerranéen oriental, le Croissant fertile (la Syrie, l'Irak l'Iran et l'Azerbaïdjan) et les pays

d'Asie centrale (le Turkménistan, l'Afghanistan, l'Ouzbékistan, le Tadjikistan et l'ouest de la Chine). Les études génétiques récentes montrent que la domestication de l'orge a probablement deux origines indépendantes : la première dans le Croissant fertile et la seconde plus à l'est, probablement à l'extrémité orientale du plateau iranien. Il semblerait que l'orge européenne et nord-africaine soit liée à celle domestiquée dans le Croissant fertile, tandis qu'une grande partie de l'orge asiatique est connectée au foyer de domestication oriental (Zohary *et al.*, 2012, p. 53-54).

#### Description morphologique du matériel carpologique

En vue dorsale, le caryopse d'orge est fusiforme, les flancs sont convexes, la section basale est plus ou moins pointue. La section apicale de l'orge nue est arrondie/crantée et celle de l'orge vêtue est anguleuse/droite. Il n'y a pas de crête dorsale. En vue ventrale, le sillon ventral est droit, large et peu profond. En vue latérale, les faces ventrale et dorsale sont convexes mais tassées, le point le plus large se situe généralement au centre du caryopse. En vue apicale, le caryopse présente des faces dorsale et ventrale convexes mais tassées, le sillon ventral est large et peu profond (Fig. 74).



Fig. 74 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale (de gauche à droite) d'un caryopse d'orge nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 206 de la maison M2 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

#### **5.2.5.1.5. Le “new” glume wheat ou nouveau blé vêtue (*Triticum timopheevii* type)**

##### Culture, utilisation et historique

Au début des années 2000, G. Jones *et al.* (2000) publiaient un article attirant l'attention sur l'existence d'un blé vêtue dont les bases d'épillets étaient morphologiquement différentes de celles déjà connues et régulièrement signalées sur les sites archéologiques, attribuées aux autres blés tels que l'amidonner, l'en grain et l'épeautre (Jones *et al.*, 2000, p. 135, Tabl.1). Il est alors appelé “new” glume wheat.

Le “new” *glume wheat* est un blé vêtu dont les caractéristiques morphologiques sont similaires à l'actuel blé zanduri (*Triticum timopheevii* ; Fig. 65), une espèce tétraploïde (génome GGA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>). Chez *Triticum timopheevii*, le génome A est similaire au génome présent dans le blé diploïde *Triticum urartu*, ce qui indique que ce dernier serait probablement l'ancêtre diploïde qui a été à l'origine du phénomène de tétraploïdisation de *Triticum araraticum*, le possible ancêtre sauvage du blé zanduri (Cappers et Neef, 2012, p. 292, Fig. 142 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 24). Bien que la question sur sa taxonomie soit restée longtemps non résolue (Toulemonde, 2011 ; Toulemonde *et al.*, 2014), les recherches récentes plaident en faveur de *Triticum timopheevii* (Czajkowska *et al.*, 2020 ; Nave *et al.*, 2021). Dans le cadre de l'ANR « ArkaeoAG – Histoire, origine et diffusion de l'agriculture : nouvelles preuves de l'archéobotanique et de la paléogénomique », des études en cours sur l'ADN en provenance des bases de glumes imbibées confirment que le génome du “new” *glume wheat* est bien GGA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>. Toutefois, l'hypothèse qui semble se dessiner pour l'instant, et qui reste à confirmer, est celle d'un “new” *glume wheat* qui ne serait pas une espèce, mais un groupe d'espèces partageant certains gènes identiques. Certaines espèces de ce groupe ne seraient plus connues aujourd'hui, car elles auraient complètement disparu, ce qui pourrait être le cas pour celles qui ont été séquencées. Le *Triticum timopheevii* actuel pourrait n'être qu'un petit cousin et le dernier représentant du groupe (C. Schaal, communication personnelle, 2022).

Le blé zanduri a une distribution limitée, presque confinée aux piémonts de l'ouest de la Géorgie (Cappers et Neef, 2012, p. 295 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 24). Ce blé pousse bien sur des sols humides, bien drainés, limoneux et argileux. Il est exigeant en lumière, mais tolère un pH acide, neutre ou alcalin (Relina *et al.*, 2018, p. 106). Par ailleurs, c'est une plante qui a une résistance exceptionnelle aux principales maladies fongiques du blé (Cappers et Neef, 2012, p. 295 ; Relina *et al.*, 2018, p. 106).

La texture dure et vitreuse du blé zanduri permet de le classer dans la catégorie des blés durs (Relina *et al.*, 2018, p. 109). On obtient donc des produits semblables à ceux de *Triticum turgidum/durum* tels que du freekeh (blé vert fumé), des grains torréfiés, des grains cassés, du gruau, du boulgour, du trachanas, de la semoule, du pain et des boulettes, sans oublier les ragoûts et les potages (Tabl. 15).

#### Description morphologique du matériel carpologique

Le “new” *glume wheat* produit deux caryopses par épillet. Les bases d'épillets partagent certains des critères d'identification de l'amidonnier et de l'en grain. Elles sont robustes et l'angle d'insertion des glumes dans le rachis est abrupt (relativement droit). En

vue abaxiale ou adaxiale, l'articulation des bases des glumes est arrondie et l'entreœud est relativement large par rapport à la largeur de l'épillet. En vue latérale, la base de glume ressemble à celle de l'amidonnier : elle est large et généralement veinée près de la base. En vue adaxiale, la base de la quille principale ressemble à celle de l'engrain : elle apparaît au même niveau que la cicatrice d'abscission, à partir d'où elle monte plus ou moins verticalement. Cette quille est proéminente. La cicatrice d'abscission est large et profonde. En coupe transversale, la base de glume ressemble à celle de l'engrain : elle est entre carrée et arrondie, elle est plus trapue que celle de l'amidonnier (Fig. 75).

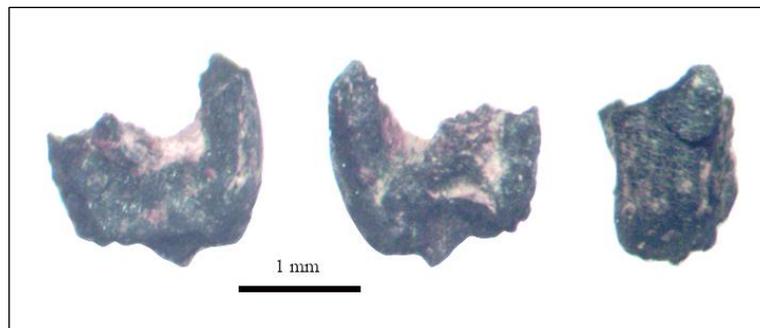


Fig. 75 - Photographies des vues abaxiale, adaxiale et latérale (de gauche à droite) d'une base d'épillet de "new" glume wheat (*Triticum* cf. *timopheevii* type) en provenance du trou de poteau de tierce st. 194 de la maison M2 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

#### 5.2.5.1.6. L'avoine (*Avena* sp.)

##### Description morphologique du matériel carpologique

Une détermination au niveau de l'espèce n'a pas été possible étant donné que les grains étaient décortiqués. En effet, les épillets sont nécessaires afin de distinguer les avoines cultivées : l'avoine cultivée (*Avena sativa*) et l'avoine maigre (*Avena strigosa*), des avoines sauvages : l'avoine folle (*Avena fatua*) et l'avoine sauvage *Avena sterilis* (Pasternak, 1991). Minoritaire dans l'assemblage, il est donc très probable qu'il s'agisse soit de l'avoine folle, plante adventice principalement des cultures d'été (Cappers et Neef, 2012), soit de l'avoine sauvage, répandue dans les cultures d'orge et de blé, dans des sols profonds et fertiles bien irrigués (Cappers et Neef, 2012 ; Ruas et Zech-Matterne, 2012).

#### 5.2.5.2 Les légumineuses

Les légumineuses sont une catégorie de plantes annuelles regroupant principalement les plantes de la famille des Fabacées cultivées pour leurs graines. Deux aspects rendent leur culture intéressante. D'une part, contrairement à la plupart des autres plantes à fleurs, les

légumineuses sont capables de fixer l'azote atmosphérique en symbiose avec la bactérie racinaire du genre *Rhizobium*. En pratiquant la rotation ou la complantation, le cultivateur est capable de maintenir des niveaux plus élevés de fertilité du sol. D'autre part, leurs graines exceptionnellement riches en protéines de réserve contribuent à un équilibre nutritionnel aux côtés des caryopses de Poacées, riches en amidon (Zohary *et al.*, 2012, p. 75). Les légumineuses permettent d'apporter une quantité significative de fibres tout en limitant la consommation de protéines animales (Rémond et Walrand, 2017, p. 138). Elles sont également plus riches en divers minéraux comme le potassium, le calcium et le fer que les céréales et contiennent divers oligo-éléments comme le cuivre et le zinc. Par ailleurs, elles sont source de vitamines du groupe B. Toutefois, la présence de certains facteurs antinutritionnels (p. ex. des inhibiteurs de protéases et des tannins) peut affecter leur digestibilité qui est généralement améliorée grâce au trempage, à la germination, à la fermentation, au décorticage ou à la cuisson (Cruz *et al.*, 2019, p. 16).

#### Les effets de la domestication

Les données archéobotaniques indiquent que la culture des légumineuses telles que le pois (*Pisum sativum*), la lentille (*Lens culinaris*), le pois chiche (*Cicer arietinum*), l'ers (*Vicia ervilia*), voire la gesse cultivée (*Lathyrus sativus*), a été introduite relativement en même temps que celle des blés et de l'orge au Proche-Orient. Autrement dit, le rôle des légumineuses en tant que compagnes des céréales a démarré très tôt dans l'histoire de l'agriculture proche-orientale.

À l'instar des céréales, la domestication des légumineuses a entraîné une évolution de certains traits. Premièrement, il y a eu une sélection automatique des mutations favorisant la rétention des graines dans leur gousse afin d'empêcher leur dispersion qui, chez les plantes sauvages, dépend de l'éclatement des gousses à l'état mûr (déhiscence). Ainsi, les gousses chez les plantes cultivées n'éclatent pas ou se fractionnent lentement, devant être récoltées et battues par les agriculteurs. Ce changement de gousses déhiscents à gousses indéhiscents est un événement génétique simple contrôlé par une à deux mutations récessives, en fonction de l'espèce.

Deuxièmement, il y a eu une sélection des mutations éliminant le caractère inhibiteur de la germination présent chez les légumineuses sauvages. En effet, chez ces dernières les graines ont un tégument très épais, qui isole les graines de la pénétration de l'eau, étalant la germination sur plusieurs années, alors que les graines des plantes cultivées possèdent un

tégument plus fin et sont perméables à l'eau, ce qui rend possible la germination des graines fraîches la même année où elles sont semées.

Troisièmement, alors que les plantes sauvages sont des plantes grimpantes avec des tiges tendres et des vrilles, la domestication a favorisé la sélection des tiges plus rigides et robustes, leur faisant perdre leur caractère grimpant et les rendant mieux adaptées à la croissance dans les champs.

Quatrièmement, il y a eu une augmentation progressive de la taille et du poids des graines. Enfin, chez les plantes sauvages, les graines possèdent des toxines puissantes les protégeant contre la prédation animale, alors que les plantes cultivées manquent ou contiennent des quantités réduites de ces toxines, rendant la cuisson des graines nécessaire pour la consommation humaine (Zohary *et al.*, 2012, p. 75-77).

### L'anatomie de la graine

Les graines des légumineuses sont contenues à l'intérieur d'une gousse qui constitue le fruit. La graine est enveloppée par le tégument. Chez beaucoup de légumineuses telles que le pois, la lentille et le haricot, l'albumen est digéré par les deux cotylédons (plante dicotylédone) qui deviennent alors l'organe de réserve et remplissent entièrement la graine (Fig. 76). Ces graines sans albumen sont appelées « exalbuminées » (Cruz *et al.*, 2019, p. 20). Le germe, ébauche de la future plante, est constitué de l'ébauche des feuilles primaires, de la radicule et de la gemmule, cette dernière divisée en hypocotyle et épicotyle.

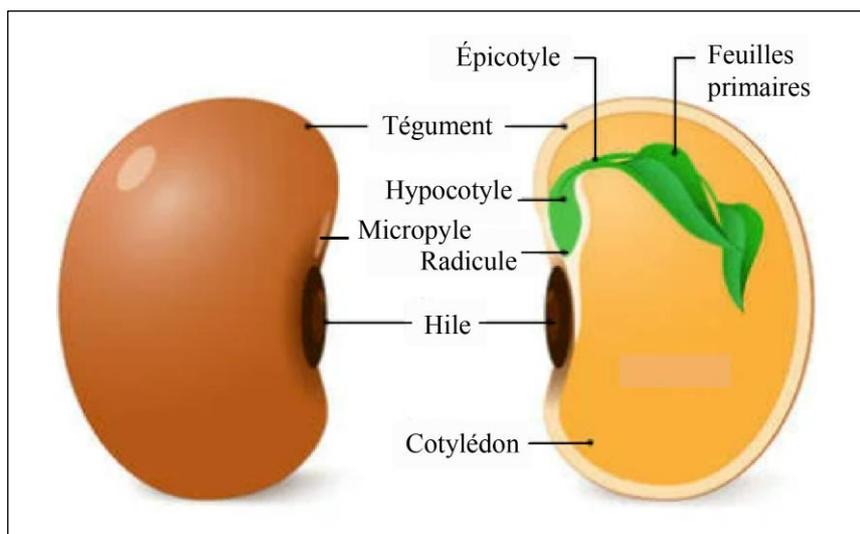


Fig. 76 - Schéma d'une graine de haricot en coupe longitudinale. Cliché Ttsz (2017).

### Composition biochimique des graines

La principale caractéristique des graines de légumineuses est leur teneur élevée en protéines, soit entre 20 et 40 % de la matière sèche. Les protéines de légumineuses sont généralement riches en acides aminés indispensables et en particulier en lysine, mais elles sont relativement pauvres en acides aminés soufrés et en tryptophane. À ce titre, elles complètent très bien les protéines des céréales, généralement pauvres en lysine (Rémond et Walrand, 2017, p. 135).

On peut distinguer deux groupes parmi les graines de légumineuses. Le premier groupe correspond à des graines riches en glucides et notamment en amidon (entre 40 et 50 % de la matière sèche), et pauvres en matières grasses (entre 1 et 6 % de la matière sèche). C'est le groupe le plus important rassemblant, entre autres, le pois, la fève, les haricots secs, le pois chiche et les lentilles. Le second groupe correspond à des graines plus riches en matières grasses et contenant peu d'amidon. Ce groupe rassemble notamment le lupin et le soja qui contiennent respectivement 10 et 20 % de lipides. Les graines de légumineuses constituent également une source importante de fibres, de vitamines du groupe B ainsi que de minéraux tels que le fer, le zinc et le calcium (Rémond et Walrand, 2017, p. 137).

Par ailleurs, on note la présence d'inhibiteurs de protéase qui bloquent l'activité protéolytique des enzymes digestives ainsi que des composés toxiques tels que les lectines et l'acide phytique, pouvant provoquer des diarrhées et des vomissements. En outre, l'acide phytique est présent essentiellement dans l'enveloppe des graines et bloque la libération des minéraux, constituant ainsi un obstacle important à leur absorption. Toutefois, le trempage et la fermentation permettent de réduire sensiblement la teneur en acide phytique et les lectines sont en grande partie désactivées par la cuisson, ce qui réduit considérablement le risque de toxicité pour l'homme (Rémond et Walrand, 2017, p. 138). La cuisson entraîne également une fragilisation de la structure de la graine et une inactivation des inhibiteurs de protéase, améliorant ainsi la digestibilité des protéines (Rémond et Walrand, 2017, p. 135).

#### **5.2.5.2.1. Le pois (*Pisum sativum*)**

### Culture, utilisation et historique

Le pois (Fig. 77) est une plante diploïde, annuelle et ses gousses contiennent au moins cinq graines. Elle s'adapte bien au froid et aux conditions relativement humides ainsi qu'aux conditions chaudes de type méditerranéen. La température nécessaire pour la germination est comprise entre 4 °C et 24 °C. Il peut être cultivé sur tous les types de sols bien drainés, mais il nécessite une fertilité modérée du sol et présente une tolérance limitée à la salinité (Cappers et

Neef, 2012, p. 325 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 82). Il peut être semé aussi bien en novembre (pois d'hiver) qu'en février-mars (pois de printemps) et récolté en juin-juillet.



Fig. 77 - Plante de pois cultivé (*Pisum sativum*) avec ses gousses et graines. Cliché : Plus Saine La Vie (2022).

Les graines mûres séchées se conservent très bien. Décortiquées, elles sont moulues pour en obtenir une farine dont la teneur en protéines est plus élevée que celle de la farine de céréales. Elles peuvent également être utilisées pour la préparation de ragoûts, de potages et de purées.

Les données génétiques et morphologiques indiquent que la plante traditionnellement appelée *Pisum humile*, originaire du Proche-Orient, est l'ancêtre sauvage du pois cultivé. L'aire de répartition du pois sauvage est limitée à l'Asie sud-occidentale (l'Israël, la Jordanie, le Liban, l'ouest de la Syrie, la Turquie, le nord de l'Irak, l'ouest de l'Iran et l'Arménie), plus précisément dans les régions à végétation herbacée ouverte de type steppe (Zohary *et al.*, 2012, p. 83).

#### Description morphologique du matériel carpologique

En vue supérieure et inférieure, la graine est de forme globuleuse. La surface peut être ridée. En vue supérieure, son hile (cicatrice du point d'attache), clairement visible, est ovoïde.



Fig. 78 - Photographies des vues supérieure, inférieure et latérale (de gauche à droite) d'une graine de pois (*Pisum sativum*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 195 de la maison M2 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

#### 5.2.5.2.2. La lentille (*Lens culinaris*)

##### Culture, utilisation et historique

La lentille (Fig. 79) est une plante annuelle, diploïde et ses gousses contiennent entre deux et trois graines seulement. Elle est cultivée de préférence dans des endroits bien ensoleillés et des sols argileux. Elle s'adapte à des conditions de salinité et d'alcalinité modérées pendant la germination. Dans les régions tempérées, elle est semée à l'automne, mais en altitude elle est semée au printemps. Son cycle de vie dure environ 3,5 mois (Cappers et Neef, 2012, p. 323).



Fig. 79 - Plante de lentille cultivée (*Lens culinaris*) avec ses gousses et graines. Cliché : Wildlife GmbH (2008).

Les graines mûres séchées se conservent très bien. Décortiquées elles sont moulues pour en obtenir une farine dont la teneur en protéines est plus élevée que celle de la farine de céréales. Elles peuvent également être utilisées pour la préparation de ragoûts, de potages et de purées.

Les données génétiques et morphologiques indiquent que la plante traditionnellement appelée *Lens orientalis*, originaire du Proche-Orient, est l'ancêtre sauvage de la lentille cultivée. Son aire de répartition, plus large que celle du pois, couvre l'Asie sud-occidentale et centrale (l'Israël, la Jordanie, le Liban, la Syrie, la Turquie, le nord de l'Irak, l'Iran, l'Arménie, le Turkménistan, le Tadjikistan et l'Ouzbékistan) (Zohary *et al.*, 2012, p. 77-79).

##### Description morphologique du matériel carpologique

En vue latérale, la graine est de forme globuleuse. En vue supérieure, la graine est biconvexe, un petit hile est positionné sur le bord latéral.



Fig. 80 - Photographies des vues supérieure et latérale (de gauche à droite) d'une graine de lentille (*Lens culinaris*) en provenance du trou de poteau de tierce st. 1029 de la maison M5 du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Clichés : L. Berrio.

### 5.2.5.3 *Les plantes oléagineuses/textiles*

L'huile et la graisse sont une composante importante de l'alimentation humaine, elles peuvent provenir aussi bien des plantes que des animaux.

À l'instar des céréales et des légumineuses, la domestication des plantes à graines oléagineuses a déclenché l'évolution de certains traits. Tout d'abord, elle a entraîné le caractère indéhiscent ou le retard dans l'ouverture des fruits, favorisant la rétention des graines sur la plante mère afin d'empêcher leur dispersion. Ensuite, comparées aux plantes sauvages, la plupart des plantes cultivées ont fréquemment des fruits plus gros avec des graines plus grosses ou plus nombreuses. Par ailleurs, il y a eu une sélection des mutations éliminant le caractère inhibiteur de la germination présent chez les plantes sauvages, les graines des plantes cultivées ayant un tégument plus fin. Enfin, bien que ce ne soit pas systématique, les plantes cultivées présentent fréquemment une teneur en huile accrue.

Pour ce qui est des plantes textiles, l'accent est mis sur les fibres longues et résistantes. Ainsi, la domestication a favorisé les plantes longues et droites chez les plantes où la tige est utilisée.

Nous savons encore très peu de choses sur la façon dont l'huile et les fibres ont été extraites des plantes lors des premières phases de l'agriculture. Cependant, deux suppositions semblent raisonnables. D'une part, l'huile aurait pu être obtenue par décantation, par exemple, en écrasant la graine, en versant de l'eau chaude et en prélevant ensuite l'huile. D'autre part, les tiges auraient subi une étape de rouissage avant d'être cassées afin de libérer les fibres (Zohary *et al.*, 2012, p. 100).

### 5.2.5.3.1. Le lin (*Linum usitatissimum*)

#### Culture, utilisation et historique

Le lin cultivé (Fig. 81) est une plante annuelle, diploïde et ses capsules, rondes et de petite taille, contiennent une dizaine de graines. La culture du lin est exigeante, elle nécessite des sols limoneux, profonds, bien structurés, à tendance légèrement acide. Il est nécessaire de respecter un intervalle de 6 ans entre deux cultures afin d'éviter les maladies causées par des champignons. Par ailleurs, l'excès de densité du semis génère des lins plus petits, plus sensibles aux insectes ravageurs, aux maladies et à la verse. Enfin, la récolte doit se faire impérativement par temps sec, chaud et ensoleillé, elle se fait par arrachage afin de préserver toute la longueur de la fibre (CETIOM, 2011 ; ARVALIS, 2012 ; Goujon, 2021).



Fig. 81 - Plante de lin (*Linum usitatissimum*). Cliché : H. Tschanz-Hofmann (2008).

Selon les variétés, le lin est cultivé soit pour ses fibres (lin fibre), soit pour ses graines oléagineuses (lin oléagineux) dont la teneur en huile, riche en oméga-3, est d'environ 40 % (Zohary *et al.*, 2012, p. 101). Le lin fibre est principalement une culture d'été, il peut être semé entre mars et avril. Ayant seulement besoin de 100 jours pour arriver à maturité, il va rapidement croître pour atteindre 1 m. Un printemps doux et régulièrement pluvieux assurera une croissance régulière des fibres. Ensuite, il sera arraché mi-juillet (Goujon, 2021). Le lin oléagineux est une culture aussi bien d'été que d'hiver. Le lin d'hiver peut être semé en septembre et récolté de début juillet à mi-août. Sa culture, peu sensible aux ravageurs, réduit les risques d'érosion en couvrant le sol dès l'automne et limite l'impact de la sécheresse en fin de printemps (CETIOM, 2011).

Les graines sont consommées telles quelles ou utilisées pour extraire l'huile d'œillette, employée comme liant dans la peinture à l'huile. Les fibres, obtenues par arrachage, rouissage puis teillage, sont employées dans la fabrication de textiles. Grâce à leur structure alvéolaire, les anas de lin (fragments de paille récupérés lors du teillage) présentent une grande capacité à absorber l'eau et à la retenir durablement. Cette propriété en fait un matériau de choix pour composer des litières pour animaux ainsi que des paillis horticoles (Bert, 2017).

Le lin est apparemment la culture la plus ancienne et la mieux documentée concernant les plantes oléagineuses/textiles. Les données archéobotaniques indiquent que sa culture appartient à la première vague de plantes domestiquées au Proche-Orient (Zohary *et al.*, 2012, p. 100). Les recherches en phylogénétique ont montré que lors de la domestication du lin, la sélection s'est portée sur les graines riches en huile, plutôt que sur les fibres. En d'autres termes, ces études suggèrent qu'il a d'abord été domestiqué comme plante oléagineuse (Fu et Allaby, 2010). Le lin cultivé appartient au cortège de plantes cultivées introduites en Europe lors de l'arrivée des premières populations agropastorales en provenance du Proche-Orient (voir 5.2.5.1.1, Fig. 77).

#### Description morphologique du matériel carpologique

La graine est lisse, ovoïde et aplatie. Elle se termine par un bec légèrement recourbé (Fig. 82). Étant donné que la graine est oléagineuse, elle résiste assez mal à la carbonisation (voir 5.2.6).



Fig. 82 - Photographies des vues latérales d'une graine de lin (*Linum usitatissimum*) en provenance de la fosse st. 2084 du site rubané de Bertrange « Kosenacker ». Clichés : L. Berrio.

### 5.2.5.3.2. Le pavot somnifère (*Papaver somniferum*)

#### Culture, utilisation et historique

Le pavot somnifère (Fig. 83) est une plante annuelle, diploïde et ses capsules, rondes et grosses, contiennent de très nombreuses graines. La culture du pavot est aisée et ne demande pas d'entretien particulier. Le pavot est une plante très rustique et résistante au gel, pouvant supporter des températures jusqu'à -30 °C. Pour se développer correctement, il a besoin d'une exposition ensoleillée et il préfère les sols bien drainés, calcaires, et pauvres. Dans de bonnes conditions de culture, il se montre peu sensible aux maladies et aux parasites. Il est semé de préférence au printemps et la floraison a lieu entre juin et août. Pour récolter les graines de pavot, dans le but d'en faire un usage alimentaire, il faut attendre l'automne. Une fois la fleur fanée, les capsules qui contiennent les graines brunissent et sèchent sur leur tige. Lorsque la capsule est sur le point de s'ouvrir, cela signifie qu'elle est arrivée à maturité et qu'elle peut être ramassée.



Fig. 83 - Plante de pavot somnifère (*Papaver somniferum*). Cliché : J. Opelka (2021).

Selon les variétés, il est cultivé à deux fins. D'une part, il est cultivé pour l'opium (*Papaver somniferum* var. *album*), un latex blanc qui coagule et qui brunit à l'air, récolté de façon manuelle par raclage de l'exsudat obtenu en incisant très superficiellement les capsules non mûres. Riche en alcaloïdes (p. ex. codéine, morphine, etc.), il s'agit d'un produit psychotrope dont les substances dérivées sont utilisées aussi bien en médecine que pour des

usages récréatifs. Les propriétés psychotropes du pavot somnifère ne devaient pas avoir échappé aux populations néolithiques. En effet, une étude réalisée sur des restes osseux et de la plaque dentaire chez des mineurs des mines de variscite du Néolithique récent à Can Tintorer (Catalogne), a permis de mettre au jour des traces de codéine et de morphine accompagnées de quelques fragments de tissu épidermique de la capsule du pavot (Juan-Tresserras et Villalba, 1999, p. 402). D'autre part, cette plante est cultivée pour ses graines oléagineuses (*Papaver somniferum* var. *nigrum*) dont la teneur en huile, riche en acides gras insaturés, est d'environ 50 %. Les graines sont consommées telles quelles ou utilisées pour extraire l'huile d'œillette, employée comme liant dans la peinture à l'huile à l'instar de l'huile de lin (Zohary *et al.*, 2012, p. 109). Par ailleurs, l'utilisation du pavot comme dégraissant organique dans un vase daté du Néolithique ancien (groupe de Blicquy) a été attestée sur le site de Vaux-et-Borset « Gibour » (Hesbaye, Belgique). La quantité de graines de pavot contenues dans ce vase assurait qu'il s'agissait bien d'une adjonction volontaire et non pas d'un apport accidentel (Bakels *et al.*, 1992 ; Constantin, 2007, p. 97). Toutefois, il faut rester prudent face à l'ampleur de cette utilisation étant donné qu'il s'agit ici d'un seul cas parmi 350 vases (Fig. 84).

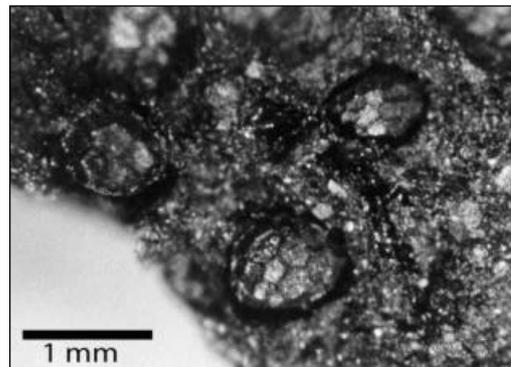


Fig. 84 - Graines de pavot à l'intérieur d'un tesson daté du Néolithique ancien (groupe de Blicquy) en provenance du site de Vaux-et-Borset « Gibour » (Constantin, 2007, p. 98, Fig. 3).

Originaire de l'ouest du bassin méditerranéen et de Macaronésie, le pavot sauvage (*Papaver somniferum* L. subsp. *setigerum* (DC.) Arcang.) est supposé être le parent sauvage du pavot somnifère (*Papaver somniferum* subsp. *somniferum* L. ; voir 5.2.3, Tabl. 13), même si les problèmes concernant sa taxonomie et sa phylogénie n'ont pas été entièrement résolus (Zohary *et al.*, 2012, p. 109 ; Salavert *et al.*, 2020). La domestication de l'ancêtre sauvage du pavot a entraîné notamment l'augmentation considérable de la taille de la capsule. En revanche, bien qu'en règle générale la domestication entraîne un changement en ce qui concerne la déhiscence des fruits, évoluant vers des fruits indéhiscentes nécessitant

l'intervention de l'Homme pour en assurer la reproduction, chez le pavot les capsules des différents cultivars ont une déhiscence variable. Ainsi, les capsules de *Papaver somniferum* var. *nigrum* présentent une déhiscence poricide résultant de l'ouverture de pores dans la partie haute de la capsule, alors que les capsules de *Papaver somniferum* var. *album* sont indéhiscentes et doivent être incisées pour laisser échapper les graines (Salavert, 2010a, p. 62). De même, la taille des graines a une tendance à augmenter chez les plantes cultivées. Or, chez le pavot, certaines populations sauvages produisent des graines assez grosses qui chevauchent considérablement les dimensions et la structure réticulée du tégument, trouvées chez le pavot cultivé. Ainsi, l'analyse des simples graines ne suffit pas pour faire la différence entre le pavot sauvage et le pavot cultivé, une telle analyse nécessitant également des restes des capsules et des plateaux stigmatiques (Hammer et Fritsch, 1977). Pour cette raison, il est impossible d'établir cette différence à partir du matériel carpologique, constitué majoritairement de graines. Cependant, il est toujours admis que les semences rubanées appartiennent à des formes cultivées, sans qu'aucun argument solide n'appuie cette classification (Salavert, 2010a, p. 206).

Au cours des dix dernières années, plusieurs scénarios ont été proposés pour évaluer l'origine de la culture du pavot, en s'appuyant sur les inventaires des premières attestations archéologiques de cette plante en Europe occidentale et au Proche-Orient ainsi que sur la répartition géographique de *Papaver somniferum* subsp. *setigerum*. Actuellement, l'hypothèse la mieux argumentée est que le pavot somnifère serait la seule plante à caractère économique connue des populations néolithiques d'Europe tempérée qui ne serait pas originaire du Proche-Orient et qui aurait été cultivée pour la première fois en Europe occidentale. En effet, sa présence est attestée en Italie centrale dès le milieu du VI<sup>e</sup> millénaire av. n. è. Ensuite, sa diffusion vers le nord en dehors de sa zone d'origine aurait commencé vers 5300-5200 av. n. è. Puis, son introduction ultérieure dans les Alpes occidentales est attestée vers 5000-4800 av. n. è. et témoigne des différentes dynamiques de propagation qui peuvent être dues à l'expansion retardée du Néolithique dans les zones montagneuses (Salavert *et al.*, 2020).

Actuellement, F. Antolín (Deutsches Archäologisches Institut), A. Salavert (MNHN) et H. Oliveira (ICArEHB) co-dirigent un projet intitulé « POPPY (Histoire ancienne du pavot somnifère en Europe et Asie du Sud-Ouest) » qui a pour objectif de déterminer l'origine (ancêtre sauvage et lieu de domestication) et la diffusion précoce du pavot, afin de définir un cadre chronoculturel pour son processus de domestication et sa dispersion de la Préhistoire à la fin de l'âge du Fer. Il s'agit d'un projet multidisciplinaire qui allie archéobotanique, techniques de datation (AMS), génomique (marqueurs moléculaires tels que les SNPs),

morphométrie géométrique (GMM) et analyses spatiales (SIG). Le projet s'appuie aussi bien sur du matériel archéologique que sur un échantillonnage de populations sauvages et cultivées modernes et historiques (Salavert, 2021).

Il faut noter le nombre relativement important de sites où le pavot a été attesté aussi bien en Belgique, qu'aux Pays-Bas et en Allemagne, bien que sa fréquence soit en général peu élevée à l'échelle des sites (Salavert, 2010a, p. 208, 2011, p. 329). À la fin des années 2000, C. Bakels (2009, p. 32) avait constaté l'absence de cette plante dans les assemblages carpologiques du Nord de la France, sans qu'elle puisse être expliquée. Actuellement, les données en provenance du site de Buchères « les Terriers » (Aube) donnent les premiers repères chronologiquement sûrs dans la moitié nord de la France, attestant la présence du pavot entre 4835 et 4545 av. n. è. (Salavert *et al.*, 2020, p. 6).

À la lumière de ces données, il est tout à fait pertinent de s'interroger sur l'absence de cette plante dans les assemblages carpologiques du Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle, sachant que cette aire géographique constitue un maillon important reliant l'axe Rhône-Saône qui débouche sur la plaine de Troyes, le Rhin moyen et les confluents Rhin-Main et Rhin-Neckar, le Bassin parisien et les régions belgo-hollandaises (voir 12.1).

#### Description morphologique du matériel carpologique

La graine est réniforme et de petite taille (moins de 1 mm). Elle a une surface réticulée présentant des facettes pentagonales et hexagonales bordées d'un léger bourrelet (Fig. 85).

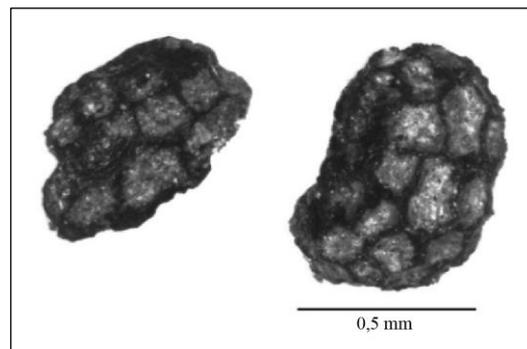


Fig. 85 - Photographies de graines pavot somnifère (*Papaver somniferum*) en provenance du site rubané de Remicourt-En-Bia Flo II (Moyenne Belgique). Cliché : D. Bosquet (Salavert, 2010b, p. 4, Fig. 1).

#### **5.2.6. Le mode de conservation des carporestes**

##### La carbonisation

La carbonisation est le mode de conservation le plus fréquent des macrorestes végétaux issus des contextes dits « secs » (condition aérobie) sur les sites archéologiques en climats

tempérés. En effet, dans ces conditions, les microorganismes aérobies (bactéries, moisissures, etc.) dégradent irrémédiablement la matière organique et le seul moyen de préservation de ce type de vestige est la fossilisation soit par carbonisation, soit par minéralisation (Ruas et Bouby, 2010). La totalité du matériel carpologique analysé dans le cadre de ce travail, issu des structures en creux non gorgés d'eau, a été conservée sous forme carbonisée.

La carbonisation résulte de l'exposition des éléments végétaux à des températures élevées. Durant cette exposition s'opèrent une réduction d'au moins 1/5 de la teneur en oxygène et d'hydrogène ainsi qu'un remplacement partiel ou total de la matière organique végétale (p. ex. cellulose) par du carbone à au moins 80 % (Fernandez, 2002, p. 53). Ceci entraîne la formation de polymères (mélanoïdines) et de structures aromatiques condensées (hétérocycles). La carbonisation peut se poursuivre jusqu'à ce qu'il ne reste finalement que du graphite pur (Nitsch *et al.*, 2015, p. 2).

#### La composition physico-chimique des carporestes carbonisés

Rappelons que les caryopses de céréales et les graines de légumineuses sont constitués de matière sèche et d'une portion variable d'eau. La matière sèche des caryopses est constituée principalement de protéines et de lipides au niveau du germe. L'albumen, quant à lui, est constitué de granules d'amidon noyés dans des protéines de réserve et entourés de cellules d'aleurone riches en lipides et en protéines, le tout enveloppé par un ensemble de couches (nucelle, testa, péricarpe) contenant des fibres insolubles et de la lignine (voir 5.2.5.1). La structure des graines de légumineuses comme le pois et la lentille est similaire à celle des caryopses de céréales, hormis le fait qu'elles n'ont pas d'albumen (graines exalbuminées) et qu'elles comptent uniquement sur la teneur en amidon des cotylédons pour puiser l'énergie, avec pour résultat des teneurs en protéines élevées bien supérieures à celles des céréales (voir 5.2.5.1.6).

À l'instar des charbons de bois, les différents composés résultant de la carbonisation des caryopses de céréales et de graines de légumineuses dépendent en grande partie de la température. Les lipides et autres substances volatiles telles que l'eau sont perdus à des températures relativement basses (<150 °C). Lors du processus de carbonisation, les glucides tels que la cellulose, les pentosanes et l'amidon se décomposent à des températures un peu plus élevées, entre 220 et 300 °C (Nitsch *et al.*, 2015, p. 2). Toutefois, la teneur plus élevée en azote chez les caryopses et les graines entraînent des réactions non observées chez les charbons de bois. En effet, leur exposition à la chaleur provoque des réactions de Maillard entre les amidons (sucres réducteurs) et les protéines (acides aminés) qui les composent. Ces

réactions forment des hétérocycles aromatiques ainsi que des mélanoidines à haut poids moléculaire, responsables du noircissement caractéristique de la matière carbonisée et dont la structure polymérique complexe les rend résistants aux attaques microbiennes, favorisant ainsi leur conservation pendant des milliers d'années (Styring *et al.*, 2013, p. 4768 ; Nitsch *et al.*, 2015, p. 2). Une étude expérimentale a montré que le chauffage des caryopses d'en grain à 230 °C pendant plus de deux heures convertit l'amidon et les protéines des céréales en mélanoidines stables (Styring *et al.*, 2013, p. 4778). Par ailleurs, la formation des composés aromatiques au fur et à mesure que la température augmente, entraînera de manière proportionnelle la formation de couches de graphite (Cohen-Ofri *et al.*, 2006, p. 429 ; Ascough *et al.*, 2011, p. 2362). Les polymères (mélanoidines), les composés aromatiques stables (hétérocycles) ainsi que les couches de graphite sont des structures d'une haute stabilité chimique, ce qui les rend très résistantes à l'oxydation (Ascough *et al.*, 2011, p. 2375). À l'instar du charbon de bois, les carpoestes carbonisés qui se forment sans la conversion complète de la matière organique en composés aromatiques stables ne se conserveront probablement pas s'ils sont exposés à un environnement oxydant (Nitsch *et al.*, 2015, p. 2). Il est toutefois à noter que le matériel carbonisé exposé à conditions environnementales alcalines (pH > 7) semble présenter un taux de dégradation oxydative plus rapide que prévu (voir 5.3.3).

En outre, cette dégradation de l'amidon et des protéines est liée à une perte de masse globale. Dans le cas de l'amidonnier et du pois, une perte de 18 % de masse à 220 °C et de 40 % de masse à 250 °C a été constatée. À 310 °C, une perte de plus de 50 % de masse coïncide avec la conversion complète de l'amidon et des protéines (Nitsch *et al.*, 2015, p. 2).

#### Une conservation différentielle en fonction des espèces et des conditions de carbonisation

Les études carpologiques et expérimentales permettent de constater que la carbonisation ne concerne que certaines catégories de plantes et ce phénomène peut être expliqué par deux aspects principaux. D'une part, le type d'usage de certaines plantes peut augmenter leur risque d'exposition au feu, tel est le cas des plantes qui rentrent dans des filières de consommation où le recours à une source de chaleur est fréquent, voire nécessaire ou encore celles dont le stockage les expose aux incendies des aires d'habitat. D'autre part, les effets de la carbonisation ne sont pas les mêmes en fonction des propriétés des graines elles-mêmes, telles que la composition chimique (p. ex. glucides, lipides, protéines), la dimension, la forme et la texture. En effet, les graines riches en lipides ont tendance à éclater sous l'effet de la chaleur, offrant moins de résistance que les graines à réserves amylacées ou protéiques. C'est

le cas des graines de lin cultivé et de pavot somnifère qui sont carbonisées après seulement une heure de combustion à 375 °C en atmosphère oxydante et sont détruites après seulement deux heures de combustion à 400 °C en atmosphère oxydante (Märkle et Rösch, 2008, p. S260).

Les caryopses des céréales sont, quant à eux, très sensibles aux températures élevées et se carbonisent vite, après seulement une heure de combustion à 250 °C en atmosphère oxydante. En revanche, ils ne sont détruits qu'après quatre heures de combustion à 400 °C en atmosphère oxydante. Par ailleurs, les différentes pièces anatomiques des céréales nues et vêtues (caryopses, paille, vannes) issues de la chaîne opératoire post-récolte, présentent une vitesse de carbonisation et de destruction différentielle. En effet, en atmosphère oxydante, les glumes sont carbonisées après deux heures de combustion à 250 °C et sont détruites après une heure et demie de combustion à 400 °C, alors que les rachis sont carbonisés après deux heures et demie de combustion à 250 °C et sont détruits après seulement une demi-heure de combustion à 400 °C (Boardman et Jones, 1990, p. 5).

Les graines de légumineuses, compactes et dotées d'un tégument épais, se carbonisent moins vite (à partir de 500 °C). Chez les légumineuses, la carbonisation détruit parfois le tégument ne laissant que les cotylédons (Ruas et Bouby, 2010, p. 73 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 76).

Dans le cadre de ce travail, la plupart des assemblages carbonisés sont composés majoritairement de caryopses de céréales accompagnés de quelques graines de légumineuses. En fonction du degré de conservation des carporestes sur chaque site, ces assemblages peuvent être constitués également de vannes de céréales, de restes de plantes adventices et autre végétation synanthrope ainsi que de quelques restes de fruits de cueillette. Ce biais de conservation ne reflète donc qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur le site.

Les conditions de carbonisation telles que la température, la durée de l'exposition, l'apport en oxygène (p. ex. atmosphère oxydante ou atmosphère réductrice) et le taux d'humidité des graines jouent également un rôle important sur les modifications subies par les macrorestes végétaux. En effet, plus la température est élevée et plus l'atmosphère est oxydante, plus les effets sur l'état de déformation et du degré de conservation seront importants (Boardman et Jones, 1990, p. 8). Les travaux d'expérimentation révèlent que les trois changements principaux dans les grains de céréales carbonisés en fonction de la température d'exposition sont la formation de protrusions au niveau de la surface des caryopses (à partir de 250 °C), la diminution de la longueur ainsi que l'augmentation de la

largeur jusqu'à 370 °C puis sa diminution au-delà de 400 °C jusqu'à devenir plus petits que leur taille d'origine. En d'autres termes, l'indice de forme du caryopse (exprimé par un rapport longueur/largeur) varie en fonction de la température. Il est toutefois important de noter que les modifications de forme et de taille ne sont pas identiques chez les blés selon que les caryopses sont nus ou encore revêtus de leurs enveloppes (Braadbaart, 2008).

Les modes de conservation des macrorestes végétaux en contextes archéologiques peuvent être considérés en tant qu'agents taphonomiques. Plus les graines sont fragiles à l'état carbonisé, moins elles auront de chances de se conserver durant la phase d'enfouissement, à l'excavation, au lavage et à la flottation. Si la carbonisation constitue un phénomène favorable à la conservation des restes qui auraient autrement disparu, elle génère également un biais de représentativité à prendre en compte lors de l'interprétation des assemblages carpologique. Nous devons ainsi être conscients des limites de notre discipline.

### ***5.2.7. Le comptage des carporestes***

En carpologie, le comptage des restes est un sujet qui suscite de nombreuses discussions, les méthodes variant d'une école de formation à l'autre. B. Pradat (2015) a récemment réalisé un travail de recensement et de comparaison entre les différentes méthodes employées par les carpologues en France, et plus particulièrement sur les restes carbonisés de caryopses et de vannes de céréales ainsi que de légumineuses, étant donné qu'il s'agit du mode de conservation et des groupes végétaux les plus souvent représentés dans les assemblages carpologiques. Ainsi, elle a constaté que les différences entre méthodes reposent principalement dans la prise en compte ou non des fragments et dans les méthodes de calcul d'un nombre minimum d'individus (NMI).

Le NMI est une méthode de décompte empruntée à l'archéozoologie. Introduite par T. White (1953, p. 397), la méthode consiste à trier chaque os selon son type et sa latéralité, puis à prendre la valeur la plus élevée qui correspond au nombre minimum d'individus de l'échantillon. En carpologie, l'adaptation de cette méthode consiste à estimer le nombre minimum de restes entiers en prenant en compte aussi bien les restes entiers que les fragments. Dans le cas des céréales, le caryopse est l'unité de calcul standard. Les carpologues emploient des méthodes diverses pour l'estimation du NMI (Pradat, 2015).

#### ***La méthode Antolín : une méthode de référence***

Parmi ces méthodes, celle mise au point par F. Antolín (2008, p. 56, 58) vise à évaluer de façon aussi précise que possible le NMI, en partant d'une classification des fragments en

six groupes selon une nomenclature précise, à savoir : la coupe longitudinale ventrale (LV), longitudinale dorsale (LD), longitudinale ventrale-dorsale (LVD), transversale apicale (TA), transversale embryonnaire (TE) et transversale médiane (TM, sans aucune extrémité ; Fig. 86).

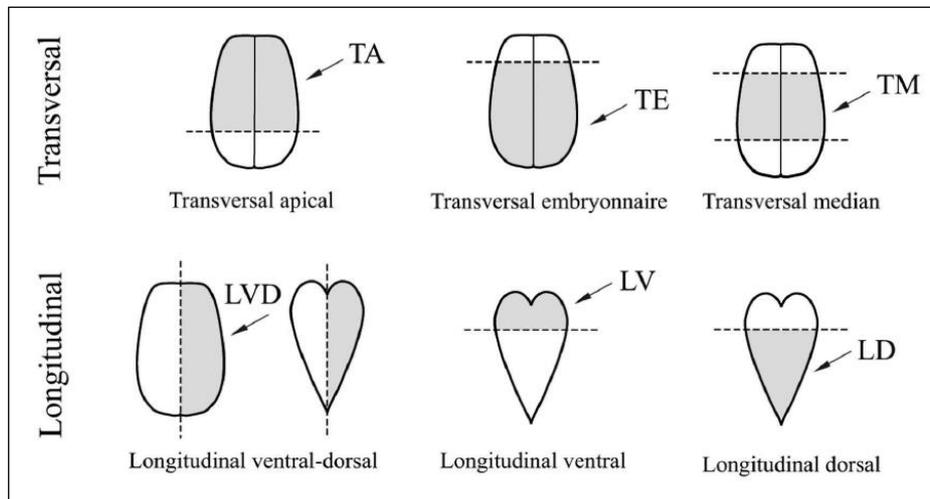


Fig. 86 - Nomenclature des différents types de fragments de céréales (d'après Antolín, 2008, p. 56, Fig. 2 ; modifié par Pradat, 2015, p. 53, Fig. 1).

Pour calculer le NMI, l'auteur ajoute aux restes entiers :

1. Le plus grand nombre entre TE, TA et TM, considérant qu'un caryopse ne peut pas générer plus d'un TM ;
2. Le plus grand nombre entre LD et LV, considérant qu'un caryopse ne peut pas générer plus d'un LD et d'un LV ;
3. Le nombre de fragments LVD divisé par 2, considérant qu'un caryopse peut générer jusqu'à deux LVD (Antolín, 2008, p. 58).

Bien que cette méthode se veuille très exacte, deux inconvénients majeurs doivent être soulevés. D'une part, étant donné qu'il est considéré qu'un caryopse ne peut pas générer plus d'un fragment TM, LD ou LV, et jusqu'à deux LVD, cette approche trouve ses limites dans le cas d'une fragmentation forte, où ces catégories peuvent être fractionnées en plusieurs éléments, ce qui rendra le NMI surestimé. D'autre part, elle demande de manipuler et de classer individuellement chaque fragment avant d'établir les comptages, ce qui rend la procédure très longue et pas adaptée aux études menées dans le cadre de l'archéologie préventive (Pradat, 2015, p. 66). Toutefois, cette approche semble être la plus minutieuse et la plus précise. Considérée comme la plus proche possible de la réalité, elle a donc été choisie

comme référence pour comparer les résultats obtenus avec les autres méthodes employées par les carpologues français (Pradat, 2015, p. 57).

La méthode « au jugé » pour les caryopses : une méthode pratique et plutôt précise

Dans le cadre de ce travail, nous avons choisi de calculer le NMI selon la méthode dite « au jugé ». Elle consiste à associer les fragments selon leur taille, leur morphologie, les éléments distinctifs (p. ex. embryon, sillon, *apex*), directement au moment du comptage, pour former ce qui est considéré comme l'équivalent d'un caryopse. Ainsi, le nombre total de fragments n'est pas comptabilisé puisqu'ils sont directement transformés en équivalents de restes entiers (Pradat, 2015, p. 55), ce qui présente deux avantages majeurs.

D'une part, la présentation des tableaux de décompte devient plus pratique et aérée. En effet, mélanger dans une même cellule les restes entiers et les fragments suppose l'ajout d'un caractère non numérique, ce qui empêche d'appliquer la fonction « Somme » de Microsoft Excel<sup>®</sup>, tandis que l'ajout d'une cellule consacrée aux fragments augmente considérablement la taille des tableaux.

D'autre part, l'utilisation d'une valeur telle que le NMI dont la signification est bien définie facilite la comparaison et l'interprétation des données. En effet, le terme « fragment » ne suffit pas pour décrire, à lui tout seul, une valeur précise par rapport à une unité (reste entier), un fragment pouvant être de petite, moyenne ou grosse taille. À quoi équivaut donc un fragment par rapport à un reste entier ? Cet aspect rend très approximative la reconstitution du NMI à partir d'un tableau de décompte, à moins de pouvoir préciser la taille de fragments, par exemple, en créant des catégories de taille bien définies nous permettant par la suite d'appliquer des diviseurs, ce qui rend possible la reconstitution d'un NMI plus fiable. Une telle méthode a été testée sur certains échantillons dans le cadre de ce travail. Les fragments ont été séparés en deux catégories, à savoir « fragments » (taille comprise entre ½ et ¼ d'un reste entier) et « débris » (moins de ¼ d'un reste entier). Cette classification des restes et des débris permet alors d'appliquer des diviseurs en fonction de la taille pour la reconstitution du NMI :

$$NMI = \text{nombre de restes entiers} + \left( \frac{\text{nombre de fragments}}{2} \right) + \left( \frac{\text{nombre de débris}}{4} \right)$$

Cependant, cette méthode n'a pas été retenue en raison du temps de travail investi alors que les résultats ne diffèrent pas significativement de ceux obtenus avec la méthode « au

jugé ». Par ailleurs, la taille des tableaux obtenus est considérable avec un nombre de colonnes difficile à gérer pour une mise en page.

La méthode « au jugé » semble donner des résultats assez proches de celle de F. Antolín (2008), aussi bien pour le blé nu que pour l'amidonnier ou l'orge (Pradat, 2015, p. 58). Néanmoins, un aspect qui peut être reproché à cette méthode est que le fait de ne pas comptabiliser les fragments empêche le calcul du taux de fragmentation, ce qui peut s'avérer utile lorsque l'on travaille sur des questions taphonomiques (p. ex. fragmentation pré-dépositionnelle et post-dépositionnelle, fragmentation due à la fouille et au tamisage, etc.).

#### Le comptage des vannes : une approche plus complexe

En ce qui concerne les vannes des céréales, l'approche quantitative est plus complexe, car les restes ne sont pas de forme et de nature identiques et varient en fonction des espèces. Dans le cadre de ce travail, nous avons choisi de dénombrer séparément les différents types de restes (p. ex. base de glume, base d'épillet, fragment de rachis, fragment de tige). En ce qui concerne les fragments de rachis, nous avons décidé de comptabiliser le nombre d'entrenœuds comme autant de restes. Pour ce qui est des fragments de tige, plus anecdotiques, ce sont les nœuds qui ont été retenus comme caractères discriminants et qui ont donc été comptabilisés comme autant de restes. Les *furcae* (bases d'épillet avec entrenœud) ont été rassemblés dans le groupe « base d'épillet » afin d'aérer les tableaux, ce choix n'affectant pas nos interprétations de l'assemblage carpologique. En ce qui concerne les épillets, ils ont été comptabilisés comme « épillets », mais les caryopses visibles ont été enregistrés séparément comme « caryopses ».

Par ailleurs, nous avons choisi, exceptionnellement, de ne pas présenter dans les tableaux de décompte le NMI « au jugé », mais le nombre de restes (NR) des vannes (voir 8.3.), afin de garder un registre des données brutes qui peuvent toutefois être converties en NMI sans difficulté.

Ensuite, le calcul du NMI des vannes s'avère indispensable pour la réalisation des analyses statistiques, notamment lorsque l'on veut travailler sur le degré de nettoyage des récoltes (Pradat, 2015, p. 67). Toutefois, cette conversion des restes des vannes en NMI pose un problème : le choix de l'unité de calcul standard. En effet, deux possibilités s'offrent à nous. D'une part, nous pouvons suivre le même principe du calcul du NMI des caryopses, autrement dit, nous pouvons retenir le caryopse comme unité standard et convertir le nombre de restes de vannes en nombre équivalent de caryopses (Pradat, 2015, p. 56). Ce calcul peut se

faire à l’aide de facteurs multiplicateurs qui varient en fonction aussi bien du type de reste que du taxon considéré (Tabl. 16).

Tabl. 16 - Facteurs multiplicateurs pour le calcul du NMI des vannes (d’après Pradat, 2015, p. 56 ; Czajkowska *et al.*, 2020, p. 2).

Espèce	Équivalent des vannes en caryopses	Facteurs multiplicateurs
Orge ( <i>Hordeum vulgare</i> )	1 entrenœud = 3 caryopses	Nombre d’entrenœuds × 3
Blé nu ( <i>Triticum aestivum</i> l.s./ <i>durum/turgidum</i> )	1 entrenœud = 2 à 6 caryopses	Nombre d’entrenœuds × 4
Amidonnier ( <i>Triticum dicoccon</i> ) et épeautre ( <i>Triticum spelta</i> )	1 base d’épillet = 2 caryopses 1 base de glume = 1 caryopse	(Nombre de bases d’épillet × 2) + (nombre de bases de glume)
Engrain ( <i>Triticum monococcum</i> )	1 base d’épillet = 1 caryopse 2 bases de glume = 1 caryopse	(Nombre de bases d’épillet) + (nombre de bases de glume / 2)
Amidonnier/engrain ( <i>Triticum dicoccon/monococcum</i> )	1 base d’épillet = 1 ou 2 caryopses 1 base de glume = 0,5 ou 1 caryopse	(Nombre de bases d’épillet × 1,5) + (nombre de bases de glume × 0,75)
Avoine ( <i>Avena</i> sp.)	1 basse de lemme = 1 caryopse	Nombre de bases de lemme
“New” glume wheat ( <i>Triticum timopheevii</i> type)	1 base d’épillet = 2 caryopses 1 base de glume = 1 caryopse	(Nombre de bases d’épillet × 2) + (nombre de bases de glume)

D’autre part, nous pouvons considérer les vannes comme une entité à part entière et retenir comme unité de calcul standard la base de glume. Il s’agit ainsi de convertir, dans la mesure du possible, les différents restes de vannes en nombre équivalent de bases de glumes à l’aide de coefficients plus constants, qui ne changent qu’en fonction du type de reste et non pas du taxon considéré.

Dans le cadre de ce travail, notre choix a été porté sur la deuxième possibilité. En effet, nous ne trouvons pas pertinent de convertir le nombre de vannes en nombre de caryopses, étant donné la différence de nature entre les deux types de restes ainsi que le risque de créer des doublons lors de la conversion (p. ex. des caryopses qui seraient présents dans l’assemblage et donc déjà comptés comme tels). Par ailleurs, bien que la conversion soit possible à l’aide de facteurs multiplicateurs, la première méthode est assez lourde à mettre en place puisqu’elle demande de prendre en compte à la fois le type de reste et les taxons concernés. Cette méthode s’est avérée être un véritable casse-tête lors du développement de l’outil BDRAB<sup>®</sup> dont l’un des objectifs était justement d’automatiser, dans la mesure du possible, ce type de calcul. Les tests effectués n’ont malheureusement pas été concluants.

En revanche, la conversion des différents restes de vannes en bases de glumes s’est avérée plus pertinente (minimise le risque de doublons) et pratique (coefficients plus constants dépendant uniquement du type de reste). En outre, ce choix a été conforté par la généralisation de cette méthode, assez utilisée par les carpologues européens (Kreuz *et al.*,

2005 ; Bogaard et Jones, 2007, p. 363-367). Pour ces raisons, la base de glume a été retenue comme unité de calcul standard du NMI des vannes lors de la réalisation des analyses statistiques (voir 7.1.2).

Pour ce faire, les bases d'épillet, les épillets et les fragments de rachis (entrenœuds) ont été multipliés par deux pour les convertir en « bases de glume ». Plus anecdotiques, les autres restes des vannes tels que les fragments de tige (nœuds), les épis et les barbes n'ont pas été recalculés et sont ajoutés tels quels, étant donné la difficulté de trouver un coefficient pertinent pour les convertir en bases de glume. Toutefois, étant donné le caractère très anecdotique de ce type de reste, les résultats des analyses ne risquent pas d'être biaisés par ce choix. La liste de coefficients est présentée dans le volume consacré à la base de données (voir Vol II, 3.1.3.1, Tabl. 22),

#### La méthode « au jugé » pour les autres restes

Concernant le comptage des graines de légumineuses et des restes d'autres plantes, la logique de la méthode dite « au jugé » suivie pour le comptage des caryopses est respectée, la graine ou le fruit étant l'unité de calcul standard. Dans le cas des légumineuses (dicotylédones), les deux cotylédons qui constituent leurs graines se séparent assez facilement, ce qui constitue une différence avec les caryopses de céréales (monocotylédones).

### **5.2.8. Quelques considérations sur le traitement post-récolte des céréales**

#### **5.2.8.1 Le nettoyage des grains**

Les grains sont généralement contaminés par des impuretés qui peuvent être d'origine végétale (pailles, feuilles, mauvaises herbes), animale (insectes, fèces) ou minérale (cailloux, terre). Ces contaminants doivent être éliminés pour permettre une bonne conservation et l'obtention d'un produit transformé de qualité. Les analyses carpologiques peuvent fournir des informations relatives au degré de nettoyage des récoltes.

#### L'égrenage

Il s'agit de la première étape de la chaîne opératoire de traitement de la récolte céréalière ayant pour but d'égrener les épis et de les séparer de la paille, soit par battage, soit par chaubage, soit par foulage ou dépiquage. Chez les blés nus, on obtient la libération des caryopses de leur balle, alors que chez les céréales vêtues on obtient la division de l'épi en épillets (voir 5.2.8.2).

Le vannage

Étape de la chaîne opératoire succédant à l'égrenage et ayant pour but la séparation des caryopses ou épillets de leurs vannes et autres impuretés par l'action du vent, soit en les lançant en l'air avec une fourchette ou une pelle, soit en les secouant dans un van (panier très plat et large). La fraction légère est ainsi emportée par le vent, tandis que le grain, plus dense, poursuit sa trajectoire.

Le criblage

Étape de la chaîne opératoire succédant au vannage et ayant pour but de séparer les grains ou épillets des gros déchets et des petits résidus (p. ex. grains brisés et graines d'adventices) à l'aide d'un tamis (crible).

Le décortilage

Étape de la chaîne opératoire ne concernant que les céréales vêtues et succédant à l'étape de stockage (si les grains sont stockés en épillets). Elle a pour but de libérer les caryopses de leur balle et est suivie d'un deuxième tour des étapes de vannage et de criblage (voir 5.2.8.2).

#### ***5.2.8.2 Le caractère nu et vêtu des céréales et ses implications dans le traitement post-récolte***

Le caractère nu ou vêtu des céréales (voir 5.2.3) fait référence au degré de solidité du rachis et de la balle enveloppant le caryopse. Cela a des implications majeures pour la chaîne opératoire de traitement post-récolte, dont le nettoyage et le stockage.

Dans le cas des céréales vêtues, lorsqu'un épi est soumis à une opération d'égrenage (par battage, chaubage ou foulage), il se désarticule en épillets, chacun composé de glumes épaisses et dures attachées à un segment de rachis et renfermant un ou plusieurs caryopses. Ensuite, lors de l'étape de décortilage, l'épillet se brise et la balle libère le caryopse. Le caractère vêtu est donc le résultat de deux caractéristiques dans la structure de l'épi, à savoir l'articulation semi-fragile entre les entrenœuds du rachis ainsi que les glumes épaisses et dures qui assurent un maintien renforcé sur l'épillet (Nesbitt et Samuel, 1996, p. 41 ; Ruas et Bouby, 2010, p. 74). Le caractère semi-fragile du rachis a vraisemblablement été hérité des ancêtres sauvages, dont les épillets à maturité ont tendance à se désarticuler spontanément afin de favoriser la dissémination des caryopses dans la nature (Hillman et Davies, 1999, p. 72 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 21).

Dans le cas des céréales nues, lors de l'étape d'égrenage, l'épi, moins fragile que chez les céréales vêtues, n'est que partiellement fragmenté se brisant en segments plus ou moins longs. Les glumes, quant à elles, moins épaisses et dures que chez les céréales vêtues, se brisent à la base permettant aux caryopses de glisser spontanément en dehors de leur balle (Ruas et Bouby, 2010, p. 74). Le gain de temps qui en résulte est appréciable.

En dépit des avantages présentés par les céréales nues en ce qui concerne le temps de travail consacré au traitement post-récolte, les céréales vêtues ont été couramment exploitées au Néolithique. Il semble que leurs glumes épaisses et dures offrent une excellente protection aux caryopses aussi bien dans les champs que lors du stockage, créant une barrière de protection contre l'attaque d'organismes nuisibles tels que moisissures, insectes et rongeurs. En général, les céréales vêtues sont stockées après les étapes d'égrenage, vannage et criblage, mais avant le décortilage. En effet, chez les blés vêtus, les grains décortiqués ne pourraient se conserver que pendant une courte période à cause de la faible épaisseur de leur épiderme constitué d'une strate unique. Par ailleurs, le décortilage endommage parfois l'embryon et peut conduire à la perte des facultés germinatives des grains, empêchant ainsi leur utilisation comme semence. Dans les sociétés préindustrielles, le décortilage des céréales vêtues est souvent un travail quotidien qui précède la mouture afin de produire la farine. Cette dernière est faite régulièrement car elle ne se conserve pas longtemps. Par ailleurs, le décortilage étant une tâche qui demande beaucoup de temps, il peut parfois être difficile de la réaliser massivement après la récolte. On va alors privilégier le stockage en épillets suivi du décortilage quotidien au fur et à mesure des besoins (Nesbitt et Samuel, 1996, p. 41 ; Willcox, 2002, p. 228 ; Bouby, 2003, p. 30). Toutefois, malgré les avantages de la conservation des grains dans leurs enveloppes, le stockage des céréales vêtues après décortilage est mentionné dans les enquêtes ethnoarchéologiques menées dans les zones où l'été est sec (p. ex. Turquie), permettant la mise en place, à l'extérieur des bâtiments, d'un décortilage massif des grains sans crainte de mauvais temps. Le grain est alors stocké sous forme semi-nettoyée (Hillman, 1981 *in* Bouby, 2003, p. 31). Il est à noter que l'élimination des enveloppes grâce au décortilage présente l'avantage de la réduction du volume du produit stocké (Bouby, 2003, p. 33).

Depuis plus de deux décennies, les résidus des stocks de céréales sont interprétés à la lumière des chaînes opératoires post-récolte observées dans des agricultures non mécanisées. Les proportions de caryopses, de vannes et de graines des plantes adventices sont les variables retenues dans l'identification du degré et du stade de nettoyage de la récolte (Hillman, 1981, 1984). Toutefois, tel qu'il a été discuté précédemment, les conditions de carbonisation

déterminent notablement la composition des assemblages carpologiques (voir 5.2.6) c'est pourquoi il faut faire preuve d'une grande prudence au moment d'aborder ces interprétations, l'analyse quantitative des assemblages devant considérer les biais qu'entraîne la disparition différentielle des éléments avant d'espérer cerner l'étape d'une chaîne opératoire (Ruas et Bouby, 2010, p. 73).

### 5.2.8.3 *La conservation et le stockage*

Les bonnes conditions de conservation visent à préserver au maximum les qualités originelles des grains et des graines, une dégradation de ces qualités pouvant entraîner des pertes. Ces dernières sont principalement dues aux attaques d'organismes nuisibles tels que des insectes (coléoptères de petite taille et certains lépidoptères) dont les larves consomment l'intérieur des grains, des rongeurs (rat gris *Rattus norvegicus*, rat noir *Rattus rattus*, souris *Mus musculus*) et des oiseaux granivores qui consomment les grains et les souillent de leurs excréments et sécrétions, des bactéries ainsi que des champignons tels que les levures ou les moisissures (*Aspergillus*, *Penicillium*). La prolifération de ces dernières entraîne la production de mycotoxines (p. ex. aflatoxines, ochratoxines) qui peuvent être toxiques pour l'homme et les animaux (Cruz *et al.*, 2019, p. 26).

Le contrôle de certains facteurs chimiques (la teneur en eau ou humidité du grain) et physiques (l'humidité relative et la température) est essentiel afin de rendre l'environnement inhospitalier aux organismes nuisibles, de minimiser leurs attaques et de limiter l'altération des grains. Ainsi, certaines techniques post-récolte sont recommandées telles que le séchage et la ventilation des grains, voire le stockage hermétique en atmosphère confinée. Dans tous les cas, il s'agit de conserver des grains bien secs à une température aussi basse que possible et à l'abri des risques de réhumidification qui entraînent des attaques d'organismes nuisibles.

#### L'humidité du grain et l'humidité relative de l'air

L'humidité est le facteur de détérioration des denrées stockées le plus important. En effet, des grains stockés humides sont la source d'échauffements, de développement de moisissures et parfois de germinations (Cruz *et al.*, 2016, p. 22).

En ce qui concerne la composition biochimique des grains, ils sont constitués de matière sèche (glucides, lipides, protéines, vitamines et minéraux) et d'une portion variable d'eau qui fluctue en fonction de la nature des grains, de l'humidité relative au moment de la récolte et du séchage auquel ils sont soumis (voir 5.2.5.1). L'eau est associée aux grains sous trois formes principales (Fig. 87) :

- A. L'eau de constitution très fortement liée aux molécules (teneur inférieure à 5 %) ;
- B. L'eau fortement liée et l'eau plus ou moins adsorbée (teneur entre 5 et 27 %). Cette dernière, située au-delà du seuil de 13-15 % (humidité de sauvegarde ou point critique), joue un rôle biologique important en favorisant les réactions métaboliques et les attaques des moisissures ;
- C. L'eau d'imprégnation ou « eau libre » qui est rarement présente dans les grains, sauf aux fortes humidités relatives, soit une teneur supérieure à 27 % (Cruz *et al.*, 2019, p. 21-22).

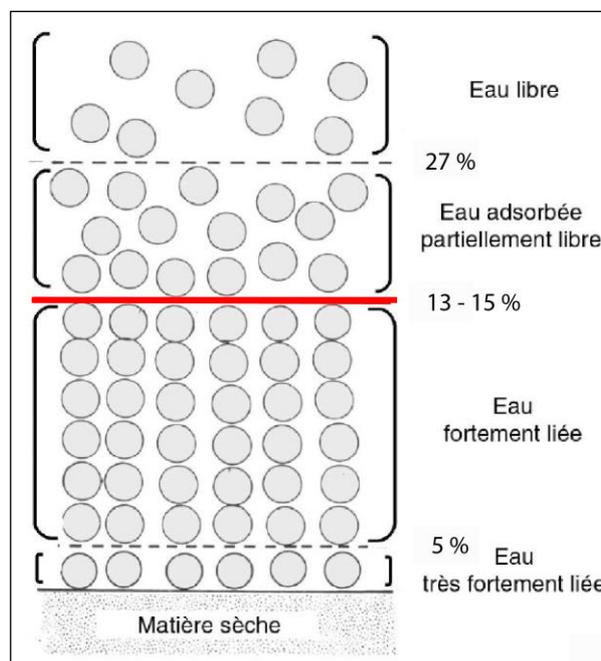


Fig. 87 - Représentation schématique de fixation de l'eau dans le grain (d'après Cruz *et al.*, 2016, p. 18, Fig. 1.4). La teneur en eau est ici exprimée en % par rapport à la matière sèche. L'humidité de sauvegarde (seuil de 13 % dans les régions chaudes, 15 % dans les régions tempérées et froides) est affichée en rouge.

La teneur en eau exprime la masse d'eau contenue dans un échantillon de grains soit par rapport à la masse totale de l'échantillon (base humide) – méthode privilégiée par les professionnels du stockage –, soit par rapport à la masse de matière sèche de l'échantillon (base sèche) – méthode privilégiée par les chercheurs – (Cruz *et al.*, 2016, p. 22-23) :

$$\text{Humidité } H \% \text{ (base humide)} = \frac{\text{masse d'eau}}{\text{masse totale}} \times 100$$

$$\text{Humidité } H \% \text{ (base sèche)} = \frac{\text{masse d'eau}}{\text{masse matière sèche}} \times 100$$

L'humidité de sauvegarde ou point critique (13 % dans les régions chaudes, 15 % dans les régions tempérées et froides) est le seuil en dessous duquel le développement des moisissures et l'activité enzymatique sont arrêtés. Il s'agit donc du taux d'humidité auquel les grains sont stabilisés. Il est généralement admis qu'au-delà de ce seuil, la dégradation des grains double chaque fois que l'humidité augmente 1,5 % (Cruz *et al.*, 2019, p. 24, 26).

La température et l'humidité sont des facteurs étroitement liés, car plus la température est élevée, plus l'humidité du grain doit être faible pour assurer une bonne conservation. C'est pourquoi l'humidité de sauvegarde recommandée pour le stockage dans les régions chaudes est toujours inférieure à celle retenue dans les régions tempérées ou froides (Cruz *et al.*, 2019, p. 24), où, à titre d'exemple, la norme de commercialisation du blé est fixée à 15 % de teneur en eau.

Pour ce qui est de l'air, rappelons qu'il contient de l'eau, en quantité limitée, sous forme de vapeur. Quand la teneur en eau de l'air atteint une certaine limite (saturation), l'eau passe de l'état gazeux à l'état liquide (condensation). Cette limite de saturation varie très fortement avec la température (Tabl. 17). Plus il fait chaud, plus cette limite est élevée et plus l'air peut contenir de l'humidité. Ainsi, la chaleur de la journée permet à l'air d'emmagasiner une très grande quantité d'eau gazeuse, mais lorsque la température diminue la nuit et la limite de saturation de l'air diminue, l'eau condense sous la forme de rosée.

Tabl. 17 - Teneur en eau d'un air saturé à différentes températures (d'après Cruz *et al.*, 2016, p. 24, Tabl. 1.4).

Température de l'air (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Teneur en eau à saturation (g/kg)	3,8	7,6	14,7	27,2	48,8	86,3	152	277	550	1430

L'humidité relative de l'air ou degré hygrométrique exprime le rapport en pourcentage de la pression partielle de vapeur d'eau ( $P_v$ ) à la pression partielle de vapeur d'eau à saturation ( $P_{vs}$ ) :

$$HR \% = \frac{P_v}{P_{vs}} \times 100$$

Par exemple, un air qui, à 30 °C contient 20 g de vapeur d'eau par kilogramme a une humidité relative de 73,5% :

$$HR \% = \frac{20}{27,2} \times 100 = 73,5 \%$$

Pour mieux comprendre la relation qui existe entre l'humidité et la dégradation des grains, il est important de préciser la notion d'équilibre entre l'air et le grain. Du point de vue des propriétés physiques, les grains constituent un matériau hygroscopique capable d'échanger de l'eau, sous forme de vapeur, avec le milieu environnant (Fig. 88). Ces échanges se font en fonction du degré d'humidité de l'air et de sa température et se poursuivent jusqu'à ce que l'air et le grain atteignent un état d'équilibre connu comme « équilibre hygroscopique » (Cruz *et al.*, 2016, p. 20).

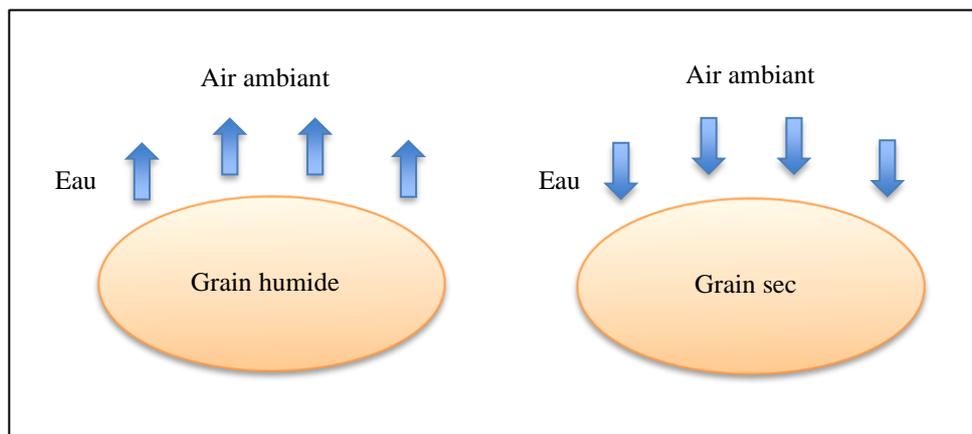


Fig. 88 - Échanges d'eau entre le grain et l'air ambiant. Un grain humide placé dans un air sec va céder de l'eau au milieu ambiant alors qu'un grain sec peut s'humidifier au contact d'un air humide (d'après Cruz *et al.*, 2016, p. 20, Fig. 1.5).

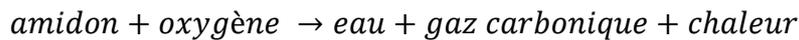
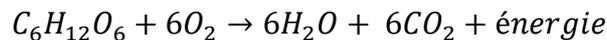
Pour une température donnée, il existe un point critique appelé « point d'effondrement des forces de rétention de l'eau » au-delà duquel les principaux phénomènes d'altération se déclenchent, notamment l'attaque des moisissures. Ce point critique correspond à une humidité relative de 65 % (Cruz *et al.*, 2016, p. 25).

Il est important de retenir que des microorganismes tels que les bactéries, les levures et les moisissures sont toujours présents sur la surface des grains (« complexe grains-microorganismes »). Toutefois, les moisissures présentes notamment sous la forme de spores constituent la menace la plus fréquente. En effet, elles peuvent se développer dès que l'humidité de sauvegarde du grain (13 % dans les régions chaudes, 15 % dans les régions tempérées et froides) est dépassée. Par ailleurs, les moisissures peuvent se développer dès que

l'humidité relative de l'air dépasse 65 %, alors que les levures ou les bactéries ne se développent qu'à partir d'une humidité relative de 85 % et 90 % respectivement (Cruz *et al.*, 2016, p. 29).

### La température

Les températures élevées de 20 °C à 40 °C accélèrent les activités biologiques des organismes vivants. L'optimum desdites activités se situe généralement à 30 °C (Cruz *et al.*, 2019, p. 23-24). Étant des organismes vivants, si les grains sont placés dans des conditions particulièrement chaudes et humides, ils vont accroître leur activité biologique en consommant l'énergie emmagasinée dans leurs réserves sous forme d'amidon. Cette respiration a lieu en présence d'oxygène (aérobiose) et est associée à la dégradation d'un glucide simple :



Durant le stockage, l'activité biologique des grains entraîne une perte de matière sèche (amidon), tout en produisant de la vapeur d'eau, du gaz carbonique et de la chaleur. Ce phénomène a lieu couramment dans les lots de grain stockés trop humides où l'on observe de forts échauffements pouvant favoriser la germination (entre 16 °C et 40 °C). L'échauffement des grains par la respiration est un phénomène qui s'auto-accélère et qui peut conduire à la mort des grains à partir de 50 °C. Pour les semences, la température constitue un facteur essentiel de conservation de la faculté germinative qui est détruite si on dépasse 40 °C pour les céréales. En l'absence d'oxygène (anaérobiose), il peut y avoir un processus de fermentation, le plus souvent alcoolique, caractérisée par la production de gaz carbonique, d'alcool et un léger dégagement de chaleur (Cruz *et al.*, 2016, p. 20-22).

Pour ce qui est des propriétés physiques, les grains en masse constituent un matériau poreux de faible conductivité thermique, et ils se comportent ainsi comme un matériau isolant. Cette caractéristique est à l'origine de pertes importantes dues à des échauffements localisés. À titre d'exemple, si une partie des grains stockés subit des attaques d'insectes, leur activité biologique va produire de la chaleur qui ne va pas se dissiper facilement du fait de la faible conductibilité thermique des grains (Cruz *et al.*, 2016, p. 19-20).

En outre, les insectes étant poïkilothermes, la manipulation de la température de leur environnement a une incidence directe sur leur métabolisme et sur le taux d'accroissement des populations (Tabl. 18). Selon P. Fields (1992, p. 90, Tabl. 1, 2006, p. 654, Tabl. 1), la température du grain ne doit pas dépasser 13 °C. En effet, en deçà de cette température, la plupart des insectes ravageurs potentiellement capables de proliférer ne seront plus en mesure de se reproduire (Tabl. 18). Toutefois, le charançon des grains (*Sitophilus granarius*) ayant un seuil de développement inférieur (Fig. 89), une température inférieure à 12 °C est nécessaire pour inhiber son développement (Bareil, 2016, p. 14-15).

Tabl. 18 - Effet de la température sur les insectes (d'après Fields, 2006, p. 654 ; traduit par Crépon et Cabacos, 2020, p. 158).

Zone	Température (°C)	Effets
Létale	>62	Mort en moins de 1 minute
	50 à 62	Mort en moins de 1 heure
	45 à 50	Mort en moins de 1 jour
	35 à 45	Les populations s'éteignent
Suboptimale	35	Température maximale de reproduction
	32 à 35	Ralentissement du développement des populations
Optimale	25 à 32	Vitesse de développement maximale
Suboptimale	13 à 25	Ralentissement du développement des populations
	13	Le développement s'arrête
	5 à 13	Mort lente
Létale	1 à 5	Les mouvements cessent
	-10 à -5	Mort en quelques semaines ou quelques mois (insectes acclimatés)
	-25 à -10	Mort en moins de 1 heure

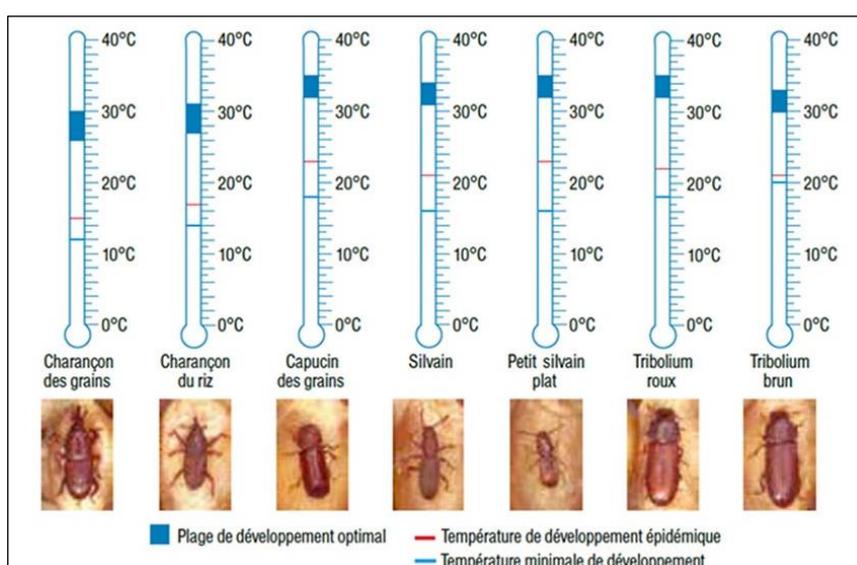


Fig. 89 - Plages de développement des insectes lors du stockage du blé. Le développement est considéré comme épidémique dès lors que la population double en un an de stockage. Au seuil minimal de développement, le cycle est stoppé et la reproduction n'a plus lieu (Bareil, 2016, p. 15, Fig. 1).

### Le séchage des grains

Le séchage est la méthode la plus ancienne et la plus répandue pour faciliter la conservation et assurer le bon stockage des grains. Le rôle du séchage est de déshydrater rapidement les grains jusqu'à l'humidité de sauvegarde à laquelle ils sont stabilisés, évitant ainsi les risques d'altération des grains dus notamment aux moisissures (Cruz *et al.*, 2016, p. 45). Rappelons que l'humidité de sauvegarde recommandée pour le stockage dans les régions chaudes est toujours inférieure à celle retenue dans les régions tempérées ou froides (Cruz *et al.*, 2019, p. 24), c'est pourquoi dans les régions tropicales caractérisées par des températures supérieures à 25 °C, les grains doivent être davantage séchés que dans les régions froides ou tempérées.

Le séchage naturel des grains par exposition au soleil est une technique encore largement pratiquée dans les sociétés traditionnelles. Elle utilise les effets déshydratants de la chaleur solaire ou de l'air sec. Par ailleurs, cette pratique a un effet répulsif sur les insectes qui fuient la lumière vive et les fortes chaleurs (Cruz *et al.*, 2016, p. 101). Ce type de séchage est pratiqué dans les régions à climat sec dans lesquelles la saison des pluies excède rarement quatre mois (Appert, 1985). Pour la plupart des céréales, un préséchage est pratiqué au champ, en laissant les produits sur pied plusieurs semaines après qu'ils ont atteint leur maturité. Il s'agit d'une étape simple, mais qui peut exposer la récolte à de nombreux risques tels que l'égrenage naturel ou les attaques de déprédateurs (p. ex. insectes, oiseaux, rongeurs). Une fois les céréales récoltées en épi, ils sont exposés au soleil pour être séchés. Puis, après l'égrenage, les grains encore humides sont étalés en couches minces sur le sol dans les aires de séchage (Cruz *et al.*, 2016, p. 51). Toutefois, ce type de séchage peut s'avérer parfois insuffisant. En effet, la vitesse de déshydratation dépendant du pouvoir desséchant de l'air ainsi que de l'humidité relative, il arrive que les graines sèchent trop lentement lorsque l'hygrométrie est trop élevée. Or, pour bien sécher la récolte, il faut la sécher vite. Si le séchage naturel s'avère insuffisant, il est alors nécessaire de faire appel à une source de chaleur et le procédé le plus usité consiste à allumer le feu (Appert, 1985).

### La ventilation des grains

Abaisser la température des denrées stockées contribue à prévenir l'apparition de moisissures, à ralentir l'activité biologique des grains, à conserver leur faculté germinative et à protéger les stocks d'une contamination par les insectes (Bareil, 2016). La ventilation est ainsi utilisée pour refroidir les grains et pour évacuer la chaleur produite par leur

métabolisme. Ceci est possible grâce à la porosité de la masse de grains dans laquelle près de 40 % du volume est occupé par des vides interstitiels (Cruz *et al.*, 2016, p. 150).

De nos jours, une méthode de prévention largement répandue dans toutes les zones disposant d'un climat tempéré est l'abaissement de la température par ventilation des grains à air ambiant à l'aide des températures nocturnes. Afin d'empêcher le risque de condensation sur le grain, l'écart de température entre l'air et le grain doit se situer dans une fourchette de 7°C à 10 °C. En effet, des écarts au-dessus de ces limites génèrent le point de rosée au contact de la surface la plus chaude, c'est-à-dire la masse des grains. Du fait de cet écart limité permettant l'apparition de condensation et des températures saisonnières décroissantes entre la récolte et l'hiver, il est nécessaire de conduire progressivement la ventilation en trois paliers successifs avec un objectif de température de plus en plus basse, à savoir 20 °C en été, 12 °C en automne et 5 °C en hiver (Bareil, 2015, 2016).

### Le stockage en grenier

Le choix du site d'implantation du grenier est un facteur très important pour assurer la bonne conservation du grain.

Premièrement, afin de garantir le maintien d'une température optimale du grain stocké ainsi que la maîtrise du taux hygrométrique de l'air, limiter l'exposition du grenier au rayonnement solaire s'avère une stratégie essentielle (Cruz *et al.*, 2016, p. 106).

Deuxièmement, la zone de stockage doit être située assez loin des champs afin de protéger le grain contre les insectes qui font le va-et-bien entre les deux espaces. Elle ne doit pas être installée non plus à proximité des endroits où sont gardés les animaux, car certains insectes qui rôdent près des animaux et de leur nourriture s'attaquent également aux céréales stockées.

Troisièmement, la zone de stockage doit être installée soit sur un sol bien drainé afin que le sol ne soit inondé par les eaux souterraines lors des grandes pluies, soit placée en hauteur afin d'éviter le contact avec l'humidité du sol (De Groot, 2004, p. 17-18) et de limiter les attaques des rongeurs (Cruz *et al.*, 2016, p. 60, 91).

Par ailleurs, les produits sont le plus souvent stockés en épis, car les enveloppes offrent une certaine protection contre les attaques d'insectes à condition que les épis soient bien séchés avant le stockage. En effet, les enveloppes peuvent fournir également les conditions favorables au développement des moisissures (De Groot, 2004, p. 18). Les épis sont ensuite égrenés au fur et à mesure des besoins de consommation et certains très beaux sont mis de côté pour la récolte suivante (Cruz *et al.*, 2016, p. 77). On peut dire qu'en général un

agriculteur peut limiter la présence de ravageurs dans ses produits en choisissant soigneusement des variétés de semences résistantes, par exemple, une enveloppe dure ou bien fermée constitue un obstacle pour les larves qui meurent avant de réussir à la percer et à pénétrer (De Groot, 2004, p. 17).

*Le stockage hermétique en atmosphère confinée*

Les grains en masse constituent un matériau poreux dont 30 % à 50 % du volume en place sont occupés par air interstitiel. Plus les grains sont petits et moins les espaces libres entre les grains sont importants. Pour les gros grains, les espaces libres sont importants et facilitent la ventilation. C'est la composition de cette atmosphère intergranulaire qui détermine le métabolisme aérobie ou anaérobie des grains. Sachant que l'air est constitué de 78 % d'azote, de 21 % d'oxygène et de 1 % d'autres gaz dont le gaz carbonique, dans un espace étanche, la propre respiration des grains appauvrit le milieu en oxygène et l'enrichit en gaz carbonique. Cette modification de la composition des gaz du milieu bloque généralement le développement de moisissures et provoque la mort des insectes prédateurs. Ce principe est employé dans les techniques traditionnelles de stockage souterrain de type silo (Cruz *et al.*, 2016, p. 18, 27-28).

### 5.3. Des gestes anthropiques aux assemblages carpologiques carbonisés

Les travaux paléoethnobotaniques montrent que la carbonisation des semences peut résulter de plusieurs gestes anthropiques tels que leur utilisation comme combustible ou l'élimination des déchets ; l'assainissement des aires d'habitat, de stockage ou de culture (rejet de détritiques dans les feux, stérilisation des silos, brûlage des végétations) ; des incendies volontaires ou accidentels dans les lieux d'occupation ; ainsi que de l'emploi d'une structure de combustion lors des opérations de traitement post-récolte (Ruas et Bouby, 2010, p. 70). Le feu ou la chaleur peuvent en effet intervenir à différentes étapes du traitement post-récolte en fonction de plusieurs facteurs. D'une part, certaines conditions environnementales, telles que des étés humides ou encore la récolte des grains insuffisamment mûrs, rendent nécessaire le séchage pour réduire le risque d'altération/dégradation des grains et en assurer le bon stockage (voir 5.2.8.3). D'autre part, certaines préférences culturelles, telles que la consommation des grains torrifiés, semblent avoir été une pratique courante chez les agriculteurs traditionnels. C'est le cas du thé d'orge (*mugicha*) tant apprécié au Japon et connu pour ces propriétés antibactériennes, plus exactement anti-caries (Papetti *et al.*, 2007) ainsi que pour sa teneur en vitamines et minéraux. Enfin, différents facteurs techniques peuvent être à l'origine de l'exposition des grains à une source de chaleur, parmi lesquels on peut citer le passage des épis sur le feu pour en éliminer les barbes, le séchage du grain pour le rendre plus dur et faciliter la mouture, le grillage du malt pour stopper la germination au moment voulu, voire le séchage après le trempage dans l'eau afin de se débarrasser des contaminants (Bouby, 2003, p. 34-35 ; Peña-Chocarro et Zapata, 2003, p. 106-108). Il est important de noter que la littérature fait souvent référence à la nécessité de griller les épillets des céréales vêtues afin de rendre la balle plus fragile et cassante et faciliter ainsi le décorticage du caryopse. Cette hypothèse, largement répandue parmi les archéobotanistes et pouvant biaiser parfois les interprétations des assemblages carpologiques (Nesbitt et Samuel, 1996, p. 44-45), semble trouver ses origines dans une surinterprétation des sources classiques (Peña-Chocarro et Zapata, 2003, p. 104-106). Or, des études expérimentales remettent en cause l'efficacité de ce traitement (Meurers-Balke et Lüning, 1992, p. 341-342 ; Nesbitt et Samuel, 1996, p. 45, 46-48 ; Procopiou, 2003, p. 120).

Bien qu'un traitement des céréales par le feu ou la chaleur puisse être mis en évidence par l'archéologie lorsqu'une relation est établie entre une structure de combustion et des carpolestes, il est souvent difficile d'identifier avec précision les gestes à l'origine des vestiges compte tenu de la diversité des usages possibles (Bouby, 2003, p. 35).

### ***5.3.1. Vie et mort d'un trou de poteau : l'apport de l'archéologie expérimentale à la validation du matériel carpologique issu des trous de poteau en tant qu'indicateur de la phase d'occupation des bâtiments***

Pour les fosses et les silos, la perturbation est identique. En effet, ces structures en creux sont susceptibles de rester ouvertes très longtemps et donc de recevoir des restes sur de longues périodes. Pour les fosses latérales des bâtiments rubanés, le consensus est que l'essentiel du matériel provient du rejet pendant la phase d'occupation (partie inférieure du comblement des fosses) puis du mobilier provenant du sol environnant après abandon de la maison (partie moyenne et supérieure du remplissage des fosses). Dans cette hypothèse, la majeure partie de ce mobilier correspond bien à la période d'utilisation du bâtiment. Toutefois, il peut toujours y avoir une pollution avec du mobilier antérieur à l'occupation qui se trouve en position secondaire, ou avec du matériel postérieur à l'occupation dans le comblement terminal, notamment pour les sites occupés sur une longue période (Blouet *et al.*, 2021, p. 281).

En revanche, il n'y a pas de véritable consensus entre les archéologues concernant le moment pendant lequel le remplissage des trous de poteau a pu être effectué (p. ex. phase de construction, d'occupation, de destruction ou d'abandon), ce qui pénalise toute tentative d'interprétation du matériel archéologique issu de ces structures en tant qu'indicateur de la phase d'occupation des bâtiments. Nous pouvons citer, entre autres, les propos de A. Kreuz et E. Marinova (2017, p. 644) pour qui les trous de poteau auraient été comblés lors de la phase de construction des bâtiments, ou encore ceux de P. Květina et V. Hrnčír (2013, p. 340-341) pour qui les maisons abandonnées servaient probablement de lieu de dépôt de déchets ou d'endroit pour parquer le bétail, et dans ce sens, il n'existerait pas de relation directe entre l'emplacement du matériel archéologique et sa place réelle au moment de l'occupation du bâtiment.

Les fosses et silos peuvent rester ouverts longtemps car, s'ils ne sont pas rebouchés intentionnellement, ils se comblent lentement du fait de leurs grandes dimensions. Ces structures peuvent donc piéger du mobilier nettement postérieur à leur utilisation. La situation est sensiblement différente pour les trous de poteau, même s'ils sont arrachés ou pourris, car les creusements sont nettement plus limités et donc rapidement comblés par le sédiment encaissant. Les éléments trouvés dans le remplissage des trous de poteau peuvent donc éventuellement être antérieurs à la construction du bâtiment (mobilier en position secondaire) ou juste postérieurs à l'occupation (sol piégé de la maison), mais pas postérieurs à l'abandon.

Contrairement aux fosses et silos, les fantômes des poteaux constituent ainsi des pièges à sédiments rapides (Berrio *et al.*, 2018).

D'une part, cette méfiance vis-à-vis de la pertinence du matériel en provenance de ce type de structure et, d'autre part, le rapport entre le travail considérable de prélèvement/tamassage des échantillons et la faible quantité de données généralement obtenues (Kreuz *et al.*, 2005, p. 241 ; Bogaard et Jones, 2007, p. 362-363 ; Kreuz, 2007, p. 275, Fig. 15.12), font que les trous de poteau sont échantillonnés moins fréquemment et moins minutieusement que les autres structures en creux, notamment les fosses. Le déficit actuel dans l'exploitation des données carpologiques en provenance des trous de poteau nous a ainsi encouragés à y porter une attention particulière.

L'archéologie expérimentale ainsi que certains exemples archéologiques s'avèrent très utiles au moment d'aborder la question de l'origine des carporestes en provenance des trous de poteau. D'une part, la construction expérimentale suivie, près de quatorze ans après, du démontage d'une maison ronde de l'Âge du Fer à Pimperne (Angleterre), menée par P. Reynolds (1995) entre 1976 et 1990, suggère que les objets trouvés dans les trous de poteau ne correspondent pas forcément à la phase de destruction ou d'abandon du bâtiment, mais qu'ils sont plutôt liés à la phase d'occupation. En effet, lors de la démolition de la maison quatorze ans après sa construction, il a été observé que les bases des poteaux en bois avaient pourri complètement, les pierres de calage avaient bougé et les cavités résultantes avaient été remplies avec quelques objets liés à la phase d'occupation et qui seraient le produit des balayages du sol.

D'autre part, la construction en 1964 puis la démolition en 2011 d'une maison rubanée à Asparn an der Zaya en Autriche (Lenneis et Trebsche, 2013), a produit des résultats semblables à ceux de la maison de Pimperne : les bases des poteaux en bois avaient pourri complètement, très probablement à cause de l'humidité du sol, permettant ainsi un déplacement des pierres de calage autour des poteaux. Ce processus aurait rendu possible une infiltration des objets provenant du niveau d'occupation du sol (Fig. 90). Une remarque similaire a été faite sur les sites rubanés de Sittard, Stein et Elsloo (Pays-Bas), comme sur celui de Hienheim (Allemagne), où les fantômes ou négatifs des poteaux relevés lors des fouilles ont été interprétés comme le résultat du remplissage des vides qui s'étaient créés à la suite du pourrissement des bases des poteaux (Bakels, 1978, p. 126). Sur la base de ces données, on pourrait affirmer que sur les sites rubanés évoqués dans ce travail, les carporestes carbonisés issus des activités domestiques se sont infiltrés dans les trous de poteau pendant

l'occupation des maisons, et par conséquent ils refléteraient l'organisation de l'unité domestique.



Fig. 90 - Profil des trous de poteau au moment de la démolition d'une maison rubanée à Asparn an der Zaya en Autriche, dans le cadre d'une étude expérimentale (d'après Lenneis et Trebsche, 2013, p. 104, Fig. 9, p. 105, Fig. 10).

Quatre exemples de bâtiments brûlés du Néolithique ancien en Écosse, connus comme « halles en bois » (*timber halls*), viennent renforcer cette hypothèse : Balbridie (Fairweather et Ralston, 1993), Lockerbie (Kirby, 2011), Claish (Barclay *et al.*, 2002) et Warren Field (Murray *et al.*, 2009). Tous ces sites se caractérisent par des assemblages carpologiques assez bien conservés en provenance des trous de poteau. Dans les quatre cas, les carprestes ont été attribués à la phase d'occupation, conformément aux dates radiocarbone obtenues. L'ubiquité et les concentrations élevées de charbons de bois sur les sites écossais, expliquées par le fait que les bâtiments ont brûlé à la fin de leur occupation, présentent une différence importante avec nos sites rubanés, où les charbons de bois sont attestés en très faibles quantités.

### 5.3.2. Des trous de poteau et des carprestes carbonisés : pratiques pré-dépositionnelles

Afin de discuter sur les gestes anthropiques à l'origine des carprestes piégés dans les trous de poteau, nous partons du postulat que les maisons rubanées étaient construites au niveau du sol et, par conséquent, que les trous de poteau pouvaient accueillir directement les déchets issus des activités domestiques (voir 2.1.9.2.1).

Étant donné que les datations radiocarbone, réalisées aussi bien sur les carprestes mis au jour dans les *timber halls* du Néolithique ancien en Écosse (voir 5.3.1), que sur cinq trous de poteau en provenance de trois maisons rubanées, dont une en Lorraine du Nord et deux en Lorraine du Sud (Tabl. 19), confirment la contemporanéité des carprestes carbonisés avec l'occupation des bâtiments, on peut écarter toute hypothèse proposant des activités anthropiques postérieures à la phase d'occupation.

Tabl. 19 - Datations <sup>14</sup>C réalisées sur les macrorestes végétaux carbonisés en provenance des trous de poteau des maisons rubanées en Lorraine (d'après Blouet *et al.*, 2013a, p. 180, Tabl. 18).

Site	St.	Type de St.	Maison	N° Labo	Matériel	Âge <sup>14</sup> C	Âges cal BC / cal AD 2 sigma (95,4 %)	Datation archéologique
Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	195	TP (tierce)	M2	Ly-4477	carporeste	6270 ± 60	5368 BC - 5052 BC	Rubané / Marainville 2
Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	288	TP (tierce)	M4	Ly-4478	carporeste	6000 ± 80	5206 BC - 4705 BC	Rubané / Marainville 2
Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	280	TP (tierce)	M4	OxA-6694	carporeste	6170 ± 45	5289 BC - 4994 BC	Rubané / Marainville 2
Cattenom « Unterhausen »	28	TP (quarte)	M2	GrA-27518	charbon	6300 ± 45	5374 BC - 5082 BC	Rubané / Phase 5
Cattenom « Unterhausen »	27	TP (quarte)	M2	GrA-27517	charbon	6155 ± 40	5214 BC - 4993 BC	Rubané / Phase 5

Bien que la signification rituelle des carporestes carbonisés puisse être envisagée, à notre connaissance aucun exemple archéologique ou ethnologique ne permet d'affirmer que des restes végétaux carbonisés aient été ou soient déposés dans les trous de poteau ou les tranchées de fondation lors de rites de fondation ou d'abandon des unités d'habitation.

Nous pouvons évoquer également l'hypothèse d'un incendie des bâtiments à l'origine des carporestes carbonisés piégés dans les trous de poteau. À ce propos, une étude portant sur la répartition des fragments de torchis, interprétés en tant que vestiges des murs brûlés, a été menée sur 55 maisons rubanées du bassin de la Moselle. Les résultats obtenus montrent que la dispersion de ce matériau ne correspond pas à celle qui résulterait d'un incendie (Blouet, 2017, p. 349-352). C'est le cas de la maison M5 de Marainville-sur-Madon, dont les fosses et les trous de poteau cumulent plus de 29 kg. Par ailleurs, la rareté des charbons de bois en provenance des trous de poteau ne va pas dans le sens d'un incendie (voir 9.1.1.2). Enfin, si ces données devaient être considérées comme indicatrices d'incendies, cela voudrait dire que la moitié des maisons de Lorraine du Nord et la totalité de celles de Lorraine du Sud ont été détruites par le feu. Sachant que des accumulations de torchis brûlé ont été attestées sur tous les sites du bassin de la Moselle explorés et pour toutes les périodes chronologiques, cela traduirait une instabilité permanente dans la région. C'est pourquoi l'hypothèse qui est privilégiée est celle selon laquelle les restes de torchis brûlé proviendraient de fours domestiques fréquemment réfectionnés (Blouet, 2017, p. 350-351).

À la lumière des exemples expérimentaux et archéologiques (voir 5.3.1), il est très probable que les carporestes étaient déjà carbonisés comme résultat des activités domestiques lorsqu'ils ont trouvé leur place à l'intérieur des trous de poteau, au fur et à mesure du pourrissement des bases des poteaux et des successifs balayages du sol pendant l'occupation des bâtiments. Cependant, comme évoqué pour les fosses bordant les bâtiments, nous ne

pouvons pas écarter la possibilité que ce processus de comblement se soit poursuivi quelque temps pendant la phase d'abandon des bâtiments, jusqu'à ce que le vide laissé par le pourrissement intégral des bases des poteaux ait été comblé.

Il ne faut pas oublier que, sur la plupart des sites du bassin de la Moselle, comme l'illustre le cas précis du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » qui présente de loin la meilleure conservation des carporestes parmi les sites rubanés de notre corpus, le processus d'abandon ou de destruction de chaque bâtiment a été suivi de la construction d'un nouveau bâtiment à peine quelques mètres plus loin. Ce processus aurait pu nécessiter un nettoyage/assainissement du sol abandonné, éventuellement réalisé en utilisant le feu, ce qui aurait fait augmenter la probabilité de carbonisation et donc de conservation des carporestes qui se trouvaient par terre, issus des activités domestiques. Il est à noter que le brûlage expérimental de poteaux de bois par Murray *et al.* (2009) démontre que les poteaux ne sont pas touchés par le feu en dessous du niveau du sol. Pour les cas archéologiques, cela suggère que le bois a été carbonisé au-dessus du niveau du sol et que les macrorestes végétaux sont probablement tombés dans les trous de poteau déjà carbonisés, après pourrissement de la base des poteaux. Si nous acceptons ce scénario pour le site de Marainville, les très faibles quantités de charbons de bois pourraient être expliquées par la récupération des poteaux – découpés à la base et non pas arrachés – avant le nettoyage du sol afin de les recycler pour un usage secondaire, par exemple, comme bois de chauffage.

Au vu de ces réflexions, nous considérons que les carporestes carbonisés piégés dans les trous de poteau reflètent les activités menées au sein des unités domestiques. Par conséquent, nous acceptons le postulat selon lequel l'analyse pondérée de la répartition du matériel archéologique (p. ex. charbons, carporestes carbonisés, esquilles, nodules de terre brûlée) en provenance de ce type de structure constitue le seul moyen d'appréhender la fonction des différentes parties d'un bâtiment lorsque les sols d'occupation ne sont pas conservés (Blouet *et al.*, 2016, p. 33). C'est pourquoi, dans le cadre de ce travail de recherche, nous tenterons d'analyser la distribution des activités domestiques au sein des unités d'habitation à partir de l'analyse de la répartition du matériel carpologique carbonisé.

### 5.3.3. *L'impact des processus post-dépositionnels sur les assemblages carpologiques*

L'abondance ou la rareté des carporestes carbonisés sur un site archéologique est liée à des gestes anthropiques particuliers, à la mise en place accidentelle ou intentionnelle du processus de combustion, à la carbonisation différentielle entre les espèces (voir 5.2.6) ainsi qu'aux conditions plus au moins favorables de conservation des vestiges *a posteriori*. Les

carporestes, comme les charbons des bois et les autres vestiges archéologiques, sont en effet sujets à divers types d'altérations et de remaniements tels que le déplacement horizontal et vertical des particules, la fragmentation du matériel sous l'effet des phénomènes de pression ainsi que l'altération diagénétique de la matière. Ces différents aspects, aussi bien physiques que chimiques, rendent assez difficile toute évaluation précise de l'impact des processus post-dépositionnels en archéobotanique (Chravzev, 2013, p. 50).

Bien que les actions mécaniques qui agissent directement sur la fragmentation des carporestes carbonisés soient considérées comme les principales responsables de leur dégradation (Chravzev, 2013, p. 5), des études récentes ont démontré l'importance des processus diagénétiques qui seraient responsables d'une altération de la structure moléculaire du matériel. Les résultats suggèrent en effet une influence potentielle du pH du sol sur la stabilité de la structure moléculaire du matériel carbonisé et donc, sur sa conservation (Braadbaart *et al.*, 2009, p. 1673).

#### Le pH du sol et la conservation des carporestes carbonisés

Rappelons que le pH d'un sol est lié à la concentration de protons ( $H^+$ ) dans la solution du sol (voir 1.3). À partir de la fin des années 1990, C. Bakels (1999, p. 72, 2009, p. 10, 13) avait tenté d'expliquer la rareté, voire l'absence de macrorestes végétaux carbonisés sur les sites archéologiques de la vallée de l'Aisne. À cette époque, elle considérait déjà que cette conservation différentielle du matériel carbonisé par rapport aux sites néolithiques installés sur la ceinture loessique en Allemagne et aux Pays-Bas était probablement liée à la nature très calcaire des sols de la région française, sans pour autant pouvoir le prouver. Quelques années plus tard, son hypothèse de travail a été confortée. Bien que les carporestes et les charbons de bois aient longtemps été considérés comme relativement inertes et stables avec un fort potentiel de conservation, des études récentes suggèrent que les macrorestes végétaux carbonisés exposés à des conditions environnementales présentent un taux de dégradation oxydative plus rapide que prévu, matérialisé aussi bien par une perte des composés aromatiques (Ascough *et al.*, 2011, p. 2375), que par la présence de nombreux groupes carboxylates qui suggère que la diagenèse implique une oxydation (Cohen-Ofri *et al.*, 2006, p. 438). Par ailleurs, les données indiquent un processus d'autohumification au cours de la diagenèse, pendant lequel la phase graphitique est réduite, se dégradant en substances humiques (Cohen-Ofri *et al.*, 2006, p. 439). De leur côté, N. R. Rebollo *et al.* (2008, p. 304-306) suggèrent que certains contre-ions (p. ex. le fer, le manganèse) qui forment les « ponts de sel » servant de lien pour les groupes carboxylates, peuvent agir comme des

catalyseurs qui facilitent l'oxydation du graphite. Or, la libération et l'échange potentiel de ces contre-ions avec le microenvironnement ont été constatés dans des conditions acides ( $\text{pH} < 7$ ) et semblent contribuer à la préservation préférentielle des macrorestes végétaux carbonisés conservés dans des sédiments à pH faible. En revanche, lorsqu'ils sont soumis à des conditions alcalines dans les sédiments ( $\text{pH} > 7$ ), les macrorestes végétaux carbonisés peuvent subir une oxydation et se désintégrer assez rapidement.

Ces aspects apportent une explication à l'absence énigmatique de carporestes carbonisés sur certains sites néolithiques tels que les sites de la vallée de l'Aisne où les sols lœssiques carbonatés, riches en coquillages, ont un pH de 8,5. Ils permettent également d'expliquer la présence voire l'abondance de matériel sur les sites archéologiques du Limbourg, implantés sur des sols lœssiques qui ont pour la plupart un pH de 7 (Braadbaart *et al.*, 2009, p. 1678). Nous pouvons citer également les sites implantés sur des sols lœssiques acides en Belgique ayant livré des macrorestes végétaux carbonisés, alors que cette acidité du sol a contribué à la destruction des vestiges organiques tels que des ossements (Jadin, 1996, p. 111 ; Hauzeur et Jadin, 2011, p. 31). Enfin, nous pouvons évoquer les quatre bâtiments brûlés du Néolithique ancien en Écosse (*timber halls*) mis au jour sur les sites de Balbridie (Fairweather et Ralston, 1993), Lockerbie (Kirby, 2011), Claish (Barclay *et al.*, 2002) et Warren Field (Murray *et al.*, 2009), où l'acidité des sols a favorisé la conservation des macrorestes végétaux carbonisés, tandis que les ossements ont été complètement dégradés.

À la lumière de ces données, nous pouvons avancer l'hypothèse selon laquelle la probabilité pour les carporestes carbonisés enfouis dans un sol alcalin de se dégrader est assez élevée. Par conséquent, l'absence apparente de macrorestes végétaux carbonisés sur un site archéologique n'implique pas nécessairement que le matériel n'y était pas présent à un moment donné. Dans de tels contextes, le pH du sol doit être noté (Braadbaart *et al.*, 2009, p. 1678). Enfin, nous pouvons envisager que les altérations diagénétiques, lorsqu'elles ont lieu, puissent accentuer l'incidence des processus mécaniques (Chrzavzez, 2013, p. 45).

#### La conservation du matériel carpologique carbonisé sur les sites de la moyenne vallée de la Moselle

Sur la majorité des sites lorrains, la nature acide des sols n'a pas favorisé la conservation des ossements (Blouet *et al.*, 2013b, p. 25, Tabl. 4) tandis que la conservation des carporestes varie d'un site à l'autre. Nous notons une abondance remarquable des carporestes carbonisés sur le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Sur ce site, les restes osseux n'étaient pas conservés et la céramique présentait des surfaces

très corrodées du fait de l'acidité des limons décarbonatés encaissants. Par ailleurs, l'acidité du sol a pu détruire d'éventuelles parures en coquilles (Blouet *et al.*, 2013b, p. 150, 156). Dans ce cas précis, la nature du sol aurait joué en faveur d'une bonne conservation des carporesses carbonisés matérialisée par l'abondance du matériel pour un site rubané. L'Annexe 5 nous permet de comparer les densités de carporesses par litre de sédiment pour les bâtiments rubanés sélectionnés dans le cadre de ce travail.

D'autre part, les sites du secteur d'Ay/Trémery, se caractérisent par une bonne conservation du matériel osseux du fait des terrains marno-calcaires (Blouet *et al.*, 2013b, p. 25, Tabl. 4). Bien que la maison rubanée M28 du site d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » ait livré la densité de carporesses la plus élevée parmi toutes les maisons analysées dans la moyenne vallée de la Moselle (291,0 carporesses/litre de sédiment), l'analyse des densités nous montre que la conservation des carporesses sur ce site n'est pas aussi bonne qu'à Marainville-sur-Madon (Annexe 5) et il est possible que la nature alcaline du sol d'Ay-sur-Moselle y soit pour quelque chose.

Bien que ces deux exemples semblent conforter l'hypothèse selon laquelle le matériel carpologique se conserverait mieux dans les sols acides que dans les sols alcalins, nous sommes conscients qu'il n'est pas possible d'en tirer des conclusions à partir d'un échantillon aussi faible. Afin de creuser cette question, il faudrait analyser de manière exhaustive s'il existe, en Lorraine, un lien entre le pH du sol et la conservation du matériel carpologique et faunique. Ce sujet ne sera pas abordé dans le cadre de ce travail.

## **Chapitre 6 - La structuration et l'archivage des données. Conception de la base de données BDRAB<sup>©</sup>**

La quantité considérable des données carpologiques traitées dans le cadre de ce travail de recherche a nécessité, dès le début, une réflexion sur les moyens de les archiver et de les exploiter. Très rapidement, il a été constaté que la gestion de données à partir d'un ou plusieurs fichiers de type Microsoft Excel<sup>®</sup> ne répondait pas à nos besoins et qu'il fallait faire appel à un système de gestion de base de données (SGBD) basé sur un modèle relationnel. Bien qu'une base de données développée par des collègues soit à disposition de plusieurs laboratoires d'archéobotanique européens depuis les années 2010, l'analyse de sa structure nous a montré que cet outil présentait des limites nous empêchant d'exploiter nos données en fonction des questions abordées dans le cadre de ce travail. Nous avons donc décidé de concevoir et de développer un nouvel outil nous permettant de gérer nos données avec plus d'autonomie, de souplesse et d'efficacité.

Ce chapitre présente de manière succincte les objectifs du développement de cette nouvelle base de données appelée Base de données relationnelle en Archéobotanique (BDRAB 1.0<sup>©</sup>). En effet, afin d'alléger la lecture de ce volume, nous avons fait le choix de présenter le modèle logique des données (MLD) de manière détaillée ainsi que les différents aspects de la conception de BDRAB<sup>©</sup> dans le volume II.



### 6.1. Analyse critique d’un outil disponible

En France, le GDR 3644 BioarchéoDat « Sociétés, biodiversité et environnement : données et résultats de l’archéozoologie et de l’archéobotanique sur le territoire de la France » (2014-2018), dirigé par J.-D. Vigne, avait pour objectif, entre autres, de rassembler les données bioarchéologiques dans des bases de données partagées. Dans le cadre de ce groupement de recherche, le choix de l’outil pour gérer les données carpologiques et anthracologiques s’est porté sur ArboDat<sup>®</sup> (Carpentier, 2019). Il s’agit d’un outil conceptualisé et géré à Wiesbaden (Kreuz et Schäfer, 2002 ; Kreuz, Schäfer *et al.*, 2014), qui est actuellement utilisé par plus de quarante groupes de travail au niveau européen et dont les ateliers en France sont coordonnés par V. Zech-Matterne (CNRS), A. Salavert (MNHN) et C. Callou (MNHN).

L’utilisation d’ArboDat<sup>®</sup> en tant qu’outil de gestion de données dans le cadre de cette thèse se présentait comme une possibilité tentante de participer et de contribuer au projet de base de données commune pour les archéobotanistes français et européens. Toutefois, l’analyse critique de la structure de la version 2013 d’ArboDat<sup>®</sup> a permis de constater que cette base de données ne répondait pas aux besoins de ce travail de recherche.

Premièrement, l’analyse a été portée sur la saisie de données. En effet, elle se fait à partir de la *table* « Projekte », dont l’*identifiant* (« Projekt ») offre une possibilité de dénomination très restreinte de 10 caractères maximum (Kreuz, Schäfer *et al.*, 2014, p. 11, 13). À la base, cet *identifiant* a été conçu pour héberger des données sous la forme « Opérateur qui saisit les données-numéro de projet saisi », ce qui donne comme résultat un champ contenant des informations peu explicites (p. ex. « AK-117 » pour Angela Kreuz-117). Cet aspect s’avère peu pratique, voire contraignant, si l’on considère que c’est cet *identifiant* qui est rappelé dans les autres *tables* (« Befunde », « Proben » et « Details »), les *requêtes* et les *états* (« Evaluation » et « Reports »), au détriment d’une information plus importante telle que l’intitulé de l’opération archéologique (Kreuz, Schäfer *et al.*, 2014, p. 28, 31, 40).

Par ailleurs, dans la *table* « Details », la saisie des taxons botaniques se fait par le biais d’un code (« PCODE ») qui correspond à l’abréviation du nom scientifique (p. ex. « TRMOC » pour *Triticum monococcum*). Il s’agit d’un système de codage employé par S. Jacomet et son équipe de l’IPNA de l’Université de Bâle, basé sur l’ouvrage de J. Paulsen (1995 *in* Kreuz, Schäfer *et al.*, 2014, p. 45). Il a été adopté depuis la phase initiale du projet

ArboDat<sup>®</sup> dans le but d’uniformiser les codes de saisie et de faciliter ainsi l’utilisation de la base de données par plusieurs équipes internationales (Kreuz et Schäfer, 2002, p. 177).

Ce « PCODE » est l’*identifiant* de la *table* liée « ÖkoSozDaten » (Kreuz, Schäfer *et al.*, 2014, p. 45-58). Bien que dans le *formulaire* « Data entry » le champ de saisie du code soit présenté sous forme de liste déroulante affichant l’*identifiant* « PCODE » et l’*attribut* « BNam » (nom scientifique) de la *table* « ÖkoSozDaten », le travail de saisie du code devient rapidement très lourd, puisqu’il nécessite un minimum de mémorisation et ralentit considérablement le travail. De surcroît, c’est cet *identifiant* « PCODE » qui s’affiche dans les *états* (« Evaluation », page 2 : Protocol) au détriment du nom scientifique, ce qui rend la lecture très difficile, surtout pour les non-spécialistes (Kreuz, Schäfer *et al.*, 2014, p. 37). On estime que l’utilisation du « PCODE » alourdi le travail et n’apporte pas grand-chose. Étant donné que l’utilisation des noms scientifiques en latin est commune à toutes les équipes internationales, il aurait suffi de mettre en place un remplissage automatique à partir des premières lettres de chaque nom scientifique.

Deuxièmement, l’analyse a été portée sur l’exploitation et l’export des données. D’une part, les *requêtes* proposées sont limitées, on remarquera notamment l’absence de *requêtes* spécifiquement conçues pour obtenir de manière automatique des tableaux pour les analyses statistiques. D’autre part, même si la solution proposée par ArboDat<sup>®</sup> pour exporter les données carpologiques (« Evaluation ») est une bonne tentative d’obtenir une fiche avec une mise en page proche de la publication, puisqu’elle est éditée sous forme de tableau en format Microsoft Excel<sup>®</sup> avec possibilité de modification de la largeur des colonnes, elle reste malheureusement inaboutie. En effet, on remarquera l’absence des calculs dans les colonnes et les lignes, comme les sommes de carporesses, les pourcentages et les fréquences (Kreuz, Schäfer *et al.*, 2014, p. 31). Il s’agit donc d’une solution qui requiert un travail manuel supplémentaire avant la publication des tableaux de données brutes. La base de données ArboDat<sup>®</sup> remplit donc sa fonction en tant qu’outil d’archivage de données, mais elle reste très limitée en ce qui concerne l’exploitation des données, rendant son utilisation dépourvue d’intérêt dans le cadre de ce travail.

## 6.2. La conception de BDRAB<sup>©</sup>

Le fait de travailler avec un outil qui n'a pas été développé pour répondre aux problématiques spécifiques de ce travail de recherche et dont la gestion nous échappait (p. ex. création de nouvelles requêtes) posait un problème dès le départ. Au vu de ce constat, le choix s'est porté sur la conception et le développement d'une nouvelle base de données qui a été appelée Base de données relationnelle en Archéobotanique (BDRAB 1.0<sup>©</sup>).

### 6.2.1. Les objectifs de BDRAB<sup>©</sup>

En créant une nouvelle base de données, on cherchait à développer un outil dédié à la gestion de données archéobotaniques (carpologiques dans un premier temps avec possibilité de développer un volet consacré aux données anthracologiques plus tard), qui à la différence de l'outil déjà disponible, accorderait une place très importante aux informations administratives et archéologiques associées à ces données.

La conception de l'outil BDRAB<sup>©</sup> avait pour but de

- a) permettre de saisir les données d'une manière très minutieuse en fonction de questions abordées ;
- b) rendre possible l'export des données brutes (tableaux de décompte) sous la forme de tableaux en format Microsoft Excel<sup>®</sup> avec une mise en page la plus proche possible de leur publication ;
- c) pousser l'exploitation des données grâce à la conception de *requêtes* permettant d'obtenir par un simple clic les tableaux de mesures, d'effectifs et de contingence nécessaires aux analyses statistiques et au système d'information géographique (SIG) ;
- d) mettre en place des *états* permettant l'obtention de rapports synthétiques comportant les informations sur l'opération archéologique et sur l'analyse carpologique de chaque site ;
- e) mettre à disposition de nos collègues archéobotanistes un outil de travail assez flexible et facile d'utilisation, permettant à la fois d'optimiser le temps de travail et d'effectuer une exploitation poussée de données, tout en limitant le risque d'erreur.

### 6.2.2. Le choix du système de gestion de bases de données (SGBD), le modèle logique des données (MLD) et les composantes de BDRAB<sup>©</sup>

Souhaitant présenter de manière détaillée les différents aspects de la conception de BDRAB<sup>©</sup> ainsi que ses composantes (*tables, formulaires, requêtes, états, modules*), nous

avons fait le choix d’y consacrer le volume II afin de rendre plus fluide la lecture de ce premier volume.

## **Chapitre 7 - L'exploitation des données. Les analyses statistiques et l'export des données de BDRAB<sup>®</sup>**

La phase de traitement des données fait référence notamment aux différentes méthodes statistiques sollicitées afin d'étudier les ensembles de données. Elle permet de mieux comprendre les variables d'un ensemble de données et les relations entre elles, de détecter les valeurs aberrantes ou les événements anormaux afin de pouvoir formuler des hypothèses.

Outre la création d'un outil permettant la saisie minutieuse des données en fonction des questions abordées, BDRAB<sup>®</sup> avait pour objectif d'optimiser l'exploitation des données grâce à la conception de *requêtes* permettant d'obtenir par un simple clic les tableaux de mesures, d'effectifs et de contingence nécessaires aux analyses statistiques et au système d'information géographique (SIG).

Ce chapitre expose de manière détaillée les valeurs employées pour les analyses, les analyses statistiques sollicitées ainsi que les tableaux conçus pour répondre aux questions posées qui ont été développés sur BDRAB<sup>®</sup>.



## **7.1. Les valeurs employées pour les analyses statistiques**

### **7.1.1. La densité**

Dans le cadre de ce travail, la densité est définie comme le rapport des carpores (NMI) au volume de sédiment (litres) prélevé par contexte archéologique. Elle est donc présentée en NMI/litre de sédiment. Afin de gagner en précision au moment du calcul de la densité en vue des analyses statistiques, nous avons décidé d'homogénéiser les données concernant les caryopses et les vannes. Pour cela, le NR des vannes présenté dans le tableau de décompte a été recalculé en NMI, en prenant comme unité de calcul standard la base de glume (voir 5.2.7).

Cette valeur s'avère très utile pour une comparaison entre contextes à l'échelle du bâtiment et du site, la plupart des prélèvements étant de volumes différents.

### **7.1.2. Le NMI**

Rappelons qu'en carpologie, l'adaptation de la méthode de calcul du NMI consiste à estimer le nombre minimum de restes entiers en prenant en compte aussi bien les restes entiers que les fragments. Pour plus de précision, nous avons décidé d'homogénéiser les données relatives aux caryopses et aux vannes. À l'instar du calcul de la densité, le NR des vannes présenté dans le tableau de décompte a été recalculé en NMI, en prenant comme unité de calcul standard la base de glume (voir 5.2.7).

Cette valeur s'est avérée utile lors de l'analyse spatiale de la distribution des catégories de plantes à l'échelle de l'unité d'habitation, plus précisément pour la réalisation des AFC.

### **7.1.3. L'abondance relative**

On se base sur le NMI pour calculer l'abondance relative. Dans le cadre de ce travail, cette dernière est définie comme la quantité relative de restes d'un taxon ou d'une catégorie de plantes (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons ou catégories de plantes confondus (NMI total).

L'abondance relative s'est avérée utile lors de l'analyse spatiale de la distribution des catégories de plantes, des taxons de céréales et de légumineuses à l'échelle de l'unité d'habitation. Elle a été employée pour la réalisation des graphiques en secteurs par contexte archéologique ainsi que pour la réalisation des CAH. Par ailleurs, lorsqu'il n'a pas été possible de réaliser les analyses des densités à défaut du nombre de litres de sédiment

prélevés, ce qui a été le cas pour le sol d'occupation de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé », il a été décidé de réaliser les analyses à partir de l'abondance relative. Bien que le choix du NMI pour l'analyse spatiale d'un sol d'occupation soit moins pertinent que la densité afin de mettre en évidence les concentrations, dans ce cas il ne risque pas de trop biaiser les résultats puisque pour chaque mètre carré analysé, la totalité de la couche d'occupation a été prélevée.

Dans certains cas, le nombre de taxons semble être une mesure plus adaptée que le NMI pour calculer l'abondance relative. Toutefois, nous expliquerons ultérieurement pourquoi nous avons fait le choix de ne pas avoir recours au nombre de taxons, mais plutôt à la fréquence relative (voir 12.2).

#### **7.1.4. La fréquence relative (ubiquité)**

Dans le cadre de ce travail, la fréquence relative est définie comme le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés. À l'instar de la fréquence présentée dans le tableau de décompte, le calcul de la fréquence en vue des analyses statistiques a été effectué sur la base des échantillons positifs.

Étant donné que les quantités absolues de carporestes (NMI) et le nombre de taxons dépendent fortement des processus taphonomiques ainsi que des techniques de tamisage qui peuvent biaiser les résultats, la fréquence semble une valeur plus appropriée que l'abondance relative pour mettre en évidence l'usage et la consommation répandus d'un taxon ou d'une catégorie de plantes, ce qui permet d'établir des comparaisons entre les différents sites et périodes chronologiques.

Cette valeur s'est avérée très utile lors de l'analyse spatiale diachronique à l'échelle du site et de la région ainsi que lors de l'analyse de l'évolution diachronique du cortège des plantes.

#### **7.1.5. L'occurrence**

Dans le cadre de ce travail, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie de plantes ou taxon retenu (p. ex. amidonnier, plantes anthropochores, plantes annuelles d'hiver). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacun des taxons ou des catégories de plantes, on peut avoir autant d'occurrences par échantillon que de taxons ou de catégories de plantes retenus. Alors l'effectif (N) n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons positifs.

Cette valeur s'est avérée très utile lors de l'analyse spatiale diachronique à l'échelle du site et de la région ainsi que lors de l'analyse de l'évolution diachronique du cortège des plantes, comme complément de la fréquence relative.

## ***7.2. Quelques considérations sur les tableaux de données carpologiques destinés aux analyses statistiques***

L'une des étapes les plus chronophages des analyses statistiques étant sans doute la création des tableaux de mesures, d'effectifs et de contingence, l'un des objectifs fixés au moment de la conception de BDRAB<sup>®</sup> était de pouvoir générer automatiquement ces tableaux afin de réduire considérablement le temps de travail ainsi que le risque d'erreur souvent entraîné par le traitement manuel des données.

Pour le calcul des valeurs employées (NMI et densité), nous avons décidé d'homogénéiser les données relatives aux vannes en calculant leur NMI (voir 7.1.1 et 7.1.2). Afin de réduire le nombre de variables peu représentées, les taxons avec une mention « cf. » ont été rajoutés au taxon principal.

Afin de construire une séquence diachronique précise, lors des analyses statistiques par période (Néolithique ancien, moyen et récent), seuls les contextes datés de manière fiable ont été pris en compte.

### 7.3. Les méthodes statistiques

#### 7.3.1. La statistique descriptive

Les statistiques descriptives sont l'outil de base du statisticien. La présentation d'un corpus ne saurait se passer des descripteurs de base d'une série de mesures ou d'effectifs que sont la moyenne, l'écart-type, la médiane ou le mode. Ces descripteurs sont très utiles pour comparer des distributions et peuvent être utilisés pour transformer des séries de mesures en valeurs comparables (Giligny, 2009, p. 168).

##### 7.3.1.1 Les histogrammes

L'histogramme est fréquemment employé pour évaluer la forme de la distribution d'une série de valeurs. Il s'agit d'un outil utilisé pour représenter les variables quantitatives discrètes (p. ex. le NMI des carporestes par contexte) ou continues (p. ex. les densités des carporestes par contexte) qui sont présentées par intervalles de valeurs ou classes sous la forme de rectangles jointifs (Giligny, 2009, p. 159). À chaque classe correspond la surface d'un rectangle qui a pour base l'amplitude de classe. Si les amplitudes sont égales, les hauteurs des rectangles sont proportionnelles aux effectifs ou aux fréquences. En revanche, si les amplitudes sont inégales, l'effectif de la classe ne sera plus représenté par la hauteur du rectangle, mais par sa surface.

La discrétisation d'une variable (calcul du nombre optimal de classes ou intervalles), passe par deux choix : le choix du nombre de classes et le choix des bornes de classes. Le premier peut être effectué suivant la règle de Yule qui s'exprime selon la formule :

$$K = 2,5\sqrt[4]{n}$$

Où  $n$  est la taille de l'échantillon.

Pour sa part, le choix des bornes de classes (borne inférieure et borne supérieure) peut être généré automatiquement par l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT® grâce à la fonction « discrétisation ». Par ailleurs, en cochant l'option, cette fonction permet d'obtenir directement l'histogramme, sans besoin de passer par la fonction « histogrammes ».

Dans le cadre de notre étude, l'histogramme s'est avéré très pertinent pour visualiser la distribution des densités de carporestes au sein des unités d'habitation (maisons rubanées et sol d'occupation en grotte), voire du NMI des carporestes lorsque la densité n'était disponible.

### 7.3.1.1.1. Les tableaux de mesures pour les histogrammes

#### Les densités des structures en creux (trous de poteau et fosses)

Grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT9\_ContexteDensite\_1 » (voir Vol II, 4.2.10), nous obtenons un tableau de mesures comportant la densité associée à chaque contexte archéologique (Tabl. 20). Les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux des maisons rubanées.

Tabl. 20 - Exemple du tableau de mesures pour la réalisation des cartes de densité. À l'intersection du contexte (en ligne) et du critère (NMI, litres et densité, en colonne), on reporte la valeur observée.

N° site	Nom site	Nom Niveau E	Niveau D	Nom Niveau D	Niveau C	Nom Niveau C	Total NMI	Litres	Densité
100	Marainville	M5	Tierce	1	TP Panne faîtière	1004	44	3	14,7
100	Marainville	M5	Tierce	10	TP Panne nord	1009	537	2,5	214,8
100	Marainville	M5	Flanc	nord	Fosse latérale	1089	16	2,5	6,4

#### Les concentrations du sol d'occupation en grotte (carroyage et US)

La procédure d'analyse appliquée au sol d'occupation est similaire à celle des maisons rubanées. Quelques différences sont toutefois à noter, car les contextes étudiés correspondent ici au carroyage et à la couche (US) et non pas aux structures en creux. Le tableau est obtenu grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT9\_ContexteDensite\_2 » (voir Vol II, 4.2.10).

Bien que pour le sol d'occupation de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » il n'ait pas été possible de réaliser l'analyse des densités à défaut du nombre de litres de sédiment prélevés et qu'à sa place une analyse des concentrations de carporesses ait été réalisée à partir du NMI (voir 7.1.2), il a été décidé de conserver la même structure du groupe de *requêtes* précédent, au cas où nous serions confrontés à l'avenir à une étude de densités d'un sol d'occupation. Nous obtenons ainsi un tableau de mesures comportant le NMI, les litres et la densité associés à chaque mètre carré, les colonnes inutiles pouvant être écartées au moment de l'analyse (Tabl. 21).

Tabl. 21 - Extrait du tableau de mesures pour la réalisation des cartes de concentration. À l'intersection du contexte (en ligne) et du critère (NMI), on reporte la valeur observée.

N° site	Nom site	Niveau C	Nom Niveau C	Niveau B	Nom Niveau B	Niveau A	Nom Niveau A	Total NMI	Litres	Densité
222	Waldbillig	Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	C9d	Couche	18	1017		
222	Waldbillig	Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	D9	Couche	18	396		
222	Waldbillig	Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	Z10	Couche	18	398		

### 7.3.1.2 Les boîtes à moustache (boxplots)

Si les caractéristiques des distributions représentées par les histogrammes permettent de mémoriser les ordres de grandeur, elles peuvent être complétées par les boîtes à moustaches qui fournissent une représentation compacte et dépouillée de la distribution. Elle est particulièrement utile pour indiquer si une distribution est asymétrique et s'il y a des valeurs potentiellement extrêmes dans l'ensemble de données. La boîte à moustaches est également idéale pour comparer des distributions, car elle fait apparaître immédiatement le centre, la dispersion et l'étendue. Elles sont construites comme suit :

- A. **Ligne basse** : représente le premier quartile (Q1) qui est la valeur au-dessous de laquelle se trouvent 25 % des données lorsqu'elles sont rangées en ordre croissant ;
- B. **Ligne centrale** : représente la médiane qui est considérée comme le deuxième quartile (Q2) ;
- C. **Ligne haute** : représente le troisième quartile (Q3) qui est la valeur au-dessous de laquelle se trouvent 75 % des données lorsqu'elles sont rangées en ordre croissant. La boîte couvre donc l'écart interquartile, là où se situent 50 % des données ;
- D. **Moustaches inférieure et supérieure** : elles s'étirent jusqu'à la valeur qui est la plus éloignée du centre, mais respectent une distance maximale de 1,5 fois l'écart interquartile en partant soit du premier quartile, soit du troisième quartile ;
- E. **Points atypiques (outliers)** : représentent les données situées au-delà des moustaches.

Dans le cadre de notre étude, les boîtes à moustaches se sont avérées intéressantes pour comparer les distributions des densités de carporesses entre les différentes maisons rubanées analysées.

#### 7.3.1.2.1. Les tableaux pour les boîtes à moustache (boxplots)

##### Comparaison des densités des trous de poteau en fonction de la maison

La construction de ce tableau (Tabl. 22) a été faite manuellement à partir des tableaux de densité obtenus pour chacun des bâtiments rubanés retenus. Il est prévu, à l'avenir, de mettre en place un groupe de requêtes sur BDRAB<sup>®</sup> qui nous permette d'obtenir ce tableau de manière automatique.

Tabl. 22 - Extrait du tableau de mesures pour la réalisation des boîtes à moustache. À l'intersection du bâtiment (en ligne) et du critère (densité), on reporte la valeur observée.

Bâtiment	Densité (carporestes / litre de sédiment)
Marainville M5	165,6
Marainville M5	214,8
Marainville M1	111,0
Marainville M1	129,7
Marainville M4	65,5
Marainville M4	237,2

### 7.3.1.3 Les graphiques en secteurs (camemberts)

Le graphique en secteurs convient aux variables qualitatives. Il est formé d'un cercle divisé en secteurs représentant différentes catégories. La surface de chacun des secteurs représente la même proportion du cercle que la catégorie par rapport à l'ensemble des données. Il est généralement utilisé pour représenter des pourcentages, car ils arrivent à un total de cent pour cent (Giligny, 2009, p. 160).

Dans le cadre de notre analyse à l'échelle de l'unité d'habitation, il s'est avéré très pertinent pour présenter la distribution des catégories de plantes et des taxons de céréales et de légumineuses dans chaque contexte (structures en creux ou carroyage et US), ce qui rend plus aisée l'analyse de la distribution des taxons au sein de la maison rubanée et du sol d'occupation en grotte. À l'échelle de la région, le graphique en secteurs a été employé pour faire une présentation des échantillons positifs et négatifs par site à l'aide du SIG.

#### 7.3.1.3.1. Les tableaux d'effectifs pour les graphiques en secteurs à l'échelle de l'unité d'habitation

Grâce aux groupes de *requêtes* nommés « RQT8 » (voir Vol II, 4.2.9), nous obtenons les tableaux d'effectifs nécessaires pour réaliser les graphiques en secteurs. Contrairement au logiciel Microsoft Excel®, la réalisation de ces diagrammes sur Adobe Illustrator® nécessite des tableaux comportant les variables en colonne et les individus en ligne.

#### Les catégories de plantes

Ce tableau est obtenu grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_1 » (voir Vol II, 4.2.9). Chaque colonne du tableau obtenu correspond à une catégorie de plantes parmi cinq retenues (légumineuses, plantes adventices et autre végétation synanthrope, plantes oléagineuses, plantes de cueillette et céréales). La catégorie « céréales » est divisée en deux : caryopses et vannes. Ces deux sous-catégories sont analysées séparément puisque l'unité de calcul standard du NMI et la nature

des restes ne sont pas les mêmes. Chaque ligne correspond à un contexte. Il est à noter que les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Tabl. 23).

Tabl. 23 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les catégories de plantes. À l'intersection du contexte (structures en creux, en ligne) et du critère (catégories de plantes, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant le critère.

Nom Niveau E	Niveau D	Nom Niveau D	Niveau C	Nom Niveau C	Céréales, caryopse	Céréales, vannes	Légumi-neuses	Adventices
M5	Tierce	1	TP Panne faitière	1004	20		24	
M5	Tierce	5	TP Panne sud	1046	361	17	3	3
M5	Flanc	nord	Fosse latérale	1089	5		11	

Une variante de ce tableau est obtenue grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_2 » (voir Vol II, 4.2.9). Elle est conçue pour obtenir en ligne les contextes correspondant au carroyage et à l'US (Tabl. 24).

Tabl. 24 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les catégories de plantes. À l'intersection du contexte (structures en creux, en ligne) et du critère (catégories de plantes, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant le critère.

Niveau C	Nom Niveau C	Niveau B	Nom Niveau B	Niveau A	Nom Niveau A	Céréales, caryopse	Céréales, vannes	Lé-gumi-neuses	Adven-tices
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	A10	Couche	18	1497	171		5
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	A12	Couche	18	13			
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	A9	Couche	18	1189	228		3

### Les taxons de céréales

Ce tableau est obtenu grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_1 ». Chaque colonne du tableau obtenu correspond à un taxon de céréales. Afin de réduire le nombre de variables peu représentées, les vannes, dont la présence est relativement anecdotique, ont été regroupées sans prendre en compte le taxon. Les autres catégories de plantes sont affichées afin de garder une vue globale de leur répartition. Chaque ligne correspond à un contexte. Il est à noter que les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Tabl. 25).

Tabl. 25 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de céréales. À l'intersection du contexte (structures en creux, en ligne) et du critère (taxons de céréales, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant le critère.

Nom Niveau E	Niveau D	Nom Niveau D	Niveau C	Nom Niveau C	Amidonnier	Engrain	Vannes	Légumineuses
M5	Tierce	1	TP Panne nord	1009	14	4	2	231
M5	Tierce	10	TP Panne sud	1046	205	22	17	3
M5	Flanc	nord	Fosse latérale	1089				11

Une variante de ce tableau est obtenue grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_2 » (voir Vol II, 4.2.9). Elle est conçue pour obtenir en ligne les contextes correspondant au carroyage et à l'US (Tabl. 26).

Tabl. 26 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de céréales. À l'intersection du contexte (carroyage et US, en ligne) et du critère (taxons de céréales, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant le critère.

Niveau C	Nom Niveau D	Niveau B	Nom Niveau B	Niveau A	Nom Niveau A	Amidonnier, caryopses	Engrain, caryopses	Vannes	Légumineuses
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	A10	Couche	18	400	344	171	
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	A12	Couche	18	3	1		
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	A9	Couche	18	273	362	228	

### Les taxons de légumineuses

Ce tableau est obtenu grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_1 » (voir Vol II, 4.2.9). Chaque colonne du tableau d'effectifs obtenu correspond à un taxon de légumineuses. Les autres catégories de plantes sont affichées afin de garder une vue globale de leur répartition. Chaque ligne correspond à un contexte. Il est à noter que les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Tabl. 27).

Tabl. 27 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de légumineuses. À l'intersection du contexte (structures en creux, en ligne) et du critère (taxons de légumineuses, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant le critère.

Nom Niveau E	Niveau D	Nom Niveau D	Niveau C	Nom Niveau C	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Pois	Lentille
M5	Tierce	1	TP Panne faitière	1009	304	2	200	
M5	Tierce	10	TP Panne nord	1030	37	4	172	143
M5	Flanc	nord	Fosse latérale	1089	5		8	

Une variante de ce tableau est obtenue grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_2 » (voir Vol II, 4.2.9). Elle est conçue pour obtenir en ligne les contextes correspondant au carroyage et à l'US (Tabl. 28).

Tabl. 28 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de légumineuses. À l'intersection du contexte (carroyage et US, en ligne) et du critère (taxons de légumineuses, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant le critère.

Niveau C	Nom Niveau C	Niveau B	Nom Niveau B	Niveau A	Nom Niveau A	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Pois	Lentille
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	A10	Couche	18	1497	171		
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	B10c	Couche	18	982	14		1
Sol d'occupation	Horizon Rössen	Carré	D9a	Couche	18	106	5	1	8

### 7.3.1.3.1. Les tableaux d'effectifs pour les graphiques en secteurs à l'échelle de la région

Ce tableau est obtenu grâce au groupe de *requêtes* nommé « RQTQGIS2 » (voir Vol II, 4.2.18). Les colonnes du tableau d'effectifs obtenu correspondent au nombre d'échantillons positifs ainsi qu'au nombre d'échantillons négatifs. La colonne qui correspond au nombre total d'échantillons est affichée afin d'adapter la taille des diagrammes en fonction de cette donnée (Tabl. 29).

Tabl. 29 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des cartes de présentation des échantillons. À l'intersection du site (en ligne) et du critère (total échantillons, échantillons positifs et négatifs, en colonne), on reporte le nombre d'échantillons.

N° site	Nom site	X	Y	Total échantillons	Echantillons positifs	Echantillons négatifs
5	Cattenom « Unterhausen »	935828.111	6928390.564	48	38	10
6	Ennery « Le Breuil »	933635.198	6906712.49	20	13	7
66	Bertrange « Kosenacker »	932260.304	6918848.617	53	33	20

### 7.3.1.4 Les graphiques à barres

Le graphique à barres présente fréquemment des variables qualitatives ou quantitatives discrètes. Ils sont composés d'un axe et d'une série de barres horizontales ou verticales. Les chiffres sur l'axe horizontal (x) d'un graphique à barres horizontales ou sur l'axe vertical (y) d'un graphique à barres verticales constituent l'échelle. Les barres rectangulaires ont des hauteurs ou des longueurs proportionnelles aux valeurs qu'elles représentent.

Le graphique à barres regroupées est un moyen efficace de comparer des ensembles de données sur les mêmes variables. Il donne au moins deux informations pour chacune des variables au lieu d'une seule. Dans le cadre de notre étude, ce type de graphique s'est avéré très pertinent pour présenter la fréquence relative (ubiquité) de chaque taxon ou catégorie de plantes cultivées par période chronologique ou site.

Le graphique à barres empilées, quant à lui, est plutôt utilisé pour comparer des contextes selon les variables exprimées en pourcentages. Dans le cadre de notre étude, ce type de graphique s'est avéré très pertinent pour exprimer l'occurrence de chaque taxon ou catégorie de plantes par échantillon.

#### **7.3.1.4.1. Les tableaux d'effectifs pour les graphiques à barres à l'échelle de la région**

Ces tableaux sont obtenus grâce aux groupes de *requêtes* nommés « RQTQGIS3\_CerealesFrequence\_1 » et « RQTQGIS3\_LégumineusesFrequence\_2 » (voir Vol II, 4.2.19). Chaque colonne du tableau d'effectifs obtenu correspond à un taxon de céréales/légumineuses. Une autre colonne présente le nombre total d'échantillons. Chaque ligne correspond à un site (Tabl. 30).

Tabl. 30 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des cartes de fréquence des taxons (céréales et légumineuses). À l'intersection du site (en ligne) et du critère (taxons de céréales/légumineuses, en colonne), on reporte le nombre d'échantillons dans lequel se trouve le taxon (fréquence).

N° site	Nom site	X	Y	Total échantillons	Amidonnier	Engrain
5	Cattenom « Unterhausen »	935828.111	6928390.564	38	25	9
6	Ennery « Le Breuil »	933635.198	6906712.49	13	2	2
66	Bertrange « Kosenacker »	932260.304	6918848.617	33	15	7

#### **7.3.1.4.1. Les tableaux d'effectifs pour les graphiques à barres regroupées à l'échelle de l'unité d'habitation**

Le but était d'obtenir, par bâtiment, un tableau d'effectifs comportant en ligne les individus (taxons) et en colonne les variables abondance relative (rapport du NMI de chaque taxon au NMI total, exprimé en pourcentage) et fréquence relative (rapport du nombre de contextes où chaque taxon est présent au nombre total de contextes positifs, exprimé en pourcentage, Tabl. 31).

Tabl. 31 - Exemple du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques à barres regroupées comportant les taxons (en ligne) ainsi que les variables abondance relative et fréquence relative exprimées en pourcentage (en colonne).

Taxon	Abondance relative	Fréquence relative
Blé nu	1%	7%
Orge polystique nue	5%	41%
Engrain	8%	52%
Lentille	14%	34%
Pois	24%	59%
Amidonnier	48%	59%

Toutefois, obtenir un tel tableau directement sur Microsoft Access® s'est avéré très difficile. Nous avons donc créé un groupe de douze *requêtes* nommé « RQT10\_RapportFrequenceNMI » (voir Vol II, 4.2.11), divisé en deux sous-groupes alternant des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Pour l'instant, nous avons choisi d'exporter séparément les résultats de ces deux sous-groupes de *requêtes*, les deux tableaux qui en résultent devant être traités après l'export.

Le premier sous-groupe nous permet d'obtenir un tableau d'effectifs où chaque ligne correspond à un ensemble de contextes (bâtiment), alors que chaque colonne correspond à un taxon. La valeur reportée à l'intersection est la fréquence exprimée en pourcentage (Tabl. 32).

Tabl. 32 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_1f ». À l'intersection du bâtiment (en ligne) et du critère (taxons, en colonne), on reporte la fréquence exprimée en pourcentage.

N° site	Nom site	Nom Niveau E	Amidonnier	Engrain	Lentille	Pois
100	Marainville	M1	68%	63%	63%	74%
100	Marainville	M2	78%	63%	30%	44%
100	Marainville	M5	59%	52%	34%	59%

Le deuxième sous-groupe de *requêtes* nous permet d'obtenir un tableau où chaque ligne correspond à un ensemble de contextes (bâtiment), alors que chaque colonne correspond à un taxon. La valeur reportée à l'intersection est le NMI (Tabl. 33).

Tabl. 33 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2e ». À l'intersection du bâtiment (en ligne) et de la variable (taxons, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant les deux critères.

N° site	Nom site	Nom Niveau E	Amidonnier	Engrain	Lentille	Pois
100	Marainville	M1	341	91	225	827
100	Marainville	M2	1771	403	692	2049
100	Marainville	M5	1207	194	356	597

Une procédure a été mise en place afin d'automatiser l'export des deux tableaux dans un même classeur Microsoft Excel®, chacun dans une feuille de calcul différente. Une fois

exportées, les données doivent être rassemblées manuellement dans une troisième feuille et l'abondance relative doit être calculée en fonction des taxons retenus dans les Tabl. 32 et Tabl. 33 (Tabl. 34)

Tabl. 34 - Extrait du tableau d'effectifs issu des requêtes « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_1f » et « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2e ».

N° site	Nom site	Nom Niveau E	Variable	Amidonnier	Engrain	Lentille	Pois
100	Marainville	M5	NMI	1207	194	356	597
100	Marainville	M5	Fréquence relative	59%	52%	34%	59%

#### 7.3.1.4.2. Les tableaux d'effectifs pour les graphiques à barres regroupées

Ces tableaux sont obtenus grâce à de différents groupes de requêtes : « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_5e » et « \_6e » (voir Vol II, 4.2.2), « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_5e » et « \_6e » (voir Vol II, 4.2.4), « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_5e » et « \_6e » (voir Vol II, 4.2.6), « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_5e » et « \_6e » (voir Vol II, 4.2.7), « RQT14\_AC\_CerealesFrequence\_1f » et « \_2f » (voir Vol II, 4.2.15), « RQT15\_AC\_LegumineusesFrequence\_1f » et « \_2f » (voir Vol II, 4.2.16). Chaque colonne du tableau d'effectifs obtenu correspond à un taxon ou une catégorie de plantes. Chaque ligne correspond à une période chronologique (Tabl. 35).

Tabl. 35 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_5e ». À l'intersection de la période (en ligne) et de la variable (catégorie, en colonne), on reporte le pourcentage du nombre d'échantillons (fréquence) possédant les deux critères.

Période	Annuelle d'été	Annuelle d'hiver	Pérenne	Annuelle indifférente
Néolithique ancien	68 %	58 %	21 %	11 %
Néolithique moyen	46 %	56 %	22 %	7 %
Néolithique récent	71 %	14 %	14 %	

#### 7.3.1.4.3. Les tableaux d'effectifs pour les graphiques à barres empilées

Ces tableaux sont obtenus grâce à de différents groupes de requêtes : « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_5f » et « \_6f » (voir Vol II, 4.2.2), « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_5f » et « \_6f » (voir Vol II, 4.2.4), « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_5f » et « \_6f » (voir Vol II, 4.2.6), « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_5f » et « \_6f » (voir Vol II, 4.2.7), « RQT14\_AC\_CerealesFrequence\_1g » et « \_2g » (voir Vol II, 4.2.15),

« RQT15\_AC\_LegumineusesFrequence\_1g » et « \_2g » (voir Vol II, 4.2.16), « RQT10\_AC\_RapportFrequenceNMI\_1g » (voir Vol II, 4.2.11). Chaque colonne du tableau d'effectifs obtenu correspond à un taxon ou une catégorie de plantes. Chaque ligne correspond à une période chronologique ou un bâtiment (Tabl. 36).

Tabl. 36 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_5f ». À l'intersection de la période (en ligne) et de la variable (catégorie, en colonne), on reporte le nombre d'échantillons (occurrence) possédant les deux critères.

Période	Annuelle d'été	Annuelle d'hiver	Pérenne	Annuelle indifférente
Néolithique ancien	113	97	35	19
Néolithique moyen	19	23	9	3
Néolithique récent	5	1	1	

### 7.3.2. Les tests paramétriques

Les tests paramétriques se basent sur des distributions statistiques supposées dans les données, il est par conséquent nécessaire que certaines conditions de validité soient vérifiées pour que le résultat du test soit fiable. Ces tests servent à valider une hypothèse préalable et donnent un résultat en termes de probabilité, soit un pourcentage de chances pour que l'hypothèse soit vraie (Giligny, 2009, p. 168).

#### 7.3.2.1 Le test du Khi-deux ( $\chi^2$ )

Ce test a pour but de rechercher l'existence d'un lien entre des variables qualitatives à partir d'un tableau de contingence. Il consiste à calculer un estimateur du degré de dépendance ou d'indépendance entre les lignes et les colonnes du tableau et donne la probabilité associée à l'hypothèse selon laquelle il n'y aurait aucun lien entre les variables (hypothèse nulle  $H_0$ ). Ce calcul est obtenu à partir de l'écart entre un tableau dit d'indépendance (celui dans lequel il n'y aurait aucune dépendance entre les variables) et le tableau de données réelles (Giligny, 2009, p. 168-169). En termes de *p-valeur*, l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) est généralement rejetée lorsqu'elle est inférieure ou égale au niveau de signification *alpha* ( $\alpha = 0,05$ ), en d'autres termes, lorsque  $p\text{-valeur} \leq 0,05$ . Rejeter l'hypothèse nulle permet ainsi de mettre en évidence une liaison (dépendance) entre les deux variables.

Dans la mesure où le test de Khi-deux constitue la base de l'analyse factorielle des correspondances (AFC), il a été réalisé automatiquement par l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT® en même temps que l'AFC. Nous présentons les résultats afin de

démontrer qu'il y a une dépendance entre nos variables et que nos données ne sont pas dues au hasard.

### 7.3.2.2 *Corrélation linéaire de Pearson*

Le coefficient de corrélation linéaire de Pearson (ou coefficient  $r$ ) examine la relation entre deux variables quantitatives et détermine l'influence de l'une sur l'autre. Il est possible de prédire cette relation par une ligne « ajustée » au mieux au nuage de points, cette ligne est appelée droite de régression. L'idée est de minimiser sur l'ensemble des individus les écarts à la droite de régression. Il est possible de calculer une droite de régression pour tout nuage de points, qu'il ait une allure fortement indicative d'une corrélation ou qu'il ait un aspect complètement dispersé. Cependant, la prédiction offerte par la droite de régression, même calculée de manière à minimiser les écarts globaux, ne sera pas de même qualité (Binois-Roman, 2020).

Pour pouvoir comparer différentes droites, on calcule le coefficient de détermination de la droite ( $r^2$ ) exprimé dans une échelle graduée de 0 à 1, où 0 traduit une très mauvaise droite de régression et 1 une droite parfaite. Le coefficient  $r^2$  est très utile, car il exprime la part de la variation de la série exprimée par la droite de régression. À partir de  $r^2$ , on calcule  $r$ , sa racine carrée, qui n'est autre que le coefficient de corrélation de Pearson. On lui attribue un signe : « + » dans le cas d'une pente positive, « - » dans le cas d'une pente négative. Le coefficient de corrélation de Pearson varie ainsi entre -1 et +1. Un coefficient égal à -1 signe une corrélation négative parfaite (lorsqu'une des variables augmente, l'autre diminue), un coefficient égal à +1 indique une corrélation positive parfaite (les deux variables varient ensemble dans le même sens), tandis qu'un coefficient égal à 0 signe une absence de corrélation (Binois-Roman, 2020).

Tel que l'on vient de voir, la valeur de  $r$  obtenue est une estimation de la corrélation entre deux variables. Désormais, on veut savoir si le coefficient de corrélation est statistiquement significatif, autrement dit, si les deux variables sont réellement corrélées ou pas. Pour déterminer si le coefficient de corrélation est statistiquement significatif, on compare la *p-valeur* au seuil de signification. En général, le seuil de signification (alpha ou  $\alpha$ ) de 0,05 fonctionne bien, il indique un risque de 5 % de conclure à tort qu'une corrélation existe. Lorsque *p-valeur*  $\leq 0,05$ , on peut rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les variables ne sont pas corrélées) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (les variables sont corrélées), on peut alors conclure que la corrélation est significative. En revanche, si *p-valeur*  $> 0,05$ , on ne peut pas rejeter  $H_0$ , on conclura alors que la corrélation n'est pas significative.

Dans le cadre de notre étude, ce test s'est avéré très utile pour vérifier s'il existait une corrélation entre le nombre d'échantillons positifs et le nombre de taxons, l'abondance relative et la fréquence relative (voir Chapitre 12 -). Il a été réalisé automatiquement par l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT®.

### 7.3.3. Les tests non paramétriques

À la différence des tests paramétriques, les tests non paramétriques ne se basent pas sur des distributions statistiques supposées dans les données. Ils peuvent donc être utilisés dans un plus grand nombre de situations, même si les conditions de validité des tests paramétriques ne sont pas vérifiées.

#### 7.3.3.1 Corrélation de rang de Spearman

La corrélation de Spearman sert à tester l'association entre deux variables quantitatives. C'est l'équivalent non paramétrique de la corrélation de Pearson. En effet, la corrélation de Pearson présuppose que la nature de la relation entre deux variables est linéaire, ce qui n'est pas toujours le cas. Lorsque les variables ne suivent pas une loi normale, on utilise la corrélation de Spearman. Cette corrélation n'utilise pas les valeurs des données mais leur rang (Binois-Roman, 2020).

Avant de calculer la corrélation de Spearman, il faut donc transformer les données en rangs. Pour ce faire on trie les données par ordre décroissant et on remplace les valeurs par leurs rangs (la valeur maximale prendra toujours le rang de 1). Lorsque des valeurs sont identiques, on utilisera la moyenne de leurs rangs (p. ex. si la 3ème et 4ème valeurs sont égales, elles auront toutes deux pour rang 3,5). Une fois les données transformées en rangs, on peut calculer le coefficient de corrélation de Spearman  $r_s$  (ou rho  $\rho$ ) selon la même formule que celle utilisée pour calculer le coefficient de corrélation de Pearson  $r$ , mais en prenant les valeurs de rang pour variables. Comme le coefficient de corrélation de Pearson, le coefficient de corrélation de Spearman varie entre -1 et +1. Un coefficient égal à -1 signe une corrélation négative parfaite (lorsqu'une des variables augmente, l'autre diminue), un coefficient égal à +1 indique une corrélation positive parfaite (les deux variables varient ensemble dans le même sens), tandis qu'un coefficient égal à 0 signe une absence de corrélation (Binois-Roman, 2020). Pour déterminer si le coefficient de corrélation de Spearman est statistiquement significatif, on applique la même procédure que pour le coefficient de corrélation de Pearson (voir 7.3.2.2).

Ce coefficient a comme avantage qu'il est moins influencé par les valeurs atypiques que le coefficient de Pearson, il est alors applicable dans plus de cas (p. ex. effectifs faibles, diagrammes bizarres). En revanche, il présente l'inconvénient de procurer moins d'information sur la relation entre deux variables (Binois-Roman, 2020).

Dans le cadre de notre étude, ce test s'est avéré très utile pour vérifier s'il existait une corrélation, quelle qu'elle soit, entre l'abondance et la fréquence relative des taxons de plantes cultivées (voir Chapitre 9 - et Chapitre 10 -). Il a été réalisé automatiquement par l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT®.

### ***7.3.4. La statistique descriptive multidimensionnelle ou analyse exploratoire des données (AED)***

La statistique descriptive multidimensionnelle ou analyse exploratoire des données (AED) regroupe toutes les méthodes statistiques analysant la structure de données décrite par de nombreuses variables. Ces méthodes consistent à réduire les dimensions des données initiales à un petit nombre et à fournir des paramètres d'explication de ces dimensions (Giligny, 2009, p. 169).

Deux outils statistiques multidimensionnels ont été sollicités, parmi ceux utilisés en archéologie : l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

#### ***7.3.4.1 L'analyse factorielle des correspondances (AFC)***

Les méthodes factorielles consistent à décomposer le tableau original en une somme de tableaux ou matrices afin de résumer le mieux possible les données considérées. Parmi cette famille de méthodes factorielles, nous trouvons notamment l'analyse en composantes principales (ACP) qui permet de traiter des variables quantitatives continues (mesures), l'analyse factorielle des correspondances (AFC) qui permet de traiter des variables quantitatives discrètes (effectifs) ainsi que l'analyse des correspondances multiples (ACM) à laquelle on a recours si l'on dispose de deux variables qualitatives à modalités multiples (Baccini, 2010).

L'AFC est une méthode mise au point en France à partir des années 1960 par J.-P. Benzécri, puis appliquée en archéologie notamment par F. Djindjian (1985, 1991). L'objectif de l'AFC est d'analyser la liaison existante entre deux variables quantitatives, il faut alors s'assurer que cette liaison existe bien (Baccini, 2010, p. 15). Pour cela, nous disposons d'un test statistique : le test du khi-deux (voir 7.3.2.1). Afin d'étudier cette liaison,

on va examiner l'écart entre les données et une situation d'indépendance, autrement dit, on va comparer les profils plutôt que les valeurs. Ainsi, l'AFC appréhende la notion d'écart à l'indépendance. Il s'agit, en fait, d'une ACP particulière réalisée, d'une part, sur les profils-lignes et, d'autre part, sur les profils-colonnes du tableau.

Le point de départ de l'AFC est la construction d'un tableau de contingence qui croise les deux variables quantitatives considérées (lignes et colonnes). Ensuite, il consiste à décomposer le tableau d'origine en un ensemble ordonné de sous-tableaux construits à partir de leurs marges. La somme de ces tableaux donne le tableau d'origine et leurs marges vont permettre une visualisation graphique sous la forme de vecteurs positifs ou négatifs. En partant du tableau d'effectifs observés, on cherche une bonne approximation de tableau construit à partir de ses marges : le tableau d'effectifs théoriques (indépendance). Cet effectif correspond au cas fictif où il y aurait indépendance entre les lignes et les colonnes, il est calculé par produit des marges divisé par le total. Toutefois, cette première approximation est grossière puisqu'elle laisse de côté les écarts à l'indépendance qui constituent un premier reste (Cibois, 2007) :

$$\text{écarts à l'indépendance} = \text{effectifs observés} - \text{effectifs théoriques}$$

Jusque-là, le tableau d'effectifs observés est décomposé en une somme de deux tableaux :

$$\text{effectifs observés} = \text{effectifs théoriques} + \text{écarts à l'indépendance}$$

Cette décomposition sera suivie d'une approximation du tableau des écarts à l'indépendance grâce à des coefficients marginaux. Il en résultera également un tableau de reste :

$$\text{écarts à l'indépendance} = \text{approximation des écarts} + \text{reste}$$

Jusque-là, le tableau d'effectifs observés est décomposé en une somme de trois tableaux :

$$\text{effectifs observés} = \text{effectifs théoriques} + \text{approximation des écarts} + \text{reste}$$

Tout tableau est décomposable en un nombre de sous-tableaux qui dépend du nombre de lignes ou de colonnes. C'est le plus petit de ces deux nombres qui indique le nombre de tableaux nécessaires pour décomposer le tableau d'origine. La décomposition en tableaux séparés met en relief pour chacun un aspect des données appelé facteur qui est figuré sous la forme d'un axe factoriel sur lequel on peut reporter les valeurs des vecteurs (Cibois, 2007).

Enfin, à la décomposition des écarts à l'indépendance se juxtapose une décomposition des contributions au khi-deux de chaque case. Cette contribution, donnée traditionnellement par la formule :

$$\frac{(\text{écarts à l'indépendance})^2}{\text{effectifs théoriques}}$$

Le principe de la décomposition est de calculer la contribution au khi-deux de chaque case aussi bien dans le tableau d'approximation que dans le tableau de reste. On se sert des totaux de khi-deux de chaque facteur pour évaluer la contribution de chaque ligne ou colonne au facteur. Lorsque l'on a beaucoup de critères, on voit immédiatement ceux qui ont le plus contribué à la fabrication d'un facteur, ce qui permettra de l'interpréter avec sécurité. Le khi-deux de chaque tableau qui lui est propre est appelé aussi valeur propre du facteur. Cette valeur propre du facteur est exprimée par un dérivé du khi-deux appelé phi-deux (Cibois, 2007) :

$$Phi - deux = \frac{Khi - deux}{\text{effectif total}}$$

En raisonnant de façon géométrique, l'AFC aboutit à une représentation graphique de type nuage de points où chaque point représente un intitulé de ligne ou de colonne, les couples de coefficients marginaux de chaque facteur (approximation et reste) étant représentés comme un axe. On aura, par exemple, le facteur « approximation » en abscisse et le facteur « reste » en ordonnée (Cibois, 2007). Ces axes, appelés axes factoriels, sont hiérarchisés en fonction de leur importance dans l'inertie du nuage de points (Giligny, 2009, p. 169-170).

En d'autres termes, l'AFC permet de construire un nuage de lignes et un nuage de colonnes dont l'inertie totale mesure l'intensité de l'écart à l'indépendance. Elle décompose cette inertie totale en une suite d'axes d'importance décroissante représentant chacun un

aspect synthétique de la liaison entre les deux variables. Dans la représentation des lignes et des colonnes qu'elle fournit, la position d'un point reflète sa participation à l'écart à l'indépendance. Il faut noter que le nombre d'axes est égal au nombre minimum entre le nombre de colonnes - 1 et le nombre de lignes - 1 du tableau de contingence (Pressac et Mell, 2017).

L'analyse consiste à déterminer les axes qui absorbent le plus d'inertie possible. Ainsi, le premier axe oppose les points ayant les plus grandes distances ou différences. La valeur propre d'inertie associée à chaque axe mesure la quantité d'information présente le long dudit axe. On analyse ainsi les différents axes, en reconstituant progressivement la totalité des données.

Les règles de lecture pour ce plan factoriel permettent de retrouver l'information des écarts à l'indépendance, on doit alors regarder l'angle au centre entre le point-ligne et le point-colonne. Trois cas de figure sont possibles :

- A. Si l'angle est inférieur à  $90^\circ$ , il y a attraction entre les variables et l'écart à l'indépendance est fort ;
- B. Si l'angle est proche de  $180^\circ$ , il y a opposition ou répulsion entre les variables et l'écart à l'indépendance prend des valeurs négatives fortes ;
- C. Si l'angle est proche de  $90^\circ$ , il y a quadrature et donc indépendance entre les variables et l'écart à l'indépendance est faible, la valeur de l'écart est négative lorsque l'angle est supérieur à  $90^\circ$  (Cibois, 2007).

Ces trois cas de figure (attraction, indépendance, opposition) représentent toutes les éventualités possibles, toutes les situations observées sont donc intermédiaires entre ces cas types. Lorsque l'on a à traiter un grand nombre de données, on s'intéresse surtout aux attractions. Plus un point est proche du centre, et moins ses attractions ou oppositions sont fortes. Quand un point est strictement au centre, cela veut dire qu'il est en situation d'indépendance avec tous les autres critères (Cibois, 2007).

Dans le cadre de notre étude, l'AFC s'est avérée pertinente pour analyser le lien entre les différentes catégories de plantes et les contextes archéologiques au sein d'un bâtiment. Il a été réalisé grâce à l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT®.

L'AFC peut être complétée par des outils de classification ascendante hiérarchique (CAH) qui permettent d'apporter des visions complémentaires, en particulier en construisant des arbres de classification des lignes ou des colonnes (voir 7.3.4.2). Ces arbres sont construits soit sur des données brutes, soit à partir des valeurs des vecteurs de l'analyse factorielle sur un nombre d'axes choisis (ceux avec une valeur propre forte). L'algorithme de

classification construit ensuite une matrice à partir de laquelle les éléments les plus proches sont regroupés en classes, en fonction d'un critère d'agrégation basé sur la variance interclasse. La méthode de Ward est la plus courante, elle consiste à réunir les deux clusters dont le regroupement fera le moins baisser l'inertie interclasse.

#### 7.3.4.1.1. Les tableaux de contingence pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC)

Grâce à la requête nommée « RQT11\_ContexteAFCCategories\_1a » (voir Vol II, 4.2.12), nous obtenons les tableaux de contingence nécessaires pour réaliser l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Un tableau de contingence n'est autre qu'un tableau à double entrée. Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un contexte et chaque colonne à une catégorie de plantes (Tabl. 37).

Tabl. 37 - Extrait du tableau de contingence nécessaire pour la réalisation de l'analyse factorielle des correspondances. À l'intersection du contexte (en ligne) et de la variable (catégories de plantes, en colonne), on reporte le nombre absolu d'individus (NMI) possédant les deux critères.

Nom Niveau E	Contexte	Code	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Légumineuses	Adventices
M5	Tierce 1, TP Panne faitière 1004	1004T1	20	0	24	0
M5	Tierce 2, TP Panne nord 1009	1009T2	304	2	231	0
M5	Flanc nord, Fosse latérale 1089	1089Fnord	5	0	11	0

#### 7.3.4.2 La classification ascendante hiérarchique (CAH)

La CAH s'utilise pour rassembler les observations d'une variable quantitative ou qualitative selon un critère de ressemblance défini au préalable qui s'exprimera sous la forme d'une matrice de distances, affichant la distance existante entre chaque individu pris deux à deux. Deux observations identiques auront une distance nulle. Plus les deux observations seront dissemblables, plus la distance sera importante. La conception d'un algorithme de CAH résulte de deux choix :

- A. Le choix d'une mesure de proximité permettant de transformer le tableau initial « éléments-critères » en un tableau de proximité « éléments-éléments » sur lesquels on désire effectuer la classification (distance euclidienne usuelle pour un tableau de mensurations, distance du Khi-deux pour un tableau de fréquence, indice de Jaccard ou un autre indice sur des données qualitatives pour un tableau d'incidence).

B. Le choix d'un critère d'agglomération des classes, permettant la construction des classes emboîtées depuis le niveau le plus bas de l'arbre (où les classes ne sont constituées que d'un individu unique) jusqu'à son sommet (classe contenant tous les individus). La méthode de Ward est la plus courante.

La CAH va ensuite rassembler les individus de manière itérative afin de produire un dendrogramme ou arbre de classification. Les groupes qu'elle génère sont des segments ou des classes. Les observations les plus « ressemblantes » seront ainsi réunies dans des groupes plus ou moins homogènes. Pour obtenir une partition de la population, il suffit de découper le dendrogramme obtenu à une certaine hauteur, l'analyse de la forme du dendrogramme pouvant donner une indication sur le nombre de classes à retenir (Larmarange, 2019).

La classification est ascendante, car elle part des observations individuelles. On cherche d'abord les deux qui se ressemblent le plus en fonction du critère d'agrégation défini. Elle est hiérarchique dans le sens où elle produit des classes ou groupes de plus en plus vastes, incluant des sous-groupes en leur sein, chaque individu se situe donc dans une hiérarchie de classes (Cibois, 2021).

Dans le cadre de notre étude, la CAH s'est avérée pertinente pour analyser la ressemblance entre les différents contextes archéologiques au sein d'un bâtiment, en fonction de leur assemblage carpologique. Elle a été réalisée grâce à l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT®.

### 7.3.5. Les indices écologiques

Un indice représente une mesure agrégée, ou un calcul dérivé de plusieurs « paramètres » différents, souvent déterminés au sein de différents composants de la biodiversité. En écologie, les indices sont souvent employés pour informer sur la diversité biologique pour une zone donnée. Le degré de diversité peut être évalué à différents niveaux, c'est-à-dire au niveau de l'habitat, de l'espèce ou des gènes (Pedel et Fabri, 2012, p. 6).

#### L'indice d'importance relative des taxons (IR)

En écologie, l'indice de valeur d'importance ou *Importance Value Index* (IVI) effectue une pondération des valeurs de la diversité par des termes relatifs à la densité relative, à la dominance relative et à la fréquence relative des relevés dans lesquels l'espèce est présente (Curtis et McIntosh, 1950). Cet indice est exprimé par la somme de trois valeurs :

$$IVI = \text{Densité relative} + \text{Dominance relative} + \text{Fréquence relative}$$

$$IVI = DR + DoR + FR$$

La densité relative (DR) est définie comme le nombre d'individus de l'espèce par rapport au nombre total d'individus, elle est exprimée par la formule :

$$DR = \left( \frac{\text{nombre d'individus de l'espèce}}{\text{nombre total d'individus}} \right) \times 100$$

La dominance relative (DoR) est définie comme l'aire basale de l'espèce par rapport à l'aire basale de toutes les espèces, elle est exprimée par la formule :

$$DoR = \left( \frac{\text{l'aire basale de l'espèce}}{\text{l'aire basale totale}} \right) \times 100$$

La fréquence relative (FR) est définie comme le nombre d'unités de surface dans lesquelles apparaît l'espèce par rapport au nombre total d'unités considérées, elle est exprimée par la formule :

$$FR = \left( \frac{\text{nombre d'unités dans lesquelles apparaît l'espèce}}{\text{nombre total d'unités}} \right) \times 100$$

Dans le cadre de ce travail, nous avons emprunté à l'écologie cette notion de valeur d'importance des espèces. Nous avons adapté cet indice aux données carpologiques en retenant uniquement la fréquence relative ainsi que la densité relative, que nous appellerons désormais abondance relative afin d'éviter tout risque de confusion avec la densité des contextes (carporestes par litre de sédiment). Nous parlerons alors de l'indice d'importance relative des taxons (IR) exprimée par la formule :

$$IR = \text{Proportion relative} + \text{Fréquence relative}$$

Cet indice d'importance relative des taxons (IR) permet de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons grâce à la prise en compte aussi bien de l'abondance relative que de la fréquence relative. Il suggère une nouvelle organisation de

l'ordre hiérarchique des taxons, parfois différente à celle proposée par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative.



## **Chapitre 8 - La présentation des données. L'interaction de BDRAB<sup>®</sup> avec d'autres logiciels**

La phase de présentation des données aborde la réalisation des représentations graphiques selon les méthodes statistiques choisies et expliquées dans le chapitre précédent. Après avoir obtenu les tableaux de mesures, d'effectifs et de contingence souhaités grâce à l'exploitation des données réalisée à l'aide de BDRAB<sup>®</sup>, il s'avérait nécessaire de solliciter d'autres logiciels pour mener à bien cette étape.

Outre la création d'un outil permettant d'obtenir par un simple clic les tableaux nécessaires aux analyses statistiques, BDRAB<sup>®</sup> cherchait à rendre possible l'export des données brutes (tableaux de décompte) sous la forme de tableaux en format Microsoft Excel<sup>®</sup> avec une mise en page la plus proche possible de leur publication ainsi que mettre en place des *états* permettant l'obtention de rapports synthétiques comportant les informations sur l'opération archéologique et sur l'analyse carpologique de chaque site.

Ce chapitre expose la manière dont nous avons procédé lors de la présentation des données, en sollicitant notamment trois logiciels : Adobe Illustrator<sup>®</sup>, Qgis<sup>®</sup> et Microsoft Excel<sup>®</sup> avec l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT<sup>®</sup>. Il présente également de manière succincte les paramètres pris en compte lors de la conception des tableaux de décompte et des rapports synthétiques, leur structure étant détaillée dans le volume II.



## **8.1. À l'échelle du bâtiment et du site : les plans des maisons rubanées et le sol d'occupation de la grotte-diaclaise de Waldbillig « Karelslé »**

### **8.1.1. La préparation des plans**

La réalisation de la plupart des plans des maisons sur le logiciel Adobe Illustrator® avait été effectuée quelques années auparavant dans le cadre de la publication sur le Néolithique ancien en Lorraine (Blouet *et al.*, 2013b), et quelques-uns ont été réalisés dans le cadre de ce travail de recherche. Le plan du sol d'occupation de la grotte-diaclaise de Waldbillig a été réalisé par Laurent Brou (INRA, anciennement CNRA), également sur le logiciel Adobe Illustrator®. Ces plans ont été repris afin d'ajouter les données carpologiques.

### **8.1.2. L'import des données sur Adobe Illustrator® et XLSTAT®**

Les tableaux de mesures, d'effectifs et de contingence générés automatiquement par BDRAB® (voir 7.3) ont été exportés vers Microsoft Excel®. Ensuite, les données ont été copiées et collées sur le logiciel Adobe Illustrator® pour créer les graphiques en secteurs et les placer directement sur les plans de fouille. En ce qui concerne les bâtiments rubanés, bien que la valeur retenue pour la réalisation des graphiques en secteurs soit le NMI, la taille des diagrammes est présentée en fonction de la densité de chaque contexte archéologique et non pas du NMI, afin de rendre plus pertinente la comparaison entre les différents contextes. En revanche, n'ayant pas été possible de calculer les densités des prélèvements issus du sol d'occupation de la grotte-diaclaise de Waldbillig « Karelslé », les graphiques en secteurs présentés correspondent au NMI.

Il faut noter que les rangées des trous de poteau des maisons rubanées (tierces et quarts) ont été numérotées suivant la méthode employée par les archéologues lorrains, qui consiste en une numérotation en partant de la partie arrière de la maison vers la partie avant. Ce choix est conforté par le fait que la partie arrière des maisons est le plus souvent mieux conservée que la partie avant, avec la présence parfois, d'une tranchée de fondation. La partie arrière fournit donc un bon point de repère.

Pour la réalisation des histogrammes, des boîtes à moustache et des autres graphiques (p. ex. graphiques à barres), les tableaux exportés de BDRAB® vers Microsoft Excel® ont été directement repris par l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT®.

## 8.2. À l'échelle de la région : le système d'information géographique (SIG)

À la suite du travail de structuration et d'analyse des données réalisé à l'aide de la base de données BDRAB<sup>®</sup>, la mise en place d'un SIG s'avérait nécessaire afin de pouvoir élaborer une représentation cartographique des données recueillies. Dans le cadre de ce travail, l'utilisation d'un SIG présentait l'avantage de pouvoir traiter un corpus conséquent, en facilitant la répétition systématique d'une procédure selon différentes variables.

Pour mettre en place le SIG, le choix s'est porté sur le logiciel Qgis<sup>®</sup> dans sa version 3.22.13 Białowieża LTR, version la plus stable parmi les plus récentes. Il présente l'avantage d'être un logiciel *open source*, gratuit, facile d'utilisation et est largement employé dans le domaine de l'archéologie.

### 8.2.1. Les coordonnées géographiques

La première phase de travail a consisté à récupérer les coordonnées géographiques (longitude, latitude, altitude) de tous les sites du corpus. Le système de projection choisi pour l'affectation des coordonnées (longitude, latitude) est le Lambert-93 (RGF93). Ces données ont été stockées dans la *table* « Opération archéologique » de BDRAB<sup>®</sup>.

Trois niveaux de précision des coordonnées ont été définis :

1. Site (rapport) : dans le cadre des opérations archéologiques récentes, les coordonnées géographiques précises sont mentionnées systématiquement dans les rapports ;
2. Site (indications) : lorsque les coordonnées n'étaient pas disponibles dans le rapport, une recherche de la parcelle de l'opération archéologique a été effectuée sur Géoportail (IGN, 2019), à partir d'où elles étaient directement récupérées dans le système RGF93. Dans les cas où les coordonnées étaient récupérées dans un autre système, elles ont été converties à l'aide du convertisseur Epsg.io (MapTiler Team, 2019) ;
3. Commune : lorsqu'aucune de deux options précédentes n'était disponible, on s'est tourné vers le Répertoire géographique des communes (RGC<sup>®</sup> version 2012), développé par IGN. Il s'agit d'un fichier texte contenant le nom, la situation géographique et l'altitude des chefs-lieux de communes (emplacement des mairies), couplés à des renseignements administratifs. Il a l'avantage d'être en licence ouverte et facilement accessible (IGN, 2012).

### 8.2.2. La préparation des fonds de cartes

Les cartes réalisées dans le cadre de ce travail ont été projetées sur un fond de carte qui n'est autre qu'un modèle numérique de terrain (MNT) élaboré grâce aux données SRTM en ce qui concerne le relief (NASA JPL, 2013), aux données européennes Copernicus Programme en ce qui concerne l'hydrographie (Copernicus Programme, 2021) ainsi qu'aux données de l'association OpenStreetMap France en ce qui concerne les données administratives (OpenStreetMap France, 2021).

### 8.2.3. L'import des données sur Qgis®

La deuxième phase de préparation du SIG concernait l'export des données de BDRAB® vers Qgis®. La solution la plus répandue est celle d'un export des données (*tables* ou *requêtes*) en format CSV, à partir de la base de données. Ces fichiers CSV sont par la suite importés sur Qgis®. Dans le but de simplifier cette démarche, il était souhaitable de mettre en place une liaison BDRAB®-Qgis® par le connecteur ODBC (Tuffery, 2015), qui normalement permet d'importer directement sur Qgis® les données à partir d'Access®, tout en supprimant la phase d'export-import des fichiers CSV.

Étant donné que les *tables* et *requêtes* Microsoft Access® n'ont pas de géométrie, elles ne peuvent pas apparaître comme des couches d'entités géométriques. Néanmoins, leurs champs peuvent être affichés dans les propriétés de cette couche. Pour cela, on peut utiliser directement la fonction « Save attribute table as Point shape file », à condition que la *table* ou *requête* Microsoft Access® comporte deux champs permettant la création d'un fichier de points à partir d'un couple de coordonnées X et Y. Cette fonction se trouve dans l'extension « XY Tools » qu'il faut avoir installée préalablement (Tuffery, 2015). Malheureusement, cette extension « XY Tools » n'est pas compatible avec les versions récentes du logiciel (à partir de Qgis® 3).

Souhaitant garder une version récente et stable du logiciel (Qgis® 3.22.13 Białowieża LTR), une solution alternative a dû être trouvée. Elle comporte trois étapes :

1. Import de *table* ou *requête* Microsoft Access® en tant que couche vecteur ;
2. Export des données de cette couche en format CSV (« Export, Enregistrer la couche vectorielle sous, Format : valeurs séparées par une virgule [CSV] ») ;
3. Import du fichier CSV en tant que couche de texte délimité.

Bien que cette solution ne permette pas de supprimer la phase d'export-import des fichiers CSV, elle a été retenue, car elle a l'avantage de permettre la manipulation des *tables* ou *requêtes* Microsoft Access® directement à partir de Qgis®.

Il est à noter que la procédure décrite ci-dessus ne fonctionne malheureusement pas avec les requêtes comportant un champ dont les données ont été concaténées. Dans ce cas spécifique, il a fallu mettre en place une autre procédure :

1. Export de la requête à partir de Microsoft Access<sup>®</sup> vers Microsoft Excel<sup>®</sup> en format .xlsx ;
2. Ouverture du fichier Microsoft Excel<sup>®</sup>, modification des virgules par des points dans les champs correspondants aux coordonnées X et Y, puis sauvegarde en format CSV (séparateur : point-virgule). Lors de cette étape, il fallait vérifier que les données correspondant aux colonnes des taxons s'affichent en tant que nombres entiers (pas de décimales) ;
3. Import du fichier CSV en tant que couche de texte délimité.

### 8.3. L'export des tableaux de décompte en format Microsoft Excel®

L'un des objectifs principaux de BDRAB® était de réussir l'export des données carpologiques sous forme de tableaux en format Microsoft Excel®, avec une mise en forme la plus proche possible de la publication, afin de minimiser au maximum le traitement manuel des données, le risque d'erreur, et le temps de travail. Le fichier Microsoft Excel® « CarpoBDRAB » est obtenu grâce à l'exécution d'une série de *requêtes* (voir Vol II, 4.2.32).

La première d'entre elles permet l'obtention d'un tableau de présentation des échantillons, qui s'affiche dans la *feuille* « PresentationEchant ». La deuxième *requête* permet l'obtention des informations administratives de chaque échantillon, qui constituent l'en-tête du tableau de données brutes affiché dans la *feuille* « Decompte ». La troisième *requête* permet l'obtention des données carpologiques proprement dites, qui sont également affichées dans la *feuille* « Decompte », sous l'en-tête.

Ensuite, un travail méticuleux de programmation en VBA (Visual Basic Access) a été entrepris afin d'affiner la mise en forme du tableau, avec notamment la mise en italique des noms scientifiques des taxons, l'ajout de sections par catégorie de plantes, le tri des lignes ainsi que l'ajout de calculs tels que les sommes, les pourcentages et les fréquences (voir Vol II, 4.4.5). Ce travail a été réalisé en collaboration avec un ingénieur bénévole.

L'exécution automatique de ces *requêtes* se fait par le biais d'un *formulaire* « FRM\_Export\_Decompte » qui permet de choisir le numéro de site et l'opération archéologique ainsi que la fourchette chronologique souhaitée (voir Vol II, 4.1.3.3).

#### Caractéristiques du tableau

Les caractéristiques du tableau sont présentées dans la section « Quelques considérations sur les tableaux exportés » (voir Vol II, 4.2.32). On tient toutefois à évoquer ici deux aspects importants. D'une part, le calcul des densités des carpocestes présenté dans le tableau de décompte a été effectué sur la base du volume des sédiments tamisés lorsque ce chiffre était connu. La densité est exprimée pour chaque échantillon en NMI par litre de sédiment tamisé. Toutefois, ce calcul s'effectuant directement à partir des données brutes, les valeurs des vanes sont donc celles du NR et non pas du NMI (voir 5.2.7), ce qui permet de donner une idée globale, pas forcément très précise, de la densité de chaque échantillon. En revanche, lors du traitement statistique des données et dans un souci de précision, les densités ont été travaillées sur la base du NMI non seulement pour les caryopses, mais aussi pour les

vannes (voir 5.2.7). D'autre part, le calcul de la fréquence des taxons a été effectué sur la base des échantillons positifs et non pas du nombre total d'échantillons analysés.

## **8.4. Les rapports synthétiques**

### **8.4.1. Le catalogue des sites**

Grâce à l'état « E\_RapportOA » (voir Vol II, 4.3.1), il est possible de générer des fiches contenant toutes les informations administratives associées à chaque opération archéologique. Ces fiches peuvent être exportées en format PDF, ce qui permet l'élaboration d'un catalogue de sites de façon automatique. Elles peuvent également être exportées en format RTF compatible avec Microsoft Word<sup>®</sup>, ce qui permet d'apporter des modifications en fonction de la mise en page souhaitée.

On tient à préciser ici que, lors de l'export de ce rapport, il est possible de choisir la plage chronologique des datations radiocarbone que l'on souhaite afficher.

### **8.4.2. Le rapport carpologique**

Grâce à l'état « E\_RapportCarpo » (voir Vol II, 4.3.2), il est possible de générer des fiches qui synthétisent les informations de l'analyse carpologique associée à chaque site. Il est en effet possible de connaître, par site, par période et par type de contexte, le nombre de contextes étudiés, le total d'échantillons analysés, le nombre d'échantillons positifs, les opérateurs ayant tamisé les prélèvements, le nombre de litres de sédiments tamisés, les spécialistes ayant analysé le matériel, le type de conservation des carporesses, le NMI ainsi que les densités minimale et maximale. Ces fiches peuvent être exportées aussi bien en format PDF qu'en format RTF compatible avec Microsoft Word<sup>®</sup>.

Tout comme lors du traitement statistique des données et dans un souci de précision, les données (NMI, densités) ont été travaillées sur la base du NMI non seulement pour les caryopses, mais aussi pour les vannes (voir 5.2.7).



---

## Conclusions

### Chapitre 5 - L'acquisition des données

Le chapitre 5 a permis d'exposer les critères retenus pour la sélection du corpus d'étude (41 sites) ainsi que la méthodologie établie pour le recueil des données déjà disponibles et pour l'acquisition de nouvelles données. Le travail d'acquisition de nouvelles données a été mené en trois étapes majeures : une première étape de tamisage des prélèvements par flottation (mailles de 1 mm et de 0,315 mm), une deuxième étape de mise en place de la carpothèque du laboratoire d'archéobotanique de l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn ainsi qu'une troisième étape d'analyse carpologique en laboratoire.

Les identifications des carporestes ont été réalisées à l'aide de différents manuels de détermination, de la base de données en ligne du projet international *Digital Plant Atlas* qui a récemment fait peau neuve (Cappers *et al.*, 2006) ainsi que de la collection de référence du laboratoire d'archéobotanique de l'équipe Archéologies environnementales de l'UMR 7041 ArScAn. Souhaitant garder une cohérence avec les travaux déjà publiés englobant la région d'étude, le choix de la nomenclature s'est porté sur la classification traditionnelle, notamment celle employée par Lambinon et Verloove (2012), et lorsque le taxon était absent de cet ouvrage, la nomenclature retenue est celle employée par le laboratoire d'archéobotanique de l'Inrap Grand Est. Tant que cela a été possible, la détermination a été poussée jusqu'au rang de l'espèce. Les cas douteux ont été rapportés au taxon le plus proche, avec la mention « cf. ». Il est toutefois important de noter que l'identification des espèces/sous-espèces de céréales dans les archives archéologiques est limitée par le processus de carbonisation, et nous devons donc également supposer que nous ne pouvons pas saisir toute la diversité des variétés locales néolithiques avec des méthodes traditionnelles (caractères morphologiques discriminants).

Une présentation du cortège de plantes cultivées a été réalisée, avec des explications notamment sur la culture, l'utilisation, l'historique et la description morphologique du matériel carpologique par taxon. La totalité du matériel carpologique analysé dans le cadre de ce travail, issu des structures en creux non gorgés d'eau, a été conservée sous forme carbonisée. La carbonisation résulte de l'exposition des éléments végétaux à des températures élevées. Durant cette exposition s'opèrent une réduction d'au moins 1/5 de la teneur en oxygène et d'hydrogène ainsi qu'un remplacement partiel ou total de la matière organique végétale par du carbone à au moins 80 %. Les études carpologiques et expérimentales permettent de constater que la carbonisation ne concerne que certaines catégories de plantes et

ce phénomène peut être expliqué par deux aspects principaux : le type d'usage de certaines plantes qui peut augmenter leur risque d'exposition au feu et les effets de la carbonisation qui ne sont pas les mêmes en fonction des propriétés des graines elles-mêmes, telles que la composition chimique, la dimension, la forme et la texture. Si la carbonisation constitue un phénomène favorable à la conservation des restes qui auraient autrement disparu, elle génère également un biais de représentativité à prendre en compte lors de l'interprétation des assemblages carpologique. Nous devons ainsi être conscients des limites de notre discipline.

Nous avons évoqué les discussions concernant le comptage des restes, les méthodes variant d'une école de formation à l'autre. Le NMI est une méthode de décompte empruntée à l'archéozoologie. Introduite par T. White en 1953, la méthode consiste à trier chaque os selon son type et sa latéralité, puis à prendre la valeur la plus élevée qui correspond au nombre minimum d'individus de l'échantillon. En carpologie, l'adaptation de cette méthode consiste à estimer le nombre minimum de restes entiers en prenant en compte aussi bien les restes entiers que les fragments. Dans le cas des céréales, le caryopse est l'unité de calcul standard. Les carpologues emploient des méthodes diverses pour l'estimation du NMI. La méthode « au jugé » est celle retenue dans le cadre de ce travail. Lors de la réalisation des analyses statistiques, le caryopse a été retenu comme unité de calcul standard du NMI des céréales, la base de glume a été retenue comme unité de calcul standard du NMI des vannes, et la graine ou le fruit ont été retenus comme unité de calcul standard du NMI des légumineuses et des autres plantes.

Nous avons présenté également les enjeux du traitement post-récolte. En effet, les analyses carpologiques peuvent fournir des informations relatives au degré de nettoyage des récoltes qui comprend généralement quatre étapes : l'égrenage, le vannage, le criblage et le décorticage. Par ailleurs, le caractère nu ou vêtu des céréales, qui fait référence au degré de solidité du rachis et de la balle enveloppant le caryopse, présente des implications majeures pour la chaîne opératoire de traitement post-récolte, dont le nettoyage et le stockage. Quant à ce dernier, les bonnes conditions de conservation visent à préserver au maximum les qualités originelles des grains et des graines, une dégradation de ces qualités pouvant entraîner des pertes. Ces dernières sont principalement dues aux attaques d'organismes nuisibles tels que des insectes dont les larves consomment l'intérieur des grains, des rongeurs et des oiseaux granivores qui consomment les grains et les souillent de leurs excréments et sécrétions, des bactéries ainsi que des champignons tels que les levures ou les moisissures. La prolifération de ces dernières entraîne la production de mycotoxines qui peuvent être toxiques pour l'homme et les animaux. Le contrôle de certains facteurs chimiques (la teneur en eau ou

humidité du grain) et physiques (l'humidité relative et la température) est essentiel afin de rendre l'environnement inhospitalier aux organismes nuisibles, de minimiser leurs attaques et de limiter l'altération des grains. Ainsi, certaines techniques post-récolte sont recommandées telles que le séchage et la ventilation des grains, voire le stockage hermétique en atmosphère confinée. De bonnes conditions de stockage sont alors caractérisées par une conservation des grains bien secs à une température aussi basse que possible et à l'abri des risques de réhumidification qui entraînent des attaques d'organismes nuisibles.

Nous avons abordé les gestes anthropiques qui seraient à l'origine des assemblages carpologiques. Les travaux paléoethnobotaniques montrent que la carbonisation des semences peut résulter de plusieurs gestes anthropiques tels que leur utilisation comme combustible ou l'élimination des déchets ; l'assainissement des aires d'habitat, de stockage ou de culture ; des incendies volontaires ou accidentels dans les lieux d'occupation ; ainsi que de l'emploi d'une structure de combustion lors des opérations de traitement post-récolte. Le feu ou la chaleur peuvent en effet intervenir à différentes étapes du traitement post-récolte en fonction de plusieurs facteurs. D'une part, les conditions environnementales (p. ex. étés humides, récolte des grains insuffisamment mûrs) rendent nécessaire le séchage pour réduire le risque d'altération/dégradation des grains et en assurer le bon stockage. D'autre part, les préférences culturelles (p. ex. consommation des grains torréfiés) semblent avoir été une pratique courante chez les agriculteurs traditionnels. Enfin, différents facteurs techniques peuvent être à l'origine de l'exposition des grains à une source de chaleur, parmi lesquels on peut citer le passage des épis sur le feu pour en éliminer les barbes, le grillage du malt pour stopper la germination au moment voulu, voire le séchage après le trempage dans l'eau afin de se débarrasser des contaminants.

Nous avons également discuté la validité des données carpologiques. Pour les fosses et les silos, la perturbation est identique. En effet, ces structures en creux sont susceptibles de rester ouvertes très longtemps et donc de recevoir des restes sur de longues périodes. Pour les fosses latérales des bâtiments rubanés, le consensus est que l'essentiel du matériel provient du rejet pendant la phase puis du mobilier provenant du sol environnant après abandon de la maison. En revanche, il n'y a pas de véritable consensus entre les archéologues concernant le moment pendant lequel le remplissage des trous de poteau a pu être effectué, ce qui pénalise toute tentative d'interprétation du matériel archéologique issu de ces structures en tant qu'indicateur de la phase d'occupation des bâtiments. Les fosses et silos peuvent rester ouverts longtemps car, s'ils ne sont pas rebouchés intentionnellement, ils se combleront lentement du fait de leurs grandes dimensions. Ces structures peuvent donc piéger du mobilier

nettement postérieur à leur utilisation. La situation est sensiblement différente pour les trous de poteau, même s'ils sont arrachés ou pourris, car les creusements sont nettement plus limités et donc rapidement comblés par le sédiment encaissant. Les éléments trouvés dans le remplissage des trous de poteau peuvent donc éventuellement être antérieurs à la construction du bâtiment (mobiliers en position secondaire) ou juste postérieurs à l'occupation (sol piégé de la maison), mais pas postérieurs à l'abandon. Contrairement aux fosses et silos, les fantômes des poteaux constituent ainsi des pièges à sédiments rapides. D'une part, la méfiance vis-à-vis de la pertinence du matériel en provenance de ce type de structure et, d'autre part, le rapport entre le travail considérable de prélèvement/tamisage des échantillons et la faible quantité de données généralement obtenues, font que les trous de poteau soient échantillonnés moins fréquemment et moins minutieusement que les autres structures en creux, notamment les fosses. Le déficit actuel dans l'exploitation des données carpologiques en provenance des trous de poteau nous a ainsi encouragés à y porter une attention particulière.

L'archéologie expérimentale ainsi que certains exemples archéologiques s'avèrent très utiles au moment d'aborder la question de l'origine des carpocestes en provenance des trous de poteau. À la lumière de ces exemples, il est très probable que les carpocestes étaient déjà carbonisés comme résultat des activités domestiques lorsqu'ils ont trouvé leur place à l'intérieur des trous de poteau, au fur et à mesure du pourrissement des bases des poteaux et des successifs balayages du sol pendant l'occupation des bâtiments. Cependant, comme évoqué pour les fosses bordant les bâtiments, nous ne pouvons pas écarter la possibilité que ce processus de comblement se soit poursuivi quelque temps pendant la phase d'abandon des bâtiments, jusqu'à ce que le vide laissé par le pourrissement intégral des bases des poteaux ait été comblé. Dans le cas spécifique du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges), il est possible que le processus de construction des maisons ait nécessité un nettoyage/assainissement du sol abandonné, éventuellement réalisé en utilisant le feu, ce qui aurait fait augmenter la probabilité de carbonisation et donc de conservation des carpocestes qui se trouvaient par terre, issus des activités domestiques. Il est à noter que le brûlage expérimental de poteaux de bois par Murray *et al.* (2009) démontre que les poteaux ne sont pas touchés par le feu en dessous du niveau du sol. Pour les cas archéologiques, cela suggère que le bois a été carbonisé au-dessus du niveau du sol et que les macrocestes végétaux sont probablement tombés dans les trous de poteau déjà carbonisés, après pourrissement de la base des poteaux. Si nous acceptons ce scénario pour le site de Marainville, les très faibles quantités de charbons de bois pourraient être expliquées par la récupération des poteaux – découpés à la base et non pas arrachés – avant le nettoyage du sol afin de les recycler pour un

usage secondaire, par exemple, comme bois de chauffage. Au vu de ces réflexions, nous considérons que les carporestes carbonisés piégés dans les trous de poteau reflètent les activités menées au sein des unités domestiques. Par conséquent, nous acceptons le postulat selon lequel l'analyse pondérée de la répartition du matériel archéologique en provenance de ce type de structure constitue le seul moyen d'appréhender la fonction des différentes parties d'un bâtiment lorsque les sols d'occupation ne sont pas conservés.

Enfin, nous avons discuté l'impact des processus post-dépositionnels sur les assemblages carpologiques. Les carporestes, comme les charbons des bois et les autres vestiges archéologiques, sont en effet sujets à divers types d'altérations et de remaniements tels que le déplacement horizontal et vertical des particules, la fragmentation du matériel sous l'effet des phénomènes de pression ainsi que l'altération diagénétique de la matière. Ces différents aspects, aussi bien physiques que chimiques, rendent assez difficile toute évaluation précise de l'impact des processus post-dépositionnels en archéobotanique. Bien que les actions mécaniques qui agissent directement sur la fragmentation des carporestes carbonisés soient considérées comme les principales responsables de leur dégradation, des études récentes ont démontré l'importance des processus diagénétiques qui seraient responsables d'une altération de la structure moléculaire du matériel. Les résultats suggèrent en effet une influence potentielle du pH du sol sur la stabilité de la structure moléculaire du matériel carbonisé et donc, sur sa conservation. Il semblerait en effet qu'il ait une préservation préférentielle des macrorestes végétaux carbonisés dans la nature une fois soumis à des conditions de pH acides dans les sédiments. À la lumière des données présentées, nous pouvons avancer l'hypothèse selon laquelle la probabilité pour les carporestes carbonisés enfouis dans un sol alcalin de se dégrader est assez élevée. Par conséquent, l'absence apparente de macrorestes végétaux carbonisés sur un site archéologique n'implique pas nécessairement que le matériel n'y était pas présent à un moment donné. Dans de tels contextes, le pH du sol doit être noté. Enfin, nous pouvons envisager que les altérations diagénétiques, lorsqu'elles ont lieu, puissent accentuer l'incidence des processus mécaniques. Afin d'élucider cette question dans notre région d'étude, il faudrait analyser de manière exhaustive s'il existe une concordance entre pH du sol et conservation du matériel carpologique et faunique, mais ce sujet n'a pas été abordé dans le cadre de ce travail.

### Chapitre 6 - La structuration et l'archivage des données

Le chapitre 6 a été l'occasion de présenter de manière succincte les objectifs du développement d'une nouvelle base de données appelée Base de données relationnelle en

Archéobotanique (BDRAB 1.0<sup>©</sup>), le modèle logique des données (MLD) et les différents aspects de la conception de BDRAB<sup>©</sup> étant présentés de manière détaillée dans le volume II. En effet, la quantité considérable des données carpologiques traitées dans le cadre de ce travail de recherche a nécessité, dès le début, une réflexion sur les moyens de les archiver et de les exploiter. Très rapidement, il a été constaté que la gestion des données à partir d'un ou plusieurs fichiers de type Microsoft Excel<sup>®</sup> ne répondait pas à nos besoins et qu'il fallait faire appel à un système de gestion de base de données (SGBD) basé sur un modèle relationnel. En France, dans le cadre du GDR 3644 BioarchéoDat « Sociétés, biodiversité et environnement : données et résultats de l'archéozoologie et de l'archéobotanique sur le territoire de la France » (2014-2018), le choix de l'outil pour gérer les données carpologiques et anthracologiques s'est porté sur ArboDat<sup>©</sup>. Il s'agit d'un outil conceptualisé et géré à Wiesbaden qui est actuellement utilisé par plus de quarante groupes de travail au niveau européen. Bien que l'utilisation d'ArboDat<sup>©</sup> en tant qu'outil de gestion de données dans le cadre de cette thèse se soit présentée comme une possibilité tentante, l'analyse de sa structure nous a montré que cet outil présentait des limites nous empêchant d'exploiter nos données en fonction des questions abordées dans le cadre de ce travail. Par conséquent, nous avons décidé de concevoir et de développer un nouvel outil nous permettant de gérer nos données avec plus d'autonomie, de souplesse et d'efficacité. Ainsi, BDRAB<sup>©</sup> permet d'optimiser la saisie, l'exploitation et l'export des données.

### Chapitre 7 - L'exploitation des données

Le chapitre 7 nous a permis d'aborder la phase de traitement des données. Nous avons exposé de manière détaillée les valeurs employées pour les analyses statistiques sollicitées ainsi que les tableaux conçus pour répondre aux questions posées qui ont été développés sur BDRAB<sup>©</sup>.

Parmi les valeurs employées pour les analyses statistiques, on compte la densité, le NMI et l'abondance relative, le nombre de taxons, la fréquence relative et l'occurrence. Lors de la création des tableaux de données destinés aux analyses statistiques, pour le calcul des valeurs employées (NMI et densité), nous avons décidé d'homogénéiser les données relatives aux vannes en calculant leur NMI. Afin de réduire le nombre de variables peu représentées, les taxons avec une mention « cf. » ont été rajoutés au taxon principal. Afin de construire une séquence diachronique précise, lors des analyses statistiques par période (Néolithique ancien, moyen et récent), seuls les contextes datés de manière fiable ont été pris en compte.

Différentes méthodes de statistique descriptive ont été sollicitées afin d'étudier les ensembles de données, à savoir les histogrammes, les boîtes à moustache (boxplots), les graphiques en secteurs (camemberts), les graphiques à barres regroupées et empilées. Nous avons également fait appel aux tests paramétriques (Khi-deux et corrélation linéaire de Pearson) et aux tests non paramétriques (corrélation de rang de Spearman). Parmi les méthodes de la statistique descriptive multidimensionnelle employées, nous pouvons citer l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH). Enfin, un indice écologique, l'indice d'importance relative des taxons (IR), a été sollicité. Pour chacune des méthodes employées, les tableaux conçus et développés sur BDRAB<sup>®</sup> ont été présentés.

### Chapitre 8 – La présentation des données

Le chapitre 8 a été l'occasion d'exposer la phase de présentation graphique des données. Après avoir obtenu les tableaux de mesures, d'effectifs et de contingence souhaités grâce à l'exploitation des données réalisée à l'aide de BDRAB<sup>®</sup>, il a été nécessaire de solliciter d'autres logiciels pour mener à bien cette étape.

À l'échelle du bâtiment et du site, les plans de fouille réalisés sur Adobe Illustrator<sup>®</sup> ont été repris afin d'ajouter les données carpologiques. Les tableaux générés automatiquement par BDRAB<sup>®</sup> ont été exportés vers Microsoft Excel<sup>®</sup>. Ensuite, les données ont été copiées et collées sur le logiciel Adobe Illustrator<sup>®</sup> pour créer les graphiques en secteurs et les placer directement sur les plans de fouille. Pour la réalisation des histogrammes, des boîtes à moustache et des autres graphiques (p. ex. graphiques à barres), les tableaux exportés de BDRAB<sup>®</sup> vers Microsoft Excel<sup>®</sup> ont été directement repris par l'extension (*add-on*) d'analyse de données XLSTAT<sup>®</sup>.

À l'échelle de la région, l'utilisation d'un SIG présentait l'avantage de pouvoir traiter un corpus conséquent, en facilitant la répétition systématique d'une procédure selon différentes variables. Pour mettre en place le SIG, le choix s'est porté sur le logiciel Qgis<sup>®</sup> dans sa version 3.22.13 Białowieża LTR, version la plus stable parmi les plus récentes. Nous avons eu l'occasion de décrire la procédure mise en place pour exporter à partir de Microsoft Access<sup>®</sup> les tableaux, puis les importer sur Qgis<sup>®</sup>.

Les paramètres pris en compte lors de la conception des tableaux de décompte et des rapports synthétiques ont été présentés de manière succincte, leur structure étant détaillée dans le volume II.



**Partie III - Résultats et discussion de  
l'analyse spatiale intrasite, intersite et  
diachronique**



## **Chapitre 9 - Faisons parler les trous de poteau ! Vers une interprétation fonctionnelle de l'espace domestique rubané**

Les travaux d'archéologie expérimentale menés par P. Reynolds (1995) suggèrent que les objets trouvés dans les trous de poteau ne correspondent pas forcément à la phase de destruction ou d'abandon du bâtiment, mais qu'ils sont plutôt liés à la phase d'occupation et sont donc susceptibles de nous transmettre des informations sur les activités réalisées à proximité (voir 5.3.1). En se basant sur ces résultats, l'analyse du matériel carpologique en provenance de ce type de contexte archéologique prend toute sa légitimité.

Ce chapitre a pour but de tenter une interprétation fonctionnelle de l'espace domestique rubané à partir de l'étude du matériel carpologique issu des trous de poteau de treize bâtiments. Par ailleurs, ce chapitre est l'occasion de montrer l'intérêt de ce type de prélèvement et de sensibiliser les archéologues de terrain à la mise en place d'un protocole d'échantillonnage systématique.

Pour chaque bâtiment, les données carpologiques seront abordées à partir de l'étude de la répartition des densités, des catégories de plantes, des taxons de céréales et des taxons de légumineuses. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) permettent de mettre en exergue la hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes (voir 7.3.4). Enfin, l'indice d'importance relative des taxons (IR) met en évidence la représentativité des taxons (voir 7.3.5). Le premier site présenté est le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » étant donné qu'il s'agit d'un site de référence pour le Rubané lorrain grâce à la bonne conservation du matériel carpologique. Tous les autres sites sont présentés par ordre alphabétique. Les maisons, quant à elles, sont présentées par ordre chronologique au sein de chaque site.



### **9.1. Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (site 100)**

#### Le site

La commune de Marainville-sur-Madon (Vosges) se situe dans la plaine sous-vosgienne, à 10 km au nord-ouest de la ville de Charmes. Elle est localisée à égale distance des zones d'implantations rubanées de Basse-Alsace, de Haute-Alsace, de la moyenne Moselle et du bassin de la Marne (Fig. 17).

En 1986, lors de la fouille programmée d'un tumulus hallstattien au lieu-dit « sous le Chemin de Naviot », les vestiges du Néolithique ancien ont été repérés sous le tertre funéraire (Olivier, 1987). Les décapages archéologiques et la fouille se sont déroulés en 1986, 1987 et 1988 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 149).

L'occupation néolithique occupe un petit relief non inondable qui descend en pente douce jusqu'au Madon, affluent principal de rive gauche de la Moselle qui coule actuellement à environ 100 m à l'est. Comme la plupart des habitats rubanés de Lorraine, le site de Marainville-sur-Madon n'est pas implanté sur des terrains lœssiques mais sur des limons colluvionnés, la bonne conservation des trous de poteau et la profondeur des fosses témoignant d'une érosion peu importante. Les restes osseux n'étaient pas conservés et la céramique présentait des surfaces très corrodées du fait de l'acidité des limons décarbonatés encaissants. En revanche, l'abondance des macrorestes végétaux est exceptionnelle pour un site rubané (Blouet *et al.*, 2013b, p. 149-150).

#### L'occupation rubanée

L'occupation rubanée est constituée d'une petite nécropole et de cinq bâtiments orientés SE-NO. Quatre de ces constructions (maisons M5, M1, M2 et M4) présentent des fosses latérales à mobilier détritique qui montrent qu'il s'agit de maisons d'habitation. En revanche, l'interprétation de la cinquième (bâtiment M3), de petite dimension et de plan trapézoïdal irrégulier (Fig. 91), est problématique : il pourrait s'agir aussi bien de la partie arrière d'un bâtiment dont l'avant aurait été détruit par l'installation du tumulus hallstattien, que d'une annexe de stockage.

#### Les phases chronologiques

L'étude céramique a permis de subdiviser l'occupation du site en deux phases stylistiques. La première (Marainville 1) correspond au Rubané récent (phases régionales 5/6 à 6) et associe les bâtiments M5 et M1, tandis que la seconde (Marainville 2) est attribuable

au Rubané final voire terminal (phases régionales 7 à 8, voire 9) et regroupe les bâtiments M2 et M4 (Fig. 91 ; voir 2.1.5.2.).

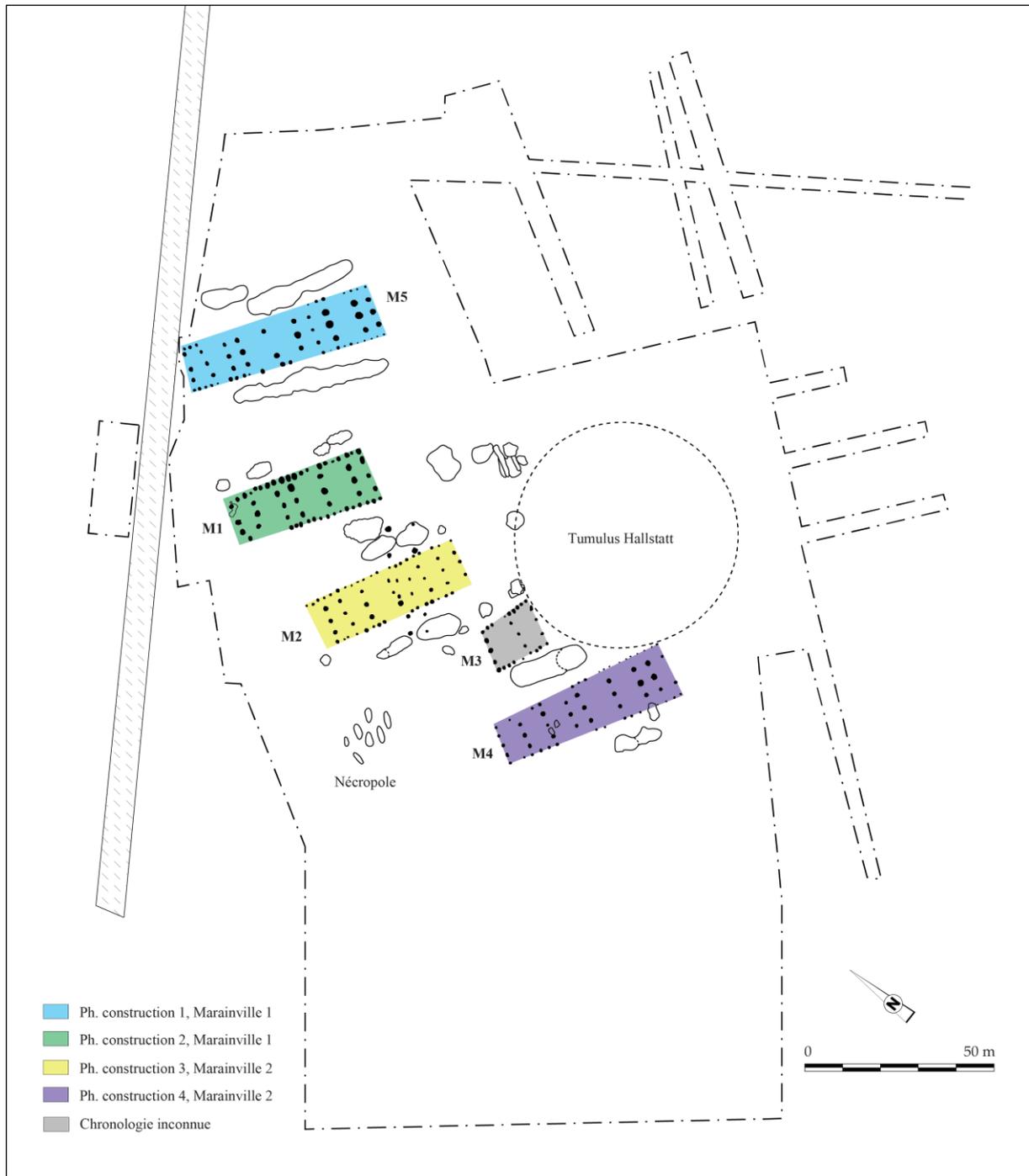


Fig. 91 - Le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 150, Fig. 114).

Diverses observations laissent à penser que ces constructions ne sont pas synchrones. Premièrement, les deux ensembles (maisons M5 et M1 et maisons M2 et M4) se distinguent par une différence d'au moins cinq degrés dans l'orientation des bâtiments. Deuxièmement,

au sein du premier groupe, les maisons M5 et M1 présentent des différences dans le spectre d’approvisionnement du silex (voir 2.1.5.2.1). Étant voisines, les différences d’approvisionnement de ces deux maisons confortent l’hypothèse de leur non-contemporanéité. Enfin, au sein du second groupe, la maison M4 présente des différences architecturales notables par rapport à la maison M2, voire aux autres maisons du site. En effet, elle présente un plan nettement trapézoïdal (un peu plus de 2 m d’écart entre les largeurs avant et arrière) et légèrement naviforme pouvant indiquer qu’il s’agit de la maison la plus récente de la série (Blouet *et al.*, 2013b, p. 151).

Bien que l’on ne puisse exclure l’éventualité de deux phases de construction de deux unités d’habitation contemporaines, l’hypothèse la plus vraisemblable est celle d’une seule unité d’habitation reconstruite à trois, voire quatre reprises si le bâtiment M3 est une maison en partie érodée, en conformité avec le modèle de *Hofplatz* (voir 2.1.8) proposé pour le plateau d’Aldenhoven (Blouet *et al.*, 2013b, p. 151).

#### Le protocole d’échantillonnage

Des prélèvements de sédiment ont été réalisés dans la plupart des fosses qui recelaient des couches charbonneuses. À l’exception de la maison M1, dont la partie avant a été explorée en 1986, tous les poteaux de tierce ont été prélevés, tandis que ceux de paroi l’ont été de façon plus aléatoire eu égard à leur degré de conservation (Fig. 92). Les prélèvements correspondent soit au remplissage du négatif des poteaux, soit aux fosses de creusement lorsque ces derniers n’étaient pas visibles. L’analyse a été menée sur 136 prélèvements (dont 129 se sont avérés positifs) provenant de 135 contextes archéologiques (7 fosses latérales, 1 fosse satellite, 1 petite fosse recoupant la paroi sud de la maison M4, 89 trous de poteau de tierce et 37 trous de poteau de paroi). Au total, 23 637 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 410 l de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).

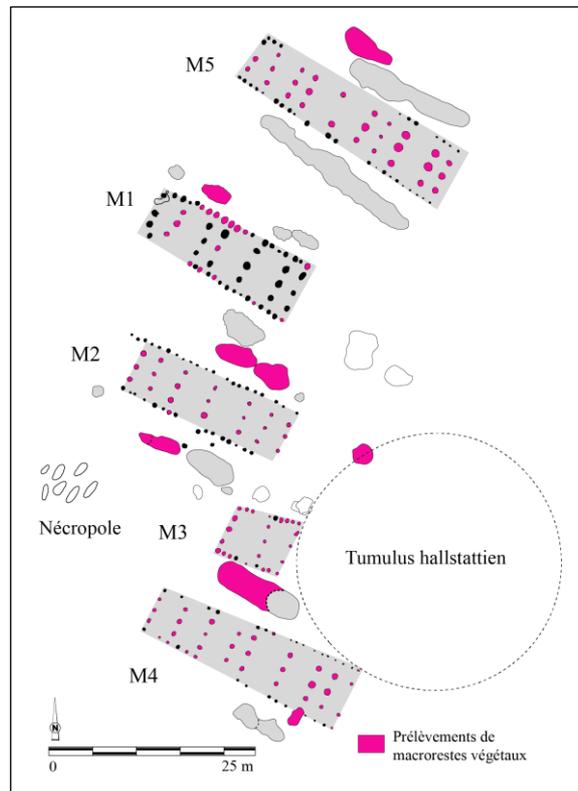


Fig. 92 - Emplacement des prélèvements de sédiment en vue des analyses archéobotaniques (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 150, Fig. 114).

Dans l'état actuel de la recherche, le site de Marainville-sur-Madon est le seul site rubané d'Europe nord-occidentale où les trous de poteau, en plus d'avoir été prélevés de manière systématique, ont livré de nombreux carporestes carbonisés. Ces données rendent possible une discussion concernant l'utilisation de l'espace domestique du site.

### 9.1.1. La maison M5

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille comprend dix tierces (Tabl. 38 et Fig. 93), il est légèrement trapézoïdal et ne présente pas de tranchée de fondation arrière (Blouet *et al.*, 2013b, p. 154-155).

Tabl. 38 - Analyse métrique de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 154). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	25,50 m (complète)
Largueur arrière	5,60 m
Largeur avant	6,70 m
Indice de trapézoïdalité (It)	0,02
Largeur tierce arrière	3,60 m
Largeur tierce avant	3,60 m
Orientation	56,7°

Sous le décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,20 m (support de panne faîtière de la tierce T1) et au maximum de 0,65 m (supports des pannes nord et sud des tierces T9 et T10). La totalité des poteaux de paroi (pannes sablières) dont le négatif était observable sont des bois refendus, contrairement aux poteaux de tierces qui, pour les trois quarts, présentent une section ovale ou circulaire. Leur section témoigne de l'utilisation de troncs qui n'ont été ni équarris ni refendus. Mis à part quelques manques, la paroi sud est relativement bien conservée tandis que l'érosion semble avoir été plus forte sur la paroi nord. Bien que le pignon arrière soit situé à la limite de fouille, l'organisation générale des poteaux et l'interruption de la paroi sud au niveau de la tierce T10 permettent de penser que le plan de la construction est complet (Blouet *et al.*, 2013b, p. 154).

Les fosses latérales nord (st. 1089 et 1088) et sud (st. 1058) associées à l'habitation ont livré du mobilier attribuable à la première phase stylistique locale (Marainville 1), soit à la fin du Rubané récent A. La maison M5 est sans doute la première implantée sur le site de Marainville-sur-Madon (Blouet *et al.*, 2013a, p. 309, 2013b, p. 155).

#### 9.1.1.1 Les données carpologiques

L'analyse a été menée sur 29 prélèvements issus de 29 contextes archéologiques (structures en creux), dont une fosse latérale et 28 trous de poteau (Fig. 93). Tous les contextes se sont avérés positifs. Au total, 3 581 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 88 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5). Il est important d'évoquer la rareté des charbons de bois récoltés pour l'ensemble des contextes de la maison M5 qui constituent un poids total 16 g.

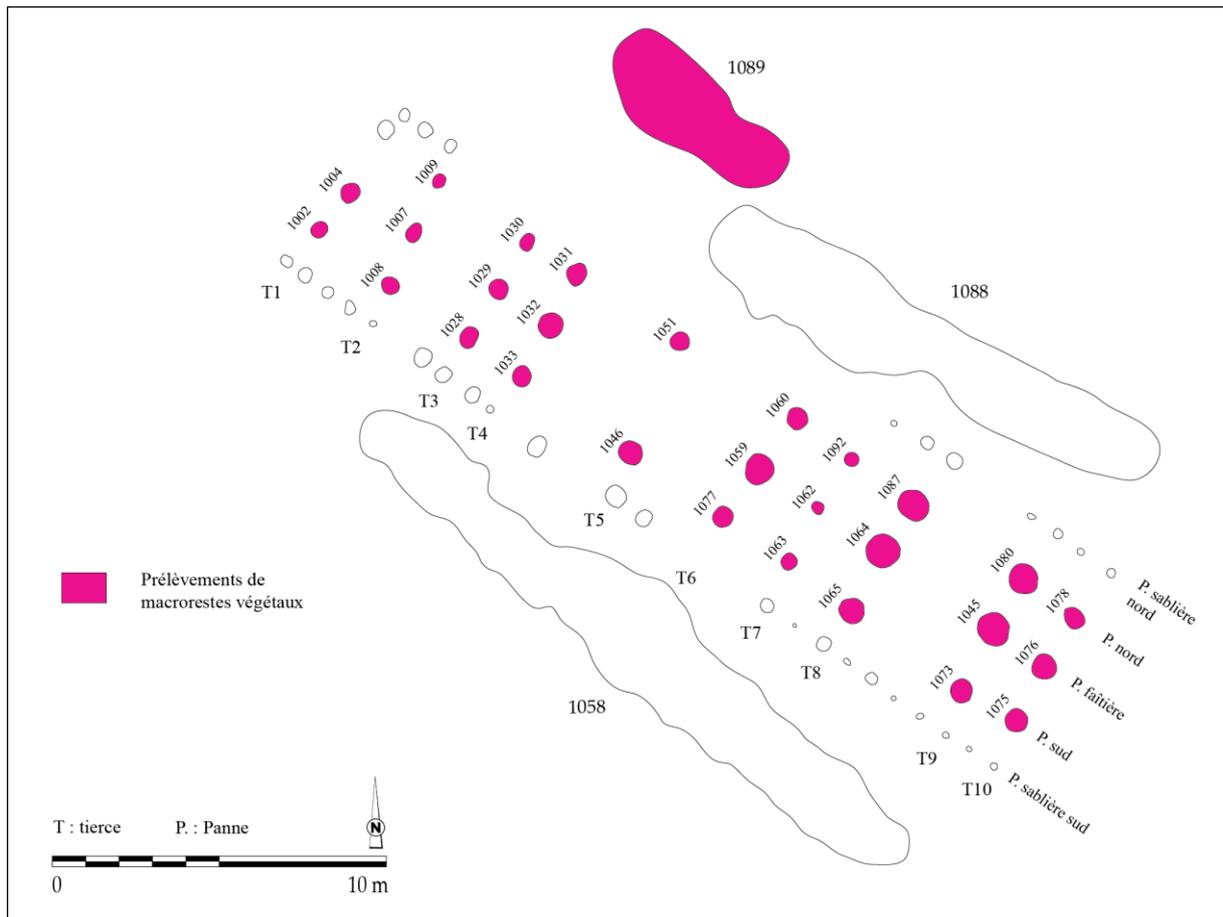


Fig. 93 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M5, fosse latérale comprise (Fig. 94). On observe que parmi les 29 contextes analysés, une grande majorité (21 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,3 et 36,0 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : deux contextes présentent des densités allant de 36,0 à 71,8 carporestes/litre de sédiment ; un contexte présente une densité comprise entre 71,8 et 107,5 ; un contexte présente une densité allant de 107,5 à 143,3 ; deux contextes présentent des densités comprises entre 143,3 et 179,0 ; enfin, deux contextes présentent des densités allant de 179,0 à 214,8 carporestes/litre de sédiment.

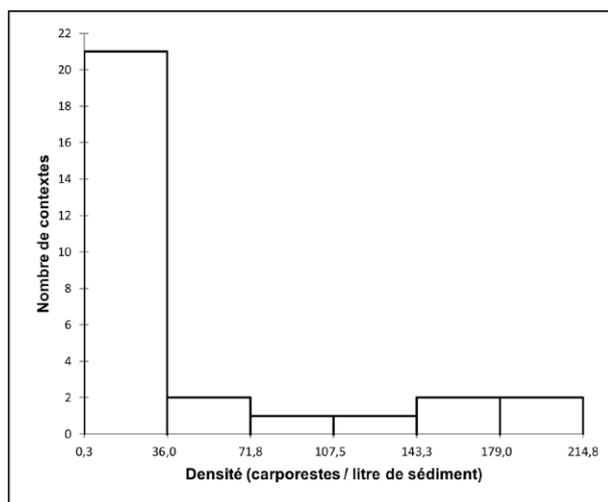


Fig. 94 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (42,1). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (64,9) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (7,4) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (1,7), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M5, la densité de carporestes de la fosse 1089 est très faible. Les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains comportent de fortes densités. L'étalement des données autour de la moyenne étant important (écart-type élevé), on peut légitimement discuter de cette répartition. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les huit contextes où les densités sont plus importantes, notamment les cinq trous de poteau où la densité dépasse 107,5 carporestes/litre de sédiment, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. On observe que les densités dépassant 36,0 carporestes/litre de sédiment se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau des tierces T8, T6, T5, T4, T3 et T2 (Fig. 95). Plus précisément, les cinq trous de poteau présentant des densités dépassant 107,55 carporestes/litre de sédiment se situent au niveau des tierces T6, T5, T3 et T2.

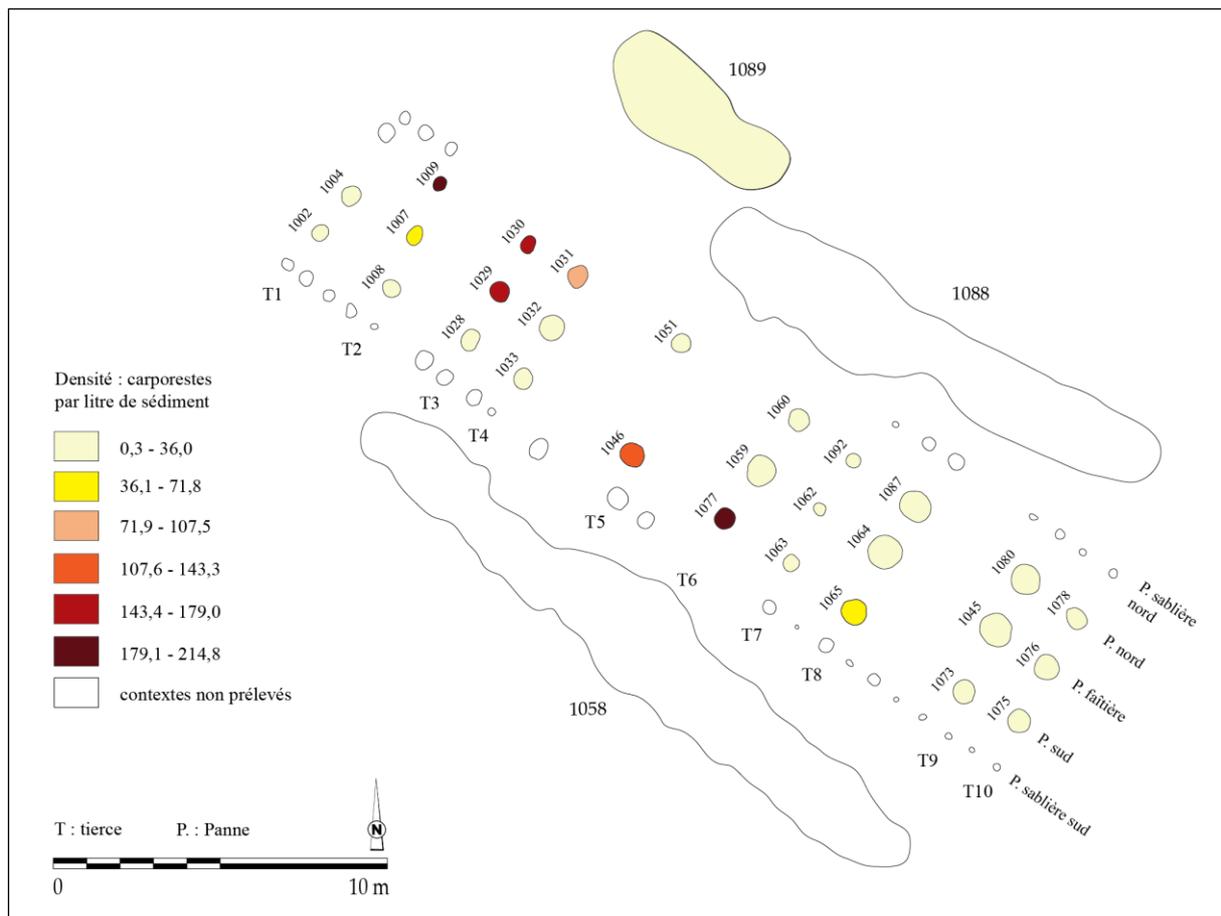


Fig. 95 - Répartition des densités des carpostes dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### La distribution des catégories de plantes

On constate une division en deux secteurs au sein de la maison M5 (Fig. 96). En partant de l'entrée (sud-est), entre les tierces T10 et T5, le premier secteur comprend plus de la moitié avant du bâtiment. Dans ce secteur, les céréales prédominent. Les caryopses sont majoritaires, mais la présence de vannes est constatée dans certains trous de poteau de la panne sud, au niveau des tierces T9, T8, T6 et T5. Les trous de poteau de la panne sud des tierces T6 et T5 présentent une proportion très importante de céréales. Les trous de poteau des tierces T10 et T9 présentent un assemblage assez hétérogène composé aussi bien de caryopses et de vannes de céréales, que de légumineuses et de quelques plantes adventices. Il en est de même pour les tierces T6 et T5.

Le deuxième secteur comprend un peu moins de la moitié arrière du bâtiment, il correspond aux tierces T4 à T1. Bien que les céréales soient omniprésentes dans ce secteur, les légumineuses occupent une place très importante dans l'assemblage carpologique.

La présence de plantes adventices est anecdotique, elles se trouvent au niveau des tierces T9, T8, T6, T5, T4 et T2. Les plantes de cueillette, dont la présence est anecdotique

également, se trouvent au niveau des tierces T5 et T1. Enfin, le spectre de plantes issu de la fosse 1089, située dans le flanc nord-ouest du bâtiment, est cohérent avec le spectre présent dans la partie du bâtiment située à proximité, où l'importance des légumineuses est remarquée.

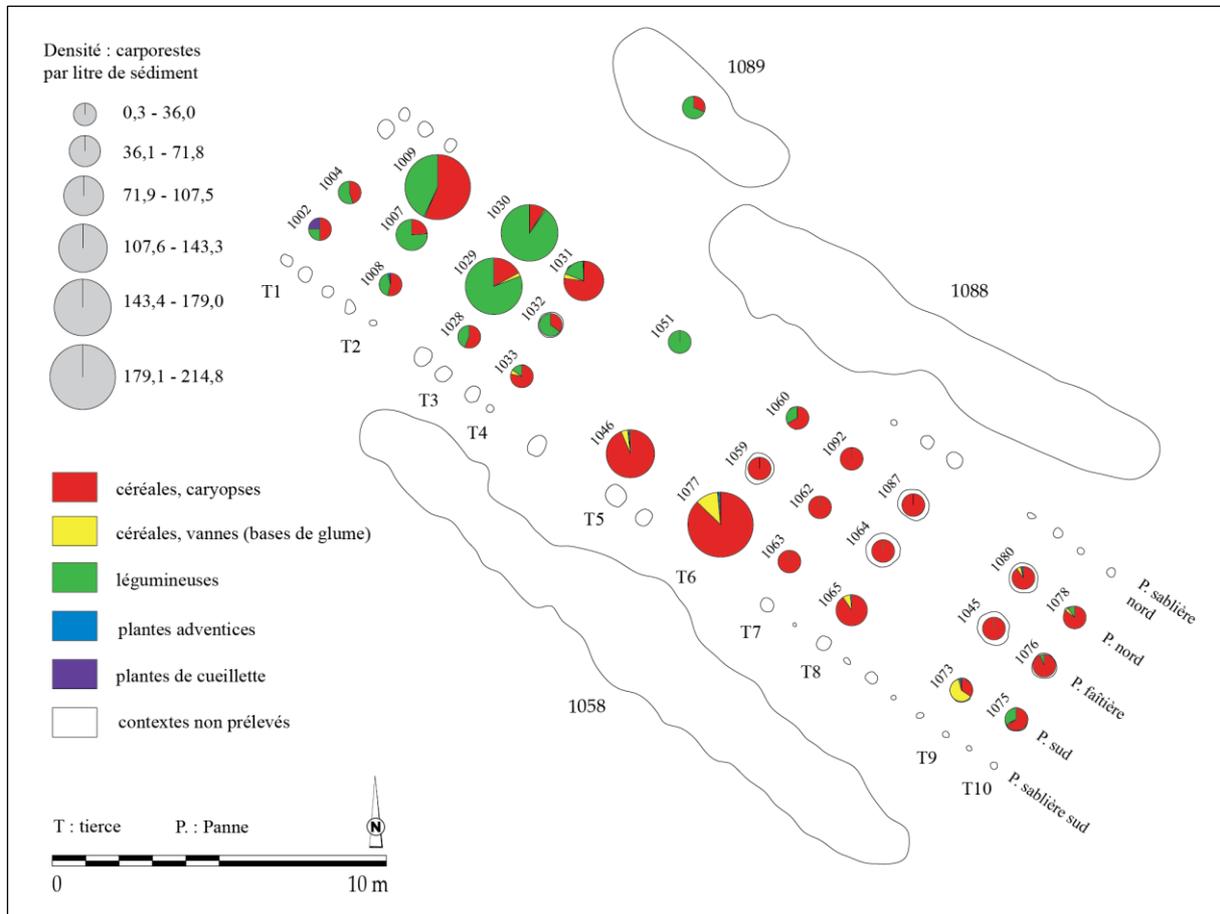


Fig. 96 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 97).

Dans le secteur allant de la tierce T10 à la tierce T5, où les céréales sont prédominantes, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonniér et, en moindre mesure, l'en grain. En ce qui concerne les céréales nues, elles sont plus nombreuses dans les tierces T4, T3 et T2. La présence d'orge polystique nue est anecdotique dans la tierce T10, où l'assemblage est assez hétérogène, et dans la tierce T6, où il y a une concentration importante de céréales. Le blé nu, quant à lui, n'est présent que dans deux contextes de la tierce T2. Enfin, le spectre de céréales

issu de la fosse 1089 est assez pauvre, n'étant représentés que le blé indéterminé et les céréales indéterminées.

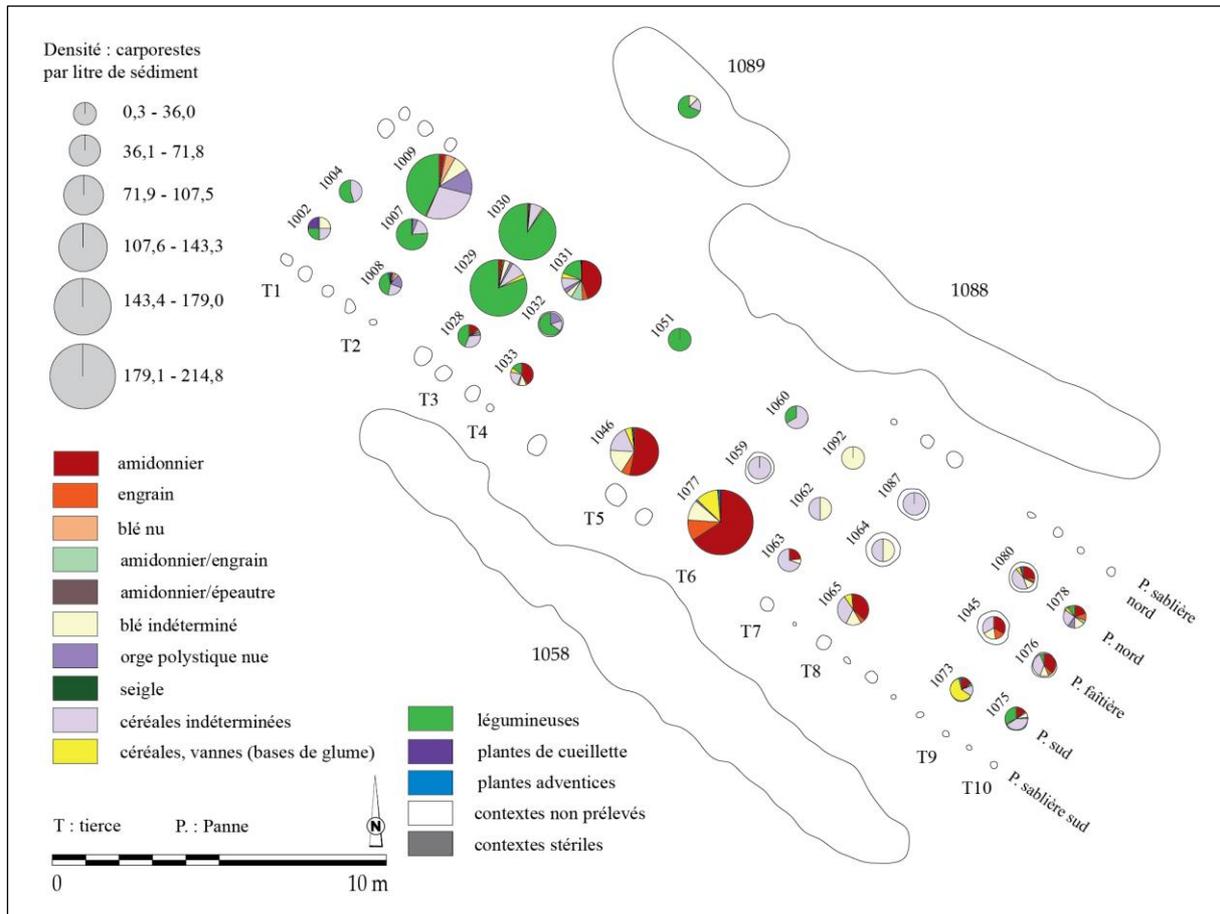


Fig. 97 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### La distribution des légumineuses

La présence de légumineuses cultivées indéterminées dans la plupart des contextes situés dans le secteur compris entre les tierces T4 et T1, témoigne de la fragmentation importante des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau du genre (Fig. 98).

Dans ce même secteur allant de la tierce T4 à la tierce T1, le pois est présent dans la plupart des contextes, mais il est particulièrement bien représenté dans les tierces T3, T2 et T1. Il est également présent dans la tierce T10, dans un contexte de la tierce T6 et dans la fosse 1089. La lentille, quant à elle, est plutôt bien représentée au niveau des tierces T4 et T3. Elle est également présente dans la panne nord de la tierce T5, mais cette donnée peut être écartée puisqu'il s'agit d'un seul carporeste.

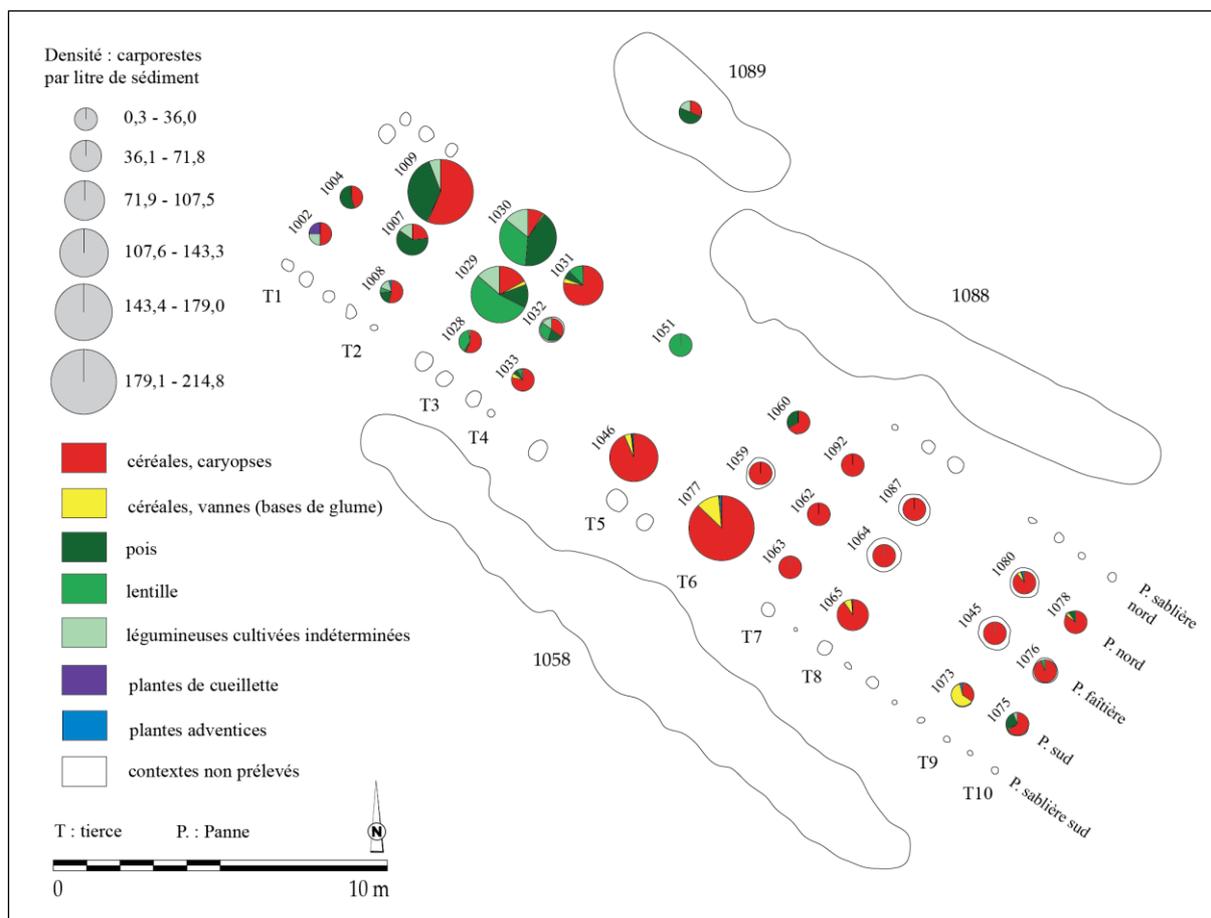


Fig. 98 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra uniquement les deux premiers axes puisqu'ils expliquent 99,87 % de la variance totale.

Dans le graphique symétrique (Fig. 99), l'axe 1 (92,51 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles positives), et céréales (caryopses et vannes) et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles

négatives). Par ailleurs, les légumineuses sont fortement associées à la tierce T3 et en moindre mesure aux tierces T2 et T1. Sur l'axe 2 (7,36 % des valeurs propres), on observe une opposition entre caryopses de céréales d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et vanes de céréales et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). En outre, les caryopses de céréales présentent une forte association avec les tierces T10, T8, T5 et T4 et une association un peu moins forte avec les tierces T7 et T6. Les vanes de céréales ainsi que les plantes adventices sont, quant à elles, fortement associées à la tierce T9.

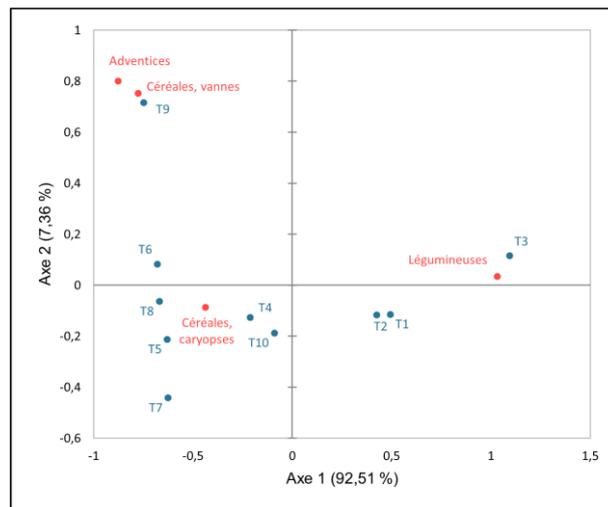


Fig. 99 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (99,87 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 100), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que trois classes ont été identifiées. La classe C1 ne comprend que la tierce T9, fortement associée aux vanes de céréales et aux plantes adventices. La classe C2 regroupe, quant à elle, les tierces T10, T8, T7, T6, T5 et T4, associées aux caryopses de céréales. Enfin, la classe C3 rassemble les tierces T3, T2 et T1, associées aux légumineuses.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C3 est plus homogène que la classe C2, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

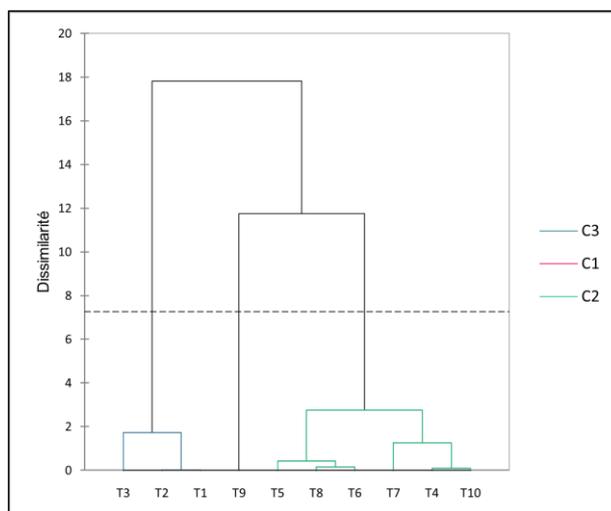


Fig. 100 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra les deux premiers axes qui expliquent 100 % de la variance.

À l'instar de l'analyse précédente et d'après le graphique symétrique (Fig. 101), l'axe 1 (99,58 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et céréales (caryopses et vannes) et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les légumineuses sont plutôt associées aux pannes faîtière et nord. Les plantes adventices sont fortement associées à la panne sud. Cette dernière est également associée aux caryopses de céréales et, en moindre intensité, aux vannes de céréales. Sur l'axe 2 (0,42 % des valeurs propres), on observe une opposition entre les caryopses de céréales (coordonnées vectorielles négatives) et les autres catégories de plantes.

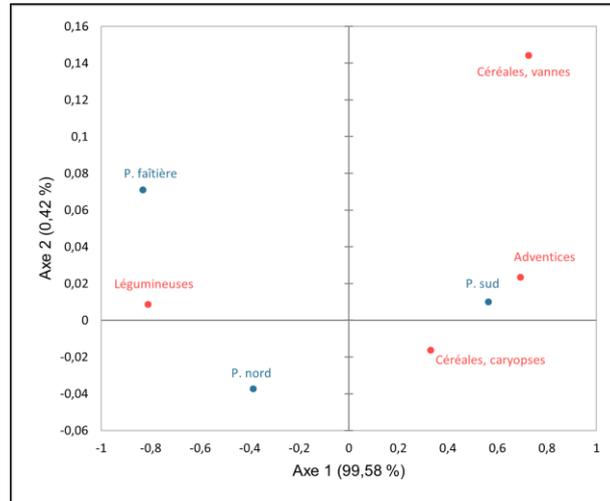


Fig. 101 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (100 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 102), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes nord et faitière, associées aux légumineuses. La classe C2 ne comprend que la panne sud, associée aux céréales (caryopses et vannes) et aux plantes adventices.

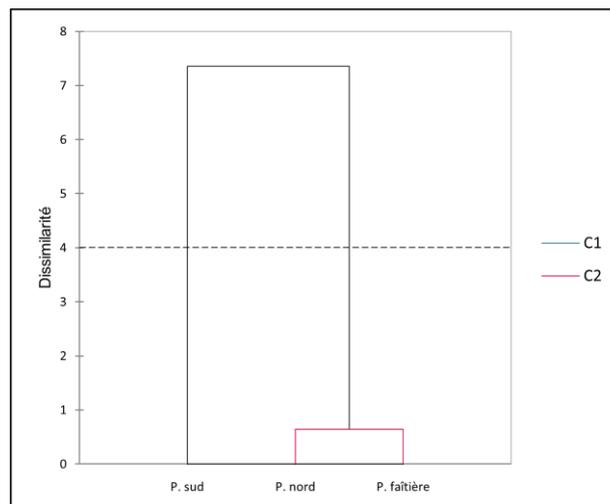


Fig. 102 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration spatiale des données (Fig. 103). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, deux grands secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux comprend les tierces T10, T8, T7, T6, T5 et T4. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de caryopses de céréales. Au sein de ce secteur, la tierce T9 se comporte différemment à cause du trou de poteau 1073 dont l'assemblage carpologique est caractérisé par un pourcentage important de vanes de céréales (62 %) ainsi que par un pourcentage remarquable de plantes adventices (4 %) par rapport aux autres trous de poteau de la maison. Le deuxième secteur regroupe les tierces T3, T2 et T1. Il se caractérise par la présence, voire la prédominance de légumineuses.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent également. En partant du nord vers le sud, le premier d'entre eux comprend les panes nord et faîtière. Il s'agit d'une zone caractérisée par des proportions importantes de légumineuses à l'arrière de la maison et par la présence de caryopses de céréales dans la partie avant. Le deuxième secteur comprend la panne sud. Il se caractérise notamment par la présence de vanes de céréales et de plantes adventices. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.1.1.3).

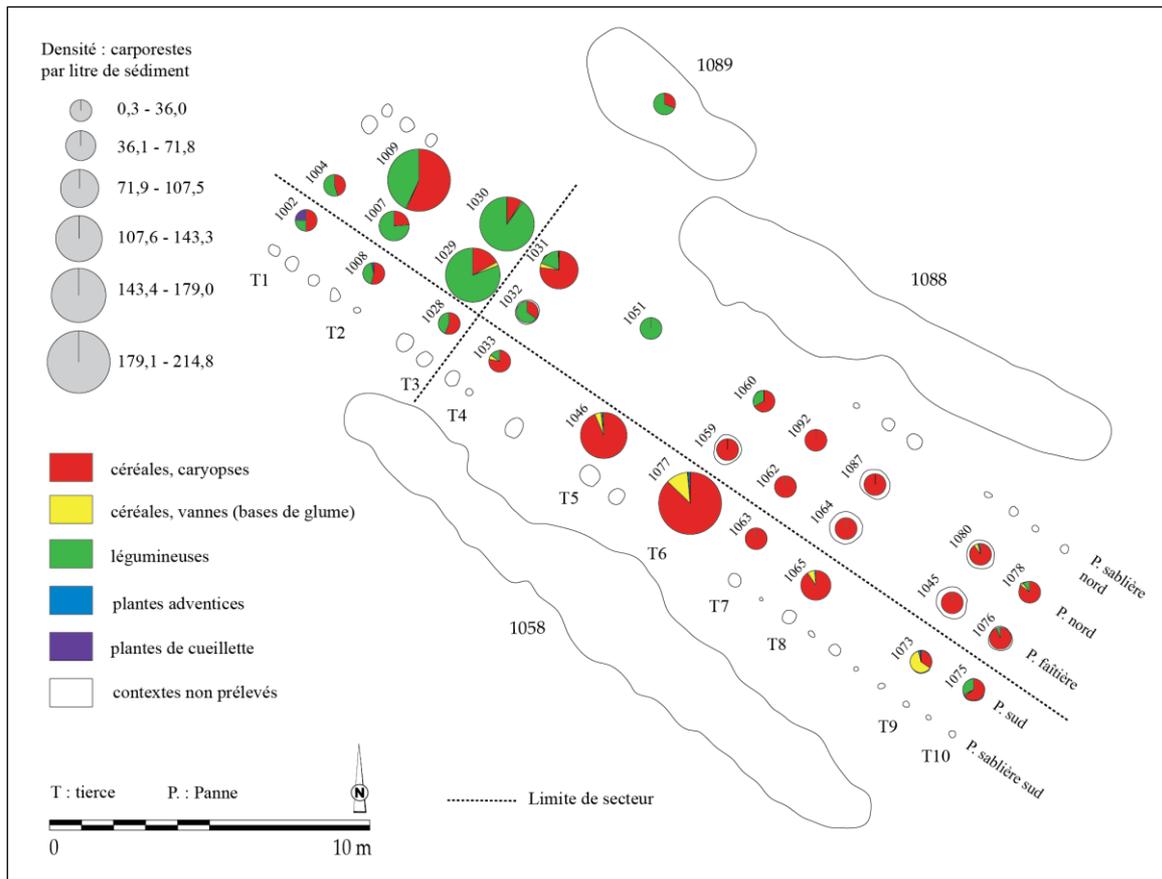


Fig. 103 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### La représentativité des taxons

La première étape de l’analyse de l’ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M5 consistait à vérifier s’il existait une corrélation entre l’abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d’un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d’échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d’échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s’est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,812$  ;  $p\text{-valeur} = 0,103 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut pas rejeter l’hypothèse nulle  $H_0$  puisqu’il y a 10,3 % de probabilité qu’il n’existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 104).

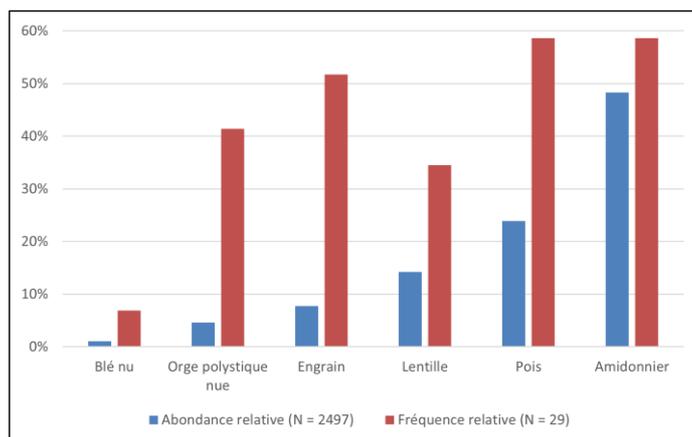


Fig. 104 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Grâce à l'application de cet indice, on constate une légère réorganisation hiérarchique des taxons (lentille et engrain) par rapport à l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 39).

Tabl. 39 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Taxon	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	48,34	58,62	106,96
Pois	23,91	58,62	82,53
Engrain	7,77	51,72	59,49
Lentille	14,26	34,48	48,74
Orge polystyque nue	4,65	41,38	46,02
Blé nu	1,08	6,90	7,98

### 9.1.1.2 Les nodules de terre brûlée

Les nodules de terre brûlée ont fait l'objet d'une étude de répartition au sein de la maison M5 de Marainville-sur-Madon (Blouet, 2017, p. 350). Les fosses et les trous de poteau cumulent plus de 29 kg de matériel. Dans les fosses latérales, les blocs de torchis ne sont pas répartis uniformément le long des parois, mais sont, pour plus d'un tiers, concentrés dans la fosse 1089 située à l'arrière du bâtiment. Ce type d'amas témoigne du rejet intentionnel de ces matériaux encombrants à l'extérieur des unités d'habitation. En ce qui concerne la répartition des nodules brûlés dans les fantômes de poteau, on relève une absence

totale au niveau des tierces T3, T2 et T1. À l'inverse, on constate des concentrations de terre cuite dans les tierces T9, T8 et T6. Les trois petits poteaux supplémentaires de la tierce T7 ne présentent, quant à eux, quasi aucun vestige (Fig. 105).

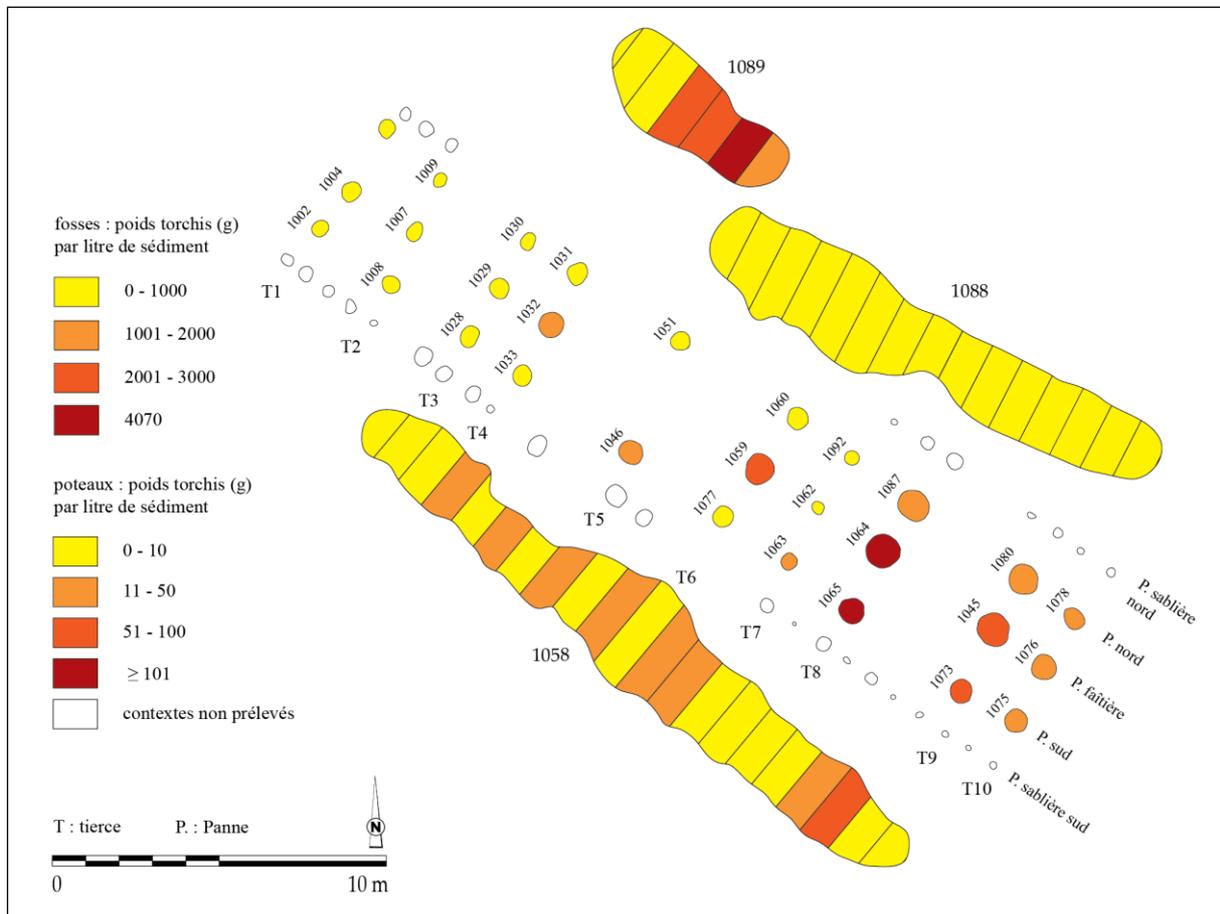


Fig. 105 - Répartition des densités du torchis dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». La concentration de nodules de terre brûlée au niveau de la tierce T8 indique vraisemblablement l'emplacement du four domestique (d'après Blouet, 2017, p. 351, Fig. 8).

### 9.1.1.3 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, il s'agit d'une maison de type 1 de Modderman ou *Großbau* ; voir 2.1.9.2.2 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 154). En effet, succédant au couloir avant (tierces T10 et T9), un groupement de neuf trous de poteau (tierces T8, T7 et T6), dont certains de fort calibre et profondément ancrés dans le sol, suggèrent, dans un premier temps, l'existence d'une partie frontale dotée d'un grenier surélevé (voir 2.1.9.2.2 et 2.1.9.2.6). Dans cette hypothèse, la partie centrale, d'une superficie de 48 m<sup>2</sup>, classiquement interprétée comme la pièce d'habitation, serait comprise entre ce

grenier et le couloir arrière (tierces T4 et T3), c'est-à-dire entre les tierces T6 et T4. Toutefois, l'étude de la répartition du matériel archéologique, complétée par celle de la profondeur des poteaux, montre que cette interprétation est erronée. En effet, la tierce T7 se distingue de celles qui l'encadrent (tierces T8 et T6) par des poteaux de plus petit gabarit et de faible profondeur, mais aussi par la quasi-absence de matériel archéologique (p. ex. charbons, carporestes carbonisés, esquilles, nodules de terre brûlée) dans les refus de tamis. Même si elle s'inscrit dans le plan général du bâtiment, il est donc vraisemblable que cette tierce n'était pas fonctionnelle au même moment que celles qui l'entourent. Il pourrait ainsi s'agir d'une structure de type échafaudage, démonté immédiatement après l'édification du bâtiment, ce qui expliquerait l'absence de vestiges issus de la phase d'occupation. L'hypothèse la plus plausible est cependant que l'on a affaire à une reprise en sous-œuvre des pannes intervenant peu de temps avant l'abandon du bâtiment, l'absence de matériel archéologique s'expliquant alors par le caractère éphémère de la réfection. Dans un cas comme dans l'autre, l'interprétation fonctionnelle du bâtiment doit être révisée. L'hypothèse initiale d'un grenier surélevé ferait ainsi place à celle d'une partie centrale de 93 m<sup>2</sup> (Berrio *et al.*, 2018), comprise entre les couloirs avant et arrière et composée de quatre travées comprenant les tierces T8, T6 et T5 (Fig. 106).

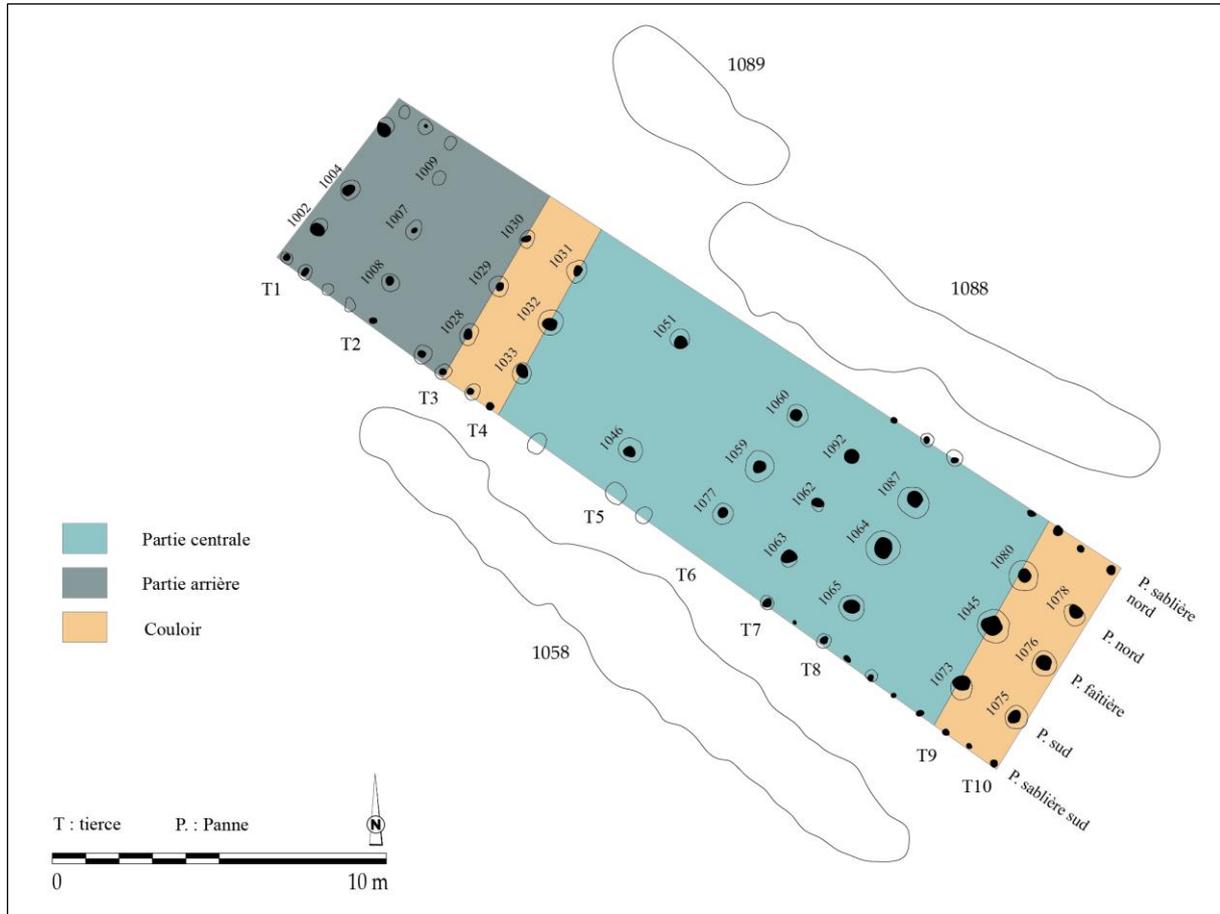


Fig. 106 - Interprétation architecturale de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### Une maison incendiée ?

L'étude de répartition des nodules de terre brûlée récoltés pour l'ensemble de la maison M5 de Marainville-sur-Madon montre que la dispersion du matériel ne correspond pas à celle qui résulterait d'un incendie. La rareté des charbons de bois va dans le même sens (Blouet, 2017, p. 350). L'hypothèse la plus vraisemblable est que les restes de nodules brûlés matérialisent l'emplacement d'une structure de combustion, de type four à coupole sur armature en clayonnage, implantée vraisemblablement au niveau de la tierce T8. Les rejets retrouvés dans les fosses latérales seraient issus des phases de réfection de ce four (Blouet, 2017, p. 351 ; Berrio *et al.*, 2018, p. 11).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques. En effet, elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site

(voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M5, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnier, et d'une légumineuse, le pois. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'engrain, la lentille et l'orge polystique nue. Plus anecdotique, la présence du blé nu est également attestée.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 107) met en évidence une cohérence dans la distribution planimétrique des données. Au niveau du couloir avant (tierces T10 et T9), la présence de céréales (vannes et céréales), de légumineuses et de plantes adventices laisse à penser que ce secteur, lieu de transition entre l'espace extérieur et intérieur du bâtiment, garde les traces d'une zone d'activité de décortilage des céréales, d'écosage des légumineuses et de nettoyage de la récolte, qui pouvait avoir lieu, tantôt à l'extérieur devant la maison, tantôt à l'abri à côté de l'entrée. Certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décortilage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée, comme le montrent les découvertes fréquentes de restes carbonisés de vannes et de caryopses de céréales vêtues, notamment d'amidonnier et d'engrain, mis au jour dans toutes les structures analysées (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 in Kreuz *et al.*, 2020, p. 104).

La partie centrale, comprise entre les tierces T9 et T4, se caractérise par la prédominance de caryopse de céréales, principalement de céréales vêtues telles que l'amidonnier et l'engrain. Les trous de poteau de la panne sud délimitent un secteur où, en plus des caryopses de céréales, on remarque la présence de vannes de céréales et de plantes adventices. Par ailleurs, dans ce secteur, deux trous de poteau (st 1046 et st 1077) présentent des densités de carporestes très élevées. Si l'on prend en compte le mobilier archéologique analysé (nodules de terre brûlée), on constate que trois trous de poteau (st. 1059, st 1064 et st 1065) présentent des densités très élevées. Le croisement de ces données permet de mettre en évidence une zone d'activité domestique de préparation d'aliments concentrée entre les tierces T8 et T6 au niveau des pannes faîtière et sud, avec vraisemblablement l'emplacement d'une structure de combustion, de type four à coupole sur armature en clayonnage au niveau de la tierce T8.

La partie arrière, allant de la tierce T3 à T1, présente des concentrations très élevées de légumineuses et des concentrations un peu moins élevées de céréales, principalement de céréales nues telles que l'orge polystique nue et le blé nu. Ces concentrations de carporestes (st. 1029 : 159,3 carporestes/l ; st. 1030 : 165,6 carporestes/l ; st. 1009 : 214,8 carporestes/l), notamment au niveau des pannes nord et faîtière, sont associées à de faibles densités de nodules de terre brûlée. Sur ce point, il est à noter que le groupe d'utilisateurs d'ArboDat<sup>®</sup> définit le stockage d'une récolte comme une concentration de  $\geq 100$  carporestes par litre de sédiment (Kreuz et Marinova, 2017, p. 643). Bien que ce chiffre soit assez arbitraire et que nous préférerions rester prudents au moment de nous en servir pour appuyer notre hypothèse, il semble pertinent pour définir la notion de « stock » d'une récolte en ce qui concerne les données en provenance des contextes secs néolithiques. Au regard de ces observations, ce secteur a probablement accompli une fonction de zone de stockage temporaire. Pour reprendre les propos de B. Soudský (1962, p. 198), dans les maisons rubanées, nous avons vraisemblablement affaire à deux types de stockage des récoltes selon leur fonction : d'une part, les grains destinés à être semés étaient probablement stockés dans les greniers et les silos ; d'autre part, les grains destinés à être consommés au fur et à mesure des besoins de la maisonnée étaient stockés dans les vases de stockage. Cette dernière fonction est celle évoquée par les données issues de la partie arrière de la maison M5. Un aspect qui interpelle est l'absence de vannes de céréales vêtues ainsi que la présence de caryopses de céréales nues, ce qui laisse à penser que, contrairement à ce qui est préconisé pour la bonne conservation des grains, les céréales n'étaient pas stockées en épillet, mais plutôt en caryopses. Ce point conforte l'hypothèse d'une zone de stockage de grains destinés à être consommés assez rapidement.

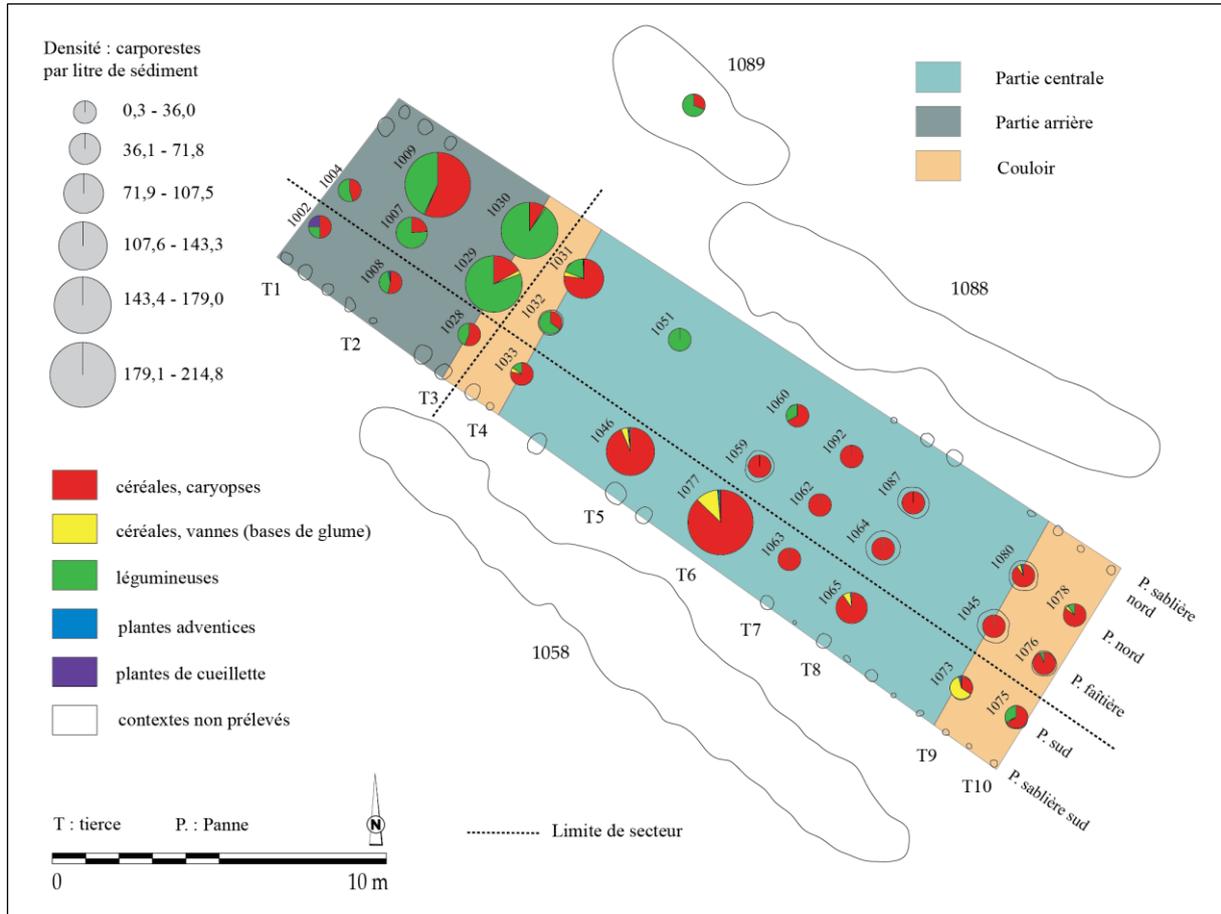


Fig. 107 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 120).

### 9.1.2. La maison M1

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille comprend sept tierces (Tabl. 40 et Fig. 108), il est trapézoïdal et ne présente pas de tranchée de fondation arrière (Blouet *et al.*, 2013b, p. 152).

Tabl. 40 - Analyse métrique de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 151-152). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	18,50 m (complète)
Largueur arrière	5,25 m
Largueur avant	6,90 m
Indice de trapézoïdalité (It)	0,045
Largueur tierce arrière	3,60 m
Largueur tierce avant	3,80 m
Orientation	58,5°

Sous le décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,20 m (support de panne faîtière de la tierce T7) et au maximum de 0,70 m (supports des pannes nord et sud des tierces T3 et T4). À l'exception d'un manque de cinq poteaux sur la paroi sud, dû à un surcreusement de décapage, le plan peut être considéré comme complet. Les poteaux des tierces sont dans la quasi-totalité des cas observables et constitués par des bois refendus ou équarris, au contraire des poteaux de paroi (pannes sablières) qui, à quatre exceptions près, sont tous de petits pieux circulaires (Blouet *et al.*, 2013b, p. 152).

Les fosses latérales nord (st. 26, 67, 110 et 104) et sud (st. 27) associées à l'habitation ont livré du mobilier attribuable à la première phase stylistique locale (Marainville 1), soit à la fin du Rubané récent A (Blouet *et al.*, 2013b, p. 152).

### **9.1.2.1 Les données carpologiques**

Ce bâtiment, initialement interprété comme une construction hallstattienne, a été, tel que déjà évoqué (voir 9.1), en grande partie exploré lors de la fouille de 1986 (Olivier, 1987) et seuls les trous de poteau de la partie arrière ont pu être échantillonnés. L'analyse a été menée sur 19 prélèvements issus de 19 contextes archéologiques (structures en creux), dont une fosse latérale et 18 trous de poteau (Fig. 108). Tous les contextes se sont avérés positifs. Au total, 2 389 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 50 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5). Il est important d'évoquer la rareté des charbons de bois récoltés pour l'ensemble des contextes de la maison M1 qui constituent un poids total 12 g.

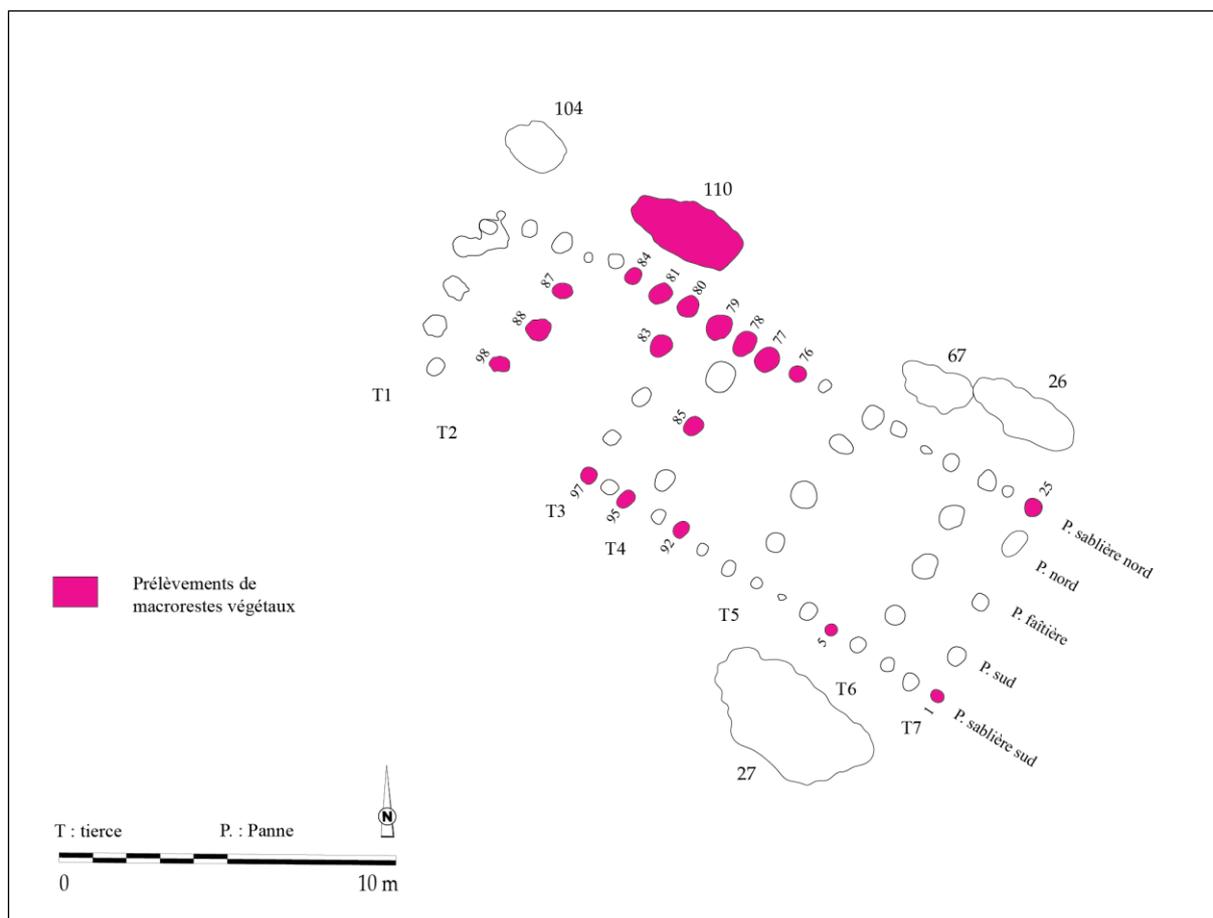


Fig. 108 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 (Fig. 109). On observe que parmi les 19 contextes analysés, une grande majorité (13 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,2 et 45,9 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : deux contextes présentent des densités allant de 45,9 à 91,6 carporestes/litre de sédiment ; trois contextes présentent des densités comprises entre 91,6 et 137,3 ; aucun contexte ne présente de densité allant de 137,3 à 183,0 ; enfin, un contexte présente une densité comprise entre 183,0 et 228,7 carporestes/litre de sédiment.

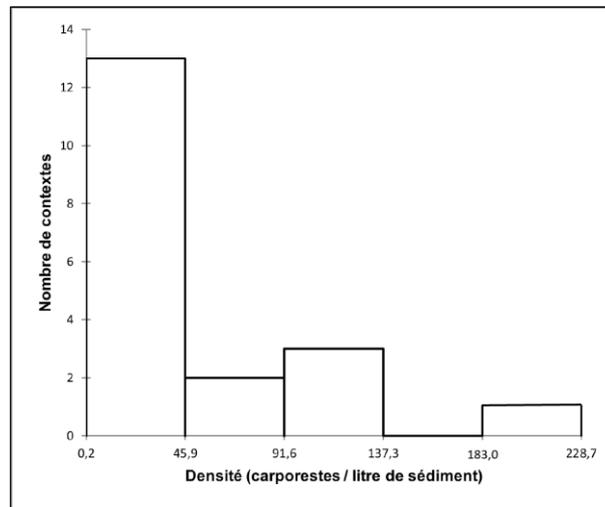


Fig. 109 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (45,3). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (59,9) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (21,6) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (1,8), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M1, la fosse 110 se caractérise par une forte densité de carporestes, en revanche, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles (Fig. 110). Par conséquent, nous avons décidé d'analyser également la distribution des densités de carporestes en écartant la fosse, afin de pondérer les données issues des trous de poteau (Fig. 111).

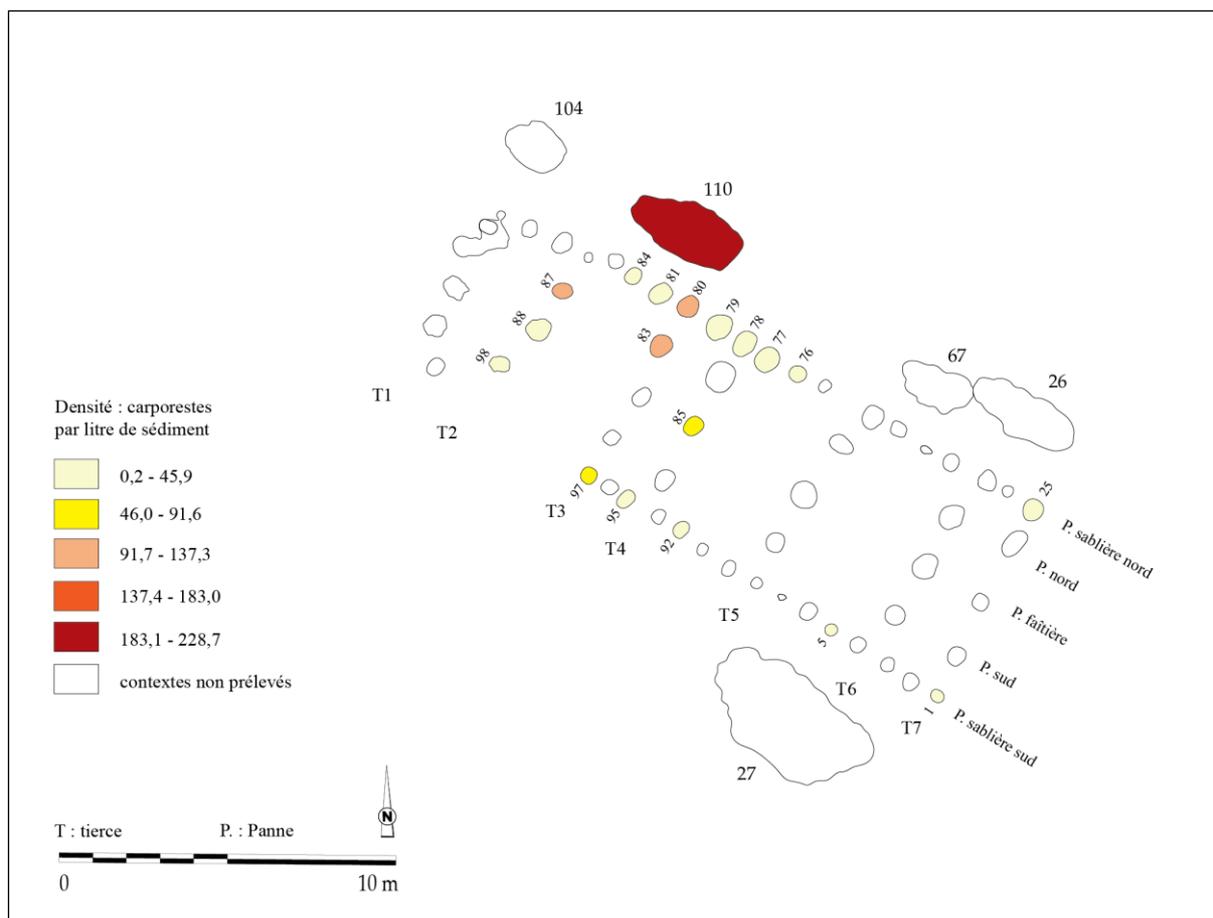


Fig. 110 - Répartition des densités dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporesses des trous de poteau de la maison M1 (Fig. 111). On observe que parmi les 18 contextes analysés, une grande majorité (12 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,2 et 26,1 carporesses/litre de sédiment. Les autres intervalles contiennent un faible nombre de données : deux contextes présentent des densités allant de 26,1 à 52,0 carporesses/litre de sédiment ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 52,0 et 77,9 ; deux contextes présentent des densités allant de 77,9 à 103,8 ; enfin, deux contextes présentent des densités allant de 103,8 à 129,7 carporesses/litre de sédiment.

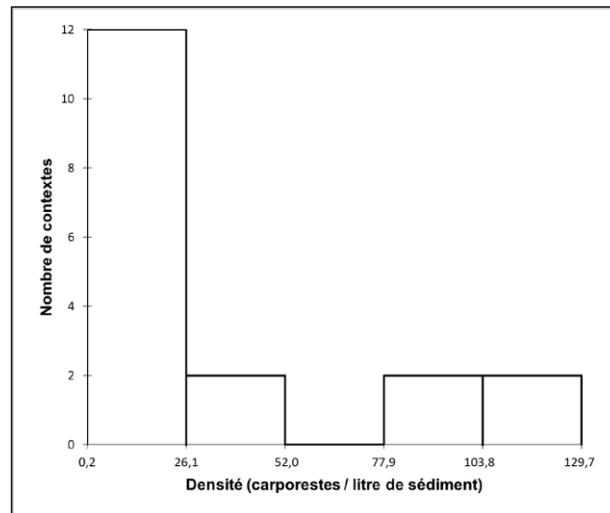


Fig. 111 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». La fosse 110 a été écartée de l'analyse afin de pondérer les données issues des trous de poteau.

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (35,1). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (41,3) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (19,5) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (1,2), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Les densités de carporestes observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains présentent de fortes densités. L'étalement des données autour de la moyenne étant important (écart-type élevé), on peut légitimement s'interroger pourquoi il y a tant de différence. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les six contextes où les densités sont plus importantes, notamment les quatre trous de poteau où la densité dépasse 77,9 carporestes/litre de sédiment, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Dans ce modèle interprétatif, on observe que les densités dépassant 26,1 carporestes/litre de sédiment se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau des tierces T4, T3, T2 et des pannes sablières nord et sud à hauteur de la tierce T3 (Fig. 112). Plus précisément, les quatre trous de poteau présentant des densités dépassant 77,9 carporestes/litre de sédiment se situent au niveau des tierces T3, T2 et des pannes sablières nord et sud à hauteur de la tierce T3.

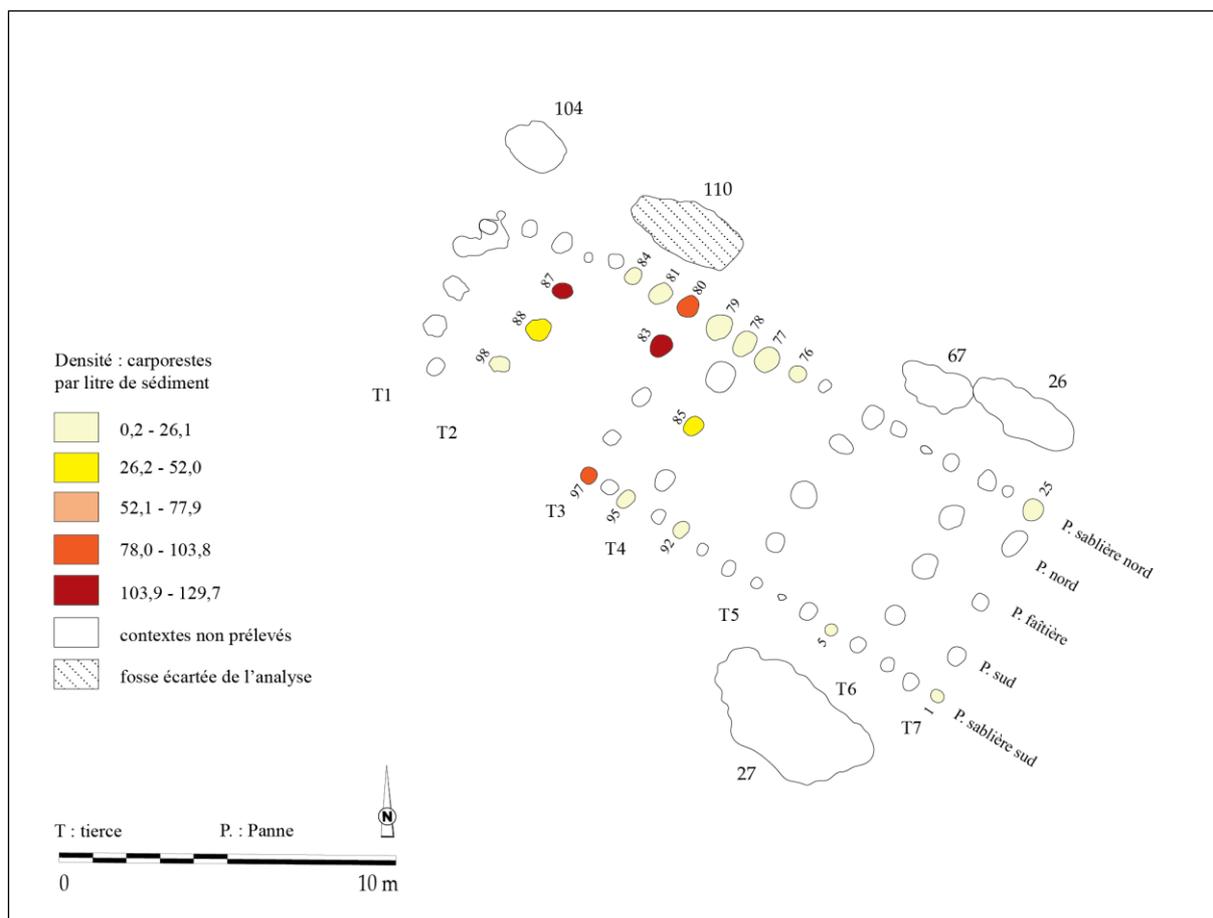


Fig. 112 - Répartition des densités dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116). La fosse 110 a été écartée de l'analyse afin de pondérer les données issues des trous de poteau.

### La distribution des catégories de plantes

L'analyse de la distribution des données carpologiques au sein de la maison M1 appelle à la prudence étant donné le caractère fragmentaire de l'échantillonnage. Nous pouvons toutefois souligner quelques aspects. D'une part, on constate un effet de paroi caractérisé par la présence quasi exclusive de vannes de céréales et de plantes adventices dans les trous de poteau des panes sablières nord et sud (Fig. 113). D'autre part, les légumineuses sont majoritaires dans les trous de poteau des tierces T4, T3 et T2. Elles sont également présentes surtout dans la panne sablière nord. Les céréales sont bien représentées partout dans le bâtiment sauf au niveau de la tierce T2. Concernant les plantes de cueillette, seulement un carporesse a été attesté dans la panne sablière sud (st. 92). Enfin, le spectre de plantes issu de la fosse 110, située dans le flanc nord-ouest du bâtiment, est cohérent avec le spectre présent dans la partie du bâtiment située à proximité, où l'importance des légumineuses est remarquée.

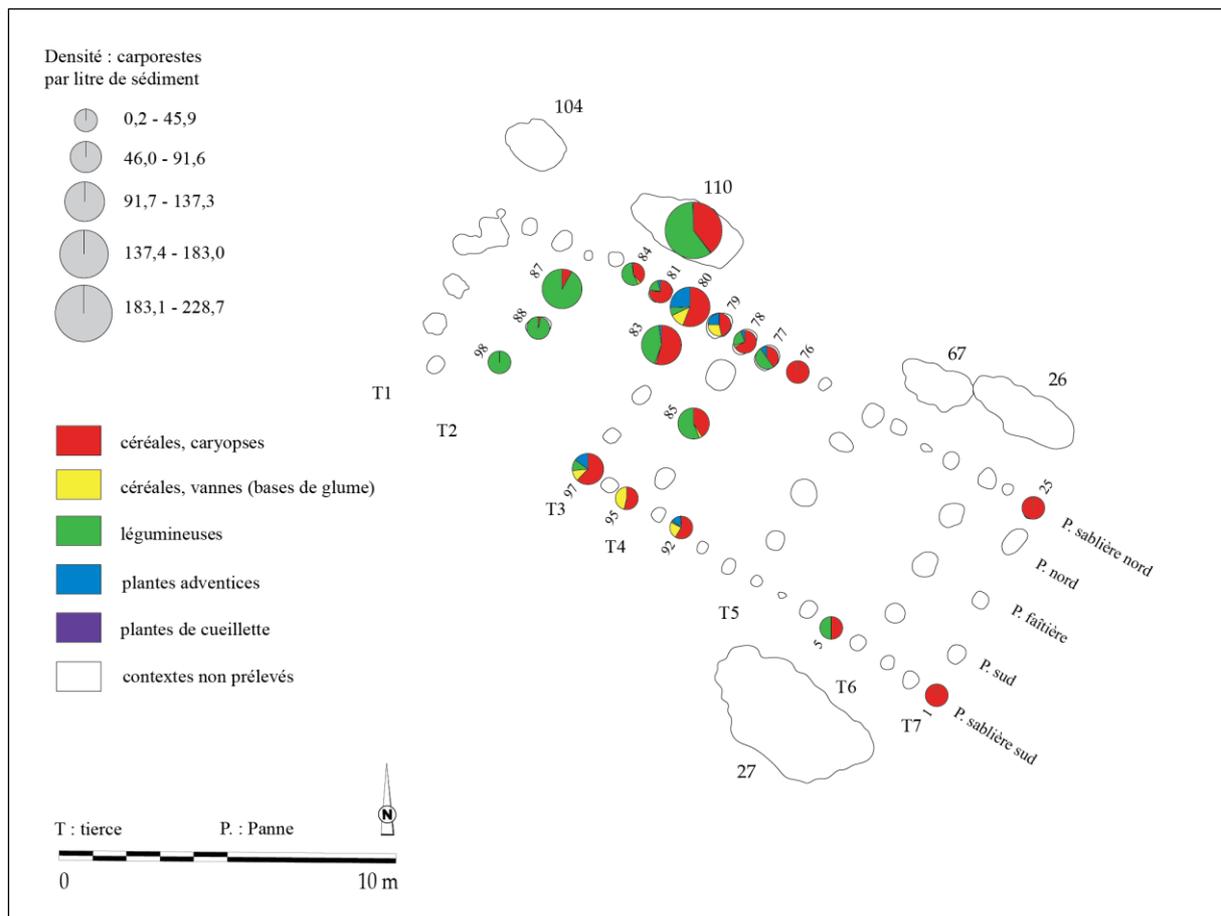


Fig. 113 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 114). Étant donné que l'orge polystique vêtue n'a pas été attestée au sein de l'assemblage, les caryopses d'orge qui n'ont pu être déterminés au niveau de la variété ont été comptabilisés en tant qu'orge polystique nue lors de la représentation graphique.

L'amidonnier, céréale prédominante, est présent un peu partout dans la maison. Dans la partie avant du bâtiment, le trou de poteau de la panne sablière nord prélevé à hauteur de la tierce T7 (st. 25) a livré un caryopse d'amidonnier. L'orge polystique nue est présente dans les tierces T4, T3 et T2, dans la plupart des trous de poteau prélevés de la panne sablière nord ainsi que dans un trou de poteau de la panne sablière sud, à hauteur de la tierce T3. Quant à lui, le blé nu est présent dans quatre trous de poteau de la panne sablière nord, un trou de poteau de la panne sablière sud ainsi que dans les tierces T4 et T3. Enfin, les taxons mis au jour dans la fosse 110 reflètent bien le spectre observé à l'intérieur du bâtiment : l'orge

polystyque nue, l'amidonnier, le blé indéterminé, les céréales indéterminées, le blé nu et l'engrain.

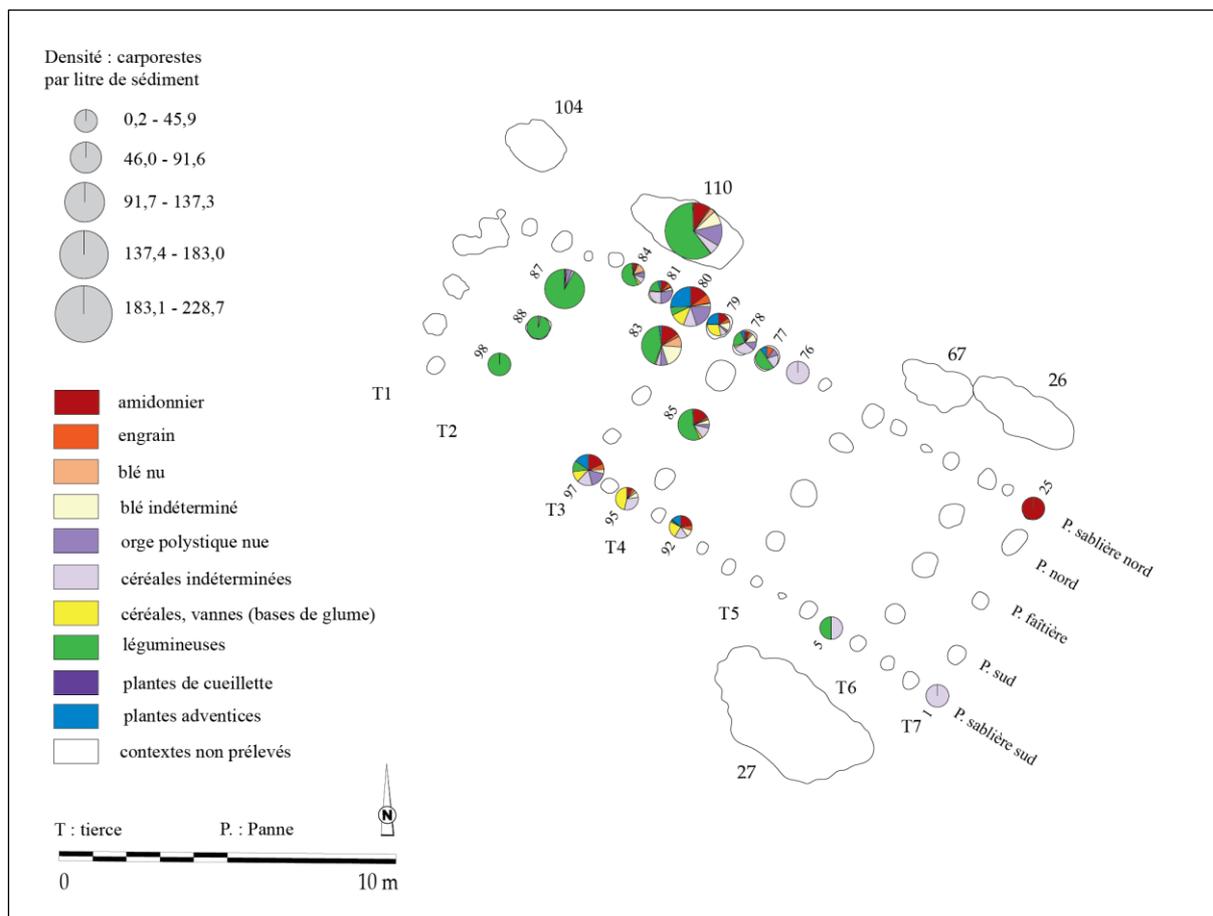


Fig. 114 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### La distribution des légumineuses

La présence de légumineuses cultivées indéterminées dans plusieurs contextes témoigne de la fragmentation importante des carporesses et donc de la difficulté d'une identification au niveau du genre et de l'espèce (Fig. 115).

On observe que le pois, légumineuse majoritaire, est présent dans tous les contextes où les légumineuses sont attestées, mais il est particulièrement bien représenté dans les tierces T3, T2 ainsi que dans la fosse 110. La lentille, quant à elle, est plutôt bien représentée au niveau des tierces T4 et T2. Elle est également attestée dans la fosse 110.

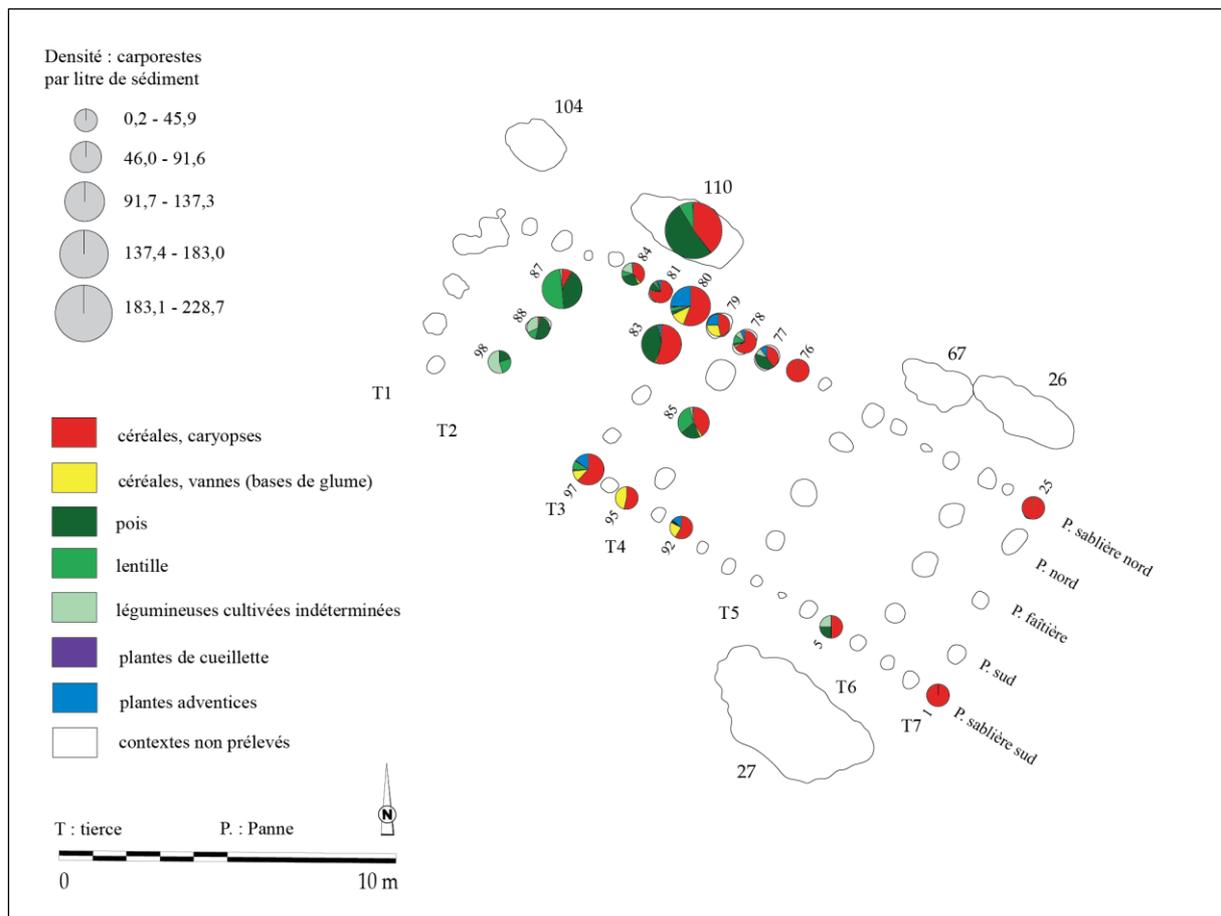


Fig. 115 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra les deux premiers axes qui expliquent 100 % de la variance.

Dans le graphique symétrique (Fig. 116), l'axe 1 (97,85 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles positives), et céréales (caryopses et vannes) et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles

négatives). Par ailleurs, les légumineuses sont associées à la tierce T2. Sur l'axe 2 (2,15 % des valeurs propres), on observe une opposition entre vanes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles positives), et caryopses de céréales et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). En outre, les vanes de céréales sont plutôt associées à la tierce T4. Les caryopses de céréales ainsi que les plantes adventices sont, quant à eux, associés à la tierce T3.

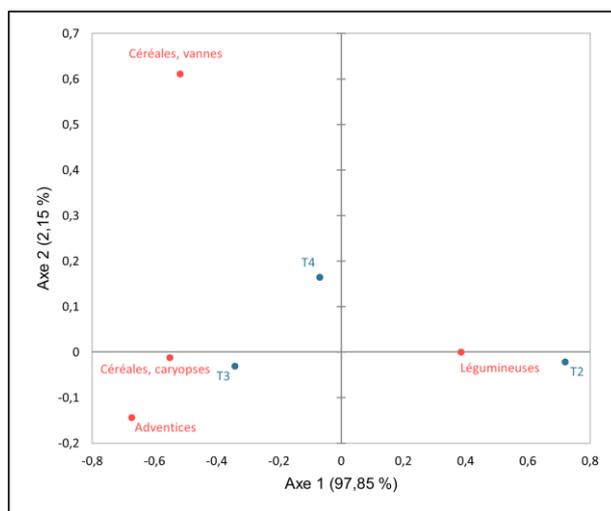


Fig. 116 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (100 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 117), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les tierces T4 et T3, associées aux céréales (vanes et caryopses) et aux plantes adventices. La classe C2, quant à elle, ne comprend que la tierce T2, associée aux légumineuses.

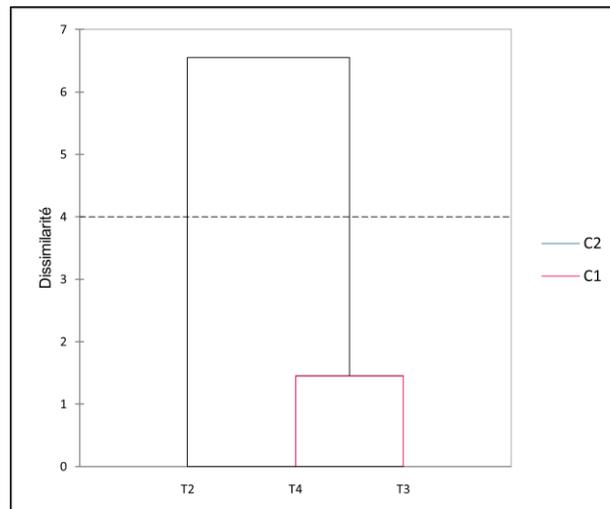


Fig. 117 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 96,93 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (95,42 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

À l'instar de l'analyse précédente et d'après le graphique symétrique (Fig. 118), l'axe 1 (92,35 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et céréales (caryopses et vannes) et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les légumineuses sont plutôt associées aux pannes faîtière, nord et sud. Sur l'axe 2 (4,58 % des valeurs propres), on observe une opposition entre les vannes de céréales, associées à la panne sablière sud, et les caryopses de céréales et plantes adventices, associés à la panne sablière nord.

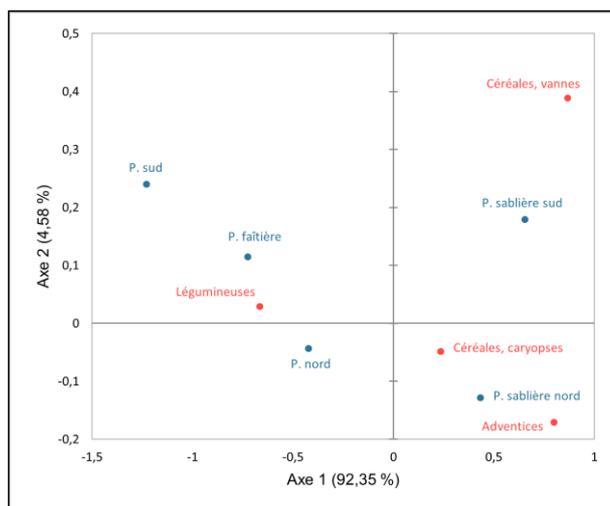


Fig. 118 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (96,93 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

Sur l'axe 3 (3,07 % des valeurs propres ; Fig. 119), on observe une opposition entre les caryopses de céréales, associées à la panne sablière sud, et les vannes de céréales et plantes adventices, associés à la panne sablière nord.

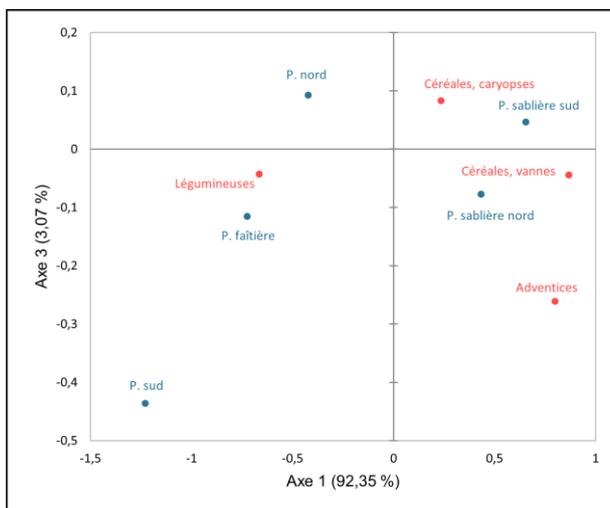


Fig. 119 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3 (95,42 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 120), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes nord, faîtière et sud, associées aux légumineuses. La classe C2 comprend les pannes sablières nord et sud, associées aux céréales (caryopses et vannes) et aux plantes adventices.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C2 est plus homogène que la classe C1, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

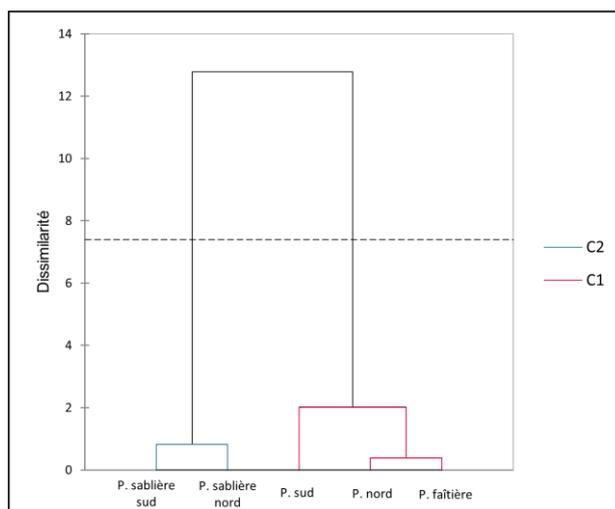


Fig. 120 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration des données d'un point de vue planimétrique (Fig. 121). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, deux secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux regroupe les tierces T4 et T3. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de caryopses de céréales. Le deuxième secteur comporte la tierce T2 et se caractérise par la prédominance de légumineuses.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent également. Le premier d'entre eux comprend les pannes sablières nord et sud. Il se caractérise notamment par la présence de vannes de céréales et de plantes adventices. Le deuxième secteur comprend les pannes nord, faîtière et sud. Il s'agit d'une zone caractérisée par la présence de légumineuses et de caryopses de céréales de céréales. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.1.2.2).

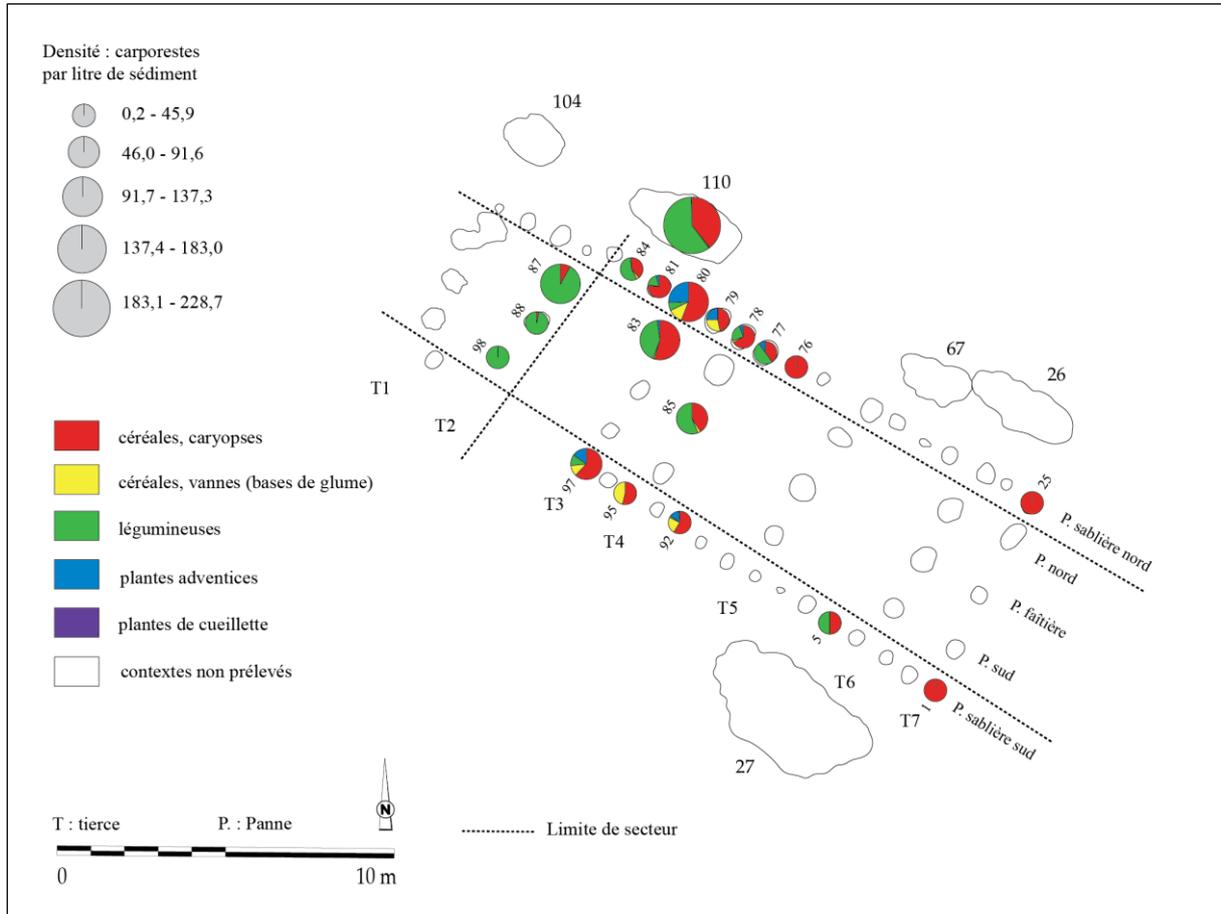


Fig. 121 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### La représentativité des taxons

La première étape de l’analyse de l’ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M1 consistait à vérifier s’il existait une corrélation entre l’abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d’un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d’échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d’échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s’est avéré être significatif ( $\rho = 0,941$  ;  $p\text{-valeur} = 0,033 < \alpha = 0,05$ ), il a ainsi montré une très forte corrélation positive entre ces deux variables : plus l’abondance relative d’un taxon est élevée, plus sa fréquence relative est importante (Fig. 122).

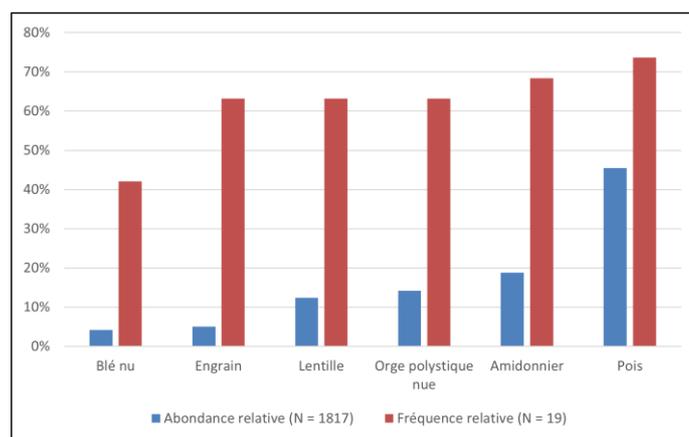


Fig. 122 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l'application de cet indice sont tout à fait cohérents avec l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 41).

Tabl. 41 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Taxon	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Pois	45,51	73,68	119,20
Amidonnier	18,77	68,42	87,19
Orge polystyque nue	14,14	63,16	77,30
Lentille	12,38	63,16	75,54
Engrain	5,01	63,16	68,17
Blé nu	4,18	42,11	46,29

### 9.1.2.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, il s'agit d'une maison de type 2 de Modderman ou *Bau* ; voir 2.1.9.2.2 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 151). Succédant au couloir avant (tierces T7 et T6), la partie centrale est divisée par la tierce T5 en deux travées. La partie arrière, comprise entre les tierces T3 et T1 et dont la séparation est matérialisée par le couloir arrière (tierces T4 et T3), comporte deux travées également (Fig. 123).

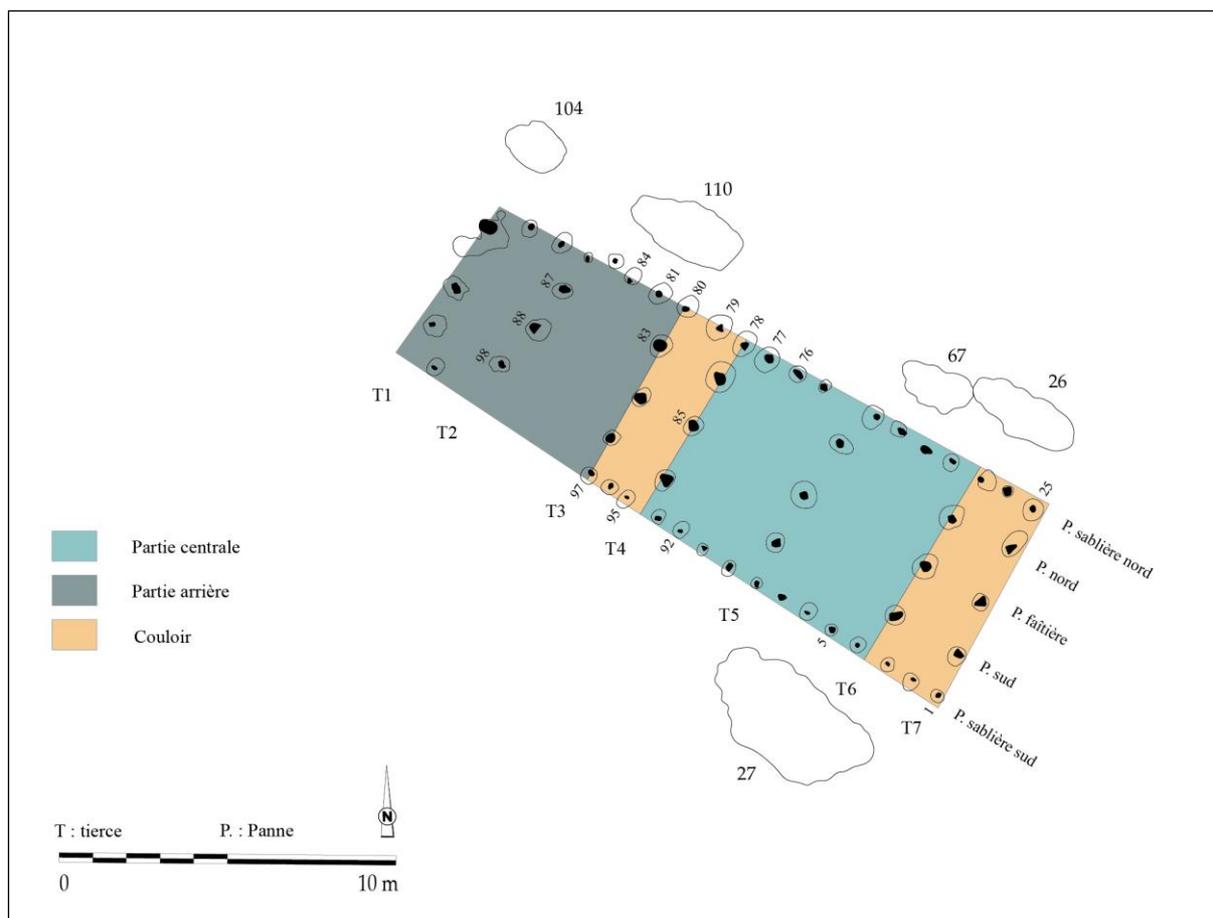


Fig. 123 - Interprétation architecturale de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M1, la maisonnée privilégiait la consommation d'une légumineuse, le pois, et d'une céréale, l'amidonnier. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses, notamment l'orge polystique nue, la lentille, l'en grain et le blé nu.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

Nous rappelons que l'analyse de la distribution des données carpologiques au sein de la maison M1 appelle à la prudence étant donné le caractère fragmentaire de l'échantillonnage.

Néanmoins, l'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 124) met en évidence une certaine cohérence dans la distribution planimétrique des données. Au niveau du couloir avant (tierces T7 et T6) et de la partie centrale (comprise entre les tierces T6 et T4), le manque de données nous empêche malheureusement d'avancer une hypothèse sur la fonction de ces espaces. Nous observons, toutefois, que dans ces secteurs les densités de carporestes restent assez faibles.

En revanche, à partir du début de la zone arrière (tierce T3), les densités des carporestes (st. 80 : 100,0 carporestes/l ; st. 87 : 111,0 carporestes/l ; st. 83 : 129,7 carporestes/l) ainsi que les pourcentages des légumineuses deviennent plus élevés. La tierce T2 qui divise cette partie en deux travées, marque également la limite d'un secteur à légumineuses. Sur cet aspect, cette maison ressemble à la maison M5 du même site, pour laquelle, rappelons-le, la partie arrière a été interprétée comme une zone de stockage temporaire.

Si nous observons maintenant l'axe longitudinal de la maison, nous constatons un effet de paroi, marqué par la présence de ce que l'on peut considérer comme des déchets (vannes de céréales et plantes adventices) dans les pannes sablières nord et sud. Ces restes pourraient être issus d'un balayage intentionnel vers les parois de la maison afin de nettoyer le sol de la zone de préparation d'aliments. Il est à noter que la présence de ces restes évoquant des déchets s'arrête au niveau de la tierce T3 qui marque le début de la zone arrière.

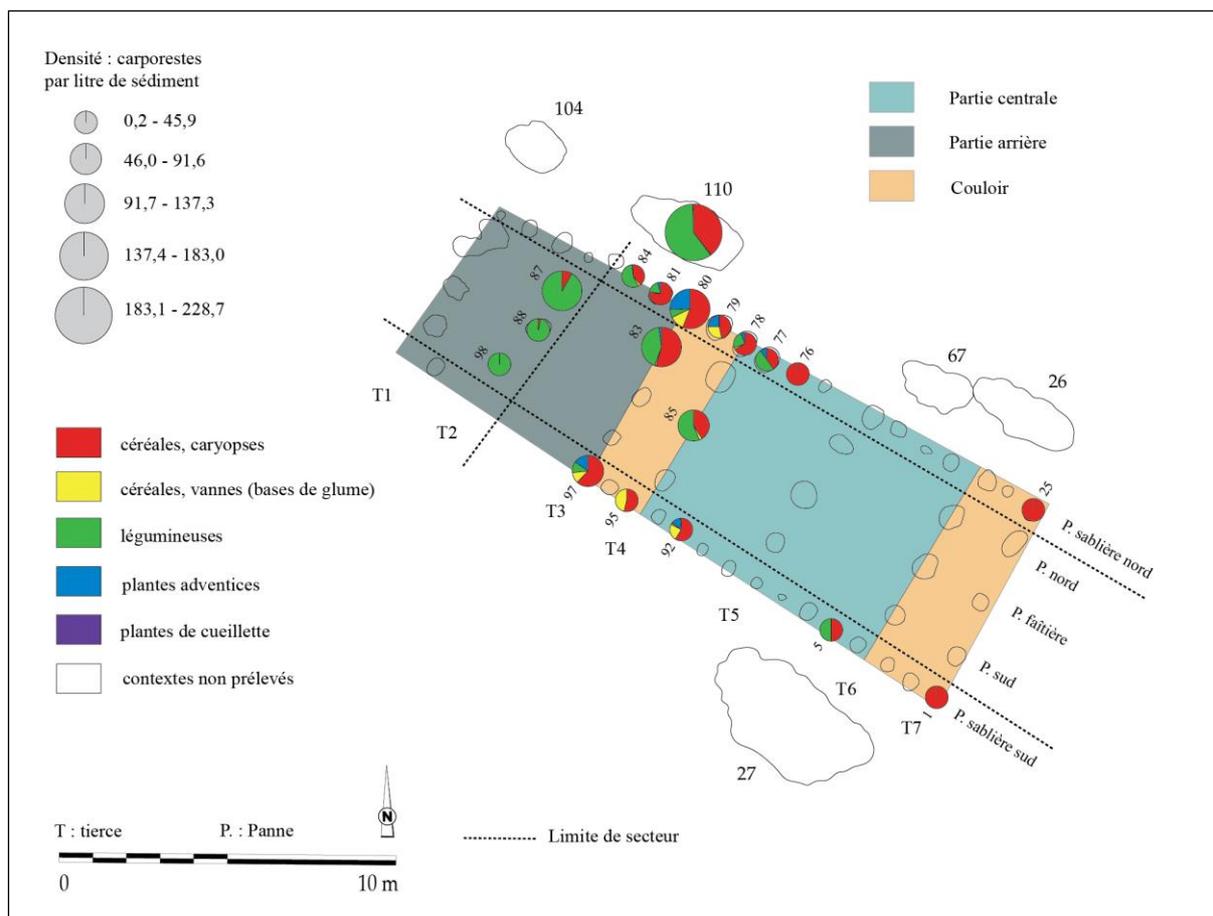


Fig. 124 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### 9.1.3. La maison M2

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille comprend sept tiers (Tabl. 42 et Fig. 125), il est subrectangulaire et ne présente pas de tranchée de fondation arrière (Blouet *et al.*, 2013b, p. 152-153).

Tabl. 42 - Analyse métrique de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 152). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	19,30 m (complète)
Largueur arrière	6 m
Largueur avant	6,50 m (restituée)
Largueur tierce arrière	3,40 m
Largueur tierce avant	3,20 m
Orientation	63,0°

Sous le plan de décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,10 m (support de panne faîtière des tierces T2 et T3) et au maximum de 0,65 m (supports des pannes nord et sud des tierces T5 et T6). La paroi nord (panne sablière nord) se prolonge au-delà de la dernière tierce par deux poteaux qui ne trouvent ni leur vis-à-vis sur la paroi sud (panne sablière sud), ni de retour en pignon arrière. Un fossé de parcellaire augustéen (non figuré sur le plan) a pu faire disparaître un ou deux poteaux à l'extrémité occidentale de la paroi sud. On ne peut donc être certain que la dernière tierce constitue le pignon arrière de la construction. Cependant, il est plus vraisemblable que les deux poteaux supplémentaires de la paroi nord constituent des contreforts ou des supports de débord de toiture. En effet, dans l'hypothèse d'une prolongation, les poteaux du pignon arrière auraient totalement disparu, ce qui n'est pas compatible avec le degré d'érosion constaté sur le bâtiment. À ces observations et réserves près, le plan peut être considéré comme complet. Les poteaux sont refendus ou non dans des proportions quasi égales, tant pour les tierces que pour les parois (Blouet *et al.*, 2013b, p. 152).

Les fosses latérales nord (st. 28A et 28B) et sud (st. 238A et 238B auxquelles on peut rattacher les st 64 et 181) associées à l'habitation ont livré du mobilier attribuable à la deuxième phase stylistique locale (Marainville 2), soit au début du Rubané final (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153).

### **9.1.3.1 Les données carpologiques**

L'analyse a été menée sur 27 prélèvements issus de 26 contextes archéologiques (structures en creux), dont quatre fosses latérales et 22 trous de poteau (Fig. 125). Tous les contextes se sont avérés positifs. Au total, 8 249 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 96,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5). Il est important d'évoquer la rareté des charbons de bois récoltés pour l'ensemble des contextes de la maison M2 qui constituent un poids total 76 g.

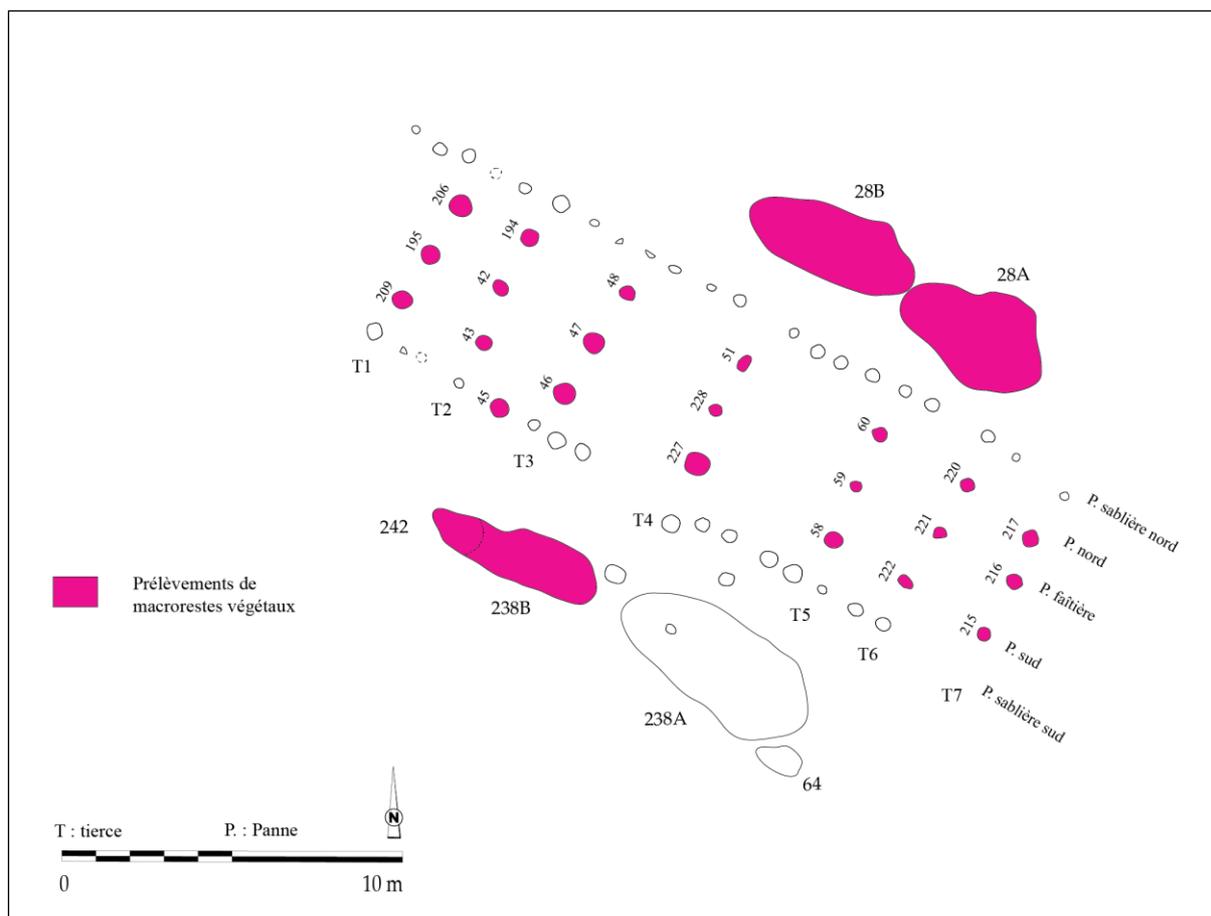


Fig. 125 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M2, fosses latérales comprises (Fig. 126). On observe que parmi les 26 contextes analysés, une grande majorité (20 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,9 et 100,2 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : trois contextes présentent des densités allant de 100,2 à 199,6 carporestes/litre de sédiment ; deux contextes présentent des densités comprises entre 199,6 et 298,9 ; aucun contexte ne présente de densité allant de 289,9 à 398,3 ni de densité comprise entre 398,3 et 497,6 ; enfin, un contexte présente une densité allant de 497,6 à 597,0 carporestes/litre de sédiment.

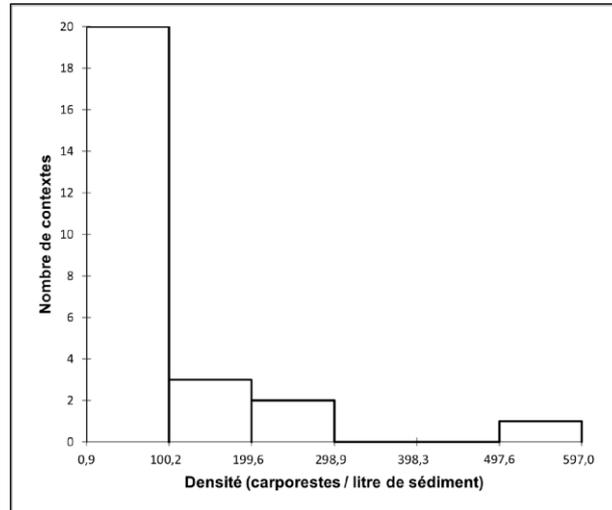


Fig. 126 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (69,7). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (128,5) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (14,1) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (2,9), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M2, la fosse 242 se caractérise par une forte densité de carporestes, en revanche, les densités observées au niveau des autres fosses (st. 28A, 28B et 238B) et des trous de poteau sont pour la plupart très faibles (Fig. 127). Par conséquent, nous avons décidé d'analyser également la distribution des densités de carporestes en écartant la fosse 242, afin de pondérer les données issues des autres contextes (Fig. 128).

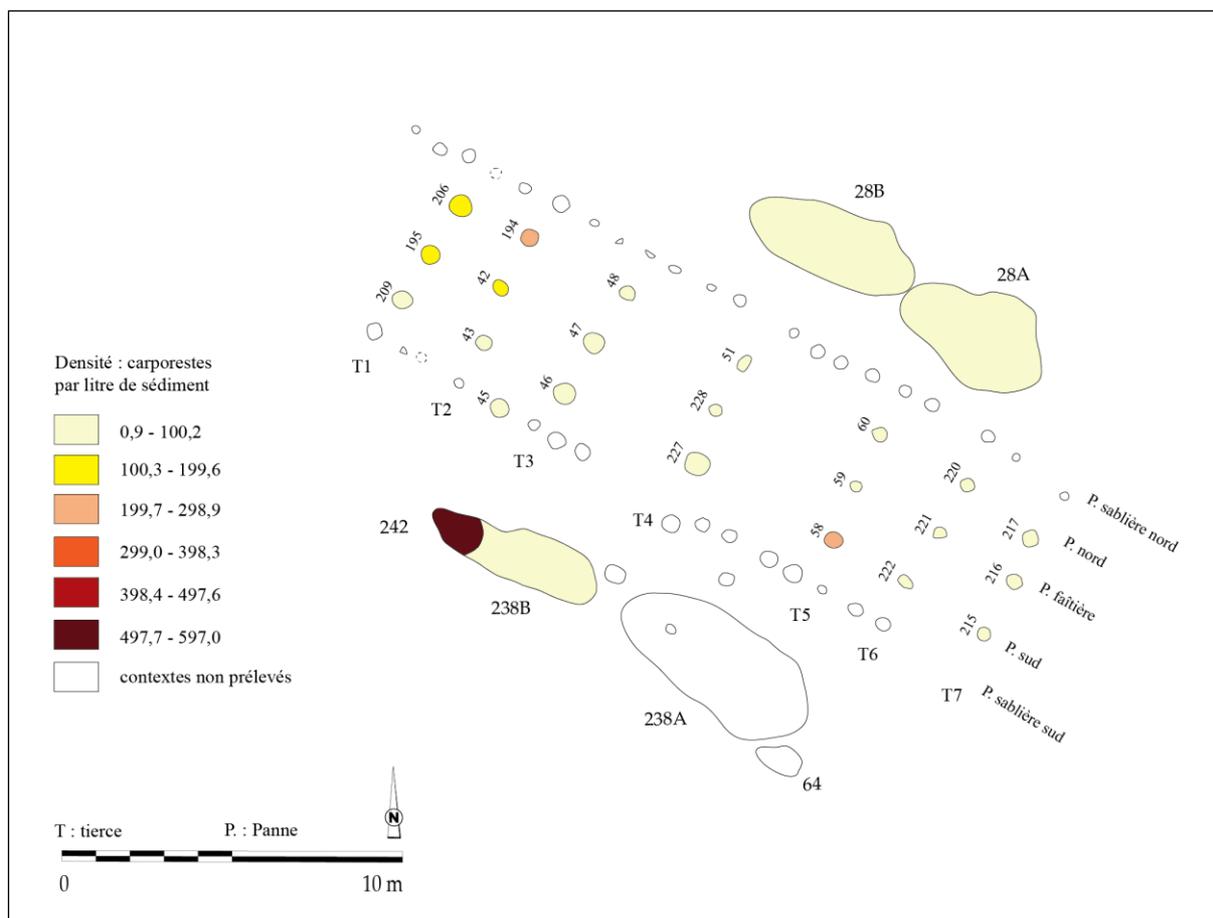


Fig. 127 - Répartition des densités dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117).

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carapostes des autres fosses et des trous de poteau de la maison M2 (Fig. 128). On observe que parmi les 25 contextes analysés, une grande majorité (18 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,9 et 41,4 carapostes/litre de sédiment. Les autres intervalles contiennent un faible nombre de données : un contexte présente une densité allant de 41,4 à 81,9 carapostes/litre de sédiment ; un contexte présente une densité comprise entre 81,9 et 122,4 ; trois contextes présentent des densités allant de 122,4 à 163,0 ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 163,0 et 203,5 ; enfin, deux contextes présentent une densité allant de 203,5 à 244,0 carapostes/litre de sédiment.

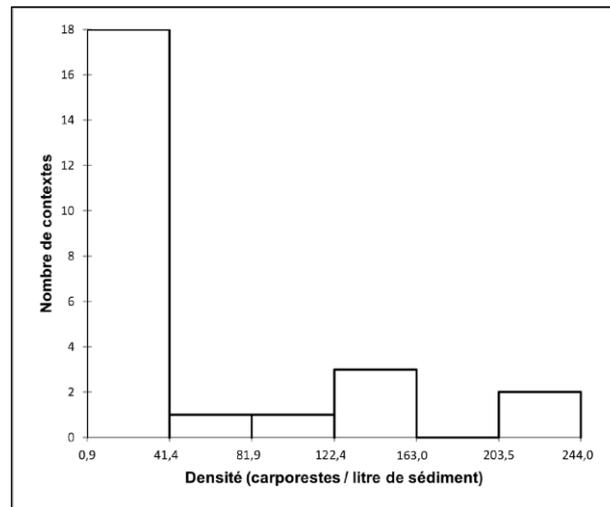


Fig. 128 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporesses au sein de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». La fosse 242 a été écartée de l'analyse afin de pondérer les données issues des trous de poteau.

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (48,6). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (71,7) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (11,0) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (1,6), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Les densités de carporesses observées au niveau des autres fosses (st. 28A, 28B et 238B) et des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains présentent de fortes densités. L'étalement des données autour de la moyenne étant important (écart-type élevé), on peut légitimement s'interroger pourquoi il y a tant de différence. Si l'on accepte qu'une concentration de carporesses soit le reflet d'une activité humaine, les cinq contextes où les densités sont plus importantes, notamment les deux trous de poteau où la densité dépasse 203,5 carporesses/litre de sédiment, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Dans ce modèle interprétatif, on observe que les densités dépassant 41,4 carporesses/litre de sédiment se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau des tierces T5, T3, T2 et T1 (Fig. 129). Plus précisément, les cinq trous de poteau présentant des densités dépassant 122,4 carporesses/litre de sédiment se situent au niveau des tierces T5, T2 et T1.

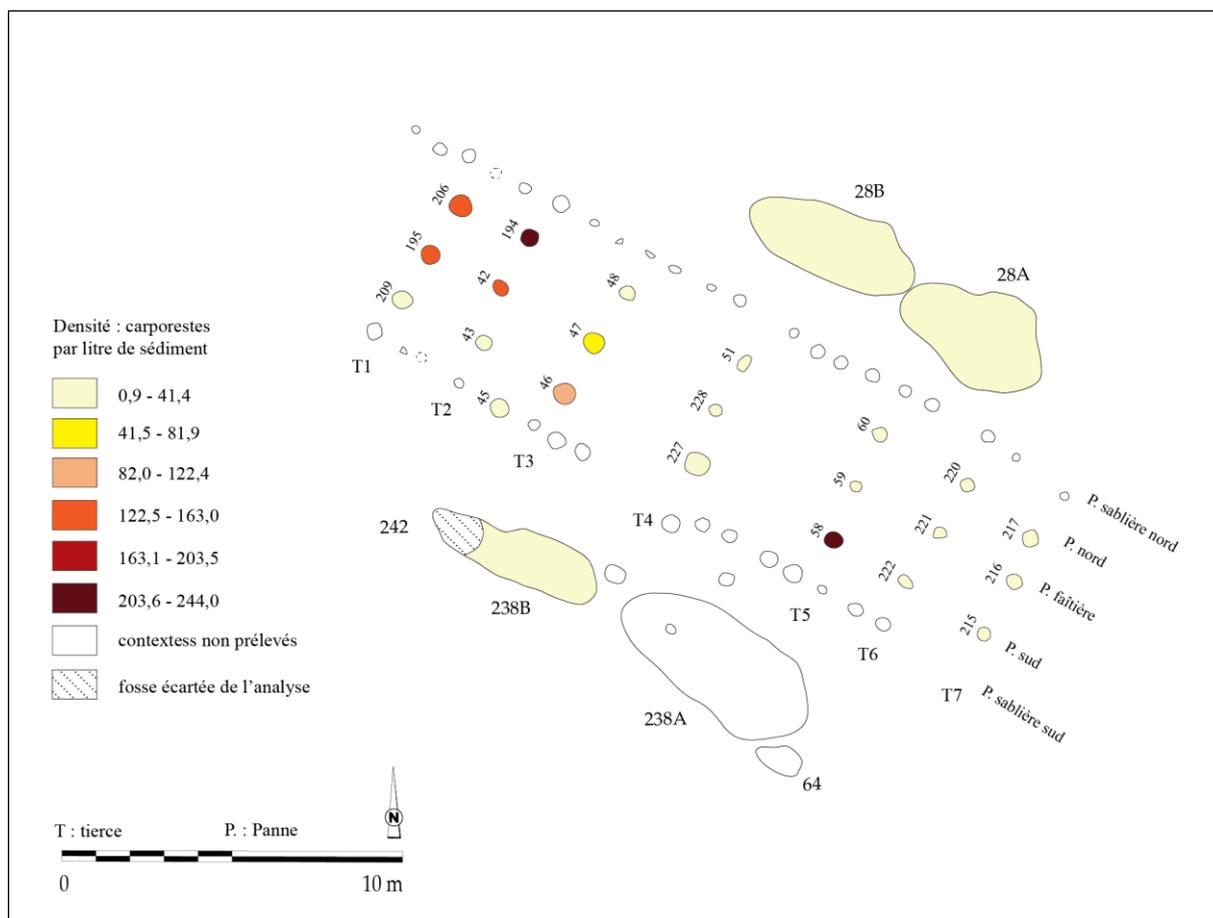


Fig. 129 - Répartition des densités dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117). La fosse 242 a été écartée de l'analyse afin de pondérer les données issues des trous de poteau.

### La distribution des catégories de plantes

D'une part, on observe que les légumineuses sont majoritaires dans les trous de poteau des tierces T3, T2 et T1. Elles sont également présentes surtout dans les tierces T7 et T5 (Fig. 130). Les céréales sont bien représentées partout dans le bâtiment sauf au niveau de la tierce T1. D'autre part, on constate la présence de vanes de céréales au niveau des tierces T3 et T2, dans la panne sablière sud entre ces deux tierces ainsi que dans la fosse 242 située juste en face. Les plantes adventices sont attestées notamment dans la panne nord au niveau de la tierce T4 (st. 51) ainsi que dans les fosses 28A et 28B situées juste en face. Concernant les plantes de cueillette, seulement un carporesse a été attesté dans la tierce T2 (st. 43).

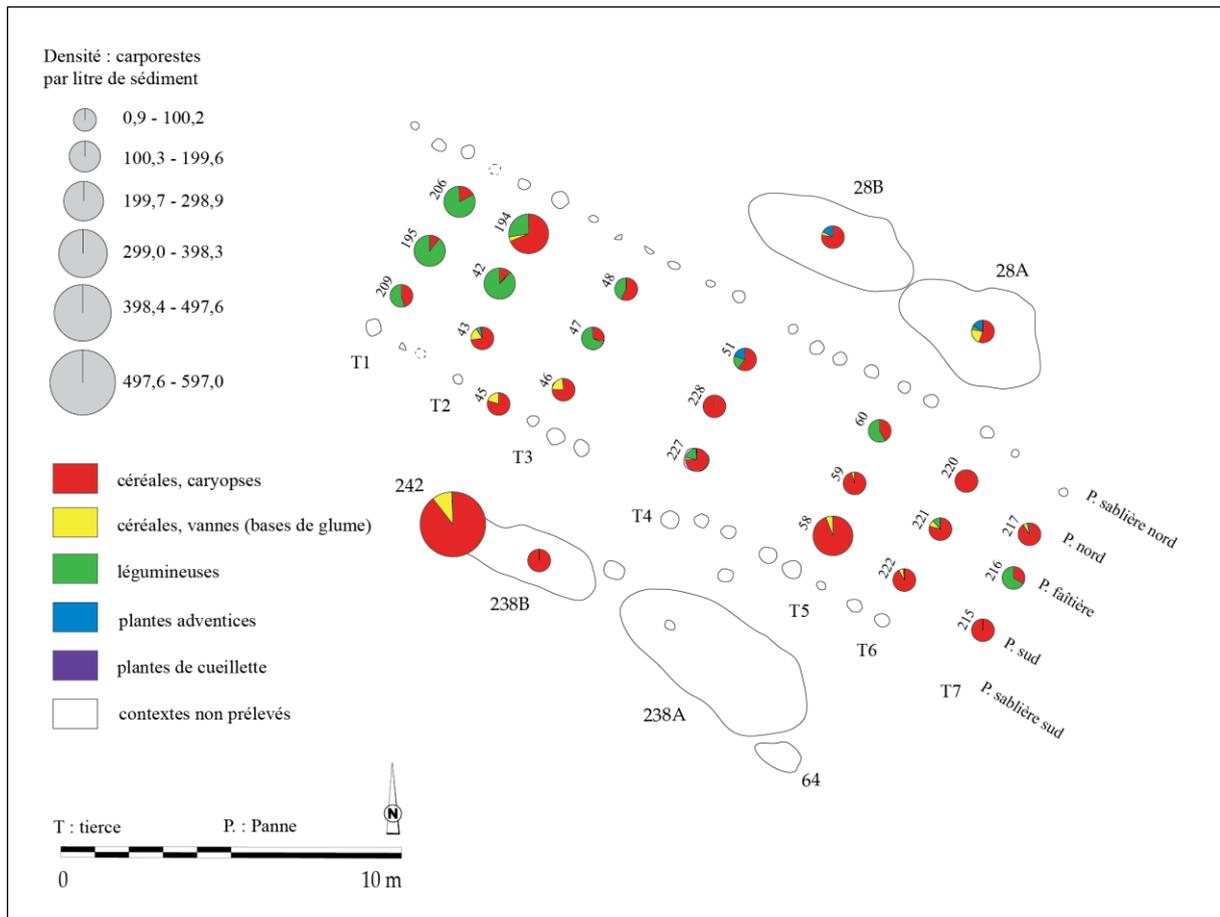


Fig. 130 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 131). Étant donné que l'orge polystique vêtue n'a pas été attestée au sein de l'assemblage, les caryopses d'orge qui n'ont pu être déterminés au niveau de la variété ont été comptabilisés en tant qu'orge polystique nue lors de la représentation graphique.

Dans le secteur allant de la tierce T7 à la tierce T4, où les céréales sont prédominantes, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier et, en moindre mesure, l'en grain. En ce qui concerne les céréales nues, elles sont plus nombreuses dans les tierces T6, T4, T2 et T1. L'orge polystique nue est attestée notamment dans les tierces T4, T2, T1 ainsi que dans les fosses 28A et 28B. Le blé nu, quant à lui, est présent notamment dans deux contextes de la panne nord, au niveau des tierces T6 et T2 ainsi que dans la fosse 242.

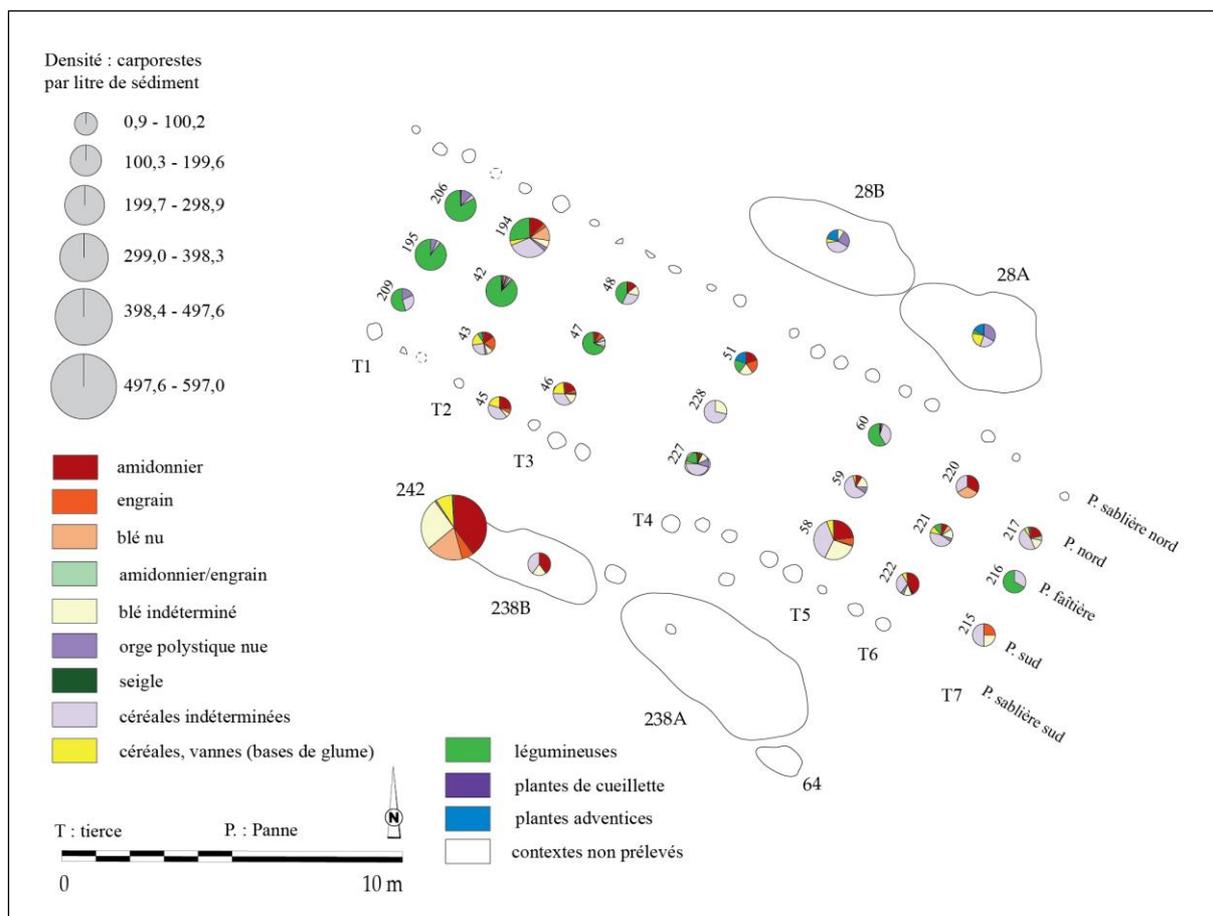


Fig. 131- Répartition des taxons de céréales dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117).

### La distribution des légumineuses

La présence de légumineuses cultivées indéterminées dans les tierces T7, T4, T3 et T1, témoigne de la fragmentation importante des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau du genre (Fig. 132).

Dans le secteur allant de la tierce T3 à la tierce T1, le pois est présent dans la plupart des contextes, mais il est particulièrement bien représenté dans les tierces T3 et T1. Il est également présent dans la tierce T5. La lentille, quant à elle, est plutôt bien représentée au niveau de la tierce T2. Elle est également présente dans la panne sud de la tierce T4.

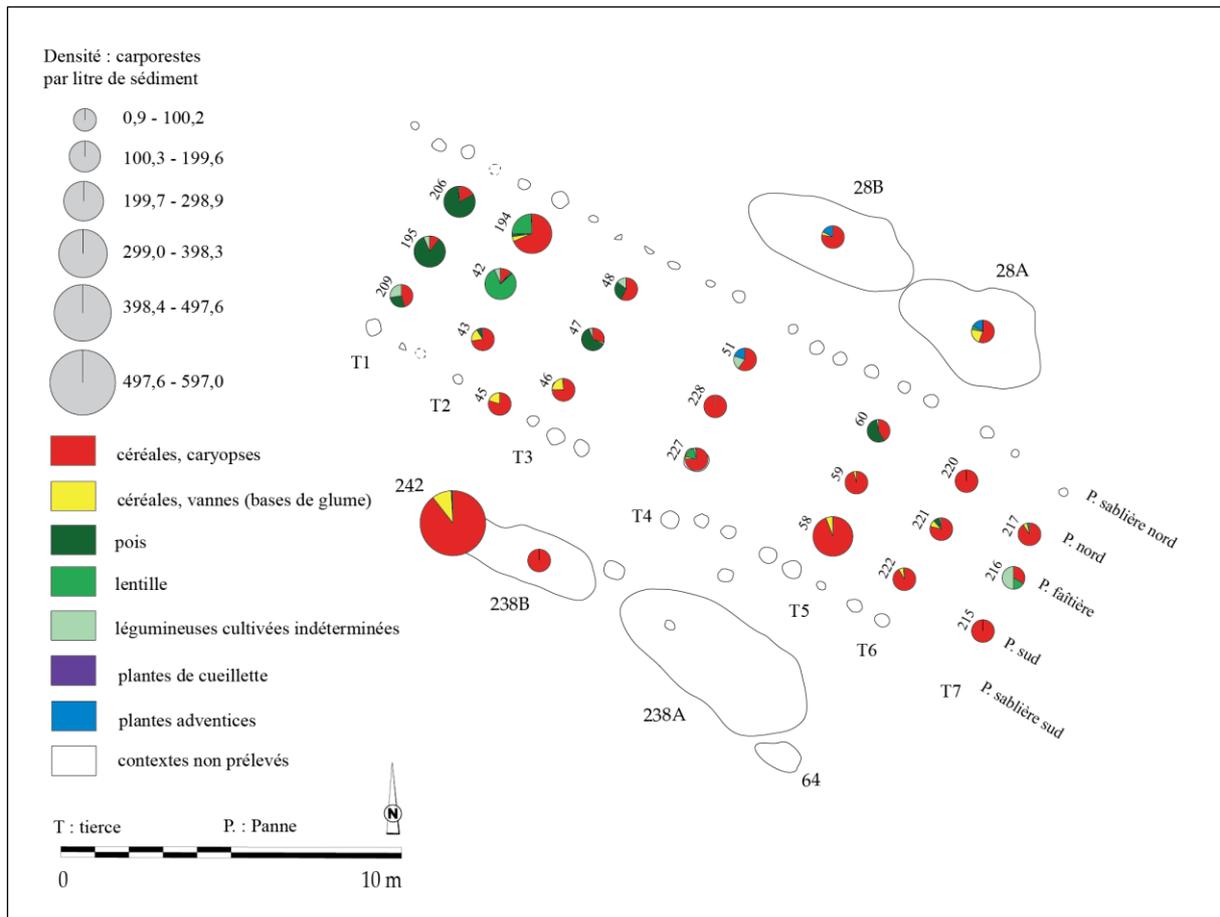


Fig. 132 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les données en provenance des fosses latérales ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra uniquement les deux premiers axes puisqu'ils expliquent 99,30 % de la variance totale.

Dans le graphique symétrique (Fig. 133), l'axe 1 (93,04 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles positives), et céréales (caryopses et vannes) d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par

ailleurs, les légumineuses sont fortement associées à la tierce T1. Sur l'axe 2 (6,26 % des valeurs propres), on observe une opposition entre caryopses de céréales d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et vannes de céréales d'autre part (coordonnées vectorielles positives). En outre, les caryopses de céréales présentent une forte association avec les tierces T7, T5 et T4 et une association un peu moins forte avec la tierce T6. Les vannes de céréales sont, quant à elles, plutôt associées à la tierce T3.

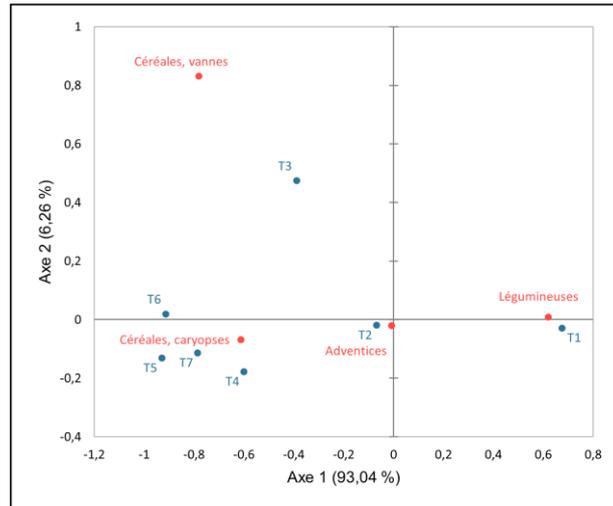


Fig. 133 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (99,30 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 134), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que cinq classes ont été identifiées. La classe C1 rassemble les tierces T7 et T4 ; la classe C2 regroupe les tierces T6 et T5 ; la classe C3 comprend la tierce T3 ; la classe C4 comporte la tierce T2 ; et la classe C5 compte la tierce T1.

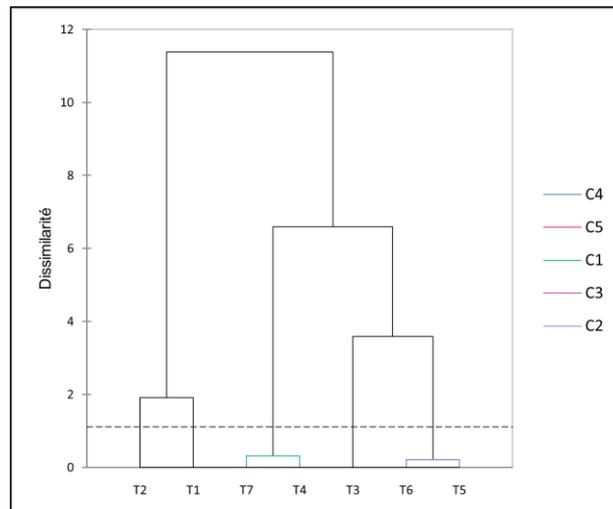


Fig. 134 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

On peut également choisir une troncature à un niveau de dissimilarité plus élevé nous permettant d’obtenir simplement deux classes (Fig. 135). Dans ce cas, la classe C1 regroupe les tiers T7, T6, T5, T4 et T3, associées aux céréales (caryopses et vannes). La classe C2 comprend les tiers T2 et T1, associées aux légumineuses.

À partir de l’analyse de la hauteur des classes, la classe C2 est plus homogène que la classe C1, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

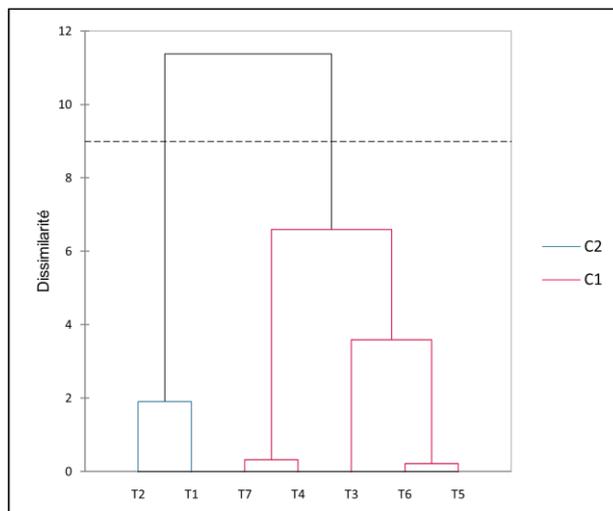


Fig. 135 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles

(pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p$ -valeur  $< 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra uniquement les deux premiers axes qui expliquent 99,99 % de la variance totale.

À l'instar de l'analyse précédente et d'après le graphique symétrique (Fig. 136), l'axe 1 (98,18 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses et plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et céréales (caryopses et vannes) d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les légumineuses sont plutôt associées à la panne faîtière, tandis que les plantes adventices sont plutôt associées à la panne nord. Sur l'axe 2 (1,80 % des valeurs propres), on observe une opposition entre les vannes de céréales, associées à la panne sablière sud, et les caryopses de céréales, associés à la panne sud.

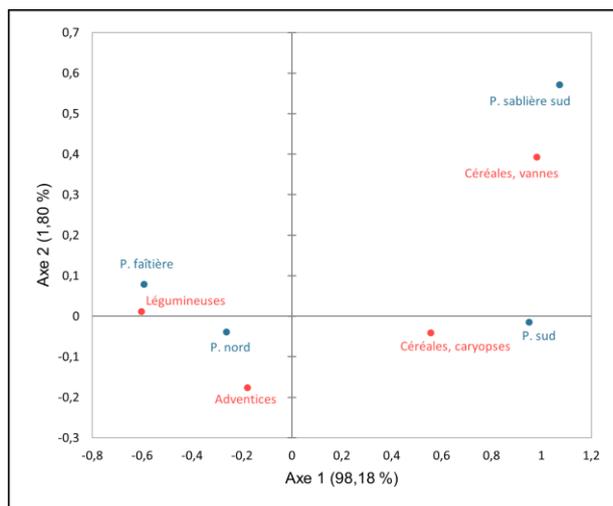


Fig. 136 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (99,99 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 137), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes sud et

sablière sud, associées aux céréales (caryopses et vannes). La classe C2 comprend les pannes nord et faîtière, associées aux légumineuses et aux plantes adventices.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C2 est plus homogène que la classe C1, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

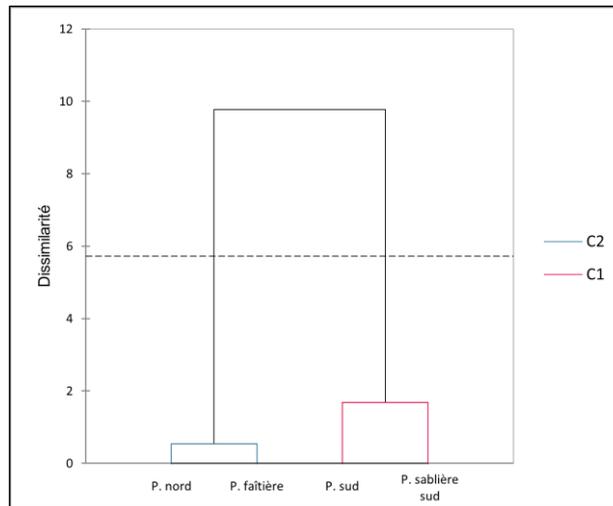


Fig. 137 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration spatiale des données (Fig. 138). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, deux grands secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux comprend les tierces T7, T6, T5, T4 et T3. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de caryopses de céréales. Au sein de ce secteur, la tierce T3 se comporte différemment à cause du trou de poteau 46 dont l'assemblage carpologique est caractérisé par un pourcentage remarquable de vannes de céréales (23 %) par rapport aux autres trous de poteau de la maison. Le deuxième secteur regroupe les tierces T2 et T1. Il se caractérise par la prédominance de légumineuses.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent également. En partant du nord vers le sud, le premier d'entre eux comprend les pannes nord et faîtière. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de légumineuses à l'arrière de la maison ainsi que par un assemblage hétéroclite dans la partie avant (céréales, légumineuses, plantes adventices). Le deuxième secteur comprend les pannes sud et sablière sud. Il se caractérise notamment par la présence de caryopses et surtout de vannes de céréales. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.1.3.2).

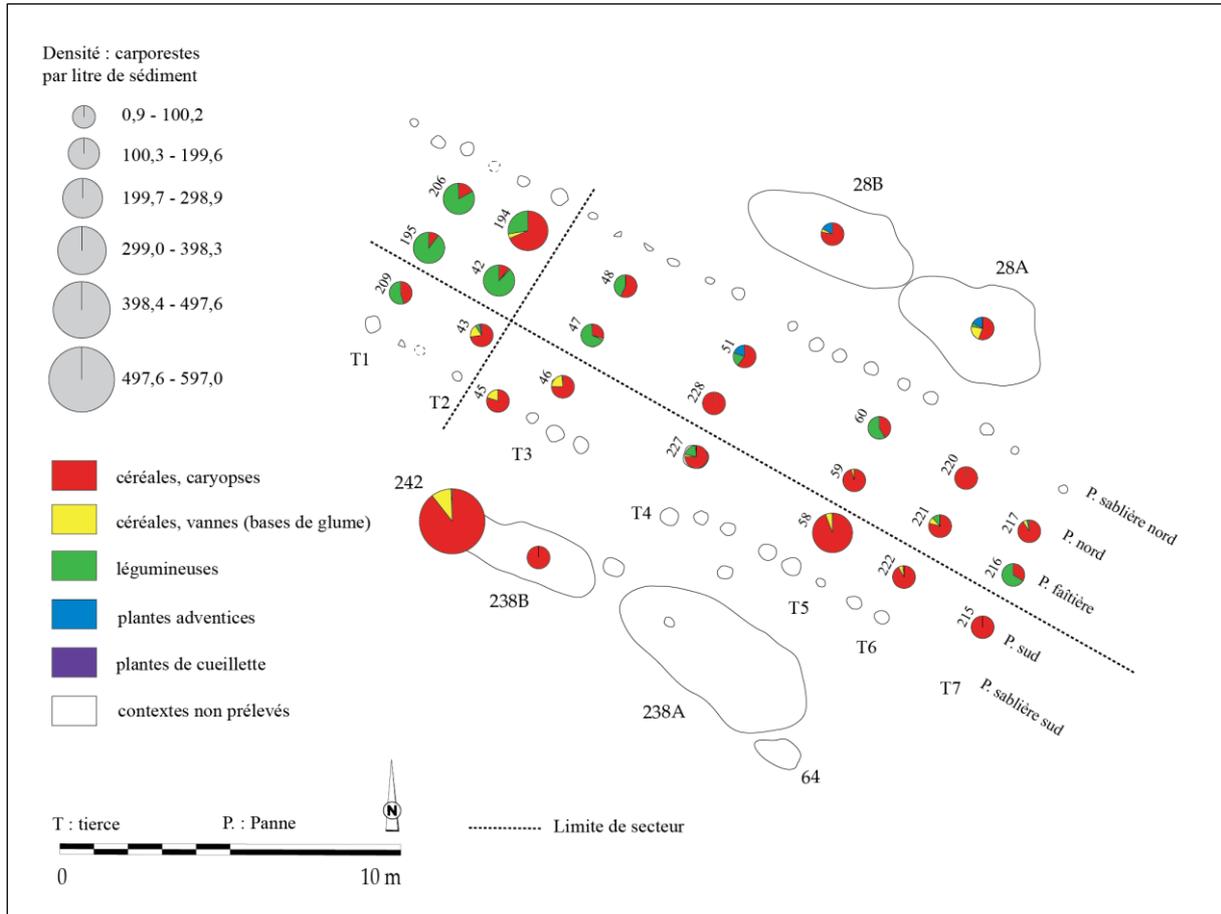


Fig. 138 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117).

### La représentativité des taxons

La première étape de l’analyse de l’ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M2 consistait à vérifier s’il existait une corrélation entre l’abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d’un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d’échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d’échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s’est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,414$  ;  $p\text{-valeur} = 0,396 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut pas rejeter l’hypothèse nulle  $H_0$  puisqu’il y a 39,6 % de probabilité qu’il n’existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 139).

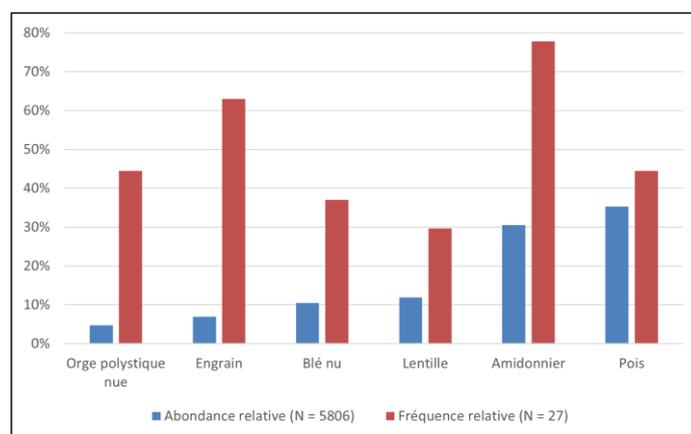


Fig. 139 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporesses de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Grâce à l'application de cet indice, on constate une réorganisation hiérarchique des taxons par rapport à l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 43).

Tabl. 43 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Taxon	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	30,50	77,78	108,28
Pois	35,29	44,44	79,74
Engrain	6,94	62,96	69,90
Orge polystyque nue	4,77	44,44	49,22
Blé nu	10,51	37,04	47,54
Lentille	11,92	29,63	41,55

### 9.1.3.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, l'attribution de cette construction à un des types de Modderman est délicate, car les sept tierces ne sont pas implantées suivant un rythme classique. De part et d'autre d'une partie centrale de 52 m<sup>2</sup>, on peut individualiser un couloir avant espacé (2,80 m entre les tierces T5 et T6) et un couloir arrière très espacé (3 m entre les tierces T2 et T3). À cette longueur atypique des couloirs, s'ajoute une tierce supplémentaire qui pourrait être intégrée à un grenier avant. Toutefois, cette tierce du pignon avant est très faiblement enfoncée (profondeur conservée sous le

décapage de 0,20 m), contrairement aux autres supports des pannes, ce qui paraît incompatible avec une fonction de support de plateforme (Fig. 140). Cette particularité se retrouve également sur la maison M4 et peut traduire la présence d'un porche avant. Dans cette hypothèse, la maison M2 n'est pas tripartite, mais bien du type 2 de Modderman ou *Bau* (voir 2.1.9.2.2) à l'instar de la maison M1 qui est d'un module quasi identique (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153).

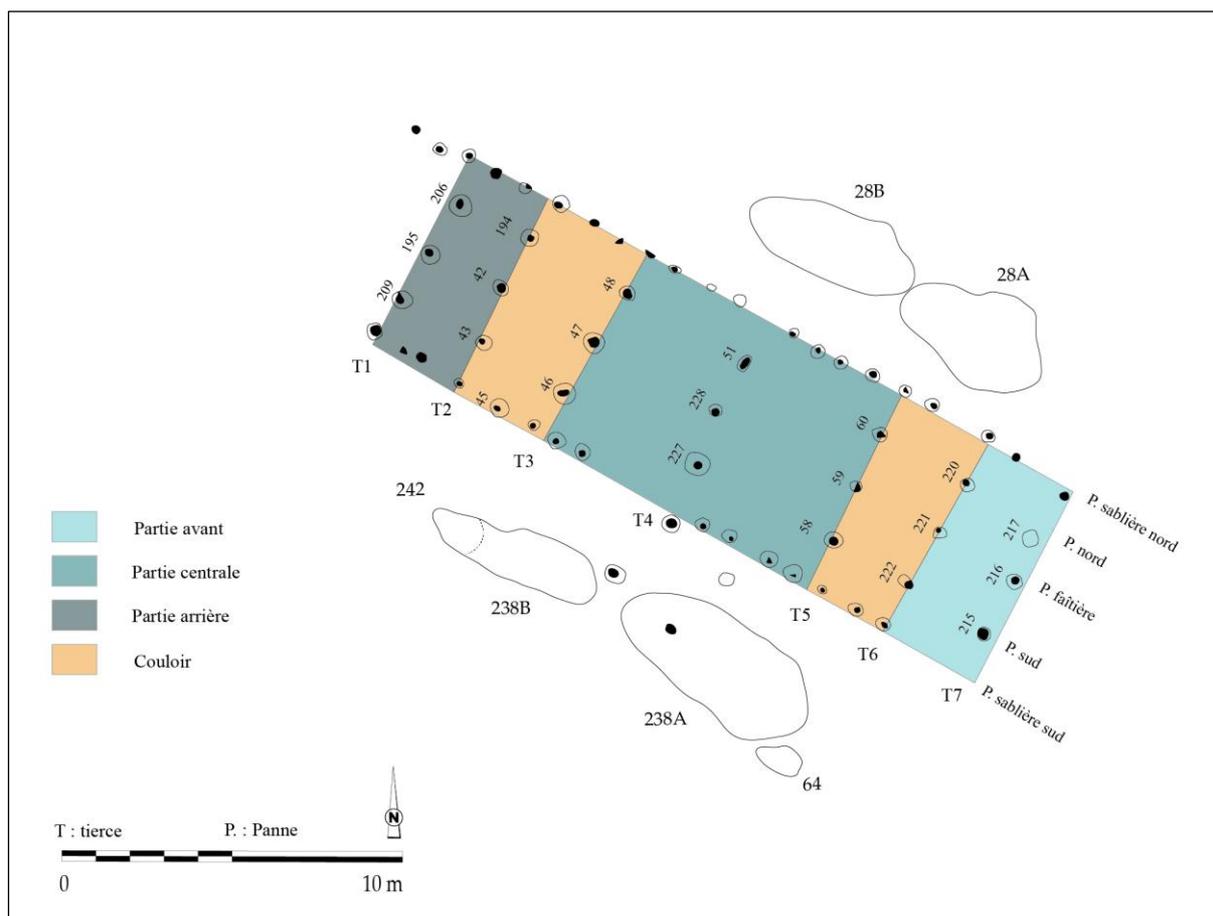


Fig. 140 - Interprétation architecturale de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 117).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M2, la maisonnée privilégiait la

consommation d'une céréale, l'amidonnié, et d'une légumineuse, le pois. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'engrain, l'orge polystique nue, le blé nu et la lentille.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 141) met en évidence une certaine cohérence dans la distribution planimétrique des données. Au niveau de la partie avant (tierces T7 et T6), du couloir avant (tierces T6 et T5) et de la partie centrale (comprise entre les tierces T5 et T3), la prédominance des céréales et la présence de légumineuses et de plantes adventices vont dans le sens d'une zone de préparation d'aliments, notamment autour du trou de poteau 58.

En revanche, à partir du début de la zone arrière (tierce T2), les densités des carporestes (st. 42 : 148,0 carporestes/l ; st. 194 : 227,8 carporestes/l ; st. 195 : 126,7 carporestes/l ; st. 206 : 132,6 carporestes/l) ainsi que les pourcentages des légumineuses deviennent plus élevés. La prédominance des légumineuses est observée même à partir du début du couloir arrière (tierce T3). Sur ces aspects, cette maison ressemble aux maisons M5 et M1 du même site, pour lesquelles, rappelons-le, la partie arrière a été interprétée comme une zone de stockage temporaire.

Si nous observons maintenant l'axe longitudinal de la maison, nous constatons la présence de vanes de céréales dans les pannes sud et sablière sud. Au niveau du couloir avant, ces restes peuvent être interprétés comme des déchets issus de la phase de préparation d'aliments. Cependant, au niveau du couloir arrière, ces restes pourraient indiquer un stockage en épillet des céréales vêtues, contrairement à ce qui a été observé pour la maison M5.

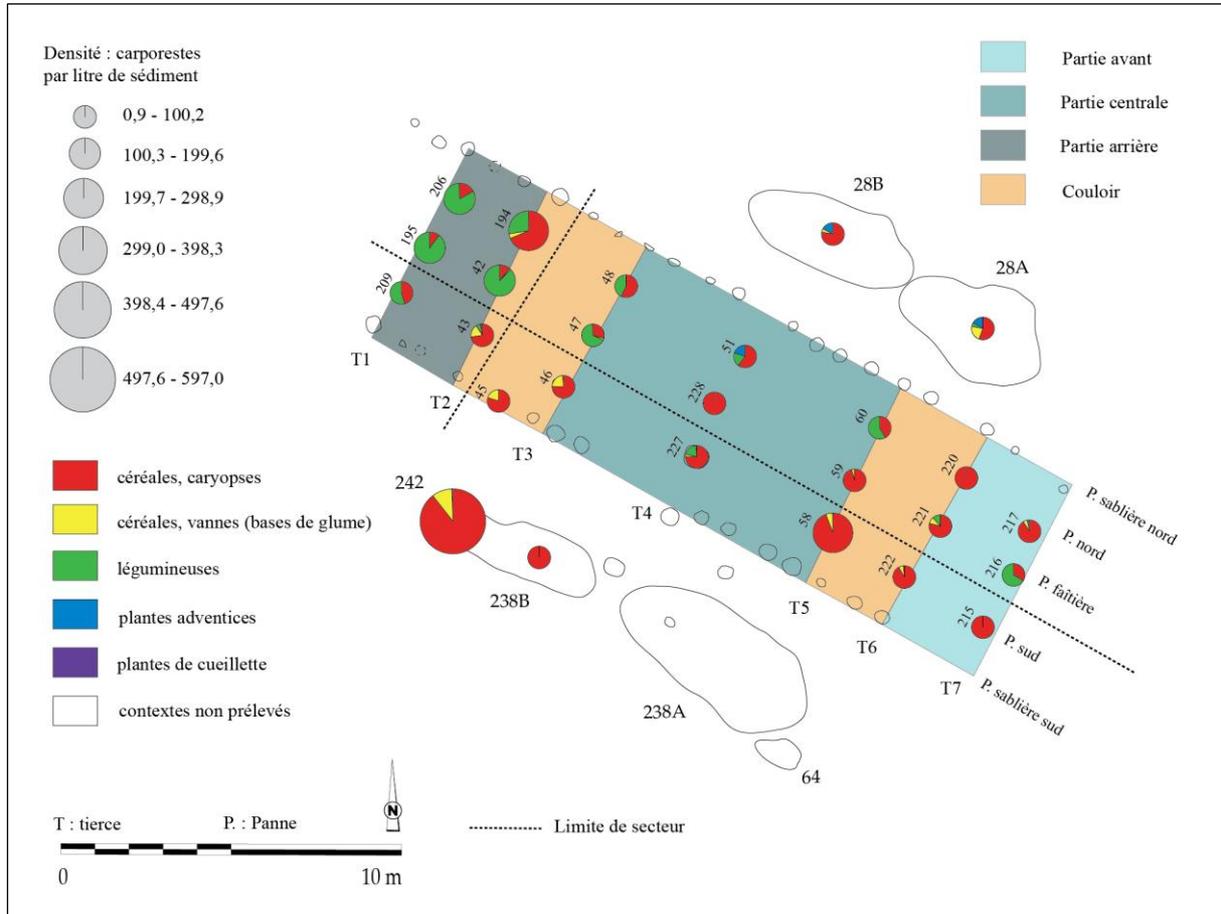


Fig. 141 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 152, Fig. 116).

### 9.1.4. Le bâtiment M3

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille comprend trois tierces (Tabl. 44 et Fig. 142), il est fortement trapézoïdal et irrégulier et ne présente pas de tranchée de fondation arrière (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153).

Tabl. 44 - Analyse métrique du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	7,10 m (incomplète ?)
Largueur arrière	5,40 m
Largueur avant	6,20 m (si plan complet)
Indice de trapézoïdalité (It)	0,056
Largueur tierce arrière	3 m
Largueur tierce avant	3,50 m (si plan complet)
Orientation	68,4°

Sous le plan de décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,35 m (supports de pannes nord et sud de la tierce T3) et au maximum de 0,45 m (support de panne faîtière de la tierce T1). À deux exceptions près, tous les poteaux dont le négatif a pu être observé étaient refendus, tant en ce qui concerne les tierces que les parois (pannes sablières).

Deux hypothèses sont possibles quant à la taille et la fonction originales de ce bâtiment. Premièrement, malgré ses faibles dimensions, le plan de ce bâtiment pourrait être considéré comme complet du fait, d'une part, de la bonne conservation des poteaux de tierce et, d'autre part, de l'existence sur l'avant de la construction du tertre funéraire hallstattien qui aurait préservé de l'érosion d'éventuelles autres structures. Dans ce cas, cette construction pourrait être interprétée comme un grenier détruit par un incendie. Deuxièmement, il est également possible que l'installation de ce tertre ait été précédée d'un décapage intégral qui aurait fait disparaître tous les vestiges antérieurs, ce qui ne permet pas d'exclure que le plan conservé ne soit que partiel et qu'il corresponde en fait à l'arrière d'un bâtiment d'habitation dont l'avant aurait été détruit à l'époque hallstattienne (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153).

La fosse latérale nord (st. 342) associée à l'habitation n'a pas livré de mobilier permettant de dater le bâtiment (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153). L'hypothèse selon laquelle son occupation se placerait entre celles des maisons M2 et M4 est fondée sur sa position entre ces deux maisons et le fait que pour les autres maisons, la plus récente ait toujours été construite immédiatement au sud de la précédente.

Il est important de noter que la fosse 344B a été interprétée dès le début comme une fosse détritique associée au bâtiment M3 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153). Cette attribution restait toutefois douteuse étant donné l'absence de mobilier céramique et la localisation de la fosse, très proche du bâtiment. Grâce aux données carpologiques, nous sommes en mesure de discuter cette interprétation et de retenir une nouvelle hypothèse selon laquelle la fosse 344B serait associée à la maison M4. Par conséquent, cette structure sera présentée ultérieurement (voir 9.1.5).

#### **9.1.4.1 Les données carpologiques**

L'analyse a été menée sur 24 prélèvements issus de 24 contextes archéologiques (structures en creux), tous des trous de poteau (Fig. 142). Tous les contextes se sont avérés positifs. Au total, 965 carpo-restes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 59,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5). Il est

important d'évoquer l'absence des charbons de bois pour l'ensemble des contextes du bâtiment M3.

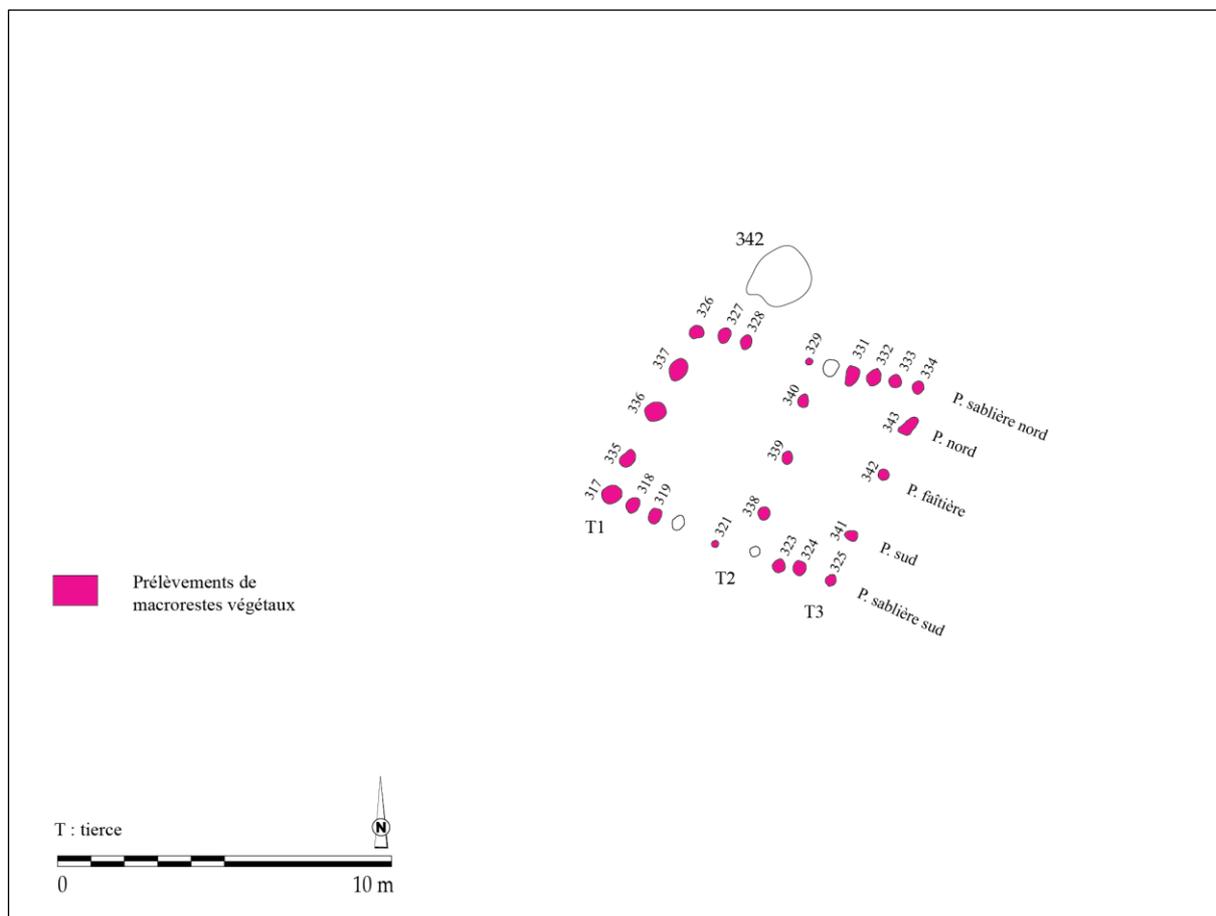


Fig. 142 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein du bâtiment M3 (Fig. 143). On observe que parmi les 24 contextes analysés, une grande majorité (19 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,3 et 20,8 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : quatre contextes présentent des densités allant de 20,8 à 41,3 carporestes/litre de sédiment ; aucun contexte ne présente de densité allant de 41,3 à 61,8, ni de densité comprise entre 61,8 et 82,3, ni de densité allant de 82,3 à 102,8 ; enfin, un contexte présente une densité comprise entre 102,8 à 123,3 carporestes/litre de sédiment.

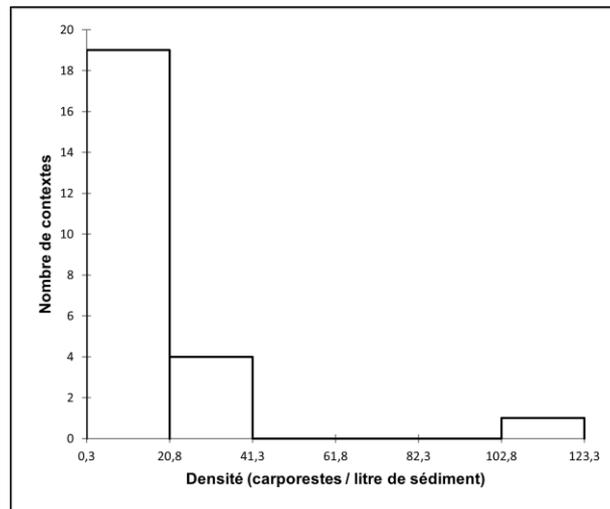


Fig. 143 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (14,8). La valeur d'écart-type (n-1) assez élevée (25,8) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (6,3) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (3,3), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein du bâtiment M3, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis qu'un comporte une forte densité. L'étalement des données autour de la moyenne étant assez important (écart-type élevé), on peut légitimement discuter de cette répartition. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les cinq contextes où les densités sont plus importantes, notamment le seul trou de poteau où la densité dépasse 102,8 carporestes/litre de sédiment, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. On observe que ce dernier se situe au niveau de la tierce T2.

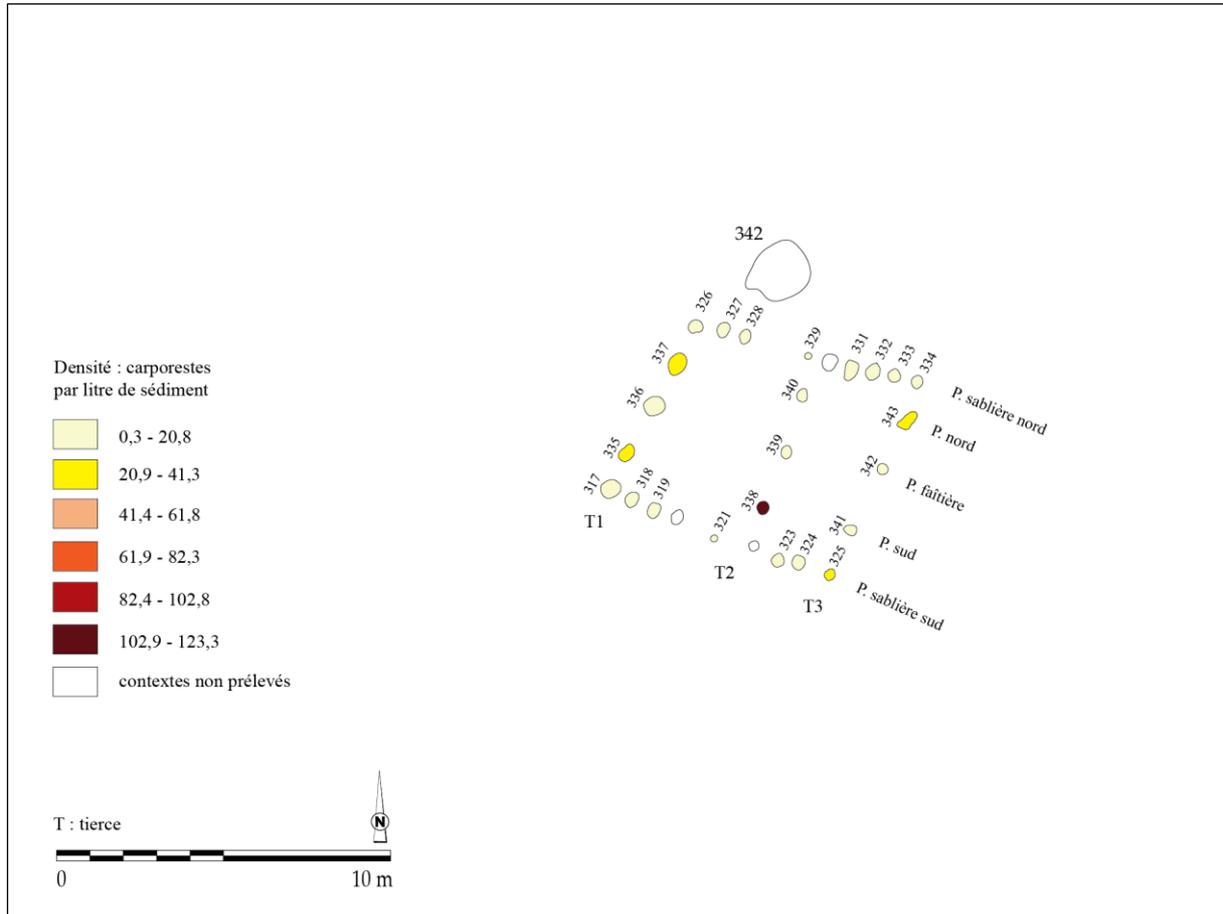


Fig. 144 - Répartition des densités dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### La distribution des catégories de plantes

L'analyse de la distribution des données carpologiques au sein du bâtiment M3 appelle à la prudence étant donné le caractère fragmentaire de l'échantillonnage. Nous pouvons toutefois souligner quelques aspects. D'une part, on remarque deux concentrations de vanes de céréales : l'une au niveau du coin nord-ouest du bâtiment, l'autre au niveau du coin sud-est (Fig. 145). On constate également la présence de plantes adventices surtout dans la panne sablière sud et les tierces T3 et T2. Enfin, les céréales sont bien représentées partout dans le secteur analysé du bâtiment, tandis que les légumineuses sont attestées notamment dans la tierce T1, plus exactement dans le trou de poteau 336.

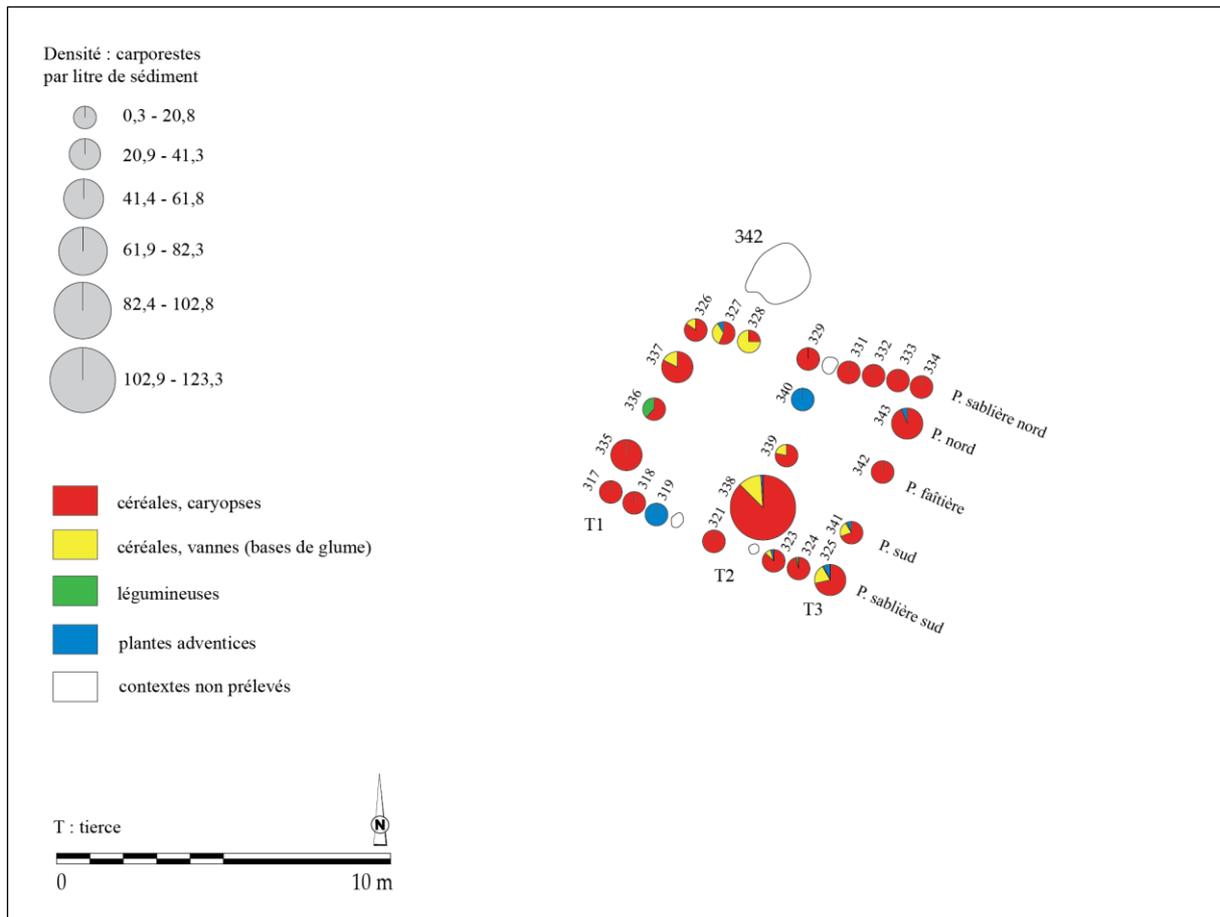


Fig. 145 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 146).

Au niveau de la nef sud, comprise entre les pannes sud et sablière sud, on observe notamment une concentration d'orge polystique nue, tandis que l'amidonnier est présent surtout dans la panne sablière nord. Le blé nu est présent de manière anecdotique dans la paroi nord et dans la tierce T1.

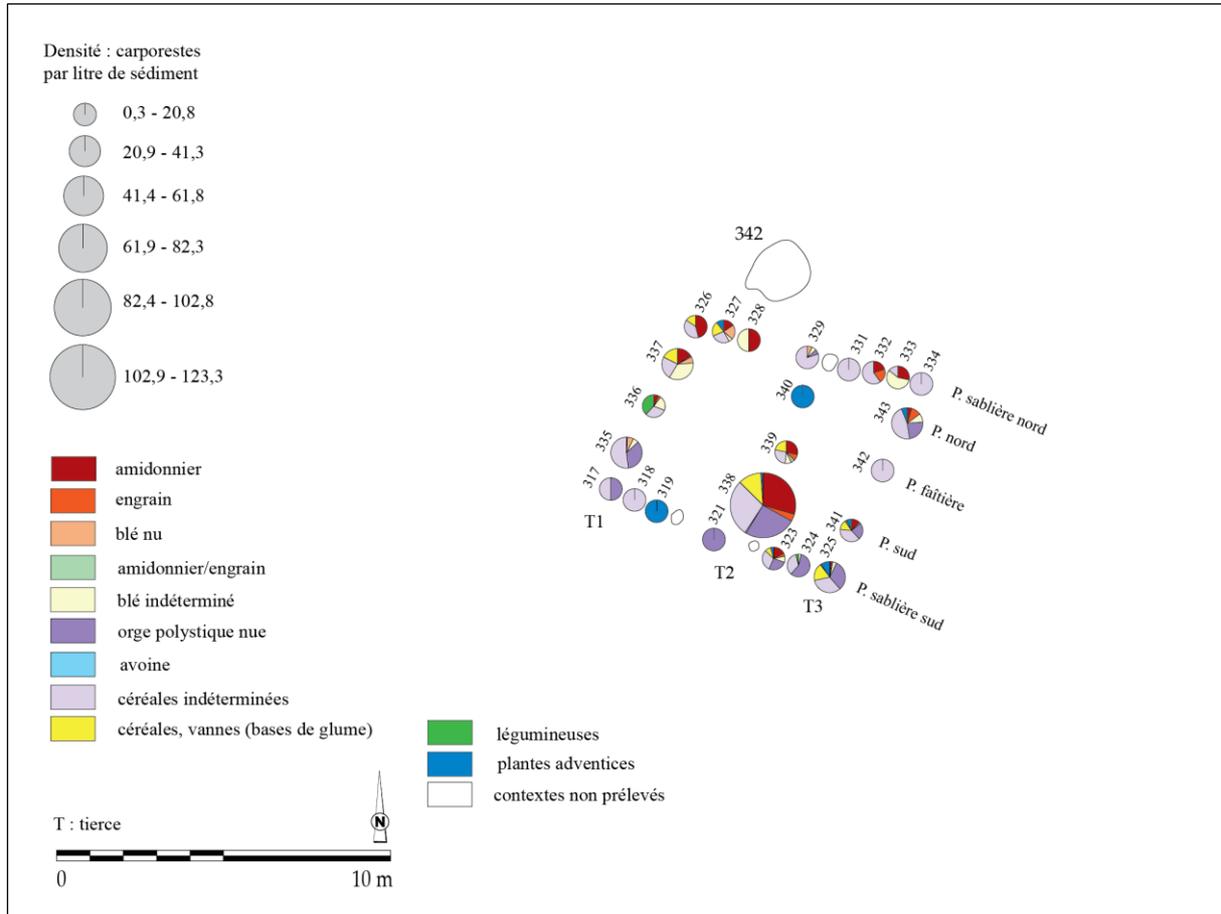


Fig. 146 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### La distribution des légumineuses

Le secteur analysé du bâtiment se caractérise par la quasi-absence de légumineuses. Les lentilles sont absentes. De son côté, le pois n'est présent que dans le trou de poteau 336 (tierce T1) et de manière anecdotique (un carporeste), dans le coin sud-est du bâtiment, plus précisément au niveau des trous de poteau 324, 325 et 341 (Fig. 147).

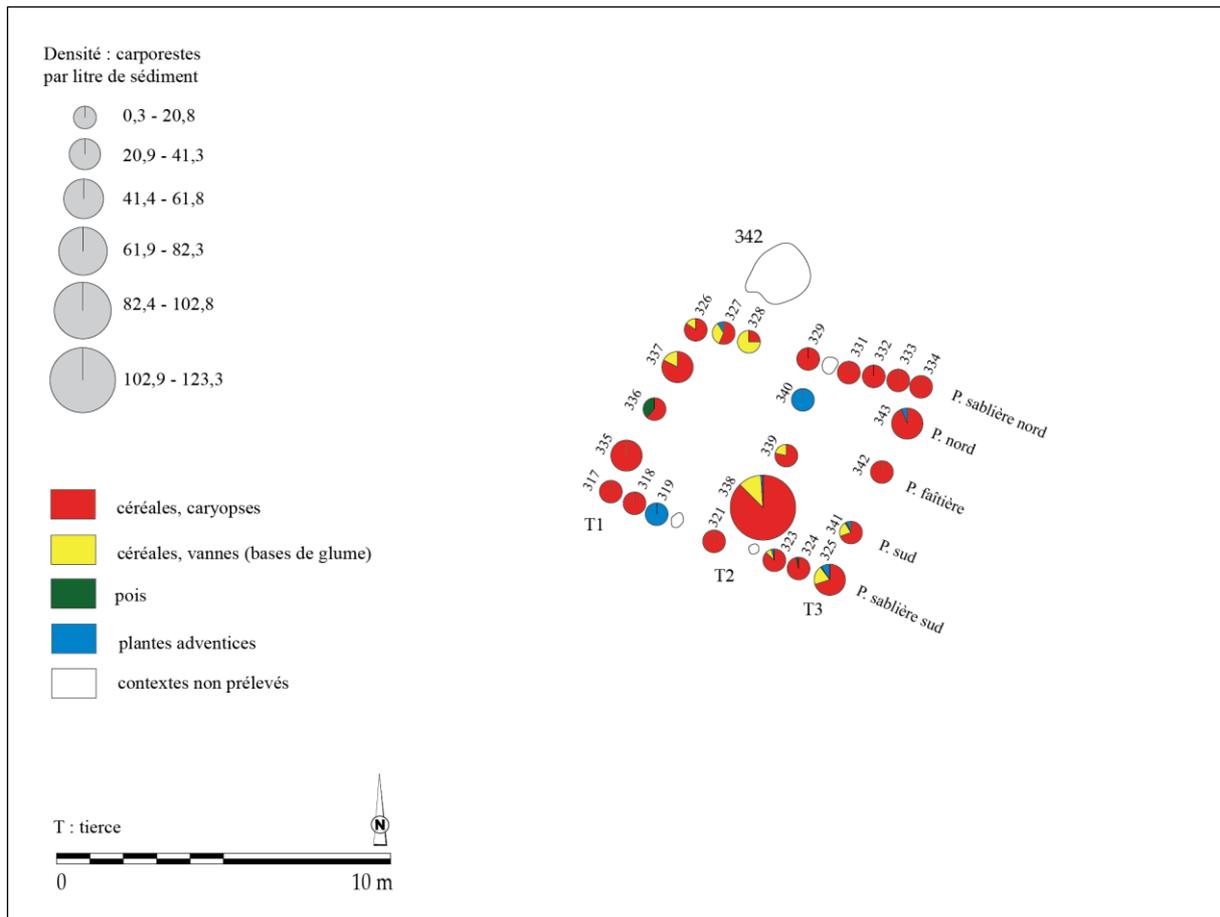


Fig. 147 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra uniquement les deux premiers axes puisqu'ils expliquent 100 % de la variance.

Dans le graphique symétrique (Fig. 148), l'axe 1 (70,26 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles positives), et vannes de céréales et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par ailleurs, les légumineuses sont associées à la tierce T1. Sur l'axe 2 (29,74 % des valeurs

propres), on observe une opposition entre vanes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). En outre, les vanes de céréales présentent une forte association avec la tierce T2. Les plantes adventices sont, quant à elles, associées à la tierce T3.

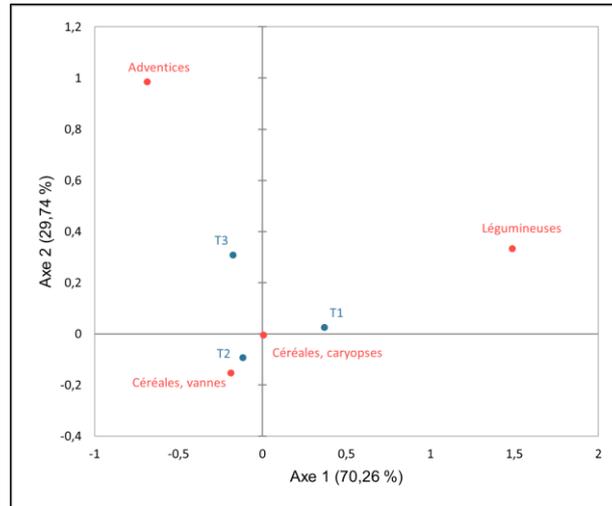


Fig. 148 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (100 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 149), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les tierces T3 et T2, associées aux vanes de céréales et aux plantes adventices. De son côté, la classe C2 ne comprend que la tierce T1, associée aux légumineuses.

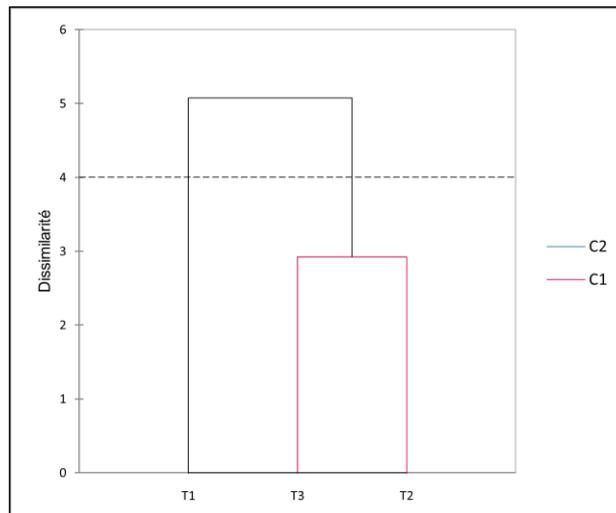


Fig. 149 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 93,78 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (83,36 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

À l'instar de l'analyse précédente et d'après le graphique symétrique (Fig. 150), l'axe 1 (77,14 % des valeurs propres) met en évidence une association entre les légumineuses et la panne faîtière (coordonnées vectorielles positives) ainsi qu'une opposition entre ces deux points et les autres (coordonnées vectorielles négatives). Sur l'axe 2 (16,64 % des valeurs propres), on observe une opposition entre les caryopses de céréales, associées à la panne sud (coordonnées vectorielles négatives), et les vannes de céréales, associés aux pannes sablières nord et sud (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les plantes adventices sont plutôt associées à la panne sablière sud et, en moindre mesure, à la panne sablière nord.

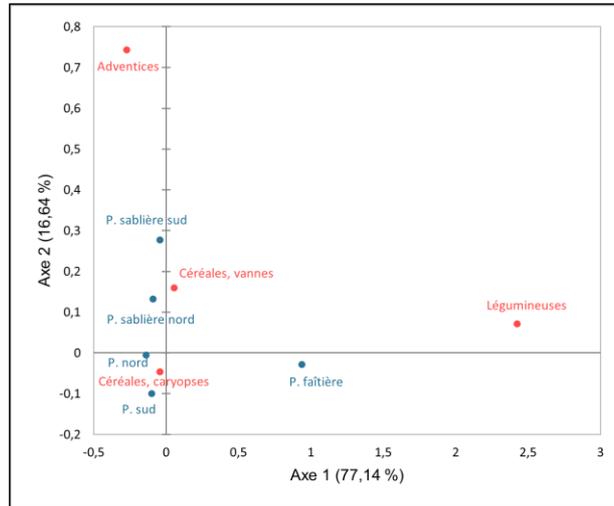


Fig. 150 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (93,78 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

Sur l'axe 3 (6,22 % des valeurs propres ; Fig. 151), on observe une opposition entre vanes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles positives), et caryopses de céréales et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Sur cet axe, les vanes de céréales sont fortement associées à la panne sablière nord, les caryopses de céréales sont fortement associés aux pannes nord et sablière sud, et les plantes adventices sont plutôt associées aux pannes nord et sablière sud.

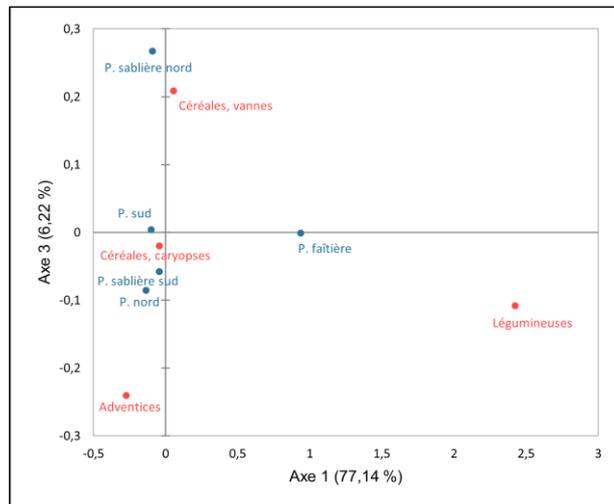


Fig. 151 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3 (83,36 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de

chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 152), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes nord et sud, associées aux caryopses de céréales. La classe C2 comprend la panne faîtière, associée aux légumineuses ainsi que les pannes sablières nord et sud, associées aux vannes de céréales et aux plantes adventices.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C1 est plus homogène que la classe C2, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

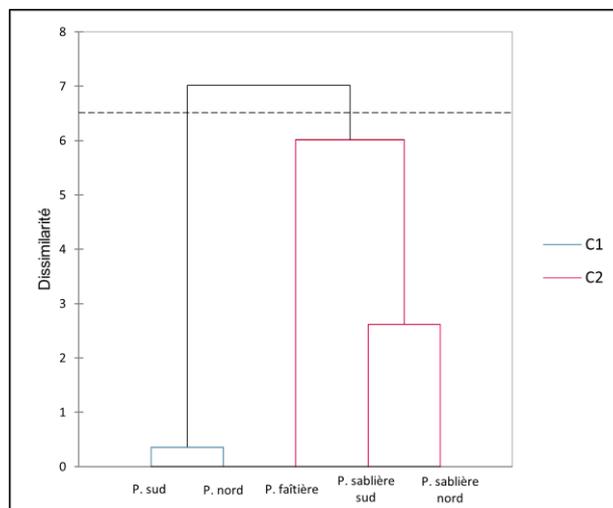


Fig. 152 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration spatiale des données (Fig. 153). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, deux secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (supposée être au sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux regroupe les tierces T3 et T2. Il s'agit d'une zone caractérisée par la présence de vannes de céréales et de plantes adventices. Le deuxième secteur comprend la tierce T1 qui se caractérise par la présence de légumineuses. Dans ce secteur, nous avons fait le choix d'inclure les trois premiers trous de poteau des parois.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, nous constatons un effet de paroi, marqué par la présence de ce que l'on peut considérer comme des déchets (vannes de céréales et plantes adventices) dans les pannes sablières nord et sud. Ces restes pourraient être issus d'un balayage intentionnel vers les parois de la maison afin de nettoyer le sol de la zone de

préparation d'aliments. Il est à noter que la présence de ces restes comprend également les panes nord et sud. À partir de ces données, nous proposons une division qui nous permet de voir clairement les deux concentrations de vanes de céréales déjà évoquées : l'une au niveau du coin nord-ouest du bâtiment, l'autre au niveau du coin sud-est. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.1.4.2).

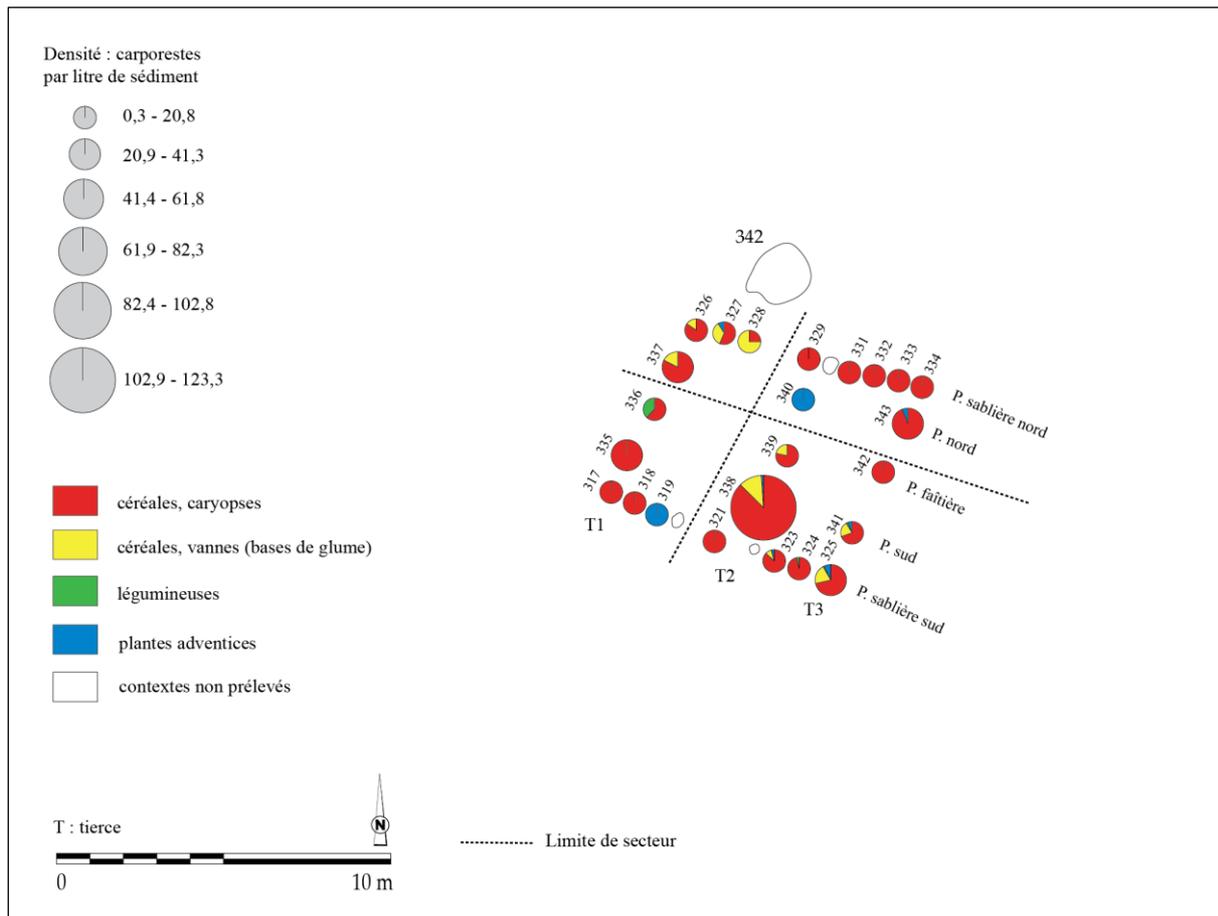


Fig. 153 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans le bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein du bâtiment M3 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s’est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,975$  ;  $p\text{-valeur} = 0,083 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut pas rejeter l’hypothèse nulle  $H_0$  puisqu’il y a 8,3 % de probabilité qu’il n’existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 154).

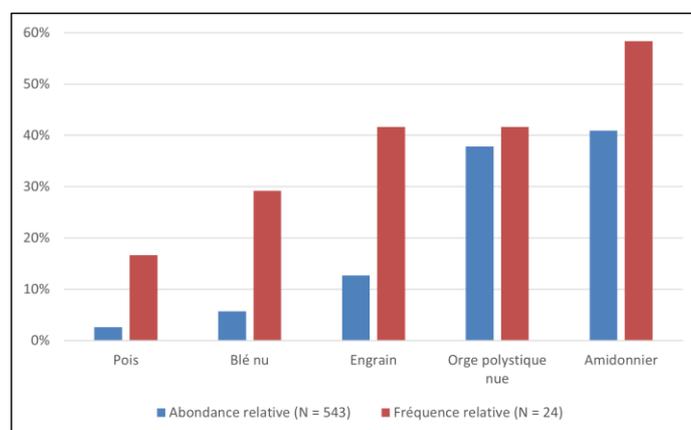


Fig. 154 - Rapport entre l’abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d’échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l’intensité de l’usage et de la consommation des taxons et d’établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l’indice d’importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l’application de cet indice sont tout à fait cohérents avec l’ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l’abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 45).

Tabl. 45 - Abondance relative, fréquence relative et indice d’importance relative des taxons (IR) représentés dans le bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Taxon	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	40,92	58,33	99,25
Orge polystyque nue	37,80	41,67	79,46
Engrain	12,66	41,67	54,33
Blé nu	5,69	29,17	34,85
Pois	2,57	16,67	19,24

### 9.1.4.2 Discussion

#### L’analyse architecturale

Si l’on fonde l’étude architecturale sur le plan de fouille, tout en considérant que celui-ci serait complet, il s’agirait d’une maison de type 3 de Modderman ou *Kleinbau* (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153). Ce type de construction correspond aux maisons monopartites réduites au

seul espace central (voir 2.1.9.2.2). Étant donné que nous avons retenu l’hypothèse d’une seule unité d’habitation reconstruite à plusieurs reprises (voir 9.1), la taille de ce bâtiment serait incompatible avec la taille de toutes les autres reconstructions. Bien que l’hypothèse du plan complet d’une petite maison ne puisse être exclue, elle n’est pas retenue à ce stade.

Même si au niveau de la fosse latérale 342, l’absence de tout mobilier autre que des charbons de bois, des nodules de terre rubéfiée et des carporestes avait permis d’avancer l’hypothèse d’un grenier détruit par un incendie, l’analyse carpologique permet désormais d’écarter cette hypothèse. En effet, aussi bien les densités de carporestes (très faibles pour un grenier à l’exception du trou de poteau 338) que l’assemblage carpologique (quasi-absence de légumineuses) vont à l’encontre de cette hypothèse.

Rappelons qu’il est également possible que l’installation de ce tertre ait été précédée d’un décapage intégral qui aurait fait disparaître tous les vestiges antérieurs, ce qui ne permet pas d’exclure que le plan conservé ne soit que partiel et qu’il corresponde en fait à l’arrière d’un bâtiment d’habitation dont l’avant aurait été détruit à l’époque hallstattienne (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153). Cette dernière hypothèse semble être la plus vraisemblable (Fig. 155).

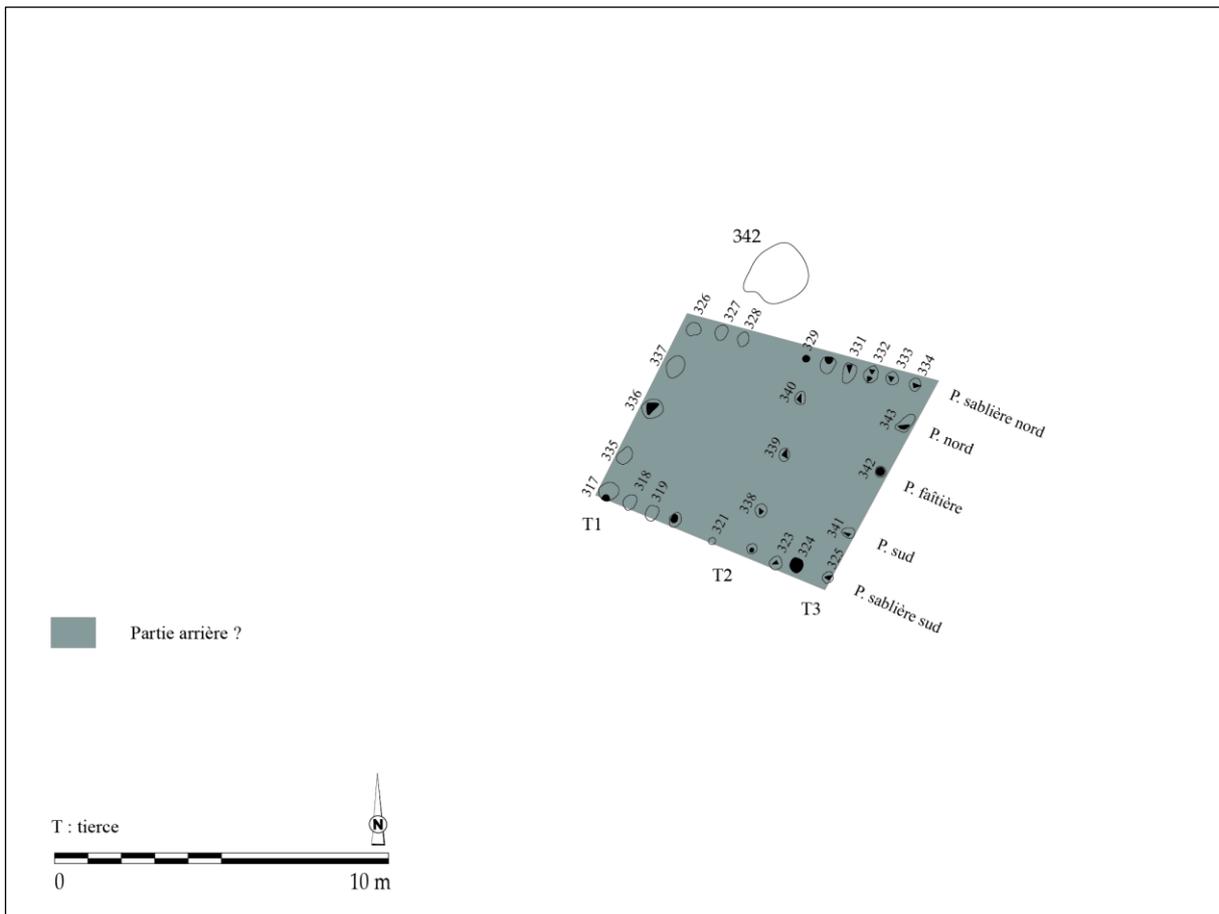


Fig. 155 - Interprétation architecturale du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein du bâtiment M3, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnier. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'orge polystyrique nue, l'engrain, le blé nu et le pois.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 156) soulève certaines questions. Si l'on retient l'hypothèse de la partie arrière d'un bâtiment d'habitation, et si l'on prend comme exemple les autres maisons du site de Marainville où la partie arrière semble avoir servi comme zone de stockage temporaire, la présence de vanes de céréales et de plantes adventices au sein du bâtiment M3 laisse à penser que les céréales étaient stockées en épillet et que la récolte n'était pas suffisamment bien nettoyée, à l'instar de ce qui a été observé pour la maison M2 et contrairement à ce qui a été observé pour la maison M5. Rappelons que certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décorticage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 *in* Kreuz *et al.*, 2020, p. 104).

Toutefois, l'analyse des données carpologiques ne nous permet pas d'exclure l'hypothèse du plan complet d'une maison de type 3 de Modderman ou *Kleinbau*. Sachant que ce type de construction correspond aux maisons monopartites réduites au seul espace central (voir 2.1.9.2.2), les données obtenues sont tout à fait cohérentes avec une zone d'activité domestique de préparation d'aliments. Cette hypothèse serait confortée par la présence de ce que l'on peut considérer comme des déchets (vanes de céréales et plantes adventices) dans les pannes sablières nord et sud, produisant ainsi un effet de paroi issu d'un balayage intentionnel permettant de nettoyer le sol de la zone de préparation d'aliments. Par ailleurs, il faut souligner que l'assemblage carpologique de ce bâtiment se différencie de ceux

issus de la partie arrière des autres maisons du même site (M5, M1, M2 et M4) où les légumineuses sont prépondérantes.

Au vu des données disponibles, il est à ce stade impossible de privilégier une hypothèse par rapport à l'autre. Il faut noter que la densité de carporestes très élevée du trou de poteau 338 peut correspondre aussi bien à une zone de stockage comme à une zone de préparation d'aliments. Enfin, ce bâtiment pourrait également correspondre à la partie arrière d'un bâtiment d'habitation qui aurait été réservée à la préparation d'aliments, mais n'ayant pas d'autres exemples similaires, il est difficile d'aller plus loin dans cette interprétation.

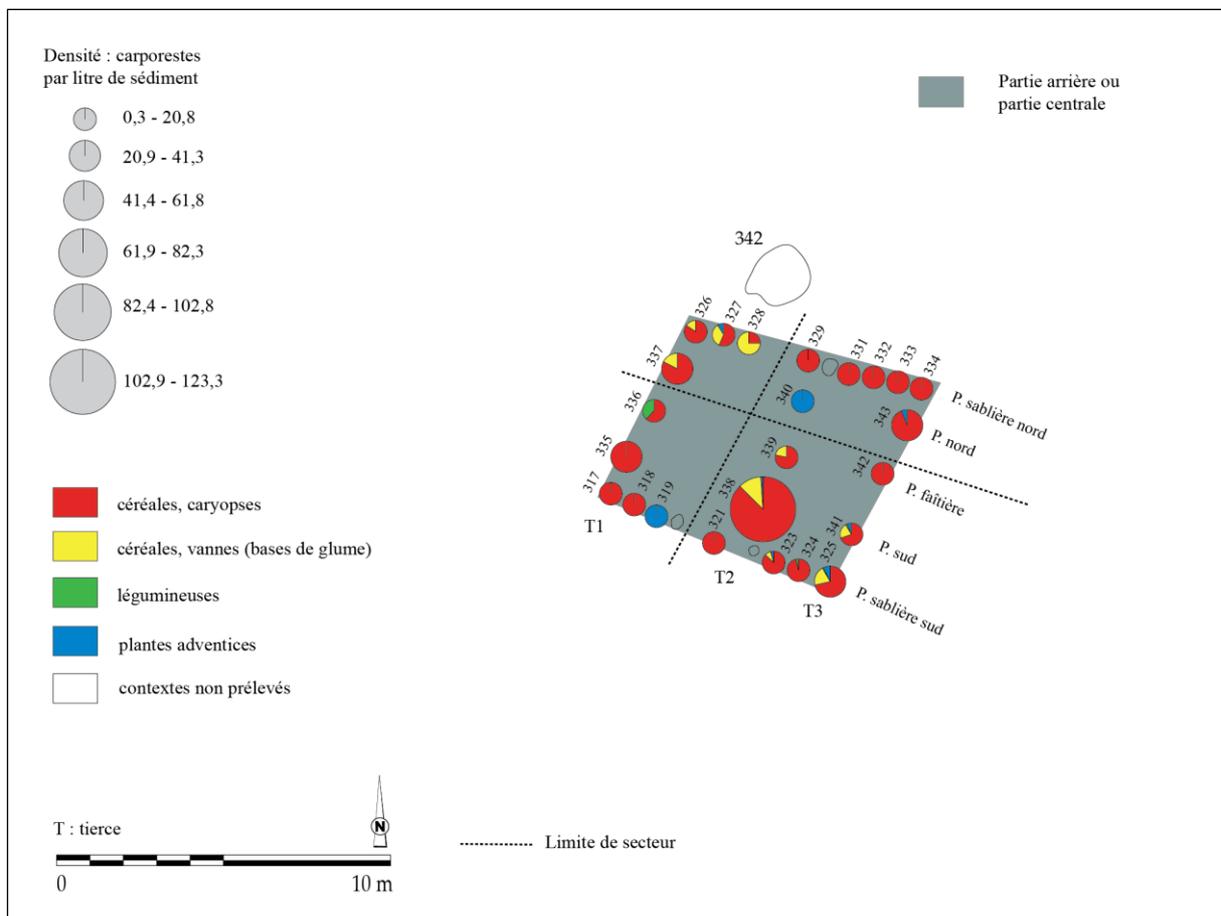


Fig. 156 - Superposition des données carpologiques et architecturales du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 153, Fig. 118).

### 9.1.5. La maison M4

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille comprend neuf tierces et il ne présente pas de tranchée de fondation arrière (Tabl. 46 et Fig. 157). Un élargissement des parois dans la partie centrale donne une allure générale légèrement naviforme à la construction (Blouet *et al.*, 2013b, p. 154).

Tabl. 46 - Analyse métrique de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153-154). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	23,95 m (complète)
Largueur arrière	5 m
Largeur avant	7,20 m
Indice de trapézoïdalité (It)	0,046
Largeur tierce arrière	1,90 m
Largeur tierce avant	2,80 m
Orientation	63,0°

Sous le décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,10 m (poteaux des tierces T1 et T9) et au maximum de 0,65 m (supports des pannes nord et sud des tierces T7 et T8). La quasi-totalité des poteaux de paroi (pannes sablières) dont le négatif a pu être observé ainsi que les trois-quarts des poteaux de tierce étaient des bois refendus. À l'exception du manque éventuel du poteau faîtière sur le pignon avant (tierce T9) et de lacunes dans le rythme des poteaux de paroi, le plan de la construction peut être considéré comme complet (Blouet *et al.*, 2013b, p. 153).

Les fosses latérales nord (st. 344A) et sud (st. 345) associées à l'habitation ont livré du mobilier attribuable à la deuxième phase stylistique locale (Marainville 2), soit au début du Rubané final, ainsi qu'un polissoir dormant de 19,5 kg en provenance de la structure 345 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 154).

#### 9.1.5.1 Les données carpologiques

L'analyse a été menée sur 35 prélèvements issus de 35 contextes archéologiques (structures en creux), dont une fosse latérale et 34 trous de poteau (Fig. 157). Parmi les contextes étudiés, 28 se sont avérés positifs. Au total, 8 131 carporesses carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 111,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5). Il est important d'évoquer la rareté des charbons de bois récoltés pour l'ensemble des contextes de la maison M4 qui constituent un poids total 59 g.

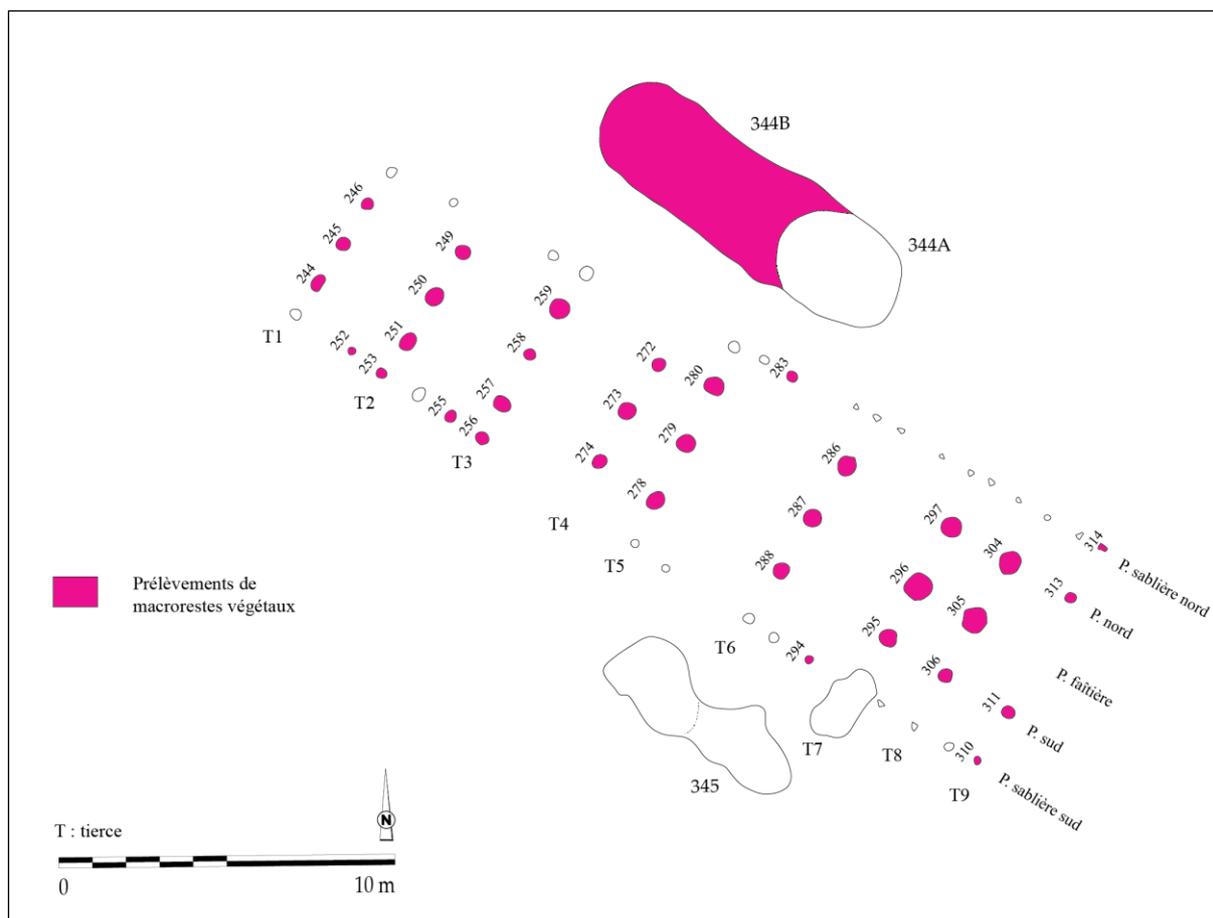


Fig. 157 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M4, fosse latérale comprise (Fig. 158). On observe que parmi les 28 contextes positifs analysés, une grande majorité (26 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,3 et 68,8 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : aucun contexte ne présente de densité allant de 68,8 à 137,3 ni de densité comprise entre 137,3 et 205,8 ; un contexte présente une densité allant de 205,8 à 274,4 ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 274,4 et 342,9 ; enfin, un contexte présente une densité allant de 342,9 à 411,4 carporestes/litre de sédiment.

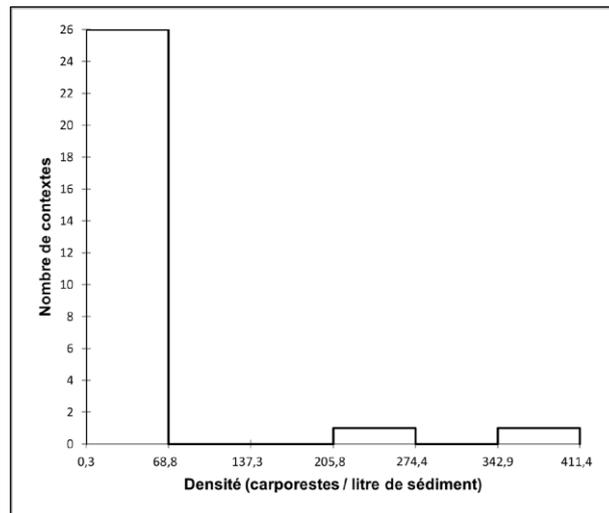


Fig. 158 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (38,5). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (86,8) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (5,5) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (3,4), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M4, la fosse 344B se caractérise par une forte densité de carporestes, en revanche, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles (Fig. 159). Par conséquent, nous avons décidé d'analyser également la distribution des densités de carporestes en écartant la fosse, afin de pondérer les données issues des trous de poteau (Fig. 160).

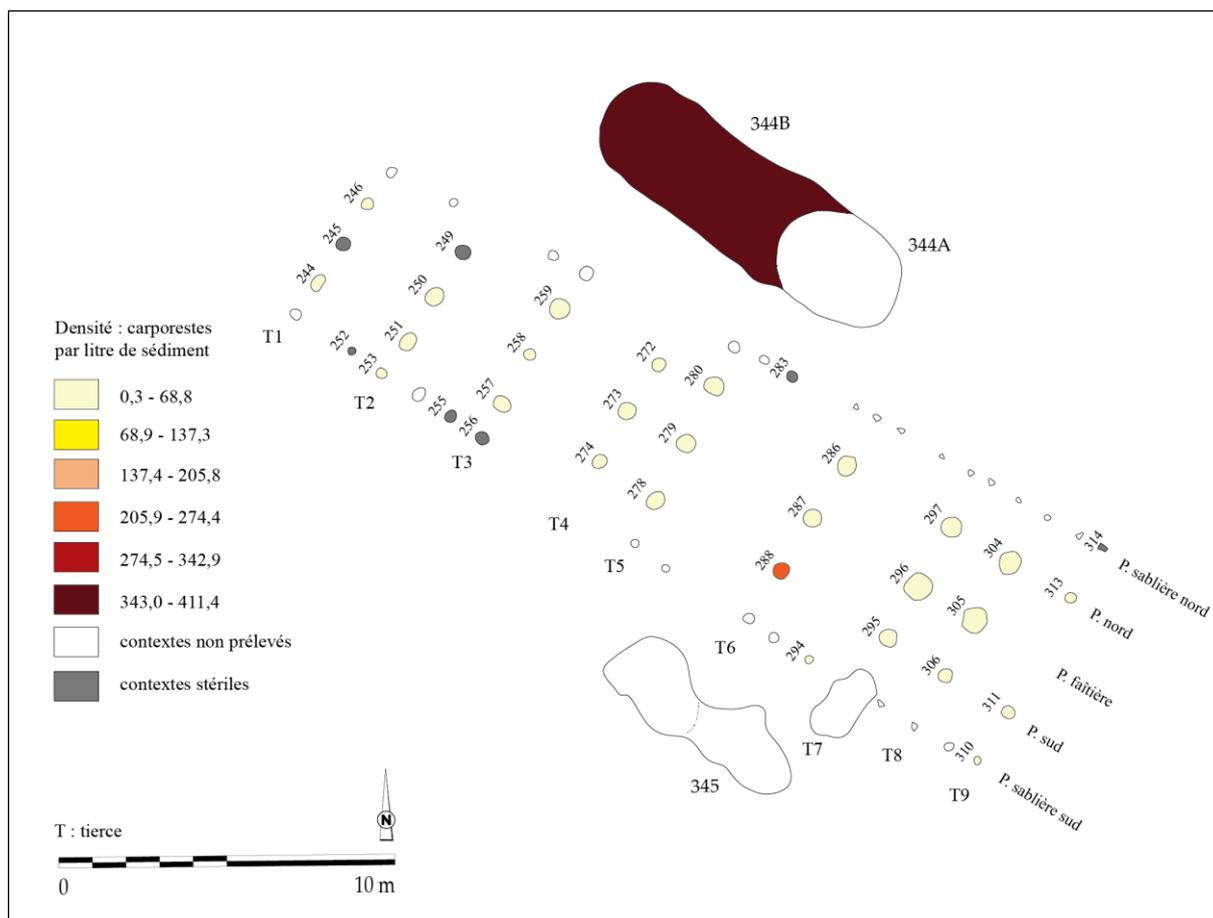


Fig. 159 - Répartition des densités dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carapores des trous de poteau de la maison M4 (Fig. 160). On observe que parmi les 27 contextes positifs analysés, une grande majorité (21 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,3 et 39,7 carapores/litre de sédiment. Les autres intervalles contiennent un faible nombre de données : cinq contextes présentent des densités allant de 39,7 à 79,2 carapores/litre de sédiment ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 79,2 et 118,7, ni de densité allant de 118,7 à 158,2, ni de densité comprise entre 158,2 et 197,7 ; enfin, un contexte présente une densité allant de 197,7 à 237,2 carapores/litre de sédiment.

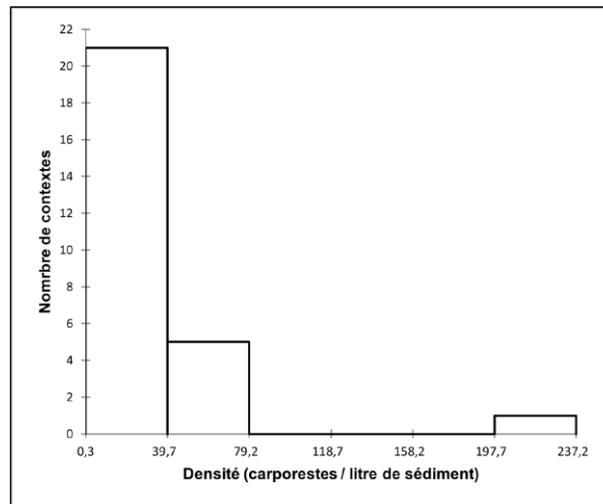


Fig. 160 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». La fosse 344B a été écartée de l'analyse afin de pondérer les données issues des trous de poteau.

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (24,7). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (47,7) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (3,8) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (3,5), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Les densités de carporestes observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis qu'un présente une forte densité. L'étalement des données autour de la moyenne étant important (écart-type élevé), on peut légitimement s'interroger pourquoi il y a tant de différence. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les six contextes où les densités sont plus importantes, notamment le trou de poteau où la densité dépasse 197,7 carporestes/litre de sédiment, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Dans ce modèle interprétatif, on observe que les densités dépassant 39,7 carporestes/litre de sédiment se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau des tierces T8, T7, T6, T5, T4 et de la panne sablière sud entre les tierces T7 et T6 (Fig. 161). Plus précisément, le trou de poteau présentant une densité dépassant 197,7 carporestes/litre de sédiment se situe au niveau de la tierce T6.

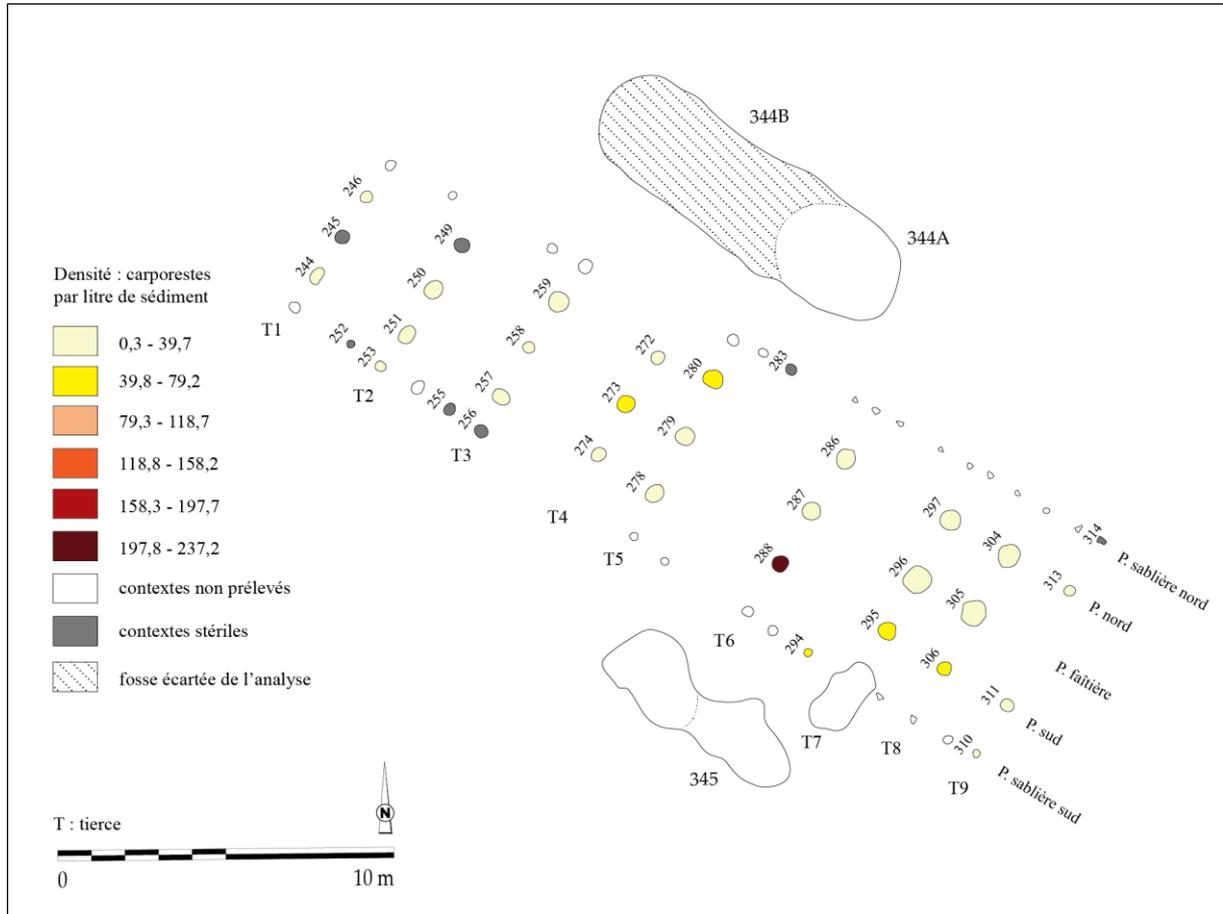


Fig. 161 - Répartition des densités dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119). La fosse 344B a été écartée de l'analyse afin de pondérer les données issues des trous de poteau.

### La distribution des catégories de plantes

En partant de l'entrée (sud-est), les céréales prédominent dans le secteur compris entre les tierces T9 et T6. Les caryopses sont majoritaires, mais la présence de vanes est constatée dans certains trous de poteau des panes sud et faîtière, au niveau des tierces T8 et T6. En outre, les trous de poteau des panes sud et sablière sud au niveau de la tierce T9 ont livré des plantes adventices. De plus, le trou de poteau 288 (tierce T6, panne sud) présentent un assemblage assez hétérogène composé aussi bien de caryopses et de vanes de céréales, que de légumineuses (Fig. 162).

Ensuite, dans le secteur compris entre les tierces T5 et T3, l'assemblage carpologique est composé aussi bien de caryopses de céréales que de légumineuses. Quelques vanes de céréales sont attestées dans le trou de poteau 257 (tierce T3, panne sud). Les caryopses de céréales prédominent au niveau des tierces T2 et T1. Néanmoins, la tierce T2 a livré également des plantes adventices et des plantes de cueillette.

Enfin, le spectre de plantes issu de la fosse 344B, située dans le flanc nord-ouest du bâtiment, se caractérise par la présence quasi exclusive de caryopses de céréales.

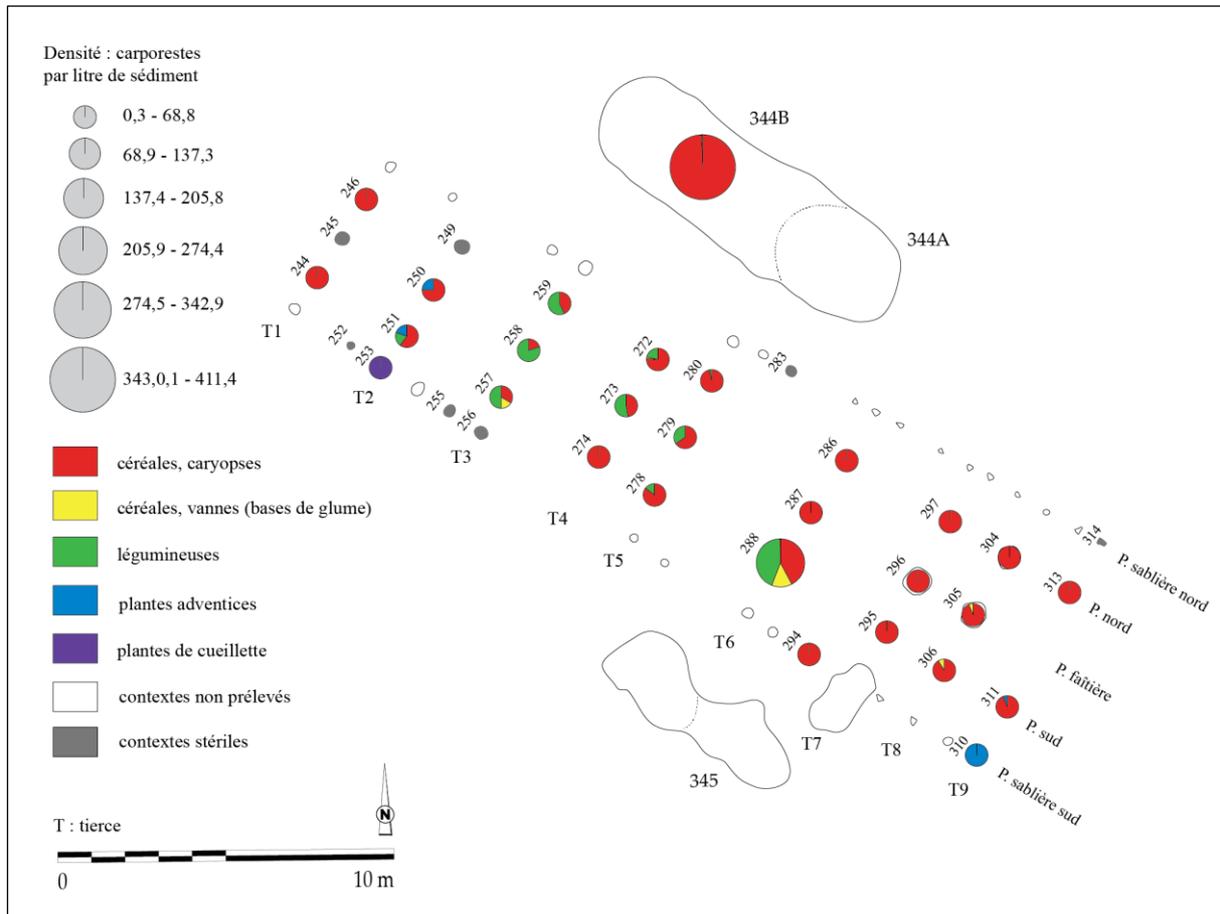


Fig. 162 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 163).

Dans le secteur compris entre les tierces T9 et T6, où les céréales sont prédominantes, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier et, en moindre mesure, l'engrain. En ce qui concerne les céréales nues, elles sont présentes dans les tierces T9 et T6. L'orge polystyque nue est présente dans la tierce T9, où l'assemblage est assez hétérogène. Le blé nu, quant à lui, est présent dans les tierces T9 et T6.

À l'instar du secteur précédent, dans le secteur compris entre les tierces T5 et T3, les blés vêtus sont majoritaires. En ce qui concerne les céréales nues, elles sont présentes dans les tierces T5 et T4. Aussi bien l'orge polystyque nue que le blé nu sont présents dans ces deux

tierces. Enfin, le spectre de céréales issu de la fosse 344B est constitué majoritairement de blé nu.

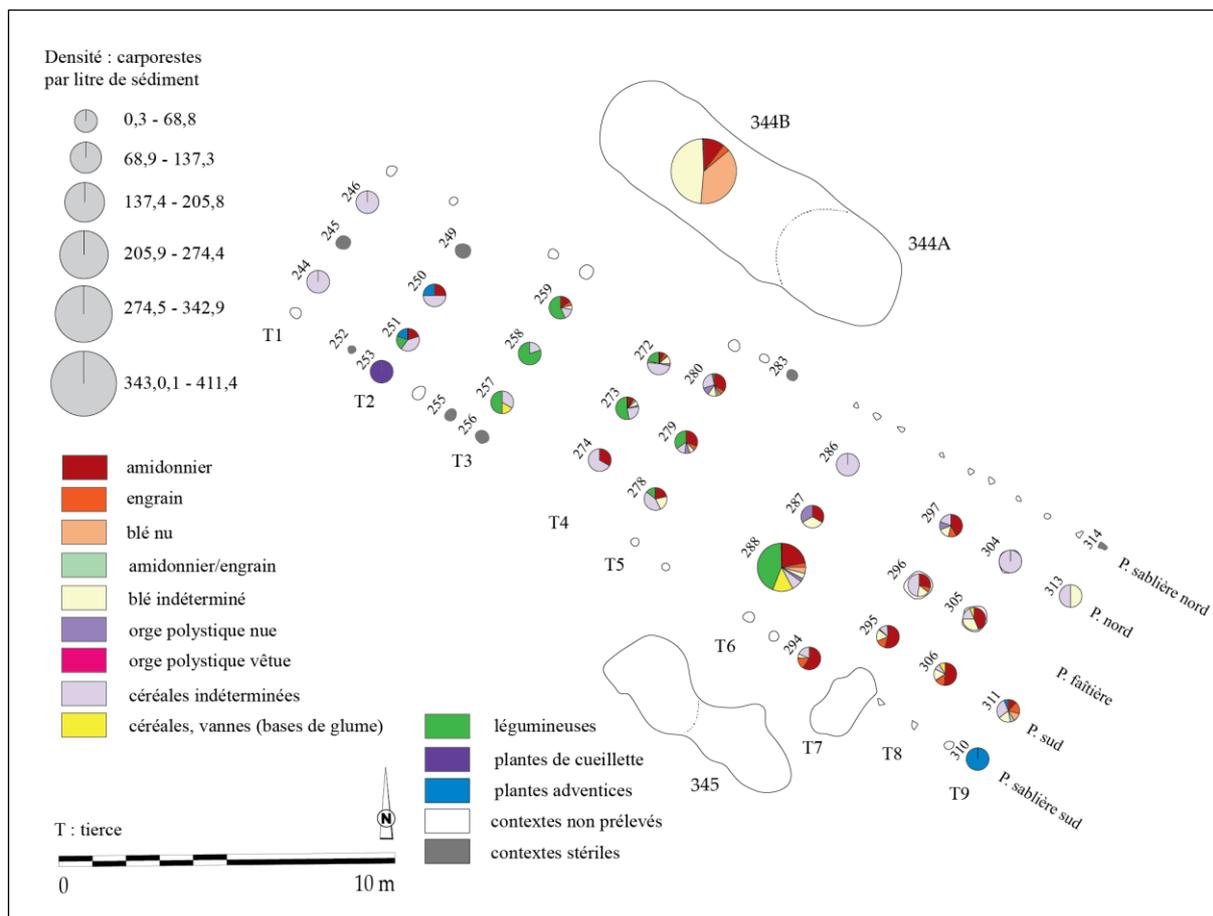


Fig. 163 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

### La distribution des légumineuses

La présence de légumineuses cultivées indéterminées dans la plupart des contextes situés dans le secteur compris entre les tierces T5 et T3, témoigne de la fragmentation importante des carporesses et donc de la difficulté d'une identification au niveau du genre (Fig. 164).

Dans les quatre tierces ayant livré des légumineuses (T6, T5, T4 et T3), le pois est la légumineuse majoritaire. La lentille, quant à elle, est présente au niveau des tierces T5 et T3 de manière anecdotique (deux carporesses au total).

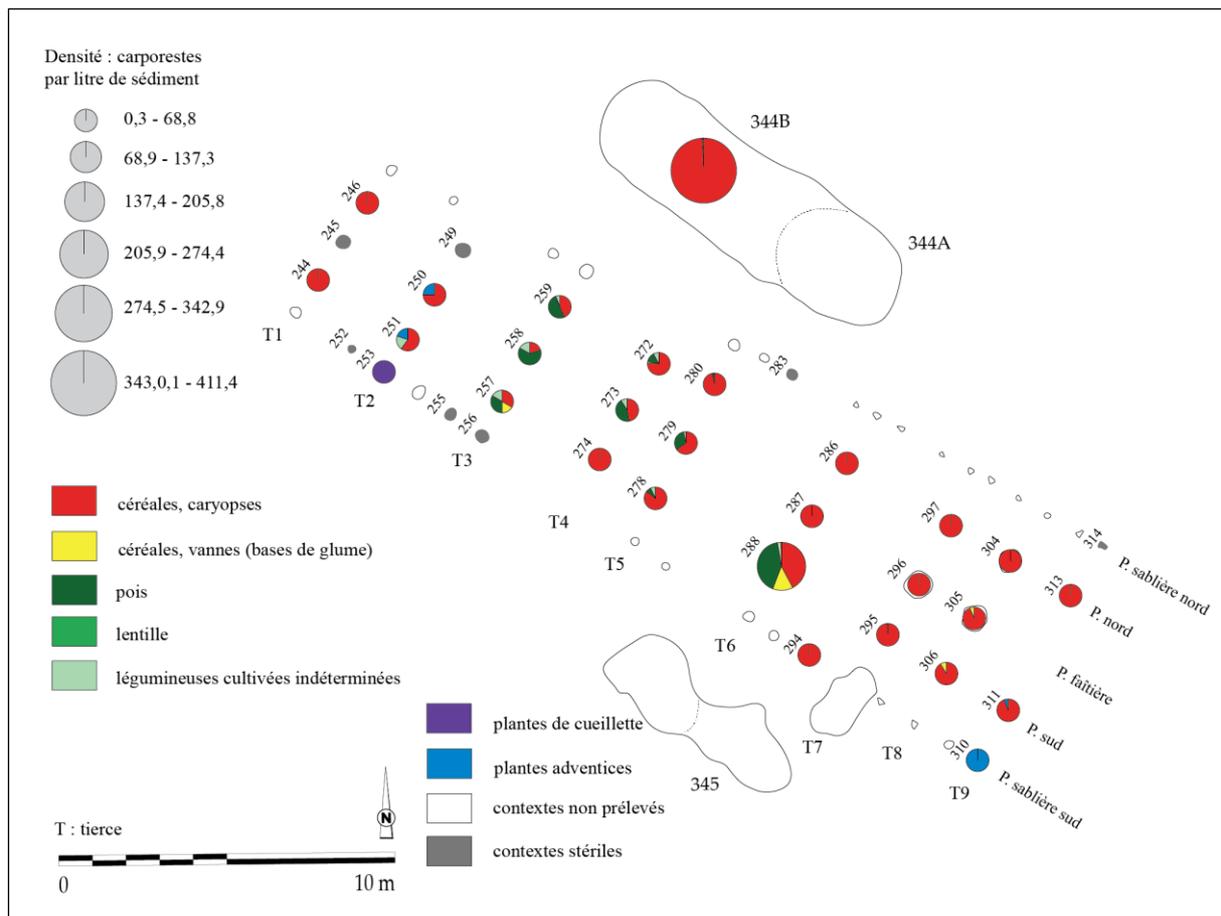


Fig. 164 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 95,43 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (71,80 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

Dans le graphique symétrique (Fig. 165), l'axe 1 (67,23 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre caryopses de céréales et plantes adventices d'une part

(coordonnées vectorielles positives), et vannes de céréales et légumineuses d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par ailleurs, les légumineuses et les vannes de céréales sont associées aux tierces T6 et T3. Les plantes adventices sont, quant à elles, associées à la tierce T2, tandis que les caryopses de céréales sont associés avec les tierces T9, T8, T7 T5 et T1. Sur l'axe 2 (28,20 % des valeurs propres), on observe que seules les plantes adventices (coordonnées vectorielles positives) s'opposent à toutes les autres catégories.

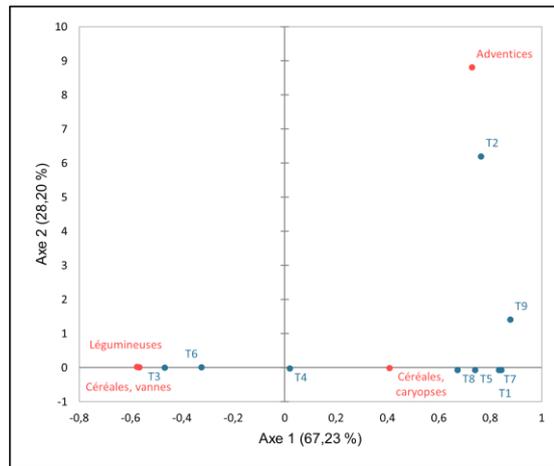


Fig. 165 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (95,43 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

Sur l'axe 3 (4,57 % des valeurs propres ; Fig. 166), on observe une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles positives), et vannes de céréales d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Sur cet axe, les vannes de céréales sont associées à la tierce T6 et les légumineuses sont associées aux tierces T3 et T4.

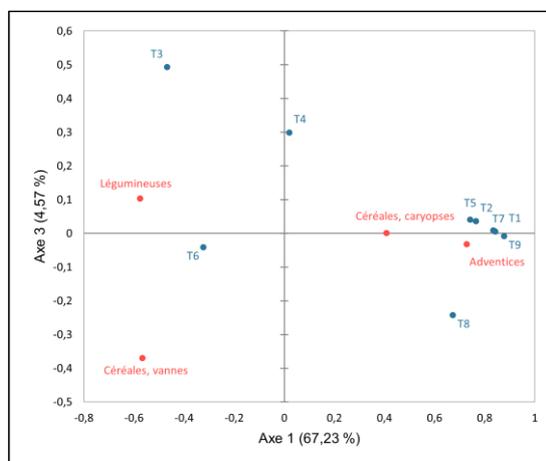


Fig. 166 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3 (71,80 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L’AFC a été suivie d’une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l’abondance relative que l’on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 167), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que cinq classes ont été identifiées. La classe C1 rassemble les tierces T9, T7, T5 et T1 ; la classe C2 comporte la tierce T8 ; la classe C3 comprend la tierce T2 ; la classe C4 regroupe les tierces T4 et T3 ; et la classe C5 compte la tierce T6.

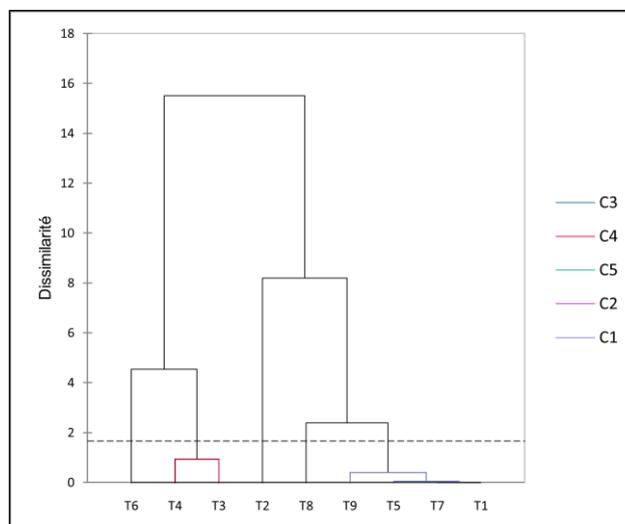


Fig. 167 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

On peut également choisir une troncature à un niveau de dissimilarité plus élevé nous permettant d’obtenir simplement trois classes (Fig. 168). Dans ce cas, la classe C1 regroupe les tierces T9, T8, T7, T5 et T1, associées aux caryopses de céréales et aux plantes adventices. La classe C2 compte les tierces T6, T4 et T3, associées aux légumineuses et aux vannes de céréales. Enfin, la classe C1 comprend la tierce T2, associée aux plantes adventices.

À partir de l’analyse de la hauteur des classes, la classe C1 est plus homogène que la classe C2, puisque sa hauteur (en vert) est plus faible.

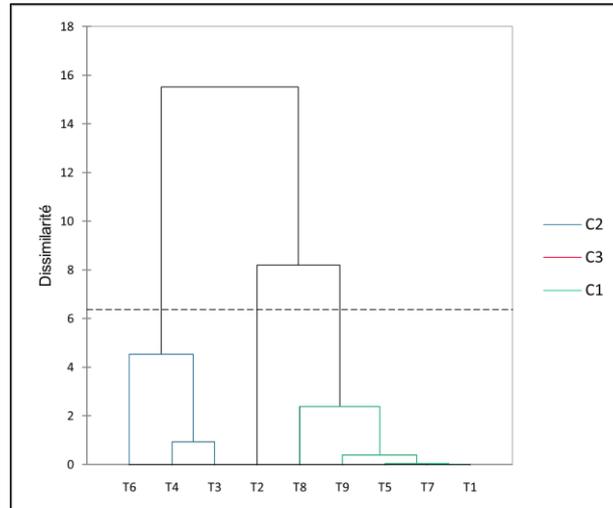


Fig. 168 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 97,78 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (94,29 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

À l'instar de l'analyse précédente et d'après le graphique symétrique (Fig. 169), l'axe 1 (92,07 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses et vannes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et caryopses de céréales d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les légumineuses et les vannes de céréales sont plutôt associées à la panne sud, tandis que les caryopses de céréales sont associés aux pannes nord et sablière sud. Sur l'axe 2 (5,71 % des valeurs propres), on observe une opposition entre vannes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles négatives) et légumineuses et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). En outre, les plantes adventices sont fortement associées à la panne faîtière.

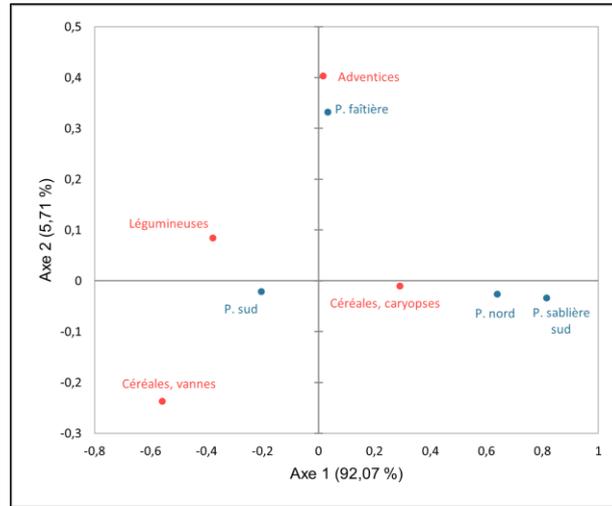


Fig. 169 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 (97,78 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

Sur l'axe 3 (2,22 % des valeurs propres ; Fig. 170), on observe une opposition entre plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles positives), et les autres catégories de plantes. Sur cet axe, les plantes adventices sont plutôt associées à la panne sablière sud.

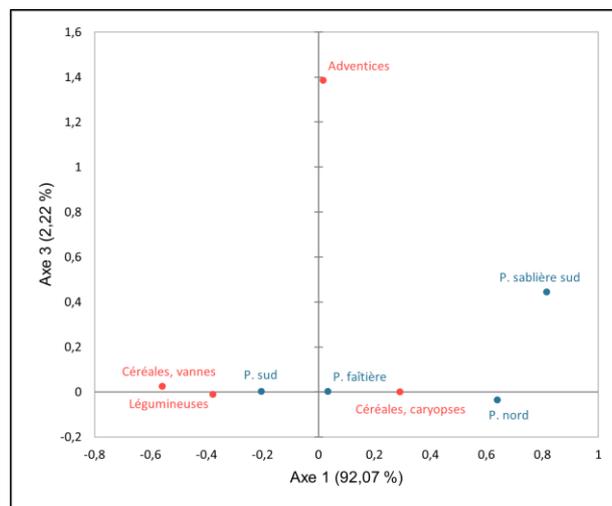


Fig. 170 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3 (94,29 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 171), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes sud et faîtière, associées aux légumineuses, aux vanes de céréales et aux plantes adventices. La classe C2 comprend les pannes nord et sablière sud, associées caryopses de céréales.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C1 est plus homogène que la classe C2, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

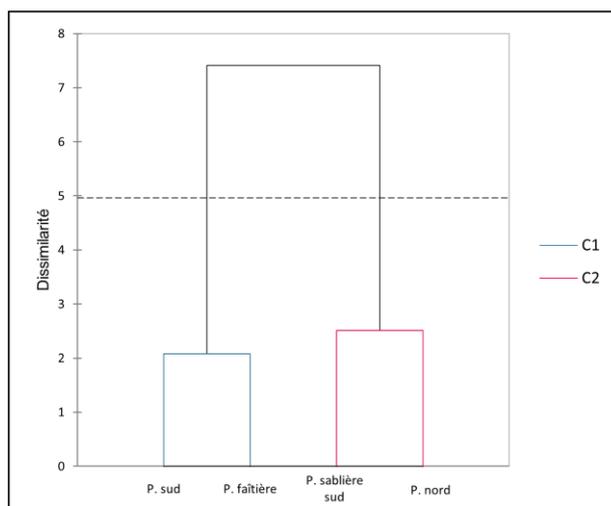


Fig. 171 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration spatiale des données (Fig. 172). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, trois secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux comprend les tierces T9, T8, T7, T6 et T5. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de caryopses de céréales. Au sein de ce secteur, la tierce T6 se comporte différemment à cause du trou de poteau 288 dont l'assemblage carpologique est caractérisé par un pourcentage important de légumineuses (44 %) et de vanes de céréales (14 %). Le deuxième secteur regroupe les tierces T4 et T3, il est caractérisé par la prédominance de légumineuses. Enfin, le troisième secteur regroupe les tierces T2 et T1, il se caractérise par la prédominance de caryopses de céréales et la présence de plantes adventices et d'un carporeste de plantes de cueillette.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent. En partant du nord vers le sud, le premier d'entre eux comprend la panne nord. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prépondérance de caryopses de céréales. Le deuxième secteur regroupe les pannes faîtière et sud. Il se caractérise notamment par la présence de légumineuses, de vanes

de céréales et de plantes adventices. Dans ce secteur, nous pouvons intégrer également la panne sablière sud, dont les données disponibles sont très faibles (un carporeste de plantes adventices et de plantes de cueillette). L'interprétation de ces résultats sera discutée ultérieurement (voir 9.1.5.2).

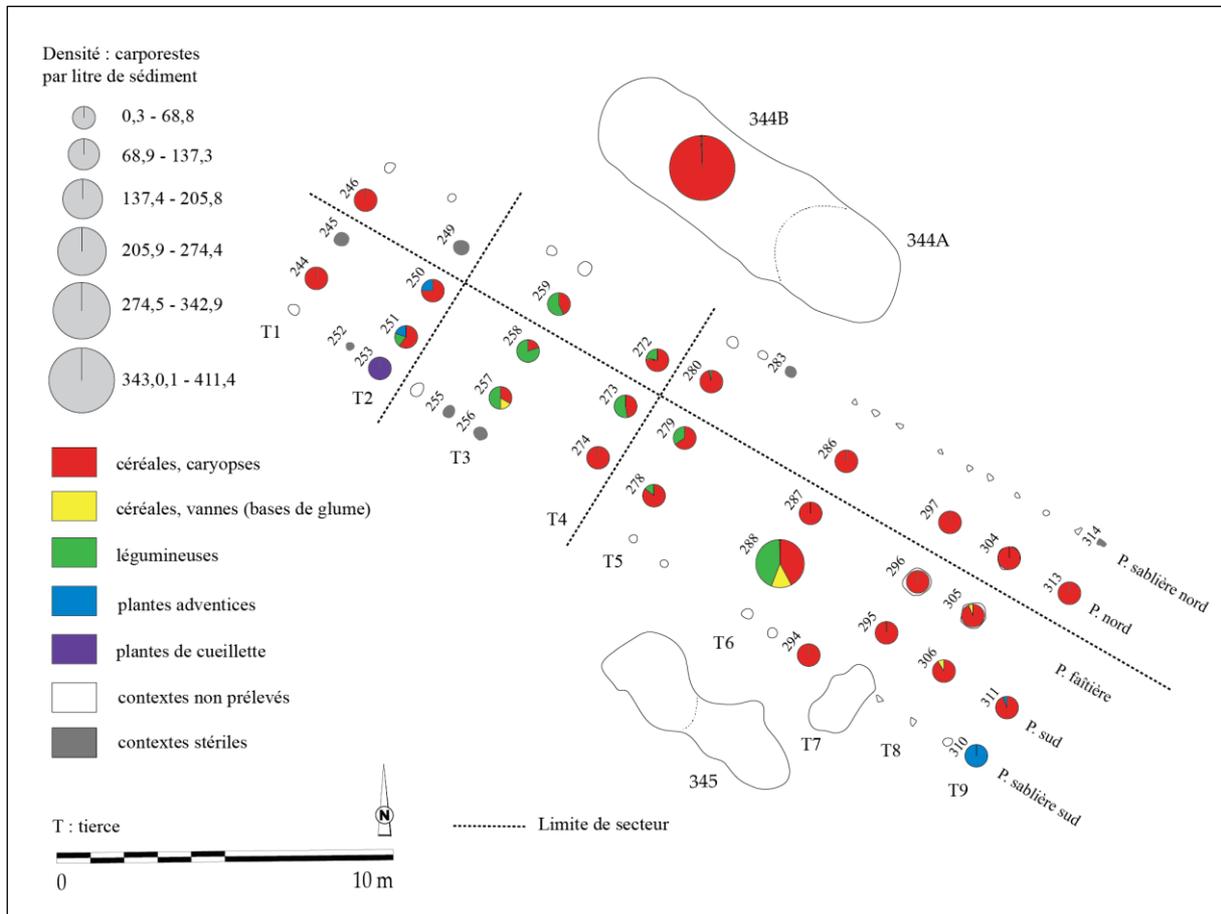


Fig. 172 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M4 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.37.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,600$  ;  $p\text{-valeur} = 0,242 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut

pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  puisqu'il y a 24,2 % de probabilité qu'il n'existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 173).

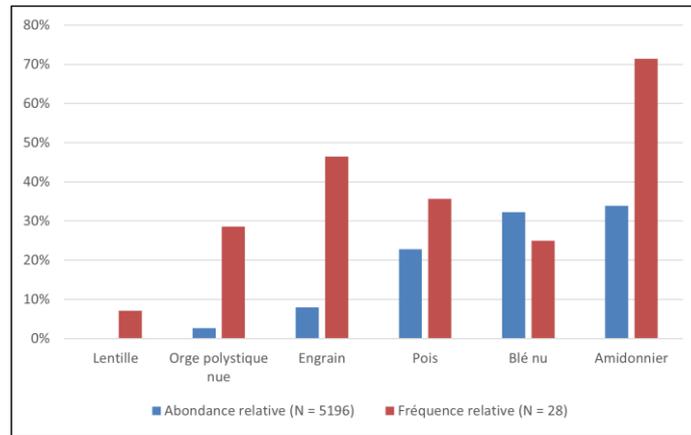


Fig. 173 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». N (**abondance relative**) : NMI total des taxons retenus. N (**fréquence relative**) : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Grâce à l'application de cet indice, on constate une légère réorganisation hiérarchique des taxons par rapport à l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 47).

Tabl. 47 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Taxon	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative IR
Amidonnier	33,90	71,43	105,33
Pois	22,79	35,71	58,50
Blé nu	32,25	25,00	57,25
Engrain	7,95	46,43	54,38
Orge polystyque nue	2,63	28,57	31,20
Lentille	0,04	7,14	7,18

### 9.1.5.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe que la partie centrale, de 56 m<sup>2</sup> de superficie, est individualisée du reste de l'habitation par deux couloirs (couloir arrière : tierces T4 et T5 ; couloir avant : tierces T7 et T8) formés chacun de deux tierces espacées de 2 m. La partie arrière, d'une superficie de 54 m<sup>2</sup>, est anormalement

développée pour un bâtiment de type 2 de Modderman ou *Bau* (voir 2.1.9.2.2), des surfaces comparables pour des espaces arrière ne se rencontrant par ailleurs qu’occasionnellement sur des constructions de type 1. Cependant, la maison M4 ne peut être classée parmi les grandes maisons, car elle ne présente pas une organisation tripartite. Les deux poteaux du pignon avant (tierce T9), de faible module et très faiblement enfoncés, se distinguent des autres poteaux de tierce et ne peuvent être intégrés à un grenier avant. En outre, il n’est pas sûr que le poteau faîtier manquant à l’avant ait jamais existé. L’hypothèse la plus vraisemblable est donc que l’espace situé en avant du couloir (tierces T8 et T9) constitue un porche ou un auvent d’entrée (Fig. 174). Dans cette hypothèse, le bâtiment serait de type 2 de Modderman avec ajout d’un module pour la partie arrière (Blouet *et al.*, 2013b, p. 154).

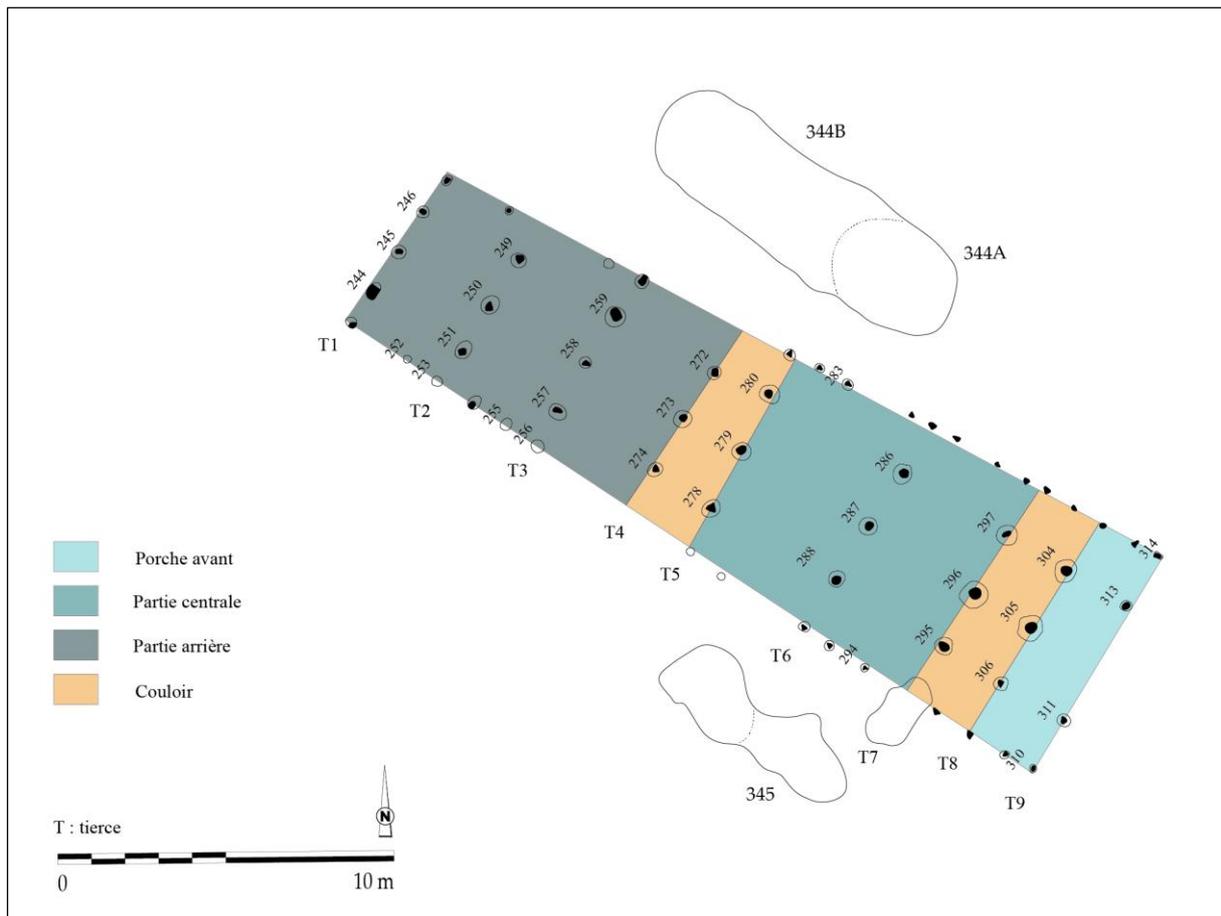


Fig. 174 - Interprétation architecturale de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L’entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

### L’appartenance de la fosse 344B

La fosse 344B a été interprétée dès le début comme une fosse détritique associée au bâtiment M3. Cependant, cette attribution restait encore douteuse étant donné l’absence de mobilier céramique et sa localisation, très proche du bâtiment. Grâce aux données

carpologiques, il est possible de discuter cette interprétation. En effet, au sein du bâtiment M3, l'orge polystyque nue s'est avérée être la deuxième espèce en importance relative (voir 9.1.4.1). Or, cette espèce est absente de la fosse 344B (Fig. 175), ce qui est pour le moins étonnant s'agissant de la fosse de rejet du bâtiment. Par ailleurs, le blé nu, qui est majoritaire dans cette fosse, est moins bien représenté dans le bâtiment M3 (4 %) que dans la maison M4 (9 %).

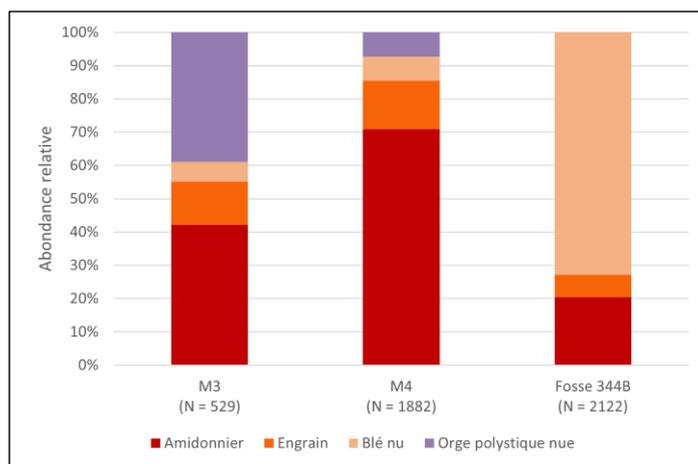


Fig. 175 - Abondance relative de céréales par taxon en fonction des maisons M3, M4 et de la fosse 344B. N : NMI total des taxons retenus.

Ensuite, une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été réalisée sur le NMI de chaque taxon de céréales retenu et les autres catégories de plantes. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (maisons et fosse) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 176), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 comprend le bâtiment M3. La classe C2 regroupe la maison M4 et la fosse 344B. D'après tous les arguments présentés, il est vraisemblable que cette fosse appartienne plutôt à la maison M4 qu'au bâtiment M3.

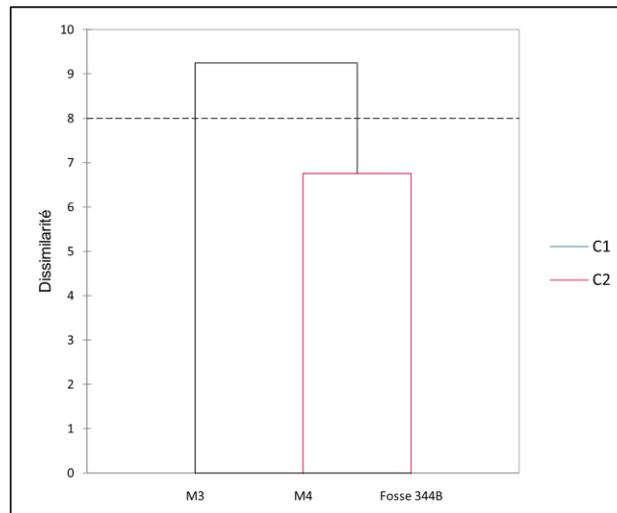


Fig. 176 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **C** : classe ; **Valeurs** : NMI de chaque taxon de céréales retenu et des autres catégories de plantes.

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M4, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonniér, et d'une légumineuse, le pois. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que le blé nu, l'engrain, l'orge polystyrique nue et la lentille.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 177) met en évidence une cohérence dans la distribution planimétrique des données. Au niveau du porche avant (tierces T9 et T8), la présence de céréales (vannes et céréales), et de plantes adventices laisse à penser que ce secteur, lieu de transition entre l'espace extérieur et intérieur du bâtiment, garde les traces d'une zone d'activité de décorticage et de nettoyage des céréales qui pouvait avoir lieu, tantôt sous le porche de la maison, tantôt à l'abri au niveau du couloir avant. Certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décorticage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 in Kreuz *et al.*, 2020, p. 104).

La partie centrale, comprise entre les tierces T7 et T5, se caractérise par la prédominance de caryopse de céréales, aussi bien de céréales vêtues (amidonnier et engrain) que de céréales nues (orge polystique nue et blé nu) ainsi que par la présence de légumineuses. Par ailleurs, dans ce secteur, le trou de poteau 288 présente une densité de carporestes très élevée ainsi qu'un pourcentage relativement important de vanes de céréales. Ces données permettent de mettre en évidence une zone d'activité domestique de préparation d'aliments concentrée entre les tierces T7 et T5, au niveau des pannes faîtière et sud, notamment autour du trou de poteau 288 (tierce T6).

La partie arrière, allant de la tierce T4 à T1, présente deux sous-secteurs : l'un caractérisé par la prépondérance de légumineuses et la présence de céréales (vanes et caryopses), l'autre caractérisé par la prédominance de caryopses de céréales et la présence de légumineuses et de plantes adventices). Par analogie avec les autres maisons du même site (M5, M1 et M2), la prédominance de légumineuses dans ce secteur laisse à penser qu'il pourrait s'agir d'une zone de stockage temporaire. Cependant, contrairement à ce qui a été observé dans les maisons M5, M1 et M2, les densités de carporestes n'y sont pas élevées et ne semblent pas correspondre à ce qui est attendu pour une zone de stockage. Ces résultats ainsi que la taille anormalement développée de cette partie arrière ne nous permettent pas d'interpréter la fonction domestique de ce secteur.

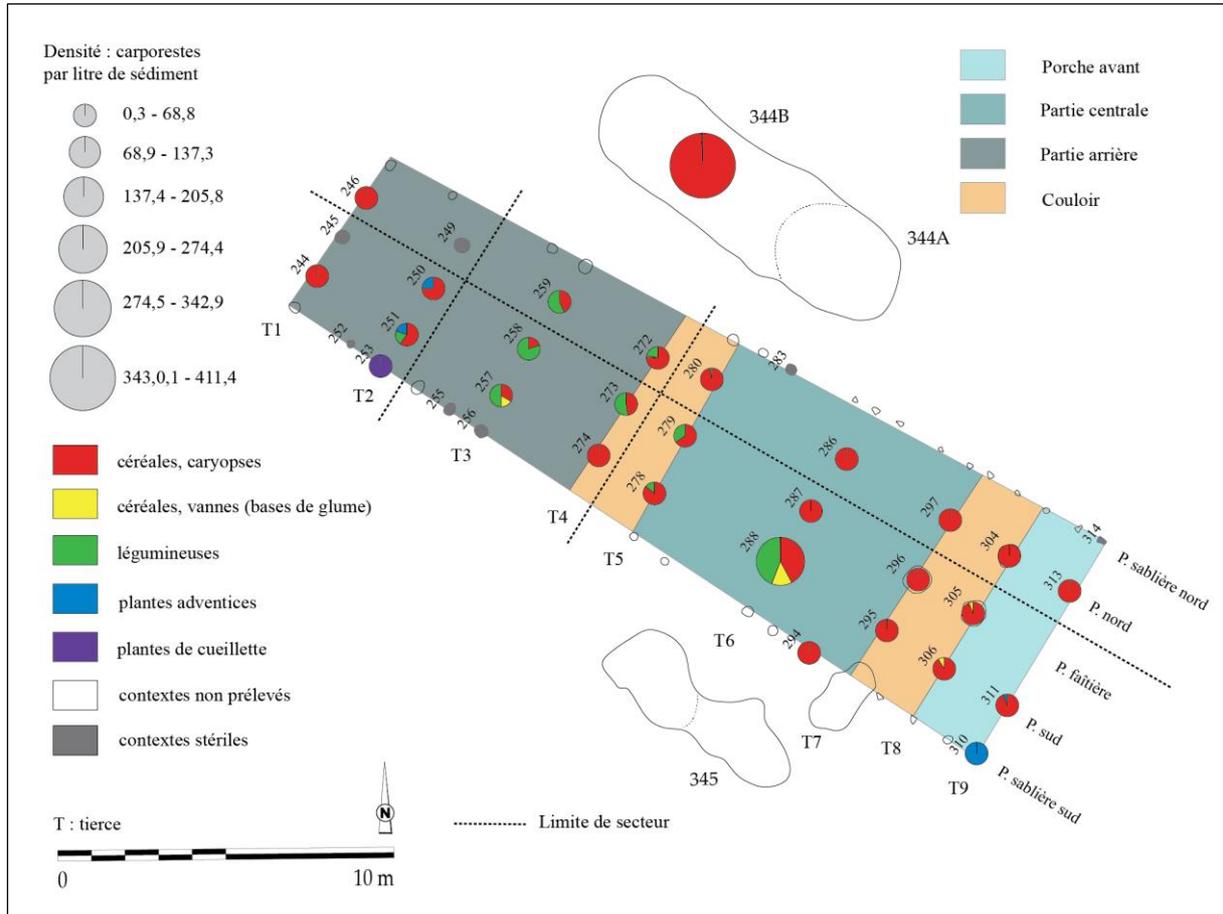


Fig. 177 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 154, Fig. 119).

## 9.2. Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (site 2)

### Le site

La commune d'Ay-sur-Moselle (Moselle) est localisée dans le sillon mosellan à une quinzaine de kilomètres au nord de Metz. Le gisement est implanté sur le côté est de la vallée de la Moselle, sur une terrasse de transition entre la plaine alluviale et le rebord du plateau, sur une faible pente (Blouet *et al.*, 2013b, p. 34).

Le site a été découvert en 1991 à l'occasion de la fouille d'un vaste gisement du Néolithique ancien repéré lors d'une surveillance de travaux dans un lotissement en cours d'aménagement au lieu-dit « La Tournaille ». Les travaux de voirie ayant déjà détruit de nombreuses structures archéologiques, une fouille de sauvetage a été engagée sur les secteurs encore menacés de destruction. En 1992, l'extension du lotissement a été précédée par une campagne de sondage puis par une fouille. Cinq secteurs ont ainsi été décapés (zones A, B, C, D et E) permettant de mettre au jour, outre l'occupation Rubanée, une sépulture du Néolithique moyen (culture de Grossgartach) et une autre du Néolithique final, ainsi que des structures d'habitat du Bronze final et de La Tène. En 2007, des sondages complémentaires effectués préalablement à l'agrandissement du lotissement ont permis de cerner l'extension sud-ouest du site. En revanche, au nord-ouest, le site se poursuit vraisemblablement hors de l'emprise du projet (Blouet *et al.*, 2013b, p. 34). Les sondages réalisés au début de l'année 2016 à Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » ainsi que la fouille réalisée la même année sur une surface de 370 m<sup>2</sup> ont permis de trouver une nouvelle maison au nord-ouest de l'occupation du Néolithique ancien de « La Tournaille » (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 12).

### L'occupation rubanée

Le site de « La Tournaille » a une superficie estimée à 2 ou 3 ha. Sur les 11 000 m<sup>2</sup> environ décapés, 214 fosses dont 190 ayant livré de la céramique décorée ont pu être attribuées au Néolithique ancien. En 1991 et 1992, les plans partiels de 20 bâtiments ainsi que six autres probables unités d'habitation ont été datés du Rubané. Avec les sondages de 2007 et la fouille de 2016, ce nombre a augmenté à 21 bâtiments et sept autres probables maisons (Fig. 178). Les bâtiments semblent s'organiser suivant un demi-cercle tandis qu'un complexe de fosses occupe la partie centrale de l'aire fouillée, soit les zones C et E (Blouet *et al.*, 2013b, p. 34-35). Le plan de la maison M28, mise au jour en 2016, n'a été que partiellement dégagé et correspond vraisemblablement à tout ou partie de la partie centrale, l'arrière comme l'avant s'étendant en dehors des limites de fouille (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 12).



Fig. 178 - Le site d'Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille » (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 94, Fig. 77).

### Les phases chronologiques

Au vu des données disponibles à ce jour, le site est occupé de façon quasi continue du Rubané ancien au Rubané final (Fig. 178). À la phase pionnière du Rubané ancien (phase régionale 2) à laquelle n'existerait qu'un seul bâtiment sur le site, succéderait, durant le Rubané moyen (phases régionales 3 et 4), un petit habitat groupé constitué de trois ou quatre maisons contemporaines. Au début du Rubané récent (phases régionales 5 et 5/6), cet habitat se rétracterait pour ne compter que deux unités domestiques. À la fin du Rubané récent (phases régionales 6 et 6/7), le site ne compterait à nouveau qu'une seule unité d'habitation. Au Rubané final, le site paraît ponctuellement abandonné à la phase 7 pour être réoccupé à la phase 8 par une seule maison. Il est à noter qu'il est vraisemblable que d'autres unités d'habitat rubanées sont implantées en dehors de la zone fouillée, ce qui relativise le modèle proposé (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 93).

Le mobilier de la maison M28 (fouillée en 2016) est peu abondant, mais les décors de la céramique fine permettent de proposer une datation de la fin du Rubané moyen (phase régionale 4) au début du Rubané récent (phase régionale 5/6), une datation de la phase 5 semblant pouvoir être privilégiée grâce à l'analyse de la provenance des matériaux lithiques (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 12, 65). Dans cette hypothèse, la maison fouillée en 2016 pourrait relever de la septième phase de construction du site, phase à laquelle l'occupation compte deux unités d'habitat (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 12).

### Le protocole d'échantillonnage

Pour les fouilles de 1991 et 1992, quatre échantillons ont été analysés par C. Bakels et un échantillon par J. Wiethold. En outre, 104 prélèvements n'ont pas encore été étudiés et sont toujours conservés au CCEL. Pour la fouille de 2016, le corpus est constitué de 29 prélèvements (dont 22 se sont avérés positifs) provenant du remplissage de 29 trous de poteau du bâtiment M28, neuf étant issus du comblement des tierces. Les vingt autres ont été prélevés dans les poteaux des parois, tous situés dans une tranchée de fondation (Fig. 179). Au total, 2 637 carporesses carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 211 l de sédiment tamisés.

#### **9.2.1. La maison M28**

### Le plan de fouille

Le plan de la maison M28 (Tabl. 48 et Fig. 179) n'a été que partiellement dégagé, l'arrière comme l'avant se situant en dehors des limites de fouille. Il est rectangulaire et

comprend trois tierces strictement alignées. Il a été observé sur une longueur totale de 17,30 m et sa largeur est de 7,20 m, soit une surface couverte d'au moins 125 m<sup>2</sup>. Il s'agit d'une construction relativement large pour la région et sa longueur minimale peut être estimée à une trentaine de mètres par comparaison avec des bâtiments similaires. Elle comporte probablement une tranchée de fondation sur tout le périmètre (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 47, 49).

Tabl. 48 - Analyse métrique de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 47, 49). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	17,30 m (incomplète)
Largueur	7,20 m
Largeur tierce arrière	3,80 m
Largeur tierce avant	3,80 m
Orientation	47,0°

Sous le décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,38 m (support de panne nord de la tierce T~3, st. 11) et au maximum de 0,88 m (support de panne nord de la tierce T~1, st 71). Les poteaux de la tierce T~1 sont globalement plus profondément ancrés dans le sol (0,81 m) que ceux des tierces T~2 (0,69 m) et T~3 (0,61 m). L'écart entre les tierces T~1 et T~2 est de 3,9 m et l'écart entre les tierces T~2 et T~3 est de 5,8 m. Tous les fantômes de poteaux de tierces ont été observés et leur section, ovale ou circulaire, témoigne de l'utilisation de troncs qui n'ont été ni équarris ni refendus. Les parois (pannes sablières) sont installées dans des tranchées de fondation sur toute la longueur observable, ces tranchées sont larges de 0,50 m à 0,70 m et sont conservées sur une profondeur de 0,01 m à 0,20 m pour la paroi nord et de 0,13 m à 0,28 m pour la paroi sud. La paroi nord a été observée sur une longueur de 11,6 m et la paroi sud a été observée sur une longueur de 12 m. La section des poteaux de paroi, ovale ou circulaire, témoigne de l'utilisation de troncs qui n'ont été ni équarris ni refendus (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 47-58).

Les fosses latérales de construction et les autres fosses périphériques n'ont pas été mises en évidence.

### 9.2.1.1 Les données carpologiques

L'analyse a été menée sur 29 prélèvements issus de 29 contextes archéologiques (structures en creux), tous des trous de poteau (Fig. 179). Parmi les contextes étudiés, 22 se sont avérés positifs. Au total, 2 638 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes

calculées en bases de glume) pour un total de 244 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).

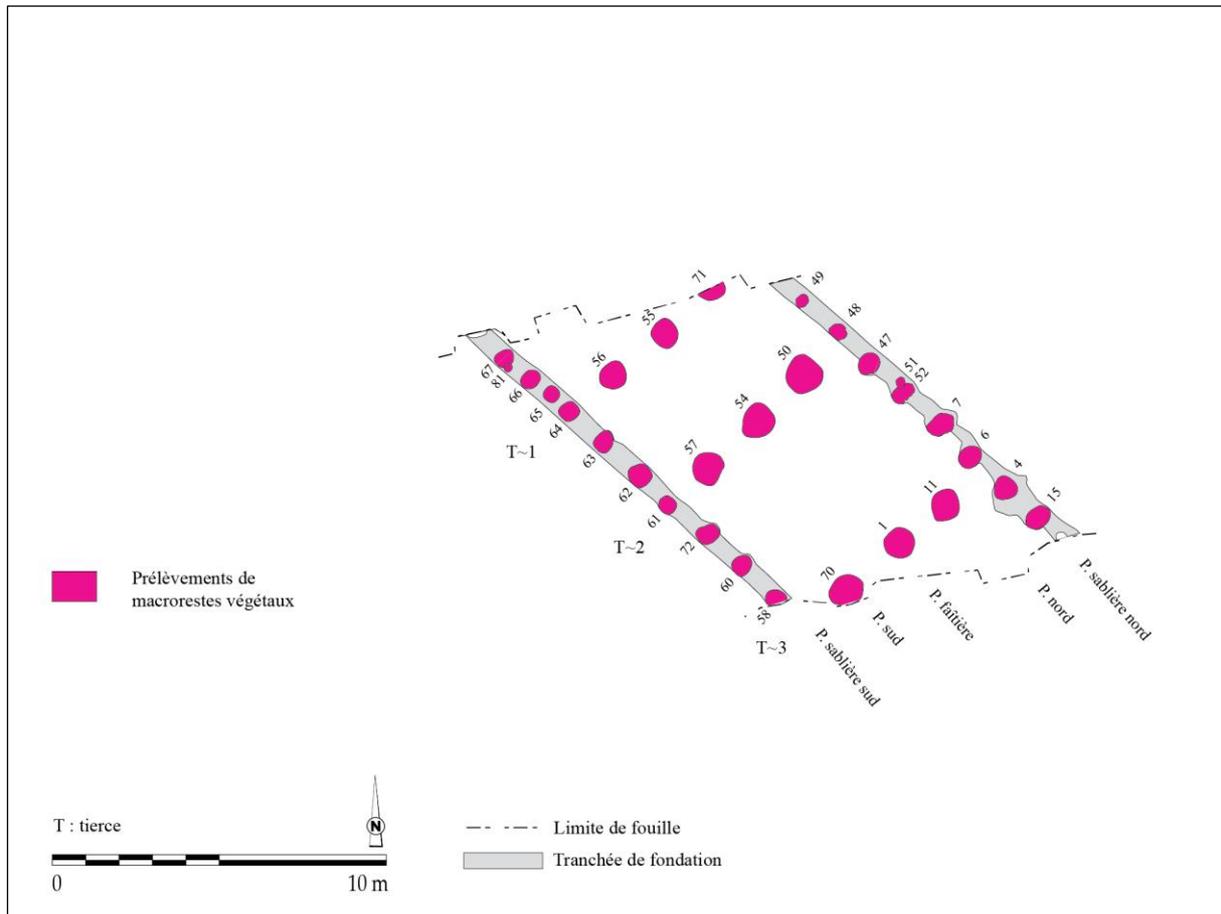


Fig. 179 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 32, Fig. 3).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M28 (Fig. 180). On observe que parmi les 22 contextes positifs analysés, une grande majorité (20 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,1 et 58,3 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : un contexte présente une densité allant de 58,3 à 116,5 carporestes/litre de sédiment ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 116,5 et 174,6 ni de densité allant de 174,6 à 232,8 ; enfin, un contexte présente une densité comprise entre 232,8 et 291,0 carporestes/litre de sédiment.

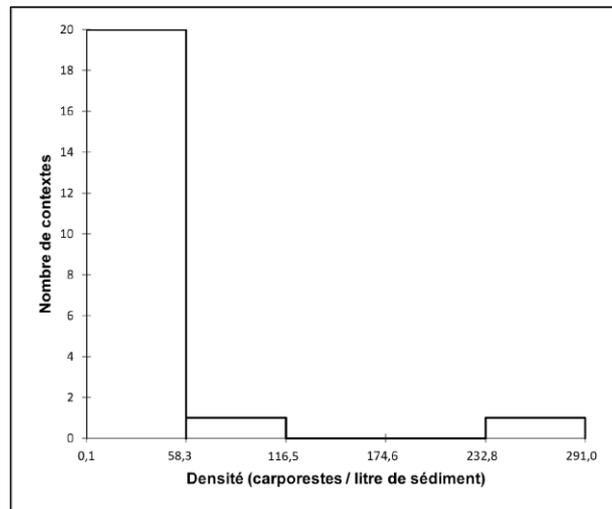


Fig. 180 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (21,3). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (62,2) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (4,3) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (3,9), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M28, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains comportent de fortes densités. L'étalement des données autour de la moyenne étant important (écart-type élevé), on peut légitimement discuter de cette répartition. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les deux contextes où les densités sont plus importantes, notamment le trou de poteau où la densité dépasse 232,8 carporestes/litre de sédiment, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. On observe que les densités dépassant 58,3 carporestes/litre de sédiment se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau de la panne sablière sud en aval de la tierce T1 (Fig. 181).

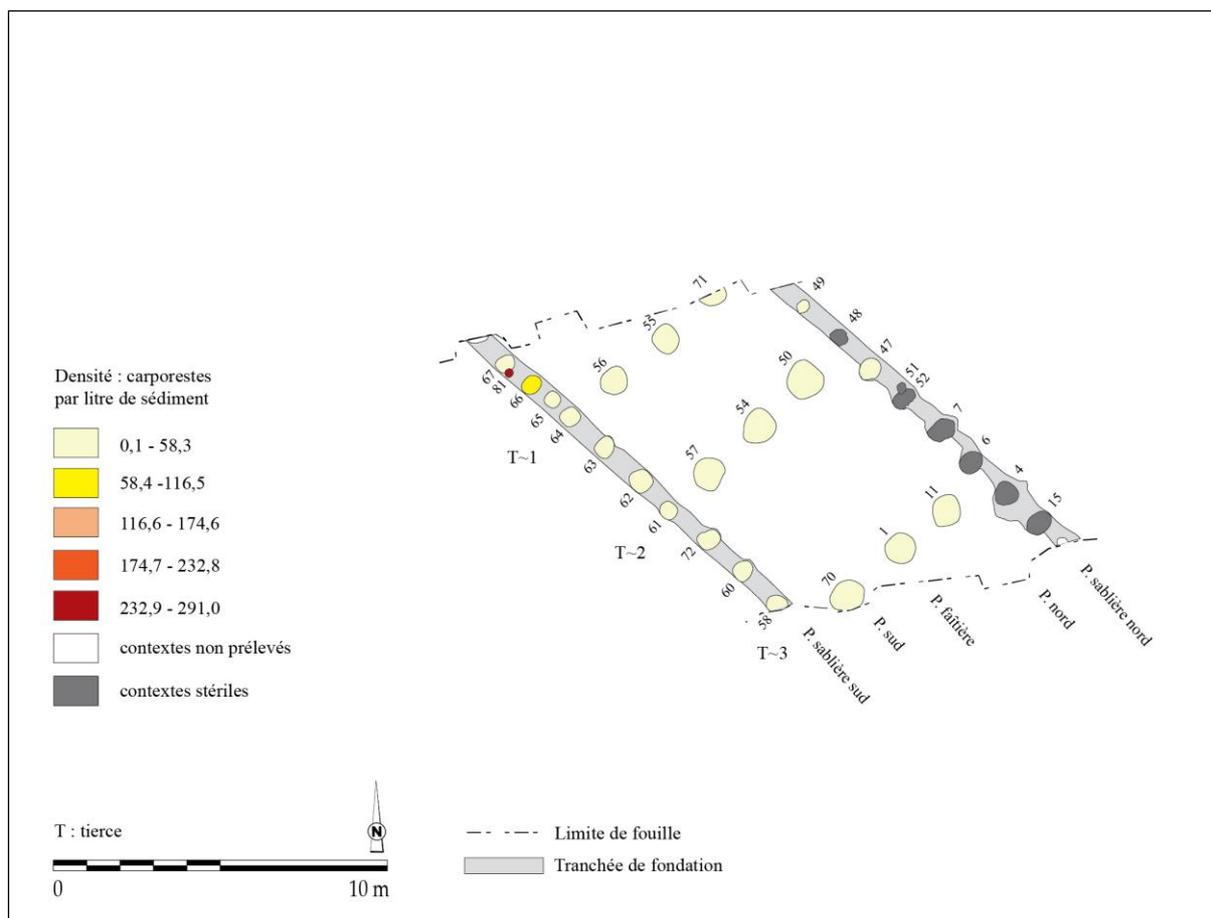


Fig. 181 - Répartition des densités dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 32, Fig. 3).

### La distribution des catégories de plantes

Bien que le plan du bâtiment soit incomplet et que la plupart des trous de poteau de la panne sablière nord n'aient pas été analysés, nous pouvons souligner quelques aspects. En partant de l'entrée (sud-est), on constate un effet de paroi caractérisé par une forte concentration de vanes de céréales dans les trous de poteau de la panne sablière sud, en aval de la tierce T~1 (Fig. 182). Les vanes de céréales sont également présentes dans les autres trous de poteau de cette même paroi ainsi qu'au niveau des tierces T~3, T~2 et T~1. De même, les plantes adventices sont attestées notamment au niveau de la tierce T~1 (st. 55 et 56) et dans la paroi sud en aval de la tierce T~2.

D'autre part, les caryopses de céréales sont majoritaires dans la plupart des trous de poteau analysés. En revanche, la présence de légumineuses reste anecdotique (un carporeste dans le trou de poteau 54, tierce T~2). Concernant les plantes oléagineuses, seulement un carporeste a été attesté dans la panne sablière sud (st. 81). De même, seulement un carporeste attribué à la catégorie de plantes de cueillette a été attesté dans la tierce T~1 (st. 56).

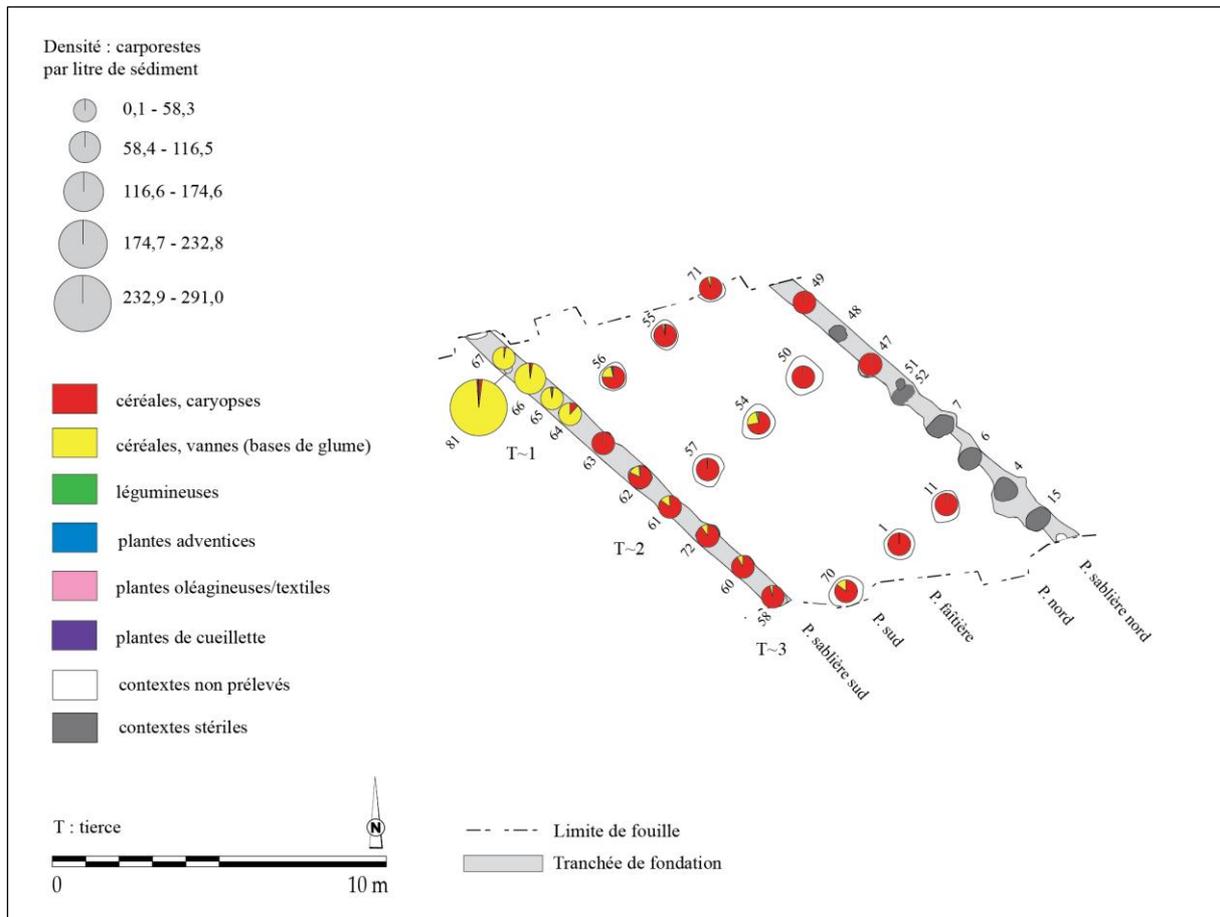


Fig. 182 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 32, Fig. 3).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante, témoignant de la fragmentation considérable des carporesses et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 183).

Dans le secteur analysé, où les céréales sont prédominantes, les blés vêtus sont majoritaires. Pour ce qui est des caryopses, l'amidonnier prédomine sur l'engrain. En revanche, les vannes d'engrain (1 261 bases de glume) sont largement mieux représentées que celles d'amidonnier (524 bases de glume). Des vannes de "new" *glume wheat* sont également attestées (48 bases de glume).

En ce qui concerne les céréales nues, seulement deux caryopses d'orge polystique nue sont attestés dans la panne sablière sud (st. 60).

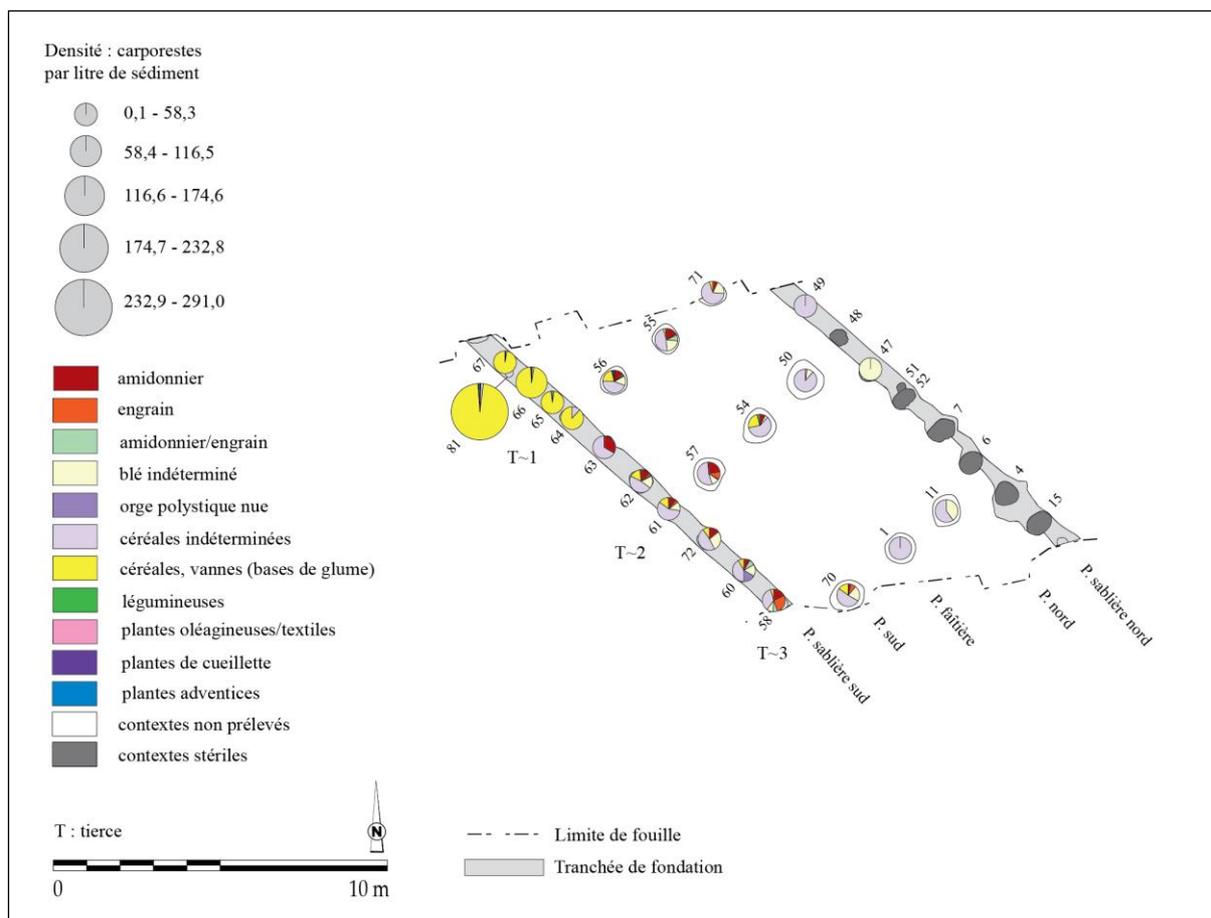


Fig. 183 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 32, Fig. 3).

### La distribution des légumineuses

Un seul carporeste de lentille est attesté dans la tierce T~2 (st. 54). Étant donné le caractère très faible de ce résultat, on a fait le choix de ne pas présenter d'image.

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,248 > \alpha = 0,05$ ), on doit alors retenir l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et rejeter l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il n'existe pas de dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 99,94 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (99,58 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

Le graphique symétrique (Fig. 184), l'axe 1 (99,52 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre vanes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et caryopses de céréales et légumineuses d'autre part (coordonnées vectorielles positives). On remarque que les vanes de céréales sont fortement associées à la panne sablière sud. Les caryopses de céréales sont fortement associés à toutes les autres pannes : sud, nord, sablière nord et faîtière. Sur l'axe 2 (0,42 % des valeurs propres), on observe une opposition entre les légumineuses et les autres catégories de plantes. Par ailleurs, bien qu'un peu éloignées, la panne faîtière et les légumineuses sont associées.

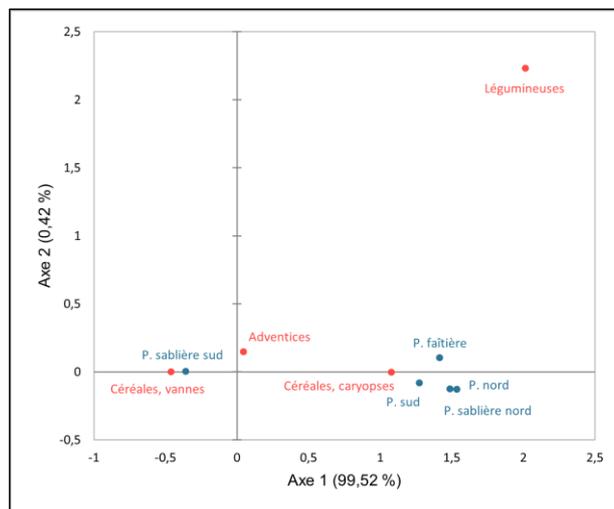


Fig. 184 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tourmaille ». Axes 1 et 2 (99,94 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

Sur l'axe 3 (0,06 % des valeurs propres ; Fig. 185), on observe une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles positives), et plantes adventices (coordonnées vectorielles négatives). Sur cet axe, ces dernières sont associées à la panne sud.

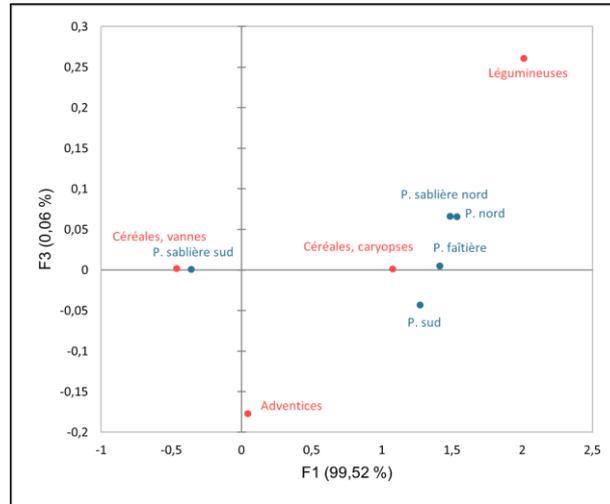


Fig. 185 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tourmaille ». Axes 1 et 3 (99,58 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 186), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes faitière, sud, nord et sablière nord, associées aux caryopses de céréales et aux légumineuses. La classe C2, quant à elle, ne comprend que la panne sablière sud, fortement associée aux vannes de céréales.

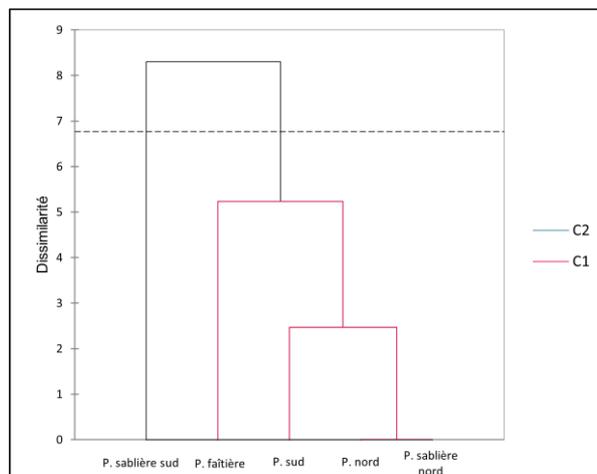


Fig. 186 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tourmaille ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D’après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons souligner certains aspects (Fig. 187). Au niveau de l’axe perpendiculaire de la maison, aucune limite de secteur ne peut être proposée étant donné qu’il y a 24,8 % de probabilité qu’il n’existe pas de lien entre les tierces et les catégories de plantes. Ces résultats sont probablement dus au fait que l’analyse a été portée seulement sur trois tierces, qui appartiennent, d’ailleurs, à la même partie de la maison (voir 9.2.1.2).

En revanche, au niveau de l’axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent. En partant du nord vers le sud, le premier d’entre eux regroupe les pannes sablière nord, nord, faitière et sud. Il s’agit d’une zone caractérisée par des proportions importantes de caryopses de céréales. Le deuxième secteur comprend la panne sablière sud. Il se caractérise par la prédominance de vannes de céréales, notamment en aval de la tierce T~1. L’interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.2.1.2).

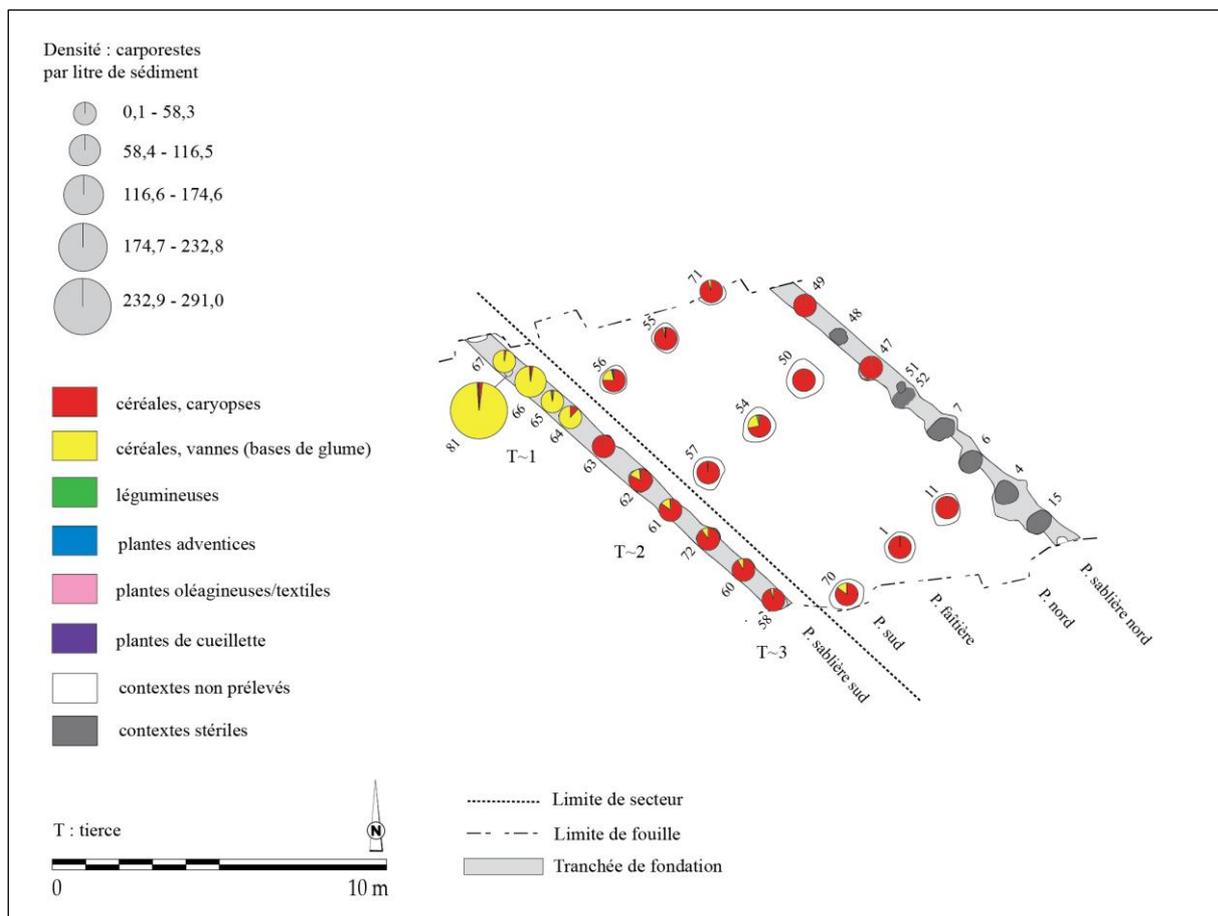


Fig. 187 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M28 d’Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 32, Fig. 3).

### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M28 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré être significatif ( $\rho = 0,893$  ;  $p\text{-valeur} = 0,033 < \alpha = 0,05$ ), il a ainsi montré une très forte corrélation positive entre ces deux variables : plus l'abondance relative d'un taxon est élevée, plus sa fréquence relative est importante (Fig. 188).

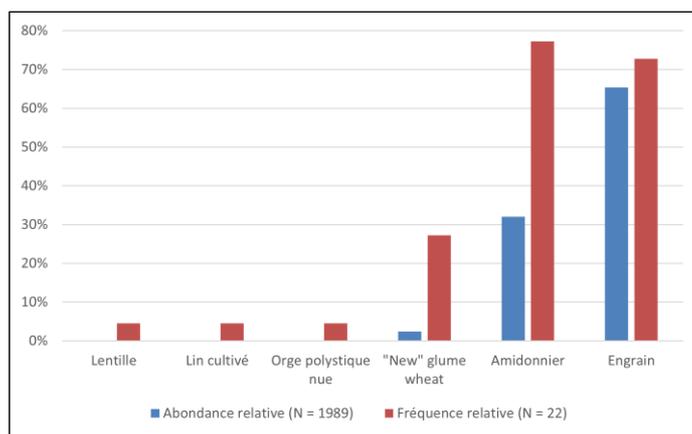


Fig. 188 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l'application de cet indice sont tout à fait cohérents avec l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 49).

Tabl. 49 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».

Taxon	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Engrain	65,41	72,73	138,14
Amidonnier	31,98	77,27	109,25
“New” glume wheat	2,41	27,27	29,69
Orge polystique nue	0,10	4,55	4,65
Lin cultivé	0,05	4,55	4,60
Lentille	0,05	4,55	4,60

### 9.2.1.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, l'arrière de l'édifice peut être considéré comme étant au nord-ouest par analogie avec tous les autres bâtiments connus pour la période (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 47, 49).

Il est difficile de déterminer, à première vue, quelle position occupent les tierces dans le bâtiment. Lorsque les plans de maisons sont incomplets, la présence de couloirs permet parfois de trancher la question. Ici, aucun couple de tierces est suffisamment rapproché (écart minimal observé :  $T\sim 1-T\sim 2 = 3,9$  m) pour être identifié avec certitude comme un couloir assurant la transition entre deux parties de la maison (Fig. 189), et les tentatives pour retrouver la trace d'une tierce rapprochée en élargissant ponctuellement la limite de fouille à l'arrière comme à l'avant, se sont révélées infructueuses (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 58).

Deux éléments indirects permettent probablement d'envisager que les tierces appartiennent à la partie centrale de la maison. D'une part, la tendance observée par A. Coudart (1998, p. 43) sur un échantillon de maisons rubanées montre que l'on rencontre une tierce de poteaux plus profondément creusés à la hauteur du système de séparation arrière. Sur ces bases, pour la maison M28 d'Ay-sur-Moselle il peut être avancé que l'ancrage un peu plus profond des poteaux de la tierce  $T\sim 1$  indiquerait qu'elle appartient au système de séparation arrière. D'autre part, l'apparent resserrement des poteaux sur la paroi sud, en arrière de la tierce  $T\sim 1$  qui, s'il n'est pas le résultat d'une meilleure lisibilité des structures à cet endroit, pourrait signaler le début d'un renforcement de la paroi à l'arrière du bâtiment (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 58-59).

En outre, si l'on considère que c'est la partie arrière de la maison M28 qui a été dégagée, et que la tierce  $T\sim 3$  appartient au système de séparation entre la partie centrale et la partie arrière, la longueur de cette dernière serait donc, au minimum, de 13,7 m (distance

restituée entre la tierce T~3 et l'extrémité occidentale de la paroi sud), pour une longueur restituée de 17,3 m pour la tranchée (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 59).

La comparaison de la maison M28 avec d'autres constructions similaires semble confirmer l'hypothèse de la partie centrale. En effet, la longueur de la tranchée de fondation et celle de la partie arrière de la maison M28 sont supérieures à ce qui est observé dans tout le bassin de la Moselle (p. ex. maison M1 de Bouzonville « Les Vignes », maisons M1 et M7 d'Altwies « Op dem Boesch » et maison M7 de Remerschen « Schengerwiss »). Sa partie arrière serait également plus longue que ce qui est constaté sur le Rhin inférieur sur les sites de Langweiler 8 et de Kückhoven-Erkelenz (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 59). Pour le monde rubané en général, une partie arrière de 13,7 m figurerait dans la catégorie « exceptionnelle » de la classification de A. Coudart (1998, p. 28) qui ne comptait, à l'époque de son recensement, qu'un très faible nombre d'individus. Sans être totalement impossible, une longueur de 13,7 m pour une partie arrière semble donc peu probable. On peut donc envisager, comme le laissent penser les éléments internes du bâtiment, que la tierce T~1 appartient au système de séparation arrière (possiblement la seconde tierce du couloir), l'essentiel de la partie dégagée lors de la fouille correspondant alors à tout ou à une partie du secteur central, et que la construction comporte une tranchée de fondation continue. Ce trait architectural est rare en Lorraine, mais un exemple est connu avec la maison M2 du site de Cattenom « Unterhausen » (voir 9.4.2). Ailleurs dans le monde rubané, en particulier dans la région du Rhin et de la Meuse, la tranchée de fondation sur tout le périmètre du bâtiment est assez fréquente (Coudart, 1998, p. 43), et la maison M28 trouve de bonnes comparaisons sur le Rhin inférieur avec les maisons M16 et M59 du site de Langweiler 8 (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 60).

Enfin, par comparaison avec les maisons précédemment citées qui présentent des longueurs comprises entre 27 m et 35,4 m, il est possible de proposer une longueur minimale de l'ordre de 29 m-30 m pour la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille (Petitdidier *et al.*, 2018, p. 60).

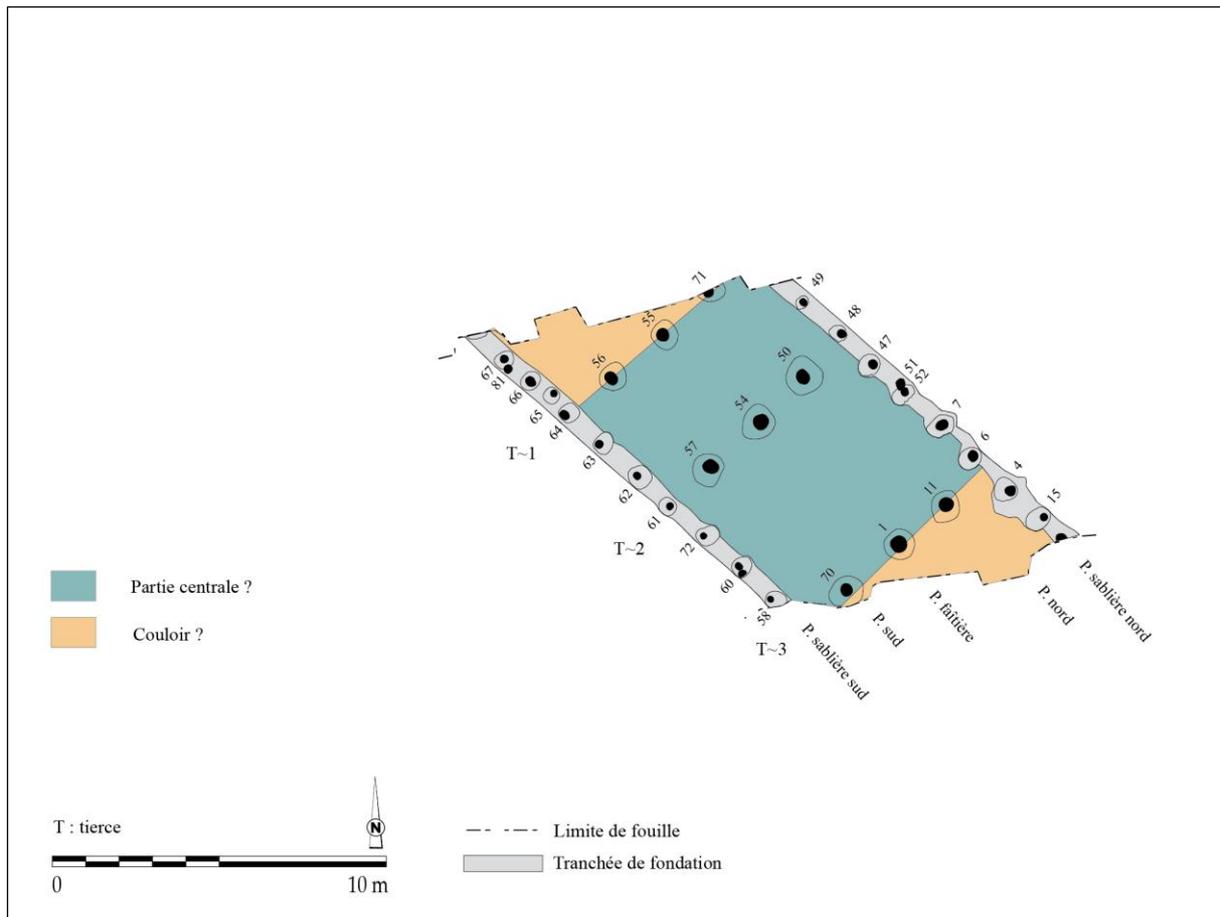


Fig. 189 - Interprétation architecturale de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 32, Fig. 3).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M28, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'engrain. Néanmoins, la prédominance de l'engrain doit être interprétée avec prudence, étant donné que cette céréale risque d'être surreprésentée à cause du nombre important de vannes (calculées en bases de glume) mises au jour. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'amidonniér, le "new" *glume wheat*, l'orge polystyque nue, le lin cultivé et la lentille.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 190) permet de souligner certains aspects. Rappelons que le secteur fouillé correspond très probablement à la partie centrale de la maison, entourée par les couloirs avant et arrière. Au niveau de cette partie centrale, comprise entre les tierces T~3 et T~1, la prépondérance de céréales (vannes et caryopses) a été attestée. On constate également la présence de plantes adventices et celle, plus anecdotique, de légumineuses, de plantes oléagineuses et de plantes de cueillette. L'absence apparente de relation significative entre les tierces et les catégories de plantes est très probablement le reflet d'une zone dont les données sont très homogènes. Cet aspect conforte l'hypothèse d'un seul et même secteur (partie centrale) où se déroulait le même type d'activité domestique. Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, on observe un effet de paroi caractérisé par une forte concentration de vannes de céréales dans la panne sablière sud, en aval de la tierce T~1.

Ces données permettent de mettre en évidence une zone d'activité domestique de préparation d'aliments avec notamment un secteur qui garde les traces d'une zone d'activité de décorticage et de nettoyage des céréales. Ces restes pourraient être issus d'un balayage intentionnel vers les parois de la maison afin de nettoyer le sol de la zone de préparation d'aliments. Certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décorticage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 in Kreuz *et al.*, 2020, p. 104).

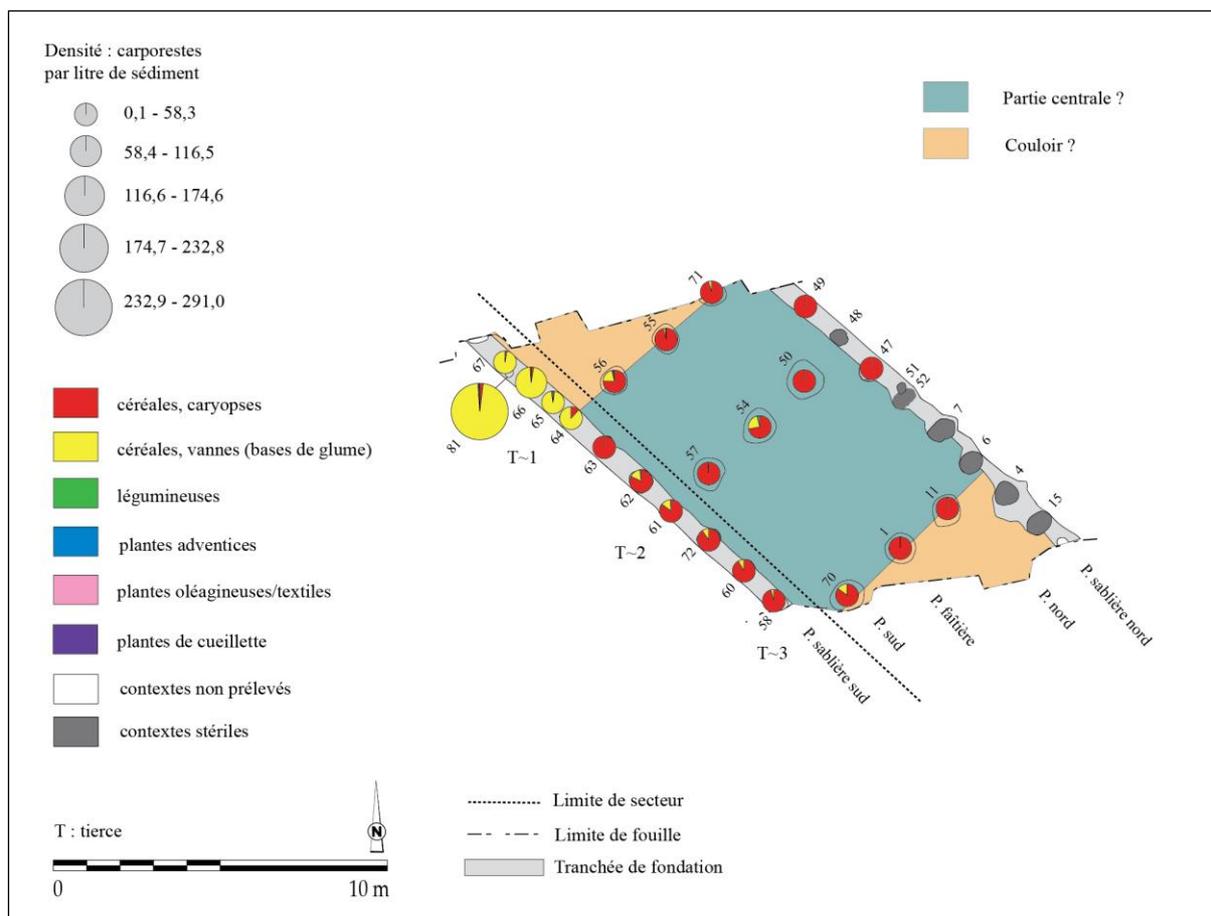


Fig. 190 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M28 d’Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ». L’entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Petitdidier *et al.*, 2018, p. 32, Fig. 3).

### 9.3. Bertrange « *Kosenacker* » (site 66)

#### Le site

La commune de Bertrange (Moselle) est localisée dans le sillon mosellan, à 4 km environ au sud-est de Thionville et à 20 km environ au nord de Metz. La zone 3 est située sur le versant sud du vallon du Thilbach (Blouet *et al.*, 2013b, p. 144 ; Thomashausen *et al.*, 2013, p. 84).

Les sondages mécaniques, réalisés en 2004 préalablement à l'aménagement d'une zone industrielle de 120 ha sur les communes de Bertrange et Illange, ont amené la découverte de quatorze zones recelant des vestiges du Néolithique ancien, du Néolithique moyen, de l'Âge du bronze, de l'Âge du fer, de l'antiquité romaine et du Moyen Âge (Blouet *et al.*, 2013b, p. 144).

Deux zones à forte concentration de structures rubanées ont été repérées, l'une en bordure sud du ruisseau de Thilbach (altitude : 190 m), l'autre à 200 m environ en amont, en tête du vallon (altitude : 200 m). Entre ces deux secteurs, les sondages n'ont pas montré la présence d'autres vestiges de cette période, mais la continuité de l'occupation n'est pas à exclure et le site pourrait s'étendre sur 400 m à 500 m de long et une centaine de mètres de large, soit 4 ou 5 ha. La majeure partie du site a fait l'objet de mesures conservatoires (protection par des remblais) et seul un secteur de 3 000 m<sup>2</sup> environ ne pouvant être protégé a fait l'objet d'une fouille préventive en 2006 (zones 2, 3, 4 et 12). Sur la zone 3, quatre plans d'habitations et quinze fosses du Néolithique ancien ont été mis au jour. Outre les structures néolithiques, la fouille a révélé la présence d'une incinération de la fin de l'âge du Bronze, des trous de poteaux probablement attribuables à la même période et de nombreux chablis qui parfois ont livré un peu de mobilier (Blouet *et al.*, 2013b, p. 144).

#### L'occupation rubanée

L'occupation rubanée est constituée de quatre maisons ainsi que d'une quinzaine de fosses (Fig. 191). Les maisons sont implantées en rangée sur le versant sud du vallon, perpendiculairement à l'axe de ce dernier (Blouet *et al.*, 2013b, p. 144).

À l'extrémité ouest de cet alignement, la maison M1 est bordée par des fosses latérales de construction (st. 2084 au sud, st. 2083 au nord). À une dizaine de mètres vers l'est, la maison M2 est encadrée par deux longues fosses latérales de construction (st. 2065 au sud, st. 2061, 2130 et 2143 au nord). Implantée à 12 m environ vers l'est, la maison M3 n'a été que partiellement fouillée, car le bâtiment se prolonge en dehors des limites du projet. La

fosse 2056, située sur son flanc nord, correspond vraisemblablement à une fosse de construction. Les trois creusements situés dans son emprise (E5 = st. 2057, 2058 et 2059) peuvent être interprétés comme un complexe de fosses dépendant d'un autre habitat (maison M2 ou autre bâtiment situé en dehors de l'emprise fouillée) ou comme des chablis contenant du mobilier piégé après abandon de la maison. À deux mètres vers l'est, la maison M4, elle aussi partiellement dégagée, est bordée du côté sud par la fosse latérale 2054 et du côté nord par les structures 2373, 2375 et 2376. Cette dernière correspond vraisemblablement à un lambeau de la fosse latérale 2373 perturbée lors de la pose du réseau de drainage (Blouet *et al.*, 2013b, p. 144-145).

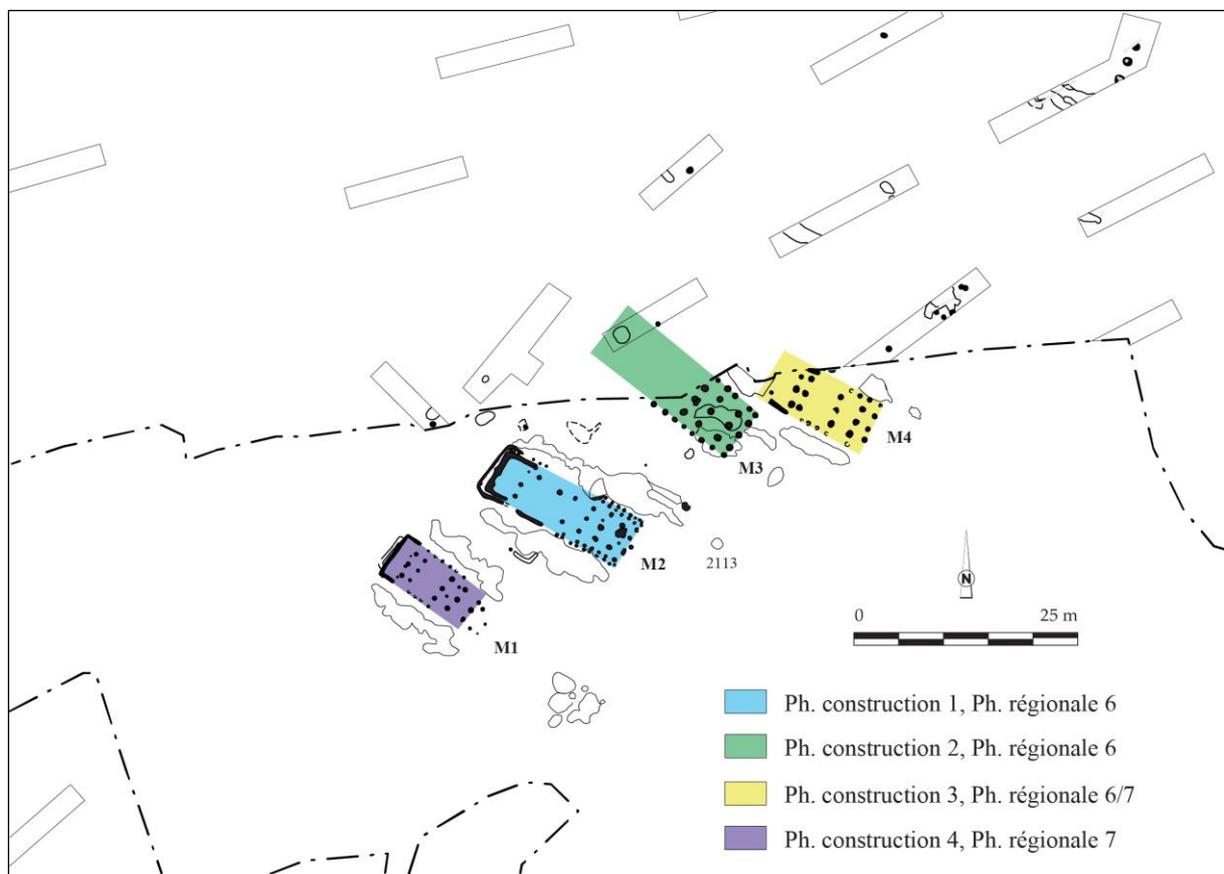


Fig. 191 - Le site de Bertrange « Kosenacker » (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 145, Fig. 108).

### Les phases chronologiques

La première occupation reconnue est attestée par la fosse 2113 située à l'avant de la maison M2 et datée de la phase régionale 5. Toutefois, il faut souligner que cette petite fosse ne contient que cinq individus décorés et qu'une attribution à la phase régionale 6 demeure envisageable. Dans ce cas de figure, elle devrait probablement être rattachée à l'occupation de la maison M2 attribuée à la phase régionale 6, tout comme la maison M3. Ces deux maisons

peuvent être contemporaines, mais leur proximité ainsi que leur orientation sensiblement différente (12,6°) plaident plutôt en faveur d'une reconstruction de l'habitat. La maison M4 date de la phase 6/7 et la maison M1, attribuée à la phase régionale 7, marque la dernière occupation du site. Au vu de l'organisation générale des vestiges et de leur chronologie relative, l'hypothèse la plus vraisemblable est celle d'une seule unité d'habitat reconstruite à quatre reprises entre les phases régionales 6 et 7 (Fig. 191). L'extension du site attestée par les sondages au-delà de l'emprise décapée permet d'envisager des installations plus précoces et une perdurance de l'habitat après la phase régionale 7 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 145).

### 9.3.1. La maison M3

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille (Tabl. 50 et Fig. 192) n'a été que partiellement dégagé, l'arrière se situant en dehors des limites de fouille. Il comprend quatre tierces et sa forme n'a pas pu être déterminée. Il a été observé sur une longueur totale 9,80 m et sa largeur est de 5,70 m, soit une surface couverte d'au moins 56 m<sup>2</sup> (Blouet *et al.*, 2013b, p. 148).

Tabl. 50 - Analyse métrique de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 147). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	9,80 m (incomplète)
Largueur arrière	Non mesurable
Largeur avant	5,70 m
Largeur tierce arrière	Non mesurable
Largeur tierce avant	3,60 m
Orientation	50,4°

Sous le décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,04 m et au maximum de 0,47 m. La profondeur conservée des poteaux de paroi (pannes sablières) est d'au minimum 0,06 m et d'au maximum 0,30 m. Les quatre tierces dégagées mesurent 3,60 m de large. Elles constituent la partie avant du bâtiment et sont implantées selon le rythme suivant : T~1- T~2 (2,20 m), T~2- T~3 (2,70 m) et T~3- T~4 (1,50 m). La fosse latérale nord (st. 2056) associée à l'habitation a livré du mobilier attribuable à la phase régionale 6, soit au Rubané récent B (Blouet *et al.*, 2013b, p. 148).

#### 9.3.1.1 Les données carpologiques

L'analyse a été menée sur 21 prélèvements issus de 21 contextes archéologiques (structures en creux), dont une fosse latérale et 20 trous de poteau (Fig. 192). Parmi les

contextes étudiés, 18 se sont avérés positifs. Au total, 152 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 70,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).

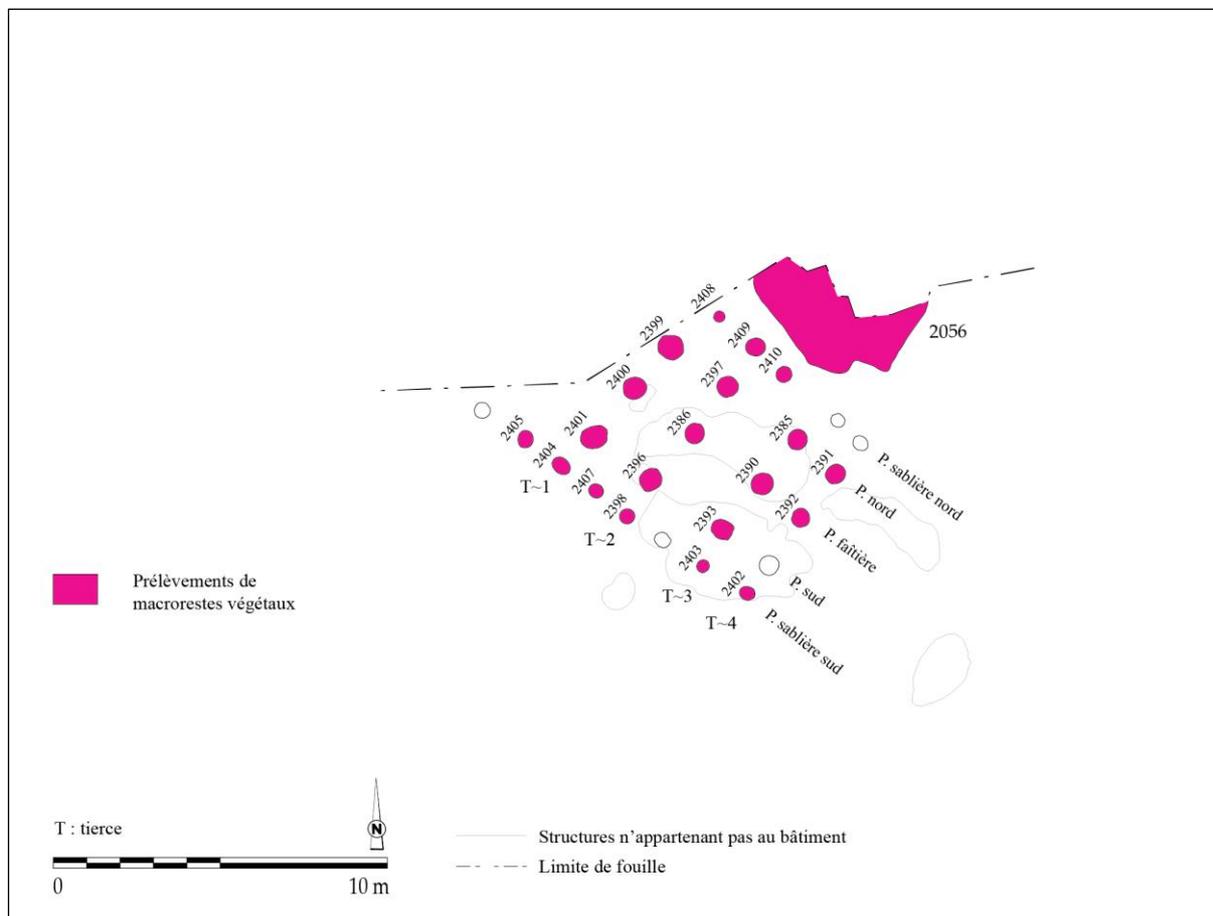


Fig. 192 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M3, fosse latérale comprise (Fig. 193). Il faut noter que les données en provenance de cette maison sont très faibles et que les résultats sont à interpréter avec prudence. On observe que parmi les 18 contextes positifs analysés, sept contextes présentent des concentrations comprises entre 0,7 et 1,7 carporestes/litre de sédiment. Parmi les intervalles de concentration plus forte : cinq contextes présentent des densités allant de 1,7 à 2,8 carporestes/litre de sédiment ; quatre contextes présentent des densités comprises entre 2,8 et 3,9 ; aucun contexte ne présente de densité allant de 3,9 à 4,9 ; enfin, deux contextes présentent des densités comprises entre 4,9 et 6,0 carporestes/litre de sédiment.

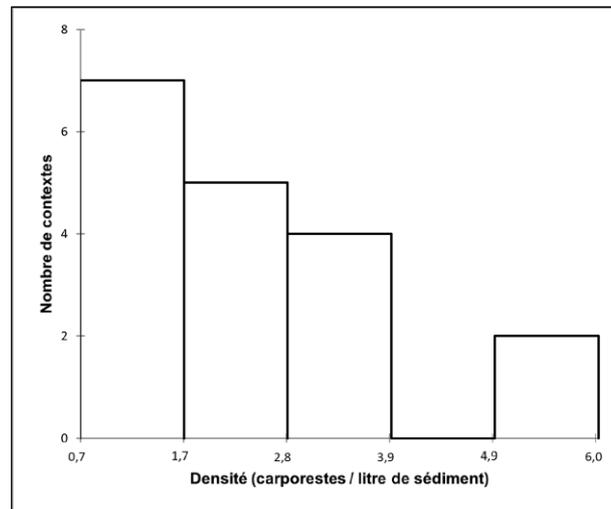


Fig. 193 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporesses au sein de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (2,4). La valeur d'écart-type (n-1) faible (1,5) indique que les données ne sont pas dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (2,0) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (0,9), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M3, la densité de carporesses de la fosse 2056 est très faible. Les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains comportent des densités un peu plus élevées. Si l'on accepte qu'une concentration de carporesses soit le reflet d'une activité humaine, les deux contextes où les densités dépassent 4,9 carporesses/litre de sédiment peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Ces contextes se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau de la tierce T1 (Fig. 194).

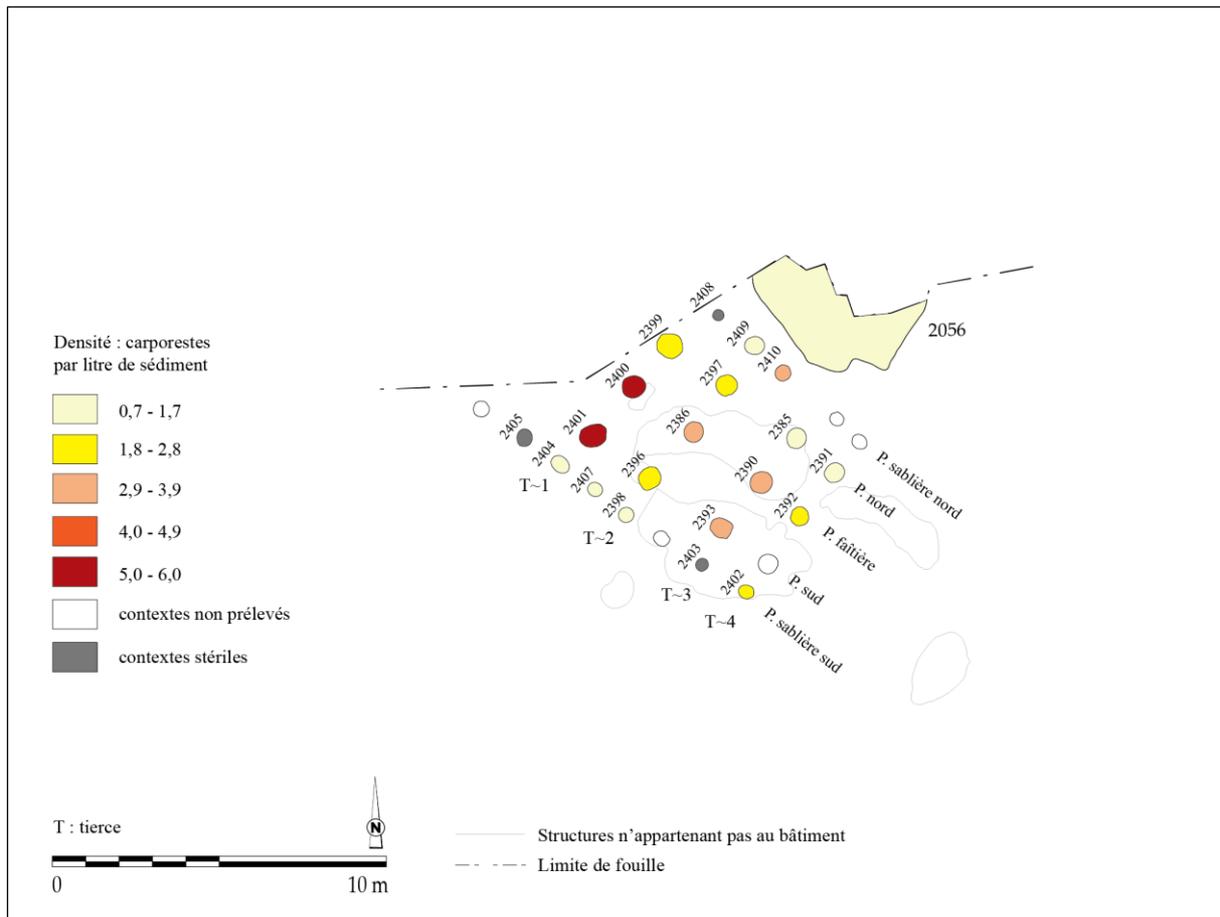


Fig. 194 - Répartition des densités dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

### La distribution des catégories de plantes

Bien que le plan du bâtiment soit incomplet, nous pouvons souligner quelques aspects. À première vue, on constate que toutes les catégories de plantes sont éparpillées un peu partout dans le secteur fouillé, sans organisation apparente (Fig. 195). En regardant plus en détail, on constate que les vannes de céréales sont présentes surtout au niveau des tierces T~4 et T~3 ainsi que dans les panes sablière nord et sud. Les plantes adventices sont attestées notamment au niveau des tierces T~2 et T~1 ainsi que dans la panne sablière sud. Les légumineuses ont été mises au jour dans les quatre tierces analysées, notamment dans les panes faîtière, sud et sablière sud. Les caryopses de céréales, quant à eux, sont attestés partout dans le secteur fouillé. En revanche, la présence de plantes de cueillette reste anecdotique (un carporeste dans le trou de poteau 2390, tierce T~3).

Enfin, le spectre de plantes issu de la fosse 2056, située dans le flanc nord-est du bâtiment, est cohérent avec le spectre présent dans la partie fouillée du bâtiment située à proximité.

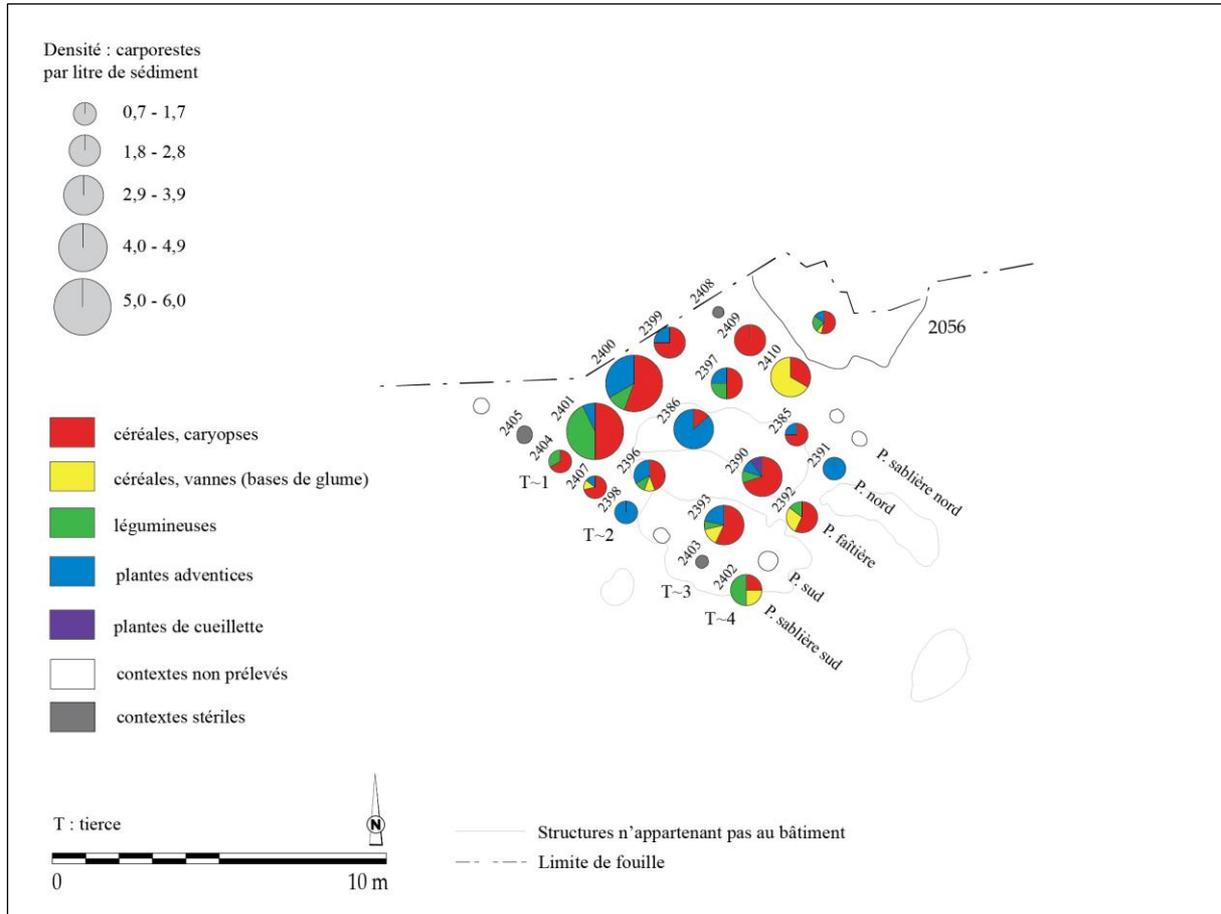


Fig. 195 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

### La distribution des céréales

La part des céréales indéterminées est assez importante dans tout le secteur fouillé, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 196).

Les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier et, en moindre mesure, l'en grain. Elles sont attestées au niveau des tierces T~3, T~2 et T~1. En ce qui concerne les céréales nues, elles sont principalement représentées par l'orge polystique nue, présente dans toutes les tierces ainsi que dans la panne sablière nord. La présence de blé nu est anecdotique dans la tierce T~1 (st. 2401). Enfin, le spectre de céréales issu de la fosse 2056 est assez pauvre, n'étant représentés que l'amidonnier et les céréales indéterminées.

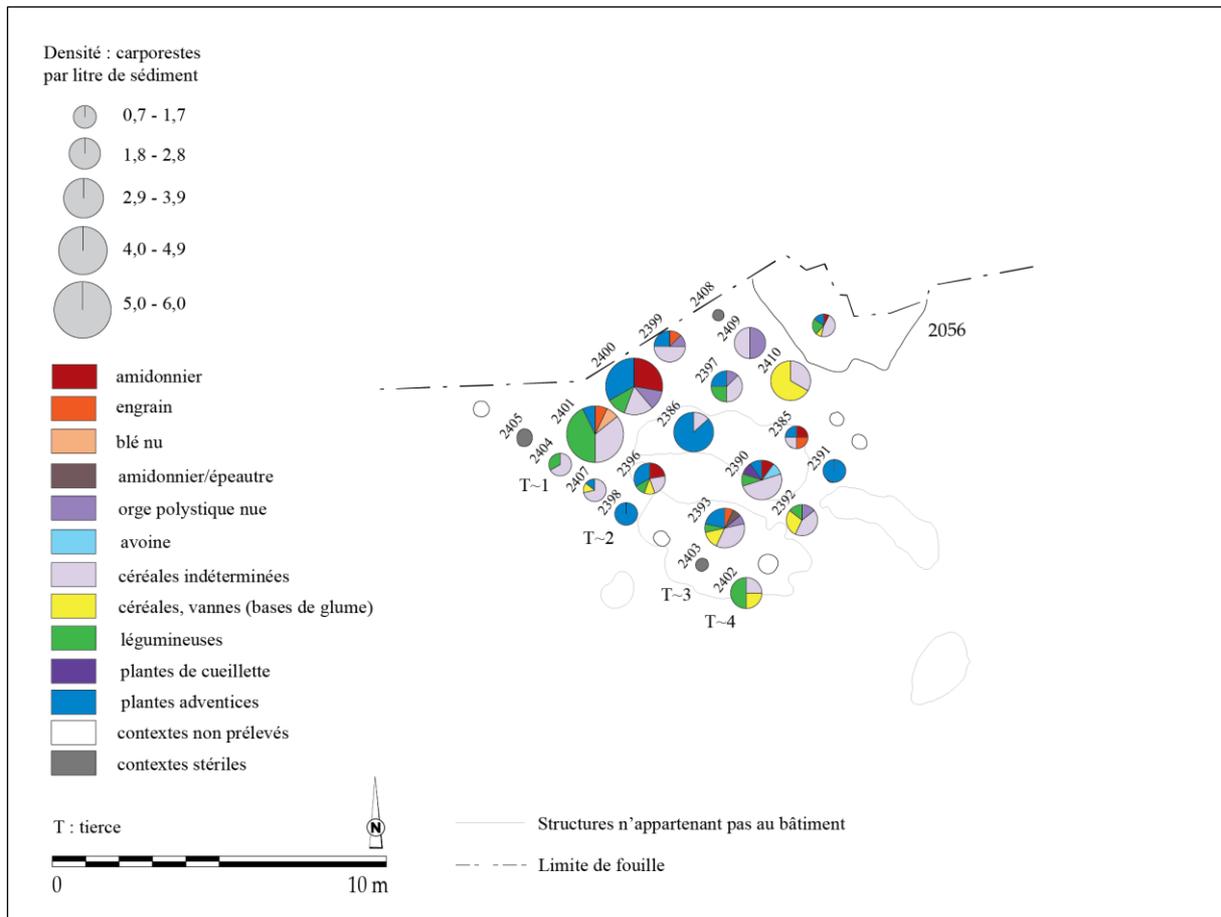


Fig. 196 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

### La distribution des légumineuses

Dans le secteur fouillé, la lentille est prédominante. Elle est présente dans toutes les tierces, dans la panne sablière sud ainsi que dans la fosse latérale 2056. Le pois, quant à lui, est attesté au niveau des tierces T~4 et T~1 ainsi que dans la panne sablière sud (Fig. 197).

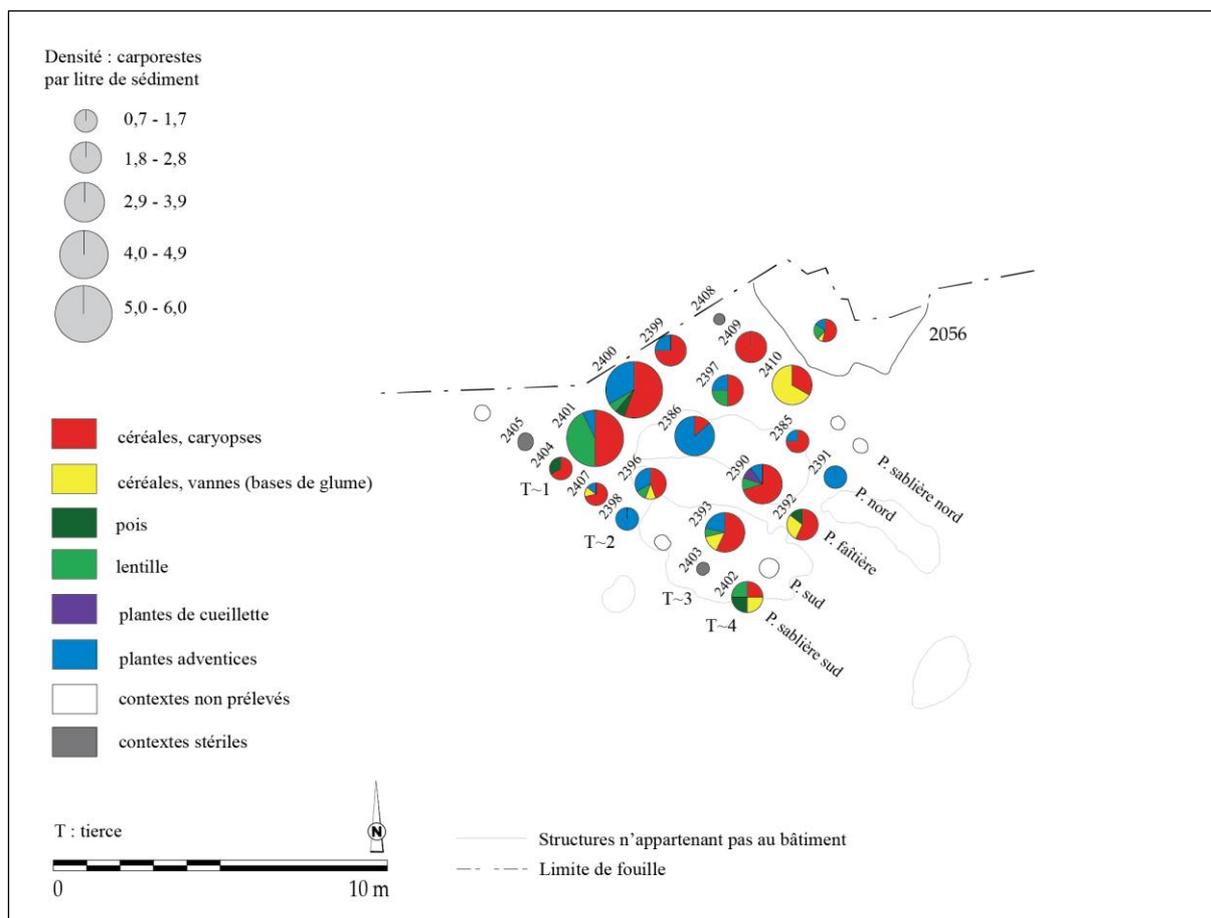


Fig. 197 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,000 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 95,72 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (66,75 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

Le graphique symétrique (Fig. 198), l'axe 1 (62,47 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre céréales (caryopses et vannes) et légumineuses d'une part

(coordonnées vectorielles négatives), et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les légumineuses et les caryopses de céréales sont associés à la tierce T~1, alors que les plantes adventices sont associées à la tierce T~2. Sur l'axe 2 (33,25 % des valeurs propres), on observe une opposition entre légumineuses et caryopses de céréales d'une part (coordonnées vectorielles positives), et plantes adventices et vanes de céréales d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Ces dernières sont, d'ailleurs, associées à la tierce T~4.

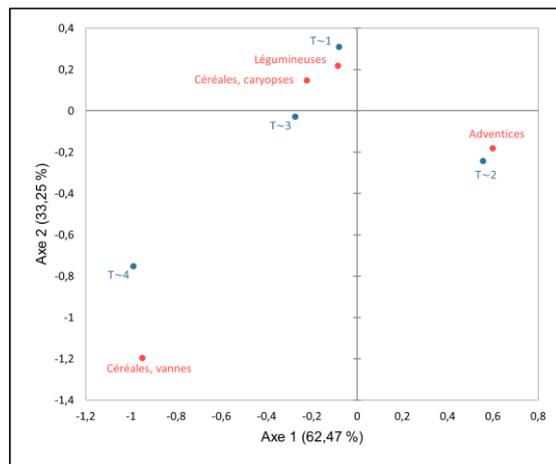


Fig. 198 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 2 (95,72 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierce, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

Sur l'axe 3 (4,28 % des valeurs propres ; Fig. 199), on observe une opposition entre caryopses de céréales, associées à la tierce T~3, et vanes de céréales et légumineuses, associés aux tiers T~4 et T~1.

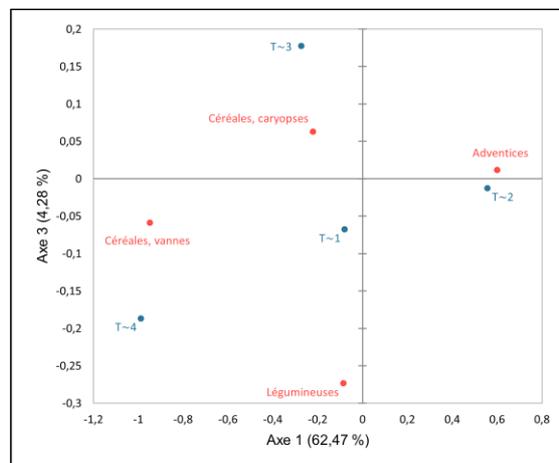


Fig. 199 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 3 (66,75 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierce, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 200), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les tierces T~4, T~3 et T~1, associées aux céréales (caryopses et vannes) et aux légumineuses. La classe C2, quant à elle, ne comprend que la tierce T~2, fortement associée aux adventices.

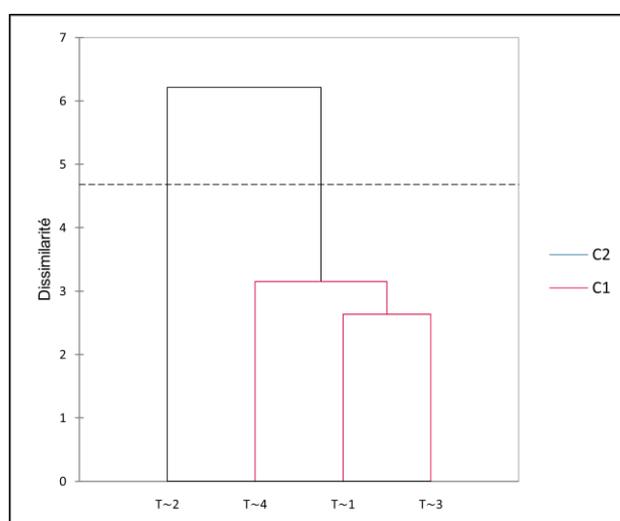


Fig. 200 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,048 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 97,84 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (73,29 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

À l’instar de l’analyse précédente et d’après le graphique symétrique (Fig. 201), l’axe 1 (71,14 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre plantes adventices d’une part (coordonnées vectorielles négatives), et vanes de céréales et légumineuses d’autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les adventices sont fortement associées aux panes nord et faîtière. Les légumineuses sont associées aux panes sud et sablière sud. Les vanes de céréales sont associées à la panne sablière nord. Sur l’axe 2 (26,71 % des valeurs propres), on observe une opposition entre légumineuses d’une part, et vanes de céréales et adventices d’autre part.

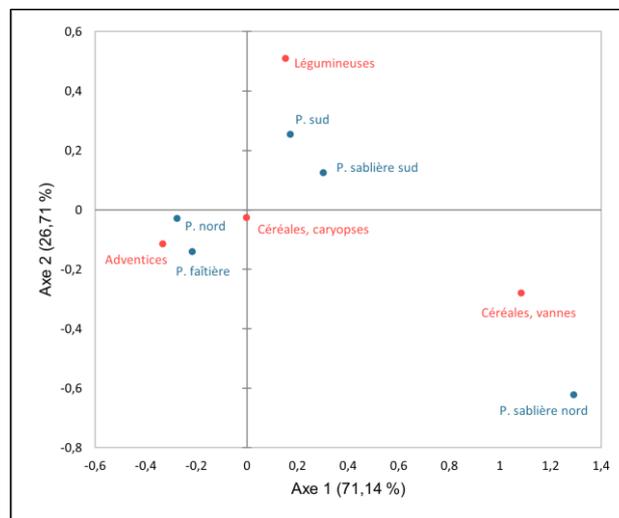


Fig. 201 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 2 (97,84 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

Sur l’axe 3 (2,16 % des valeurs propres ; Fig. 202), on observe une opposition entre caryopses de céréales d’une part (coordonnées vectorielles positives), et toutes les autres catégories de plantes d’autre part. Par ailleurs, les caryopses de céréales sont associés à la panne nord et, en moindre mesure, à la panne sablière nord.

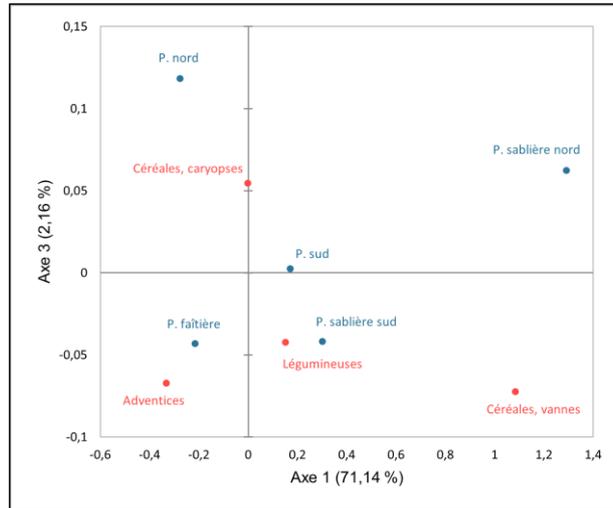


Fig. 202 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 3 (73,29 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : pannes ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 203), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes sud, sablière sud, nord et faitière, associées aux légumineuses et aux plantes adventices. La classe C2 ne comprend que la panne sablière nord, associée aux céréales (caryopses et vannes).

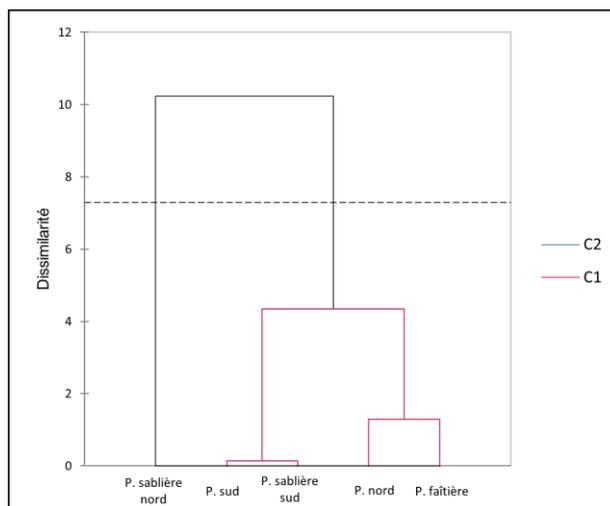


Fig. 203 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration spatiale des données (Fig. 204). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, deux grands secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux comprend les tierces T~4 et T~3. Il s'agit d'une zone caractérisée par la présence de toutes les catégories de plantes et par la prédominance de céréales (caryopses et vannes). Le deuxième secteur regroupe les tierces T~2 et T~1. Il se caractérise par la prédominance de légumineuses et de plantes adventices.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent également. En partant du nord vers le sud, le premier d'entre eux comprend la panne sablière nord. Il s'agit d'une zone caractérisée par la présence exclusive de céréales, dont une proportion très importante de vannes. Le deuxième secteur comprend les pannes nord, faîtière, sud et sablière sud. Il se caractérise par la présence de légumineuses et de plantes adventices. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.3.1.2).

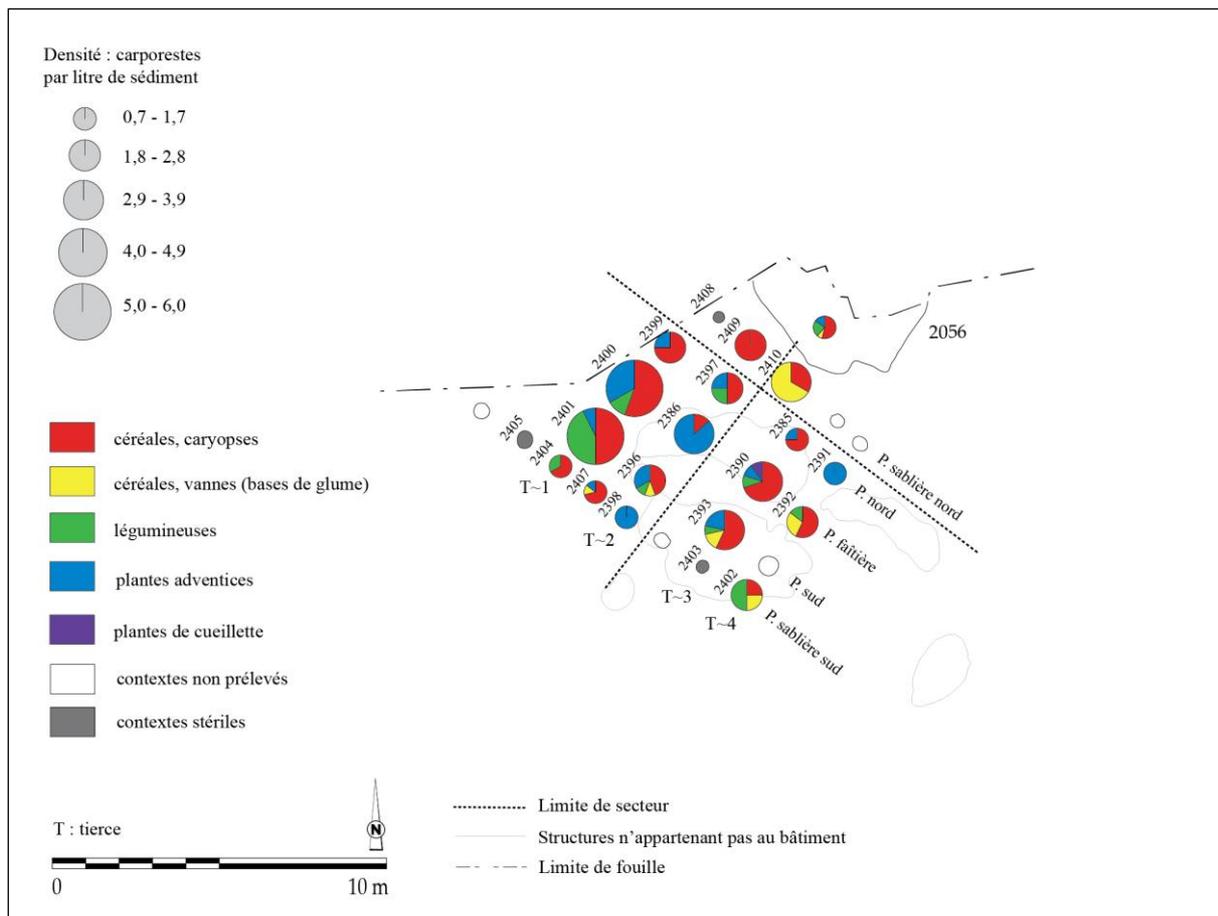


Fig. 204 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M3 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré être significatif ( $\rho = 0,986$  ;  $p\text{-valeur} = 0,017 < \alpha = 0,05$ ), il a ainsi montré une très forte corrélation positive entre ces deux variables : plus l'abondance relative d'un taxon est élevée, plus sa fréquence relative est importante (Fig. 205).

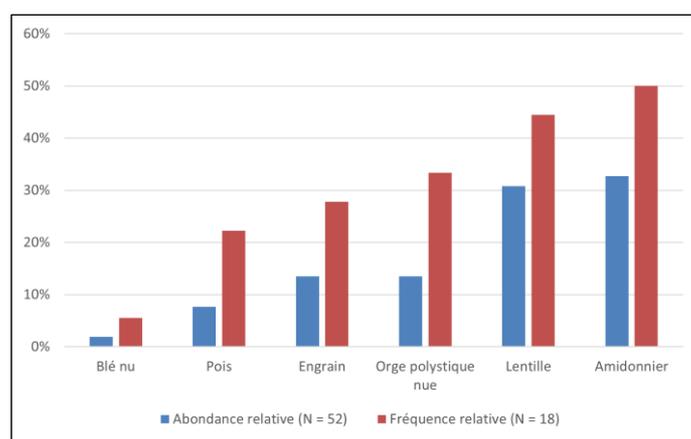


Fig. 205 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporesses de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l'application de cet indice sont tout à fait cohérents avec l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 51).

Tabl. 51 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	32,69	50,00	82,69
Lentille	30,77	44,44	75,21
Orge polystique nue	13,46	33,33	46,79
Engrain	13,46	27,78	41,24
Pois	7,69	22,22	29,91
Blé nu	1,92	5,56	7,48

### 9.3.1.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe que la tierce T~1 peut éventuellement marquer la séparation entre l'espace central et avant (Fig. 206). Les tierces suivantes peuvent correspondre à l'aménagement d'un grenier, la tierce T~4 constituerait ainsi le mur pignon oriental. Toutefois, l'attribution de cette construction à un des types de Modderman reste indéterminée (Blouet *et al.*, 2013b, p. 147-148).

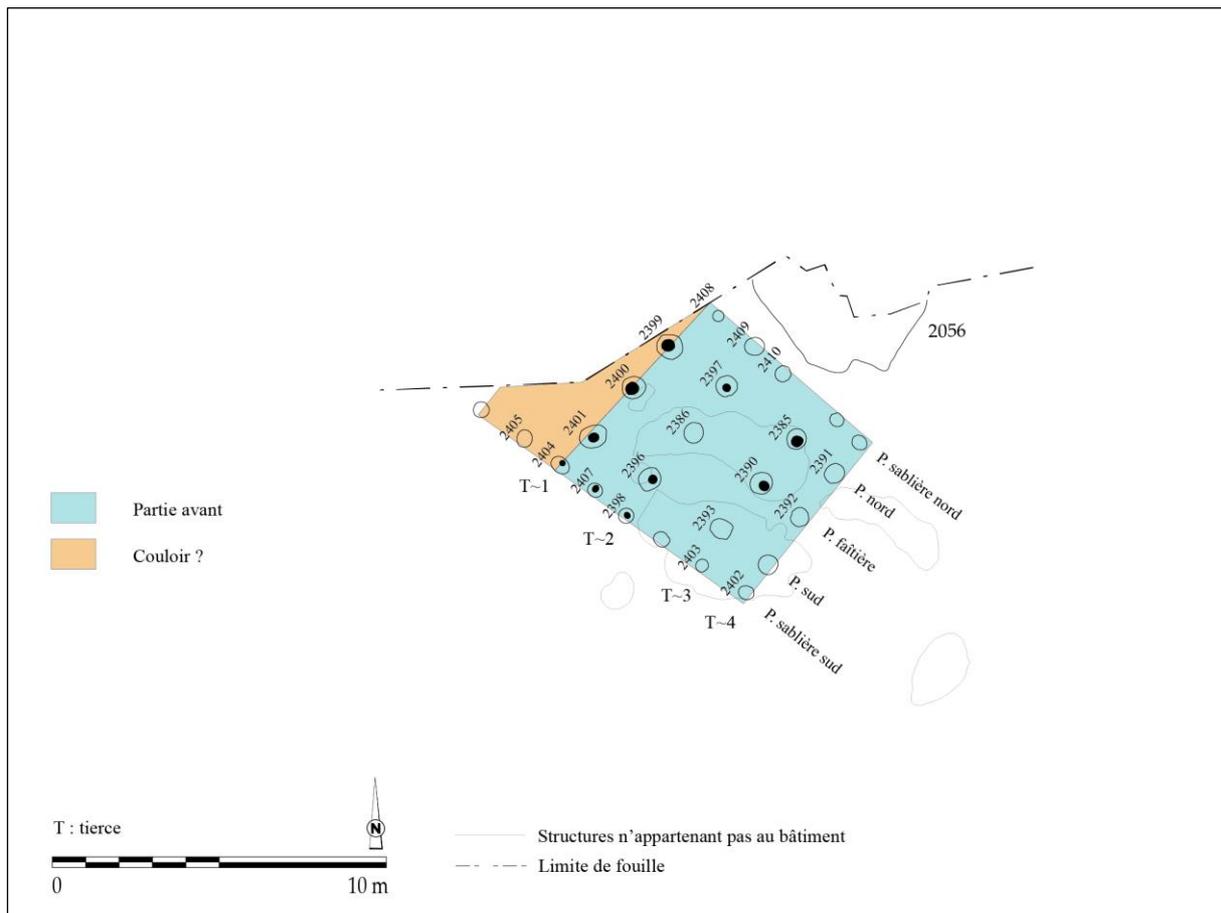


Fig. 206 - Interprétation architecturale de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M3, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnier, et d'une légumineuse, la lentille. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'orge polystique nue, l'engrain, le pois et le blé nu.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 207) permet de souligner certains aspects. Rappelons que le secteur fouillé correspond très probablement à l'intégralité de la partie avant de la maison. À première vue, on constate que toutes les catégories de plantes y sont éparpillées, sans organisation apparente. En regardant de plus près, deux zones se dessinent, aussi bien dans l'axe perpendiculaire que dans l'axe longitudinal de la maison : la première d'entre elles se caractérise par la prédominance de céréales (caryopses et vannes) ; la deuxième se caractérise par la prédominance de légumineuses et de plantes adventices.

Ces données confortent l'hypothèse d'une partie avant qui garderait les traces d'une zone d'activité de décorticage des céréales, d'écoassage des légumineuses et de nettoyage de la récolte. En effet, certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décorticage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 *in* Kreuz *et al.*, 2020, p. 104). Cette activité pouvait avoir lieu, tantôt à l'extérieur devant la maison, tantôt à l'abri dans la partie avant.

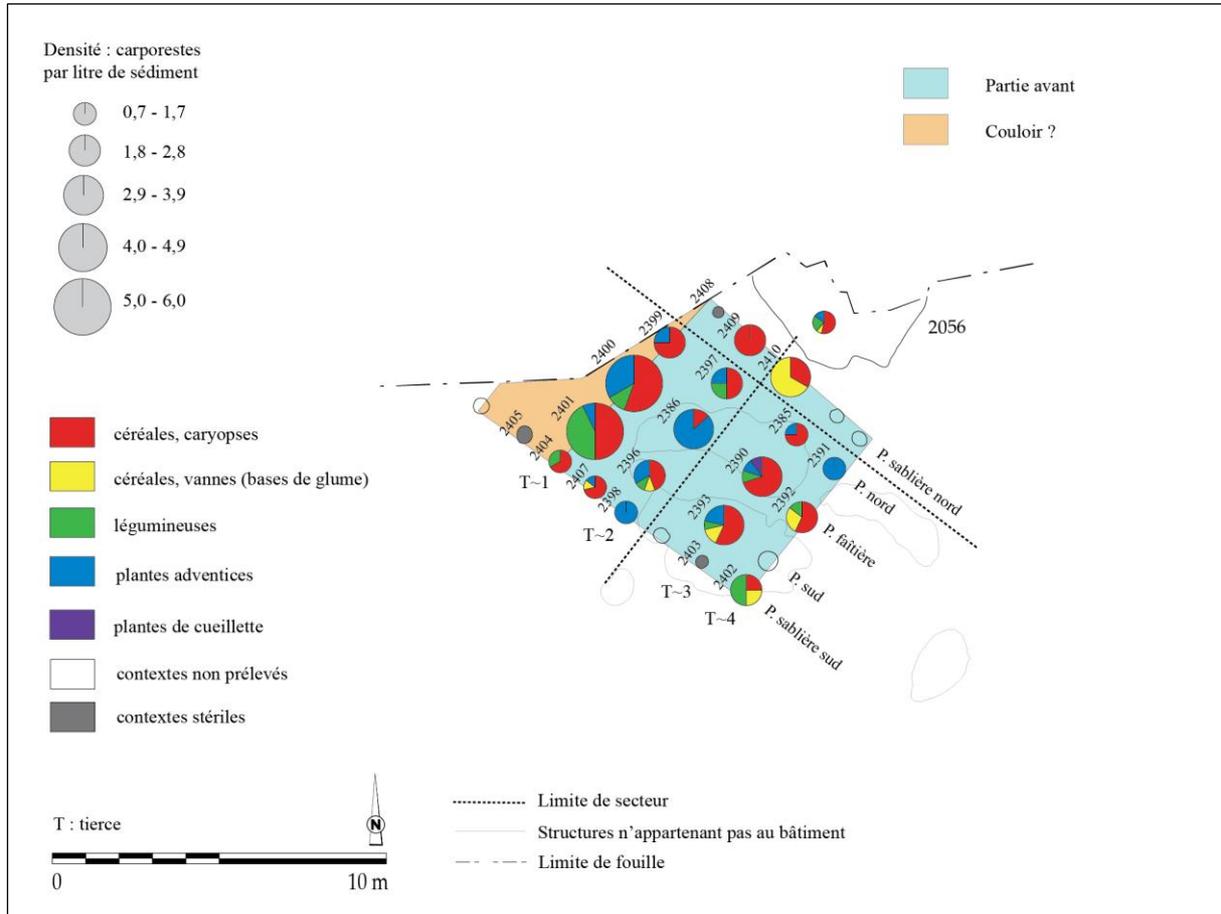


Fig. 207 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 148, Fig. 112).

#### **9.4. Cattenom « Unterhausen » (site 5)**

##### Le site

Le site de Cattenom « Unterhausen » (Moselle) se trouve entre les villages de Cattenom et Sentsich. Il est implanté en bordure de la plaine alluviale, le long du rebord de la terrasse, à une altitude moyenne de 151 m, soit 3 m environ au-dessus de la Moselle qui aujourd'hui coule à une distance de 700 m environ vers l'est (Blouet *et al.*, 2013b, p. 58-59).

Les premiers indices d'occupation ont été trouvés au sud de Sentsich en prospection pédestre par J.-M. Petot et G. Salmant. En 2002, des sondages mécaniques réalisés par M.-P. Petitdidier dans l'emprise d'un futur lotissement de 7,12 ha au nord-est du village de Cattenom ont révélé la présence de nombreuses structures d'habitat rubanées sur la partie orientale du projet. En 2003, des prospections pédestres menées par S. Viller entre ces deux secteurs ont permis de récolter du mobilier céramique provenant d'au moins deux fosses. Ces éléments laissent à penser que l'occupation rubanée s'étend sur une bande continue de 500 m environ le long du rebord de la terrasse et qu'il couvre une surface de 7 à 10 ha. Outre les vestiges du Néolithique ancien, les prospections et les sondages ont montré que le site était également occupé à l'âge du Bronze, au premier âge du Fer et à l'époque romaine. Au vu du résultat des sondages, le projet de lotissement a été modifié afin de préserver la partie orientale du site, la plus dense en structures archéologiques. La partie occidentale a été fouillée sous la direction de L. Thomashausen en deux temps : une première intervention a été menée en 2003 sur l'emprise de la future voirie dont les travaux d'aménagement étaient urgents et le reste des parcelles a été fouillé l'année suivante. Au total, 3 700 m<sup>2</sup> ont été décapés (Blouet *et al.*, 2013b, p. 59).

##### L'occupation rubanée

Quatre fosses et deux maisons peuvent être attribuées avec certitude au Rubané (Fig. 208). Si la maison M1 relève d'un schéma classique pour une construction rubanée, la maison M2 présente un plan atypique puisque les tierces de la structure interne y sont remplacées par des alignements de quatre poteaux appelés « quartes » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 59-60).

##### Les phases chronologiques

Le mobilier issu de la fouille et des sondages, bien que peu abondant, témoigne d'une occupation au Rubané moyen (phases régionales 3 - 4, maison M1) et récent (phase régionale 5, maison M2 ; Fig. 208). La céramique recueillie en prospection ou dans les fosses

trouvées en sondage atteste, quant à elle, d'une perduration de l'habitat jusqu'au Rubané final, soit la phase régionale 8 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 60).



Fig. 208 - Le site de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 59, Fig. 40).

#### 9.4.1. La maison M1

##### Le plan de fouille

Le plan de fouille (Tabl. 52 et Fig. 209) n'a été que partiellement dégagé, l'avant se situant en dehors des limites de fouille. Il comprend quatre tierces et comporte une tranchée de fondation. Il a été observé sur une longueur totale de 22,80 m. Sa largeur à l'arrière est de 6 m pour une largeur avant (mesurée au niveau de la dernière tierce visible) de 6,30 m. La différence de largeur provient d'un léger rétrécissement de la partie arrière de la maison lorsque les poteaux de parois (pannes sablières) et du pignon occidental s'ancrent dans la tranchée de fondation. Un tronçon de la paroi sud a été repéré dans le sondage voisin

(sondage B4), permettant de connaître sa longueur minimum, soit 22,80 m (Blouet *et al.*, 2013b, p. 60).

Tabl. 52 - Analyse métrique de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 60). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	22,80 m (incomplète)
Largueur arrière	6 m
Largeur avant	Non mesurable
Indice de trapézoïdalité (It)	Non mesurable
Largeur tierce arrière	3,40 m
Largeur tierce avant	3,40 m
Orientation	60,3°

Le mobilier de la fosse associée à l'habitation et située sur le flac nord (st. 166) est attribuable aux phases régionales 3 à 4, soit au Rubané moyen. Cependant, la faiblesse de l'échantillon (huit éléments de décor) incite à considérer cette datation avec prudence (Blouet *et al.*, 2013b, p. 60).

#### 9.4.1.1 Les données carpologiques

L'analyse a été menée sur 23 prélèvements issus de 23 contextes archéologiques (structures en creux), tous des trous de poteau (Fig. 209). Parmi les contextes étudiés, 20 se sont avérés positifs. Au total, 189 carporesses carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 189,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).

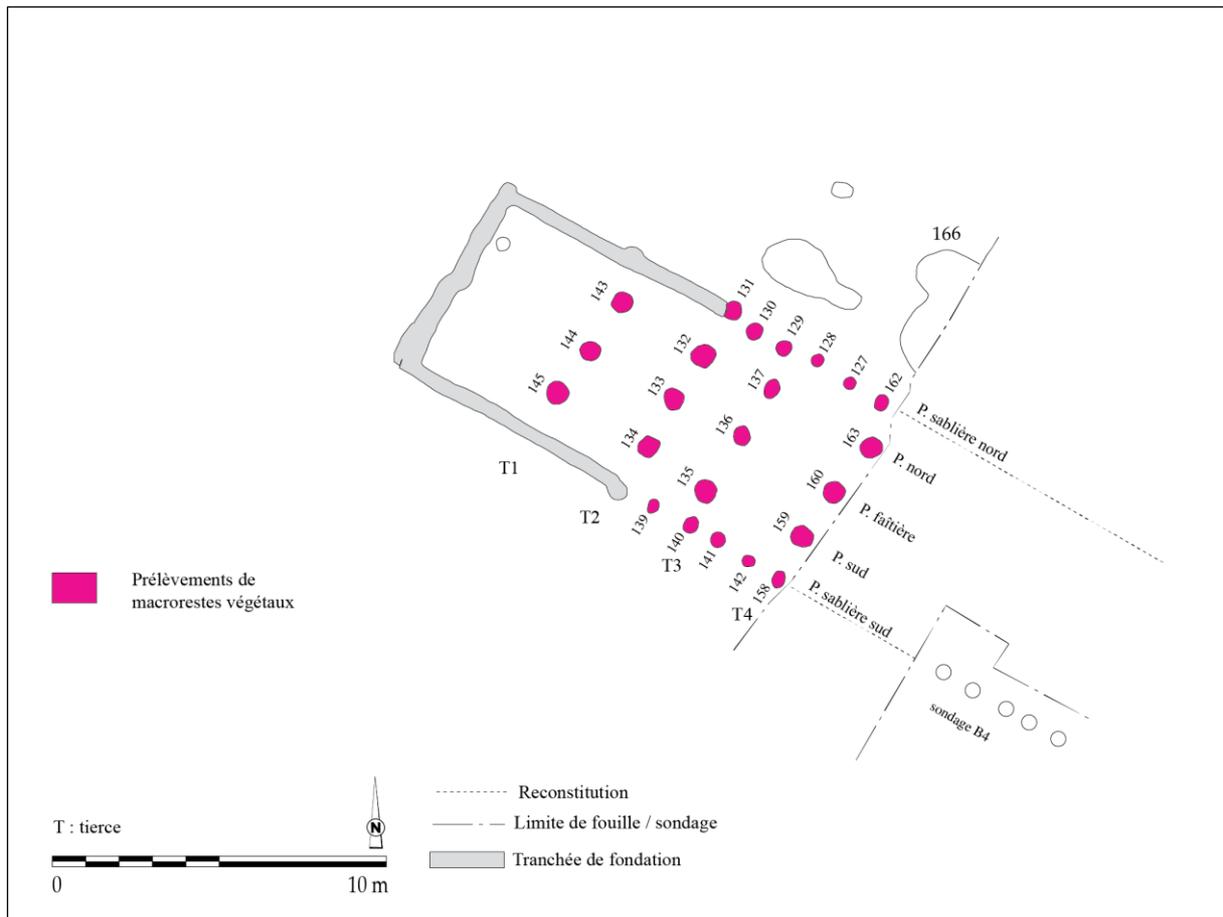


Fig. 209 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 (Fig. 210). Il faut noter que les données en provenance de cette maison sont très faibles et que les résultats sont à interpréter avec prudence. On observe que parmi les 20 contextes positifs analysés, une grande majorité (14 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,1 et 1,0 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : trois contextes présentent des densités allant de 1,0 à 1,9 carporestes/litre de sédiment ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 1,9 et 2,8 ; un contexte présente une densité allant de 2,8 à 3,8 ; enfin, deux contextes présentent des densités allant de 3,8 à 4,7 carporestes/litre de sédiment.

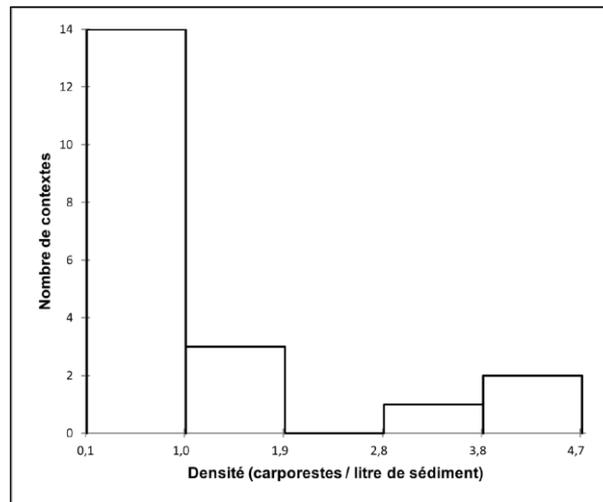


Fig. 210 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporesses au sein de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (1,1). La valeur d'écart-type (n-1) faible (1,4) indique que les données ne sont pas dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (0,5) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (1,5), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M1, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains comportent des densités un peu plus élevées. Si l'on accepte qu'une concentration de carporesses soit le reflet d'une activité humaine, les deux contextes où les densités dépassent 3,9 carporesses/litre de sédiment peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Ces contextes se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau de la tierce T4 (Fig. 211).

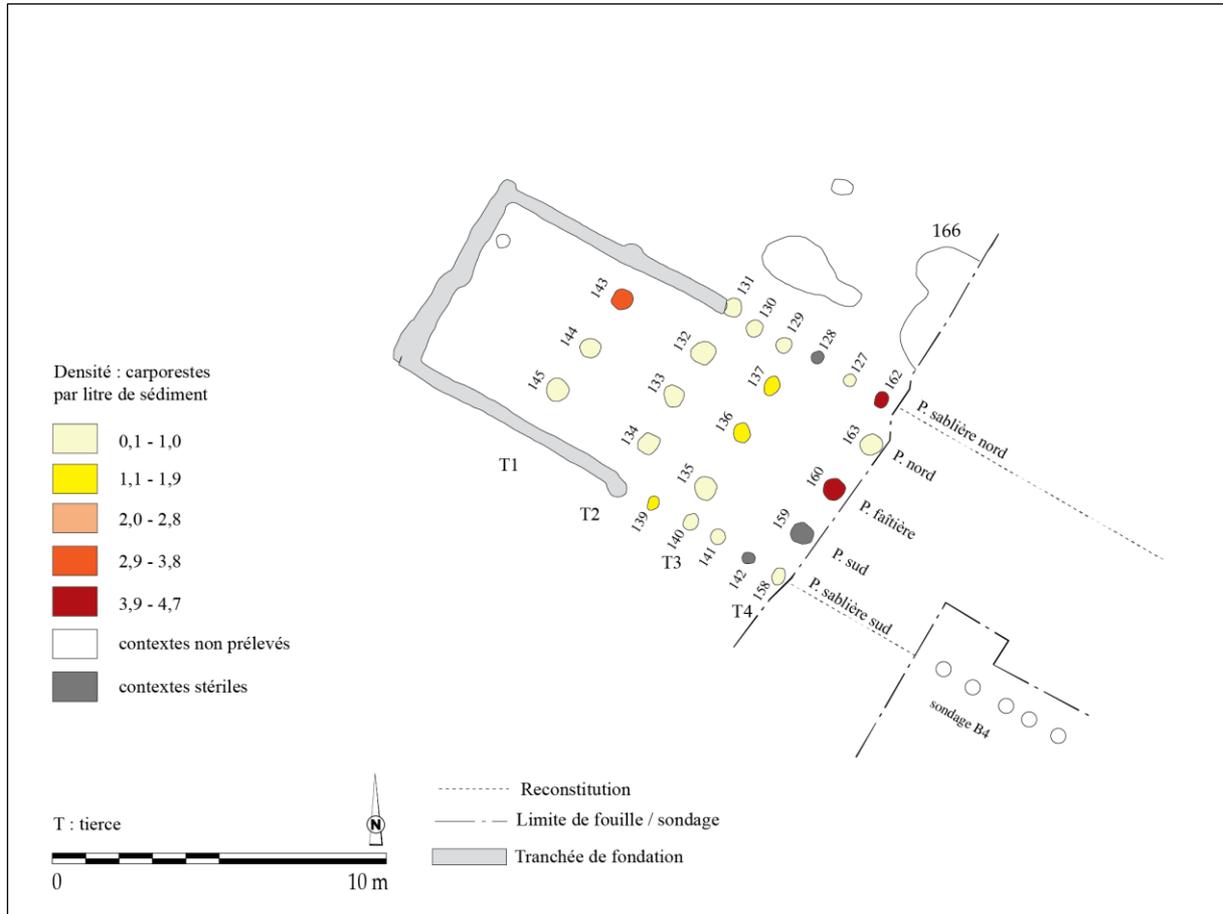


Fig. 211 - Répartition des densités dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

### La distribution des catégories de plantes

En partant de l'entrée (sud-est), les légumineuses prédominent dans les pannes sablière nord (st. 162) et faitière (st. 160), au niveau de la tierce T4. Ensuite, dans la zone comprise entre les tierces T3 et T1, les caryopses de céréales sont majoritaires. La présence de légumineuses (tierce T3), de plantes adventices (tierces T3 et T2), de vanes de céréales (tierce T1) et de plantes oléagineuses (tierce T2) y est anecdotique (Fig. 212).

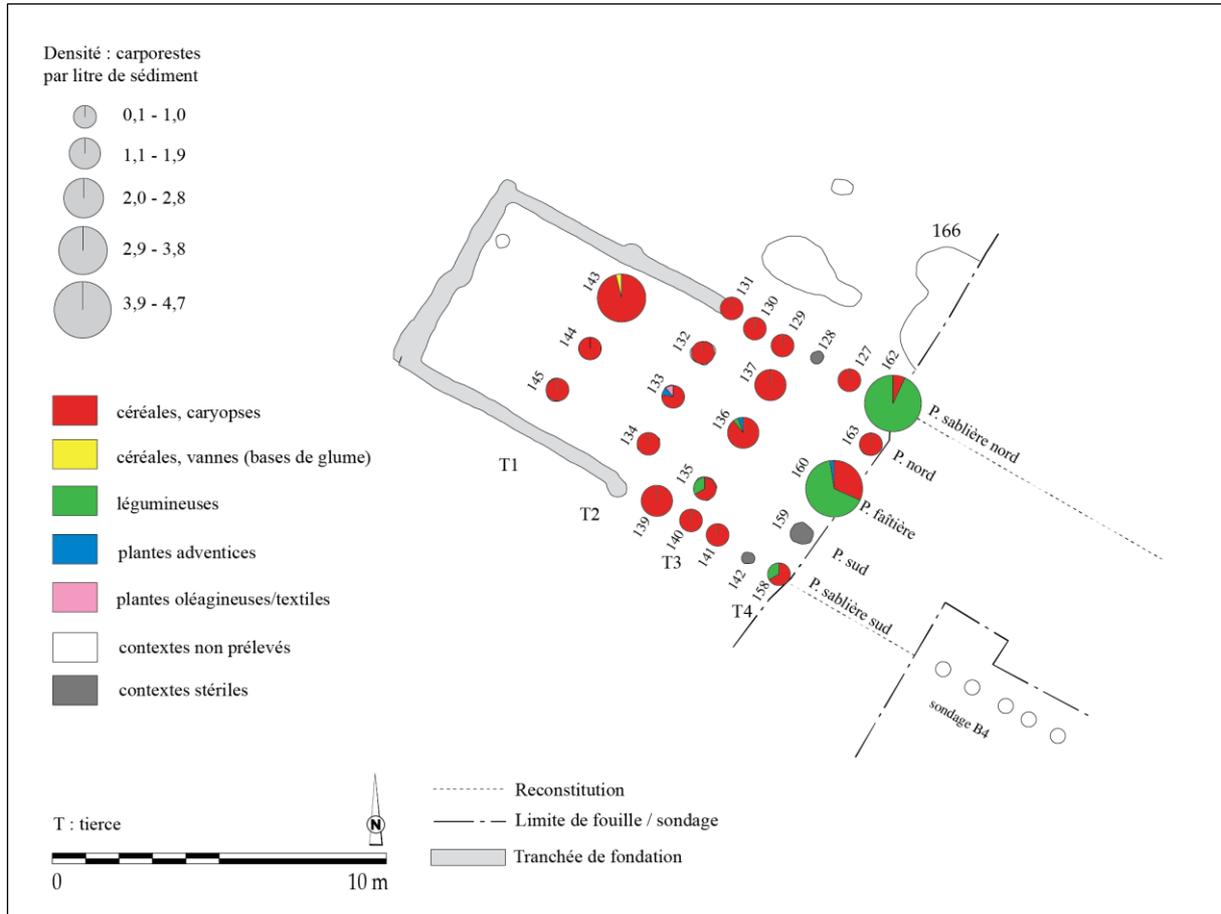


Fig. 212 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans le secteur fouillé de la maison, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 213).

Dans le secteur allant de la tierce T3 à la tierce T1, où les céréales sont prédominantes, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier. L'engrain y a été attesté de façon anecdotique. En ce qui concerne les céréales nues, seul le blé nu est présent, notamment dans les tierces T4 et T2 ainsi que dans les pannes sablière nord et sud.

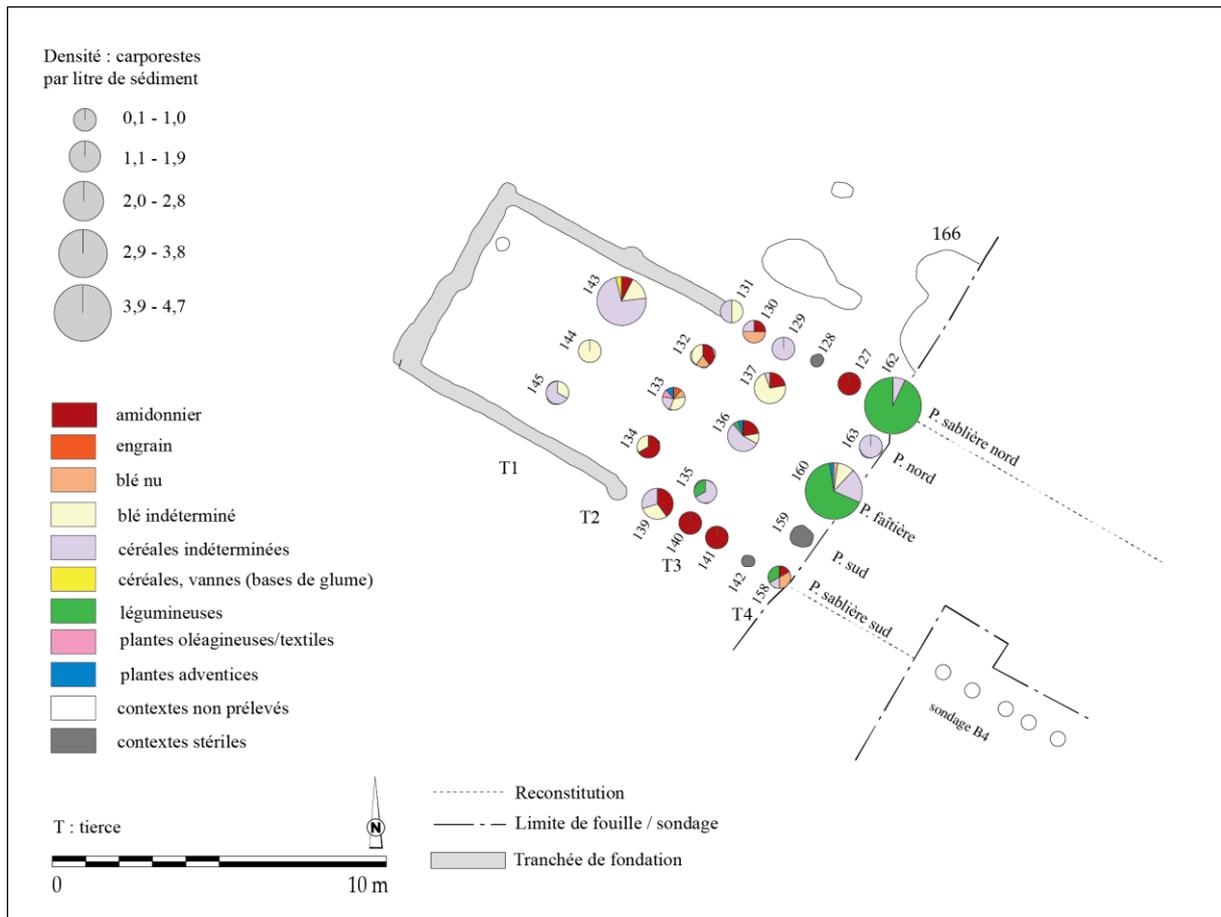


Fig. 213 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

### La distribution des légumineuses

La présence de légumineuses cultivées indéterminées dans les pannes faitière (st. 160), sablière nord (st. 162) et sablière sud (st. 158), au niveau de la tierce T4, témoigne de la fragmentation importante des carporesses et donc de la difficulté d'une identification au niveau du genre (Fig. 214).

Dans le secteur allant de la tierce T4 à la tierce T1, le pois est la seule légumineuse attestée. Il est bien représenté au niveau de la tierce T4 (st. 160), tandis que sa présence est anecdotique dans la tierce T3.

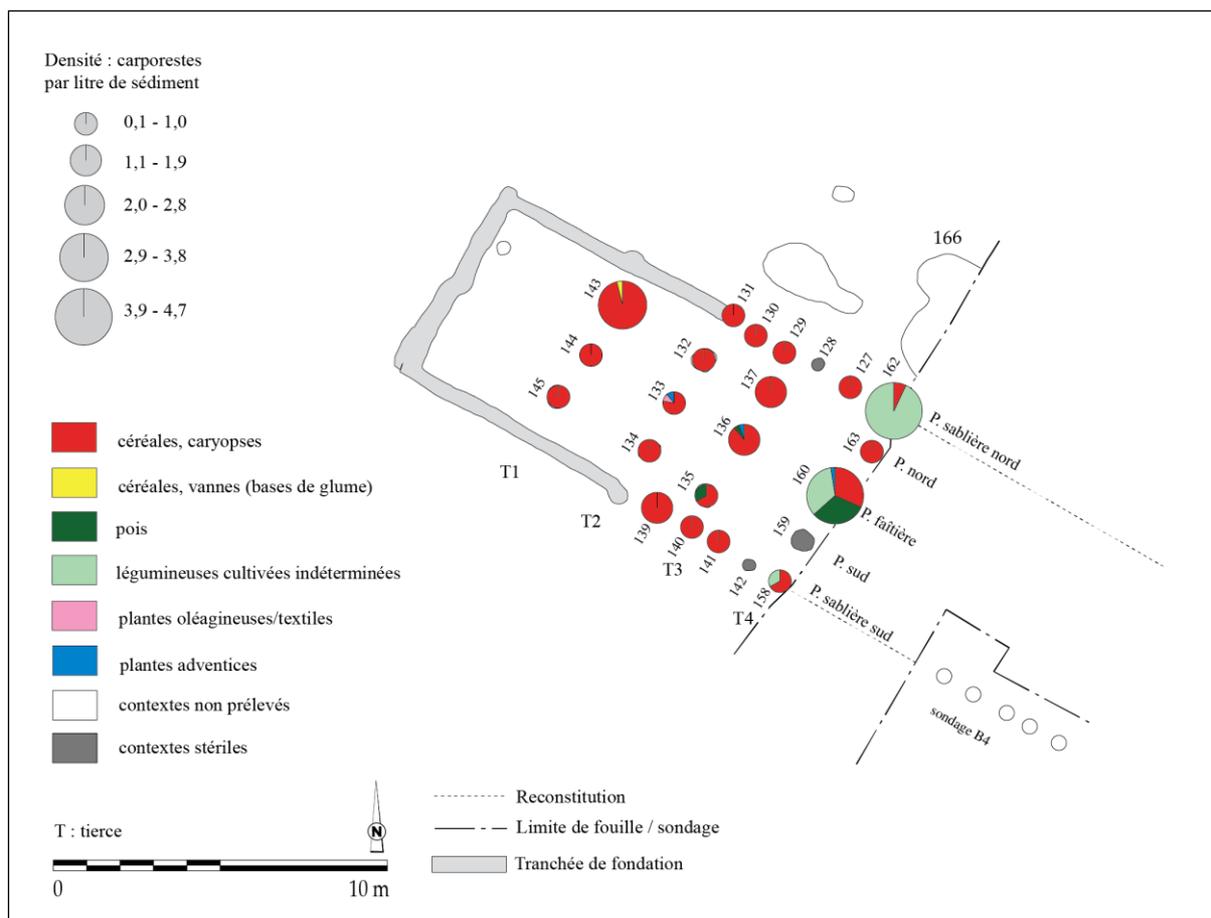


Fig. 214 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra uniquement les deux premiers axes puisqu'ils expliquent 99,71 % de la variance totale.

Dans le graphique symétrique (Fig. 215), l'axe 1 (94,14 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles positives), et céréales (caryopses et vannes) d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par

ailleurs, les légumineuses sont associées à la tierce T4, alors que les caryopses de céréales sont associés aux tierces T3, T2 et T1. Sur l'axe 2 (5,57 % des valeurs propres), on observe une opposition entre vanes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles positives), et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). En outre, les vanes de céréales sont plutôt associées à la tierce T1.

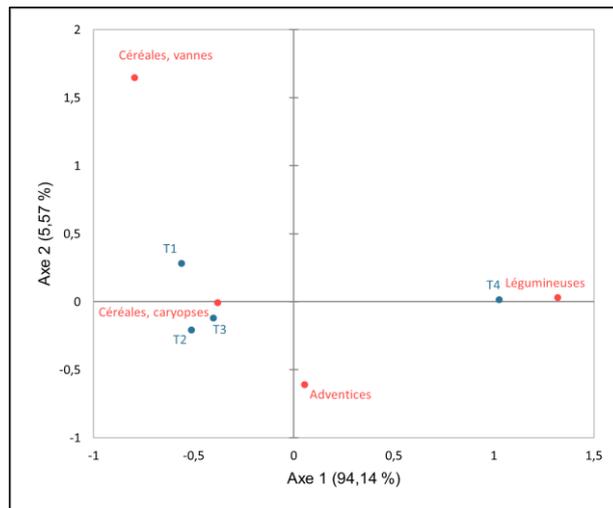


Fig. 215 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2 (99,71 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 216), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les tierces T3, T2 et T1, associées aux céréales (caryopses et vanes). La classe C2 ne comprend que la tierce T4, associée aux légumineuses.

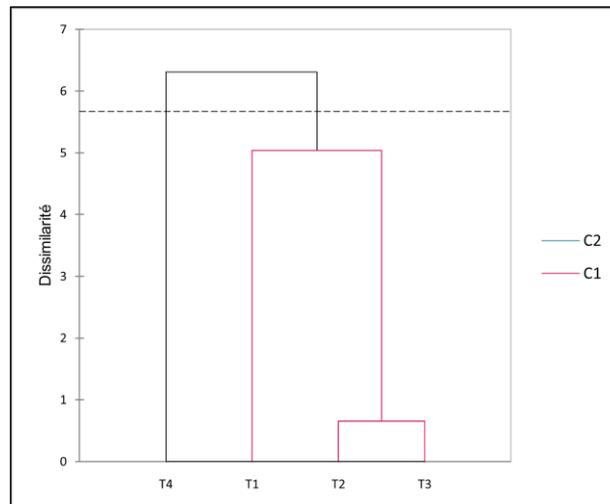


Fig. 216 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p$ -valeur  $< 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra les deux premiers axes qui expliquent 98,75 % de la variance totale.

À l'instar de l'analyse précédente et d'après le graphique symétrique (Fig. 217), l'axe 1 (91,54 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses et plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et céréales (caryopses et vannes) d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les légumineuses sont fortement associées à la panne sablière nord et, en moindre mesure, à la panne faîtière. Les caryopses de céréales sont fortement associés à la panne sud et, en moindre intensité, aux pannes nord et sablière sud. Ces dernières pannes sont également associées aux vannes de céréales. Sur l'axe 2 (7,21 % des valeurs propres), on observe une opposition entre vannes de céréales et plantes adventices, ces dernières étant plutôt associées à la panne faîtière.

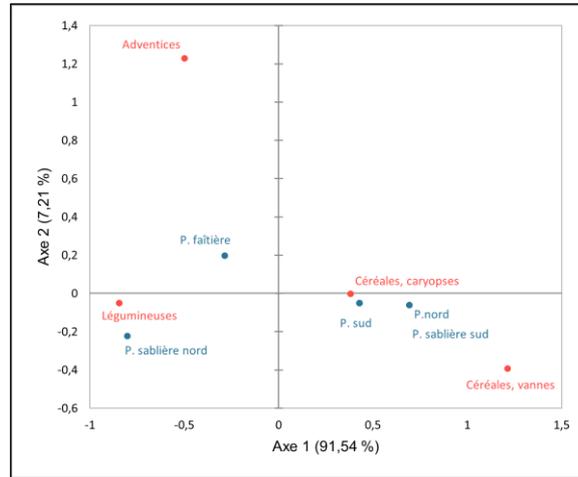


Fig. 217 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2 (98,75 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 218), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes faitière et sablière nord, associées aux légumineuses et aux plantes adventices. La classe C2 rassemble les pannes nord, sud et sablière sud, associées aux céréales (caryopses et vannes).

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C1 est un peu plus homogène que la classe C2, puisque sa hauteur (en bleu) est légèrement plus faible.

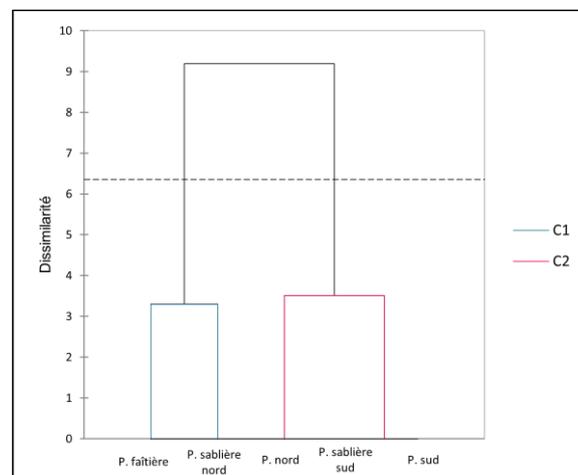


Fig. 218 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration spatiale des données (Fig. 219). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, deux secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux comprend la tierce T4. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de légumineuses. Le deuxième secteur regroupe les tierces T3, T2 et T1. Il se caractérise par la prédominance de caryopses de céréales.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent également. En partant du nord vers le sud, le premier d'entre eux comprend les panes sablière nord et faîtière. Par conséquent, la panne nord a été intégrée dans cette zone également. Il s'agit d'une zone caractérisée par des proportions importantes de légumineuses au niveau de la tierce T4 et par la présence de vanes de céréales, de plantes adventices et de plantes oléagineuses entre les tierces T3 et T1. Le deuxième secteur comprend les panes sud et sablière sud. Il se caractérise notamment par la prédominance de caryopses de céréales. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.4.1.2).

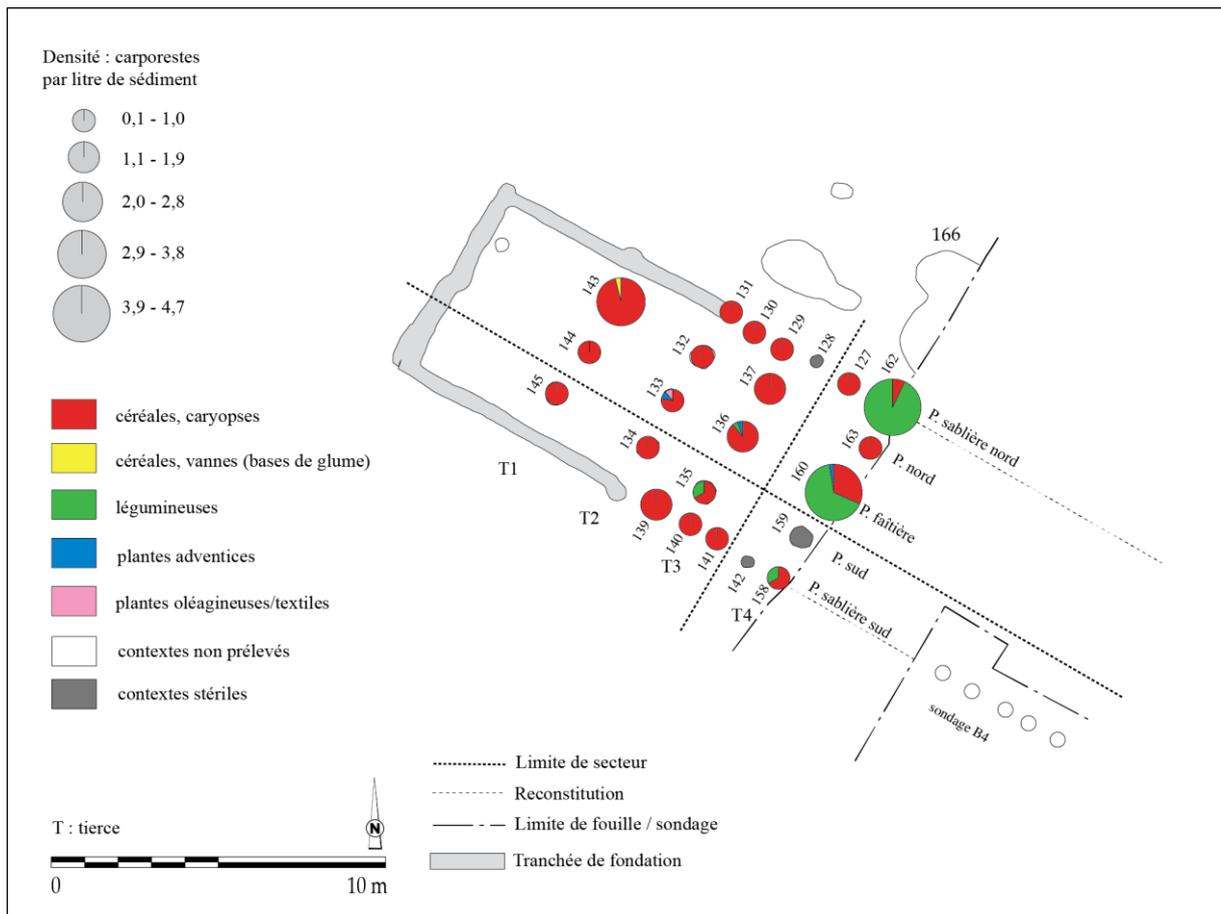


Fig. 219 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

La représentativité des taxons

La première étape de l’analyse de l’ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M1 consistait à vérifier s’il existait une corrélation entre l’abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d’un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d’échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d’échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s’est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,895$  ;  $p\text{-valeur} = 0,133 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut pas rejeter l’hypothèse nulle  $H_0$  puisqu’il y a 13,3 % de probabilité qu’il n’existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 220).

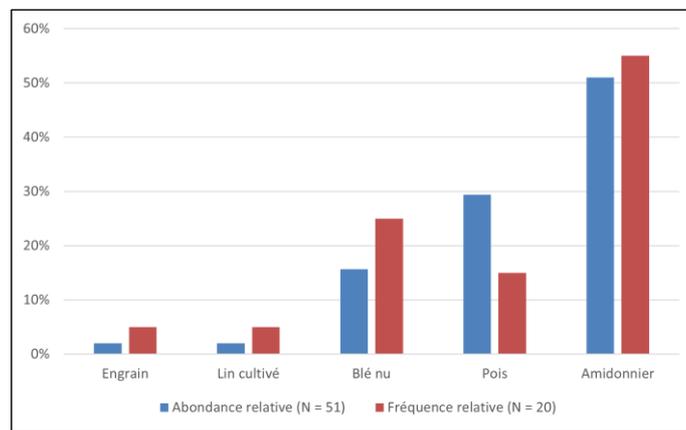


Fig. 220 - Rapport entre l’abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carpestes de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d’échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l’intensité de l’usage et de la consommation des taxons et d’établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l’indice d’importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l’application de cet indice sont cohérents avec l’ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte de l’abondance relative (Tabl. 53).

Tabl. 53 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	50,98	55,00	105,98
Pois	29,41	15,00	44,41
Blé nu	15,69	25,00	40,69
Lin cultivé	1,96	5,00	6,96
Engrain	1,96	5,00	6,96

### 9.4.1.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe qu'il s'agit d'une maison de type 1b ou 2 de Modderman (voir 2.1.9.2.2). La partie mise au jour correspond à l'arrière de l'habitation, du pignon occidental jusqu'à la première travée de la partie centrale (Fig. 221). La tierce T1 marque une séparation de la partie arrière, longue de 7,50 m, en deux travées. Les tierces T2 et T3 forment le couloir arrière, et la tierce T4 marque une séparation de l'espace central en deux travées au moins (Blouet *et al.*, 2013b, p. 60).

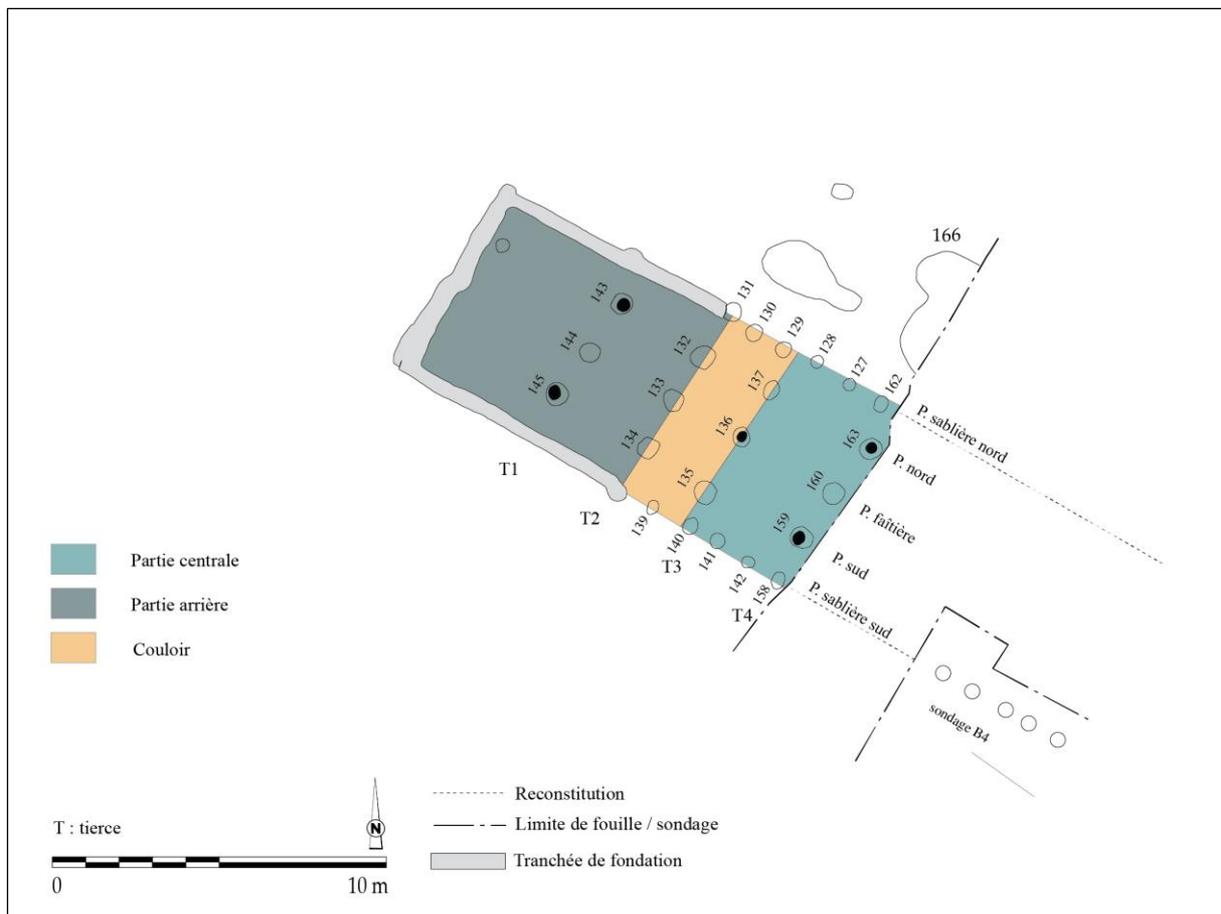


Fig. 221 - Interprétation architecturale de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M1, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnier, et d'une légumineuse, le pois. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales telles que le blé nu, le lin cultivé et l'engrain. Par ailleurs, l'utilisation du lin en tant que plante textile est tout à fait possible sur le site.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 222) met en évidence une cohérence dans la distribution planimétrique des données. Au niveau de la partie centrale (tierce T4), les légumineuses prédominent. Leur présence est attestée également au niveau de la tierce T3, qui marque la séparation entre l'espace central et arrière. Dans ce secteur, les caryopses de céréales sont présents ainsi qu'un carporeste de plante adventice. Ces données n'évoquent pas une fonction spécifique de ce secteur, mais elles ne permettent pas d'exclure, non plus, une zone d'activité domestique de préparation d'aliments, à l'instar de ce qui a déjà été observé pour les autres maisons.

La partie arrière (tierces T2 et T1) se caractérise par la prédominance de caryopses de céréales et par la présence anecdotique de vanes de céréales, de plantes adventices et de plantes oléagineuses (un carporeste de chaque catégorie). Contrairement à ce qui a été observé dans les maisons M5, M1 et M2 du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot », les densités de carporestes n'y sont pas élevées et ne semblent pas correspondre à ce qui est attendu pour une zone de stockage. Ces résultats ne nous permettent donc pas d'interpréter la fonction domestique de ce secteur.

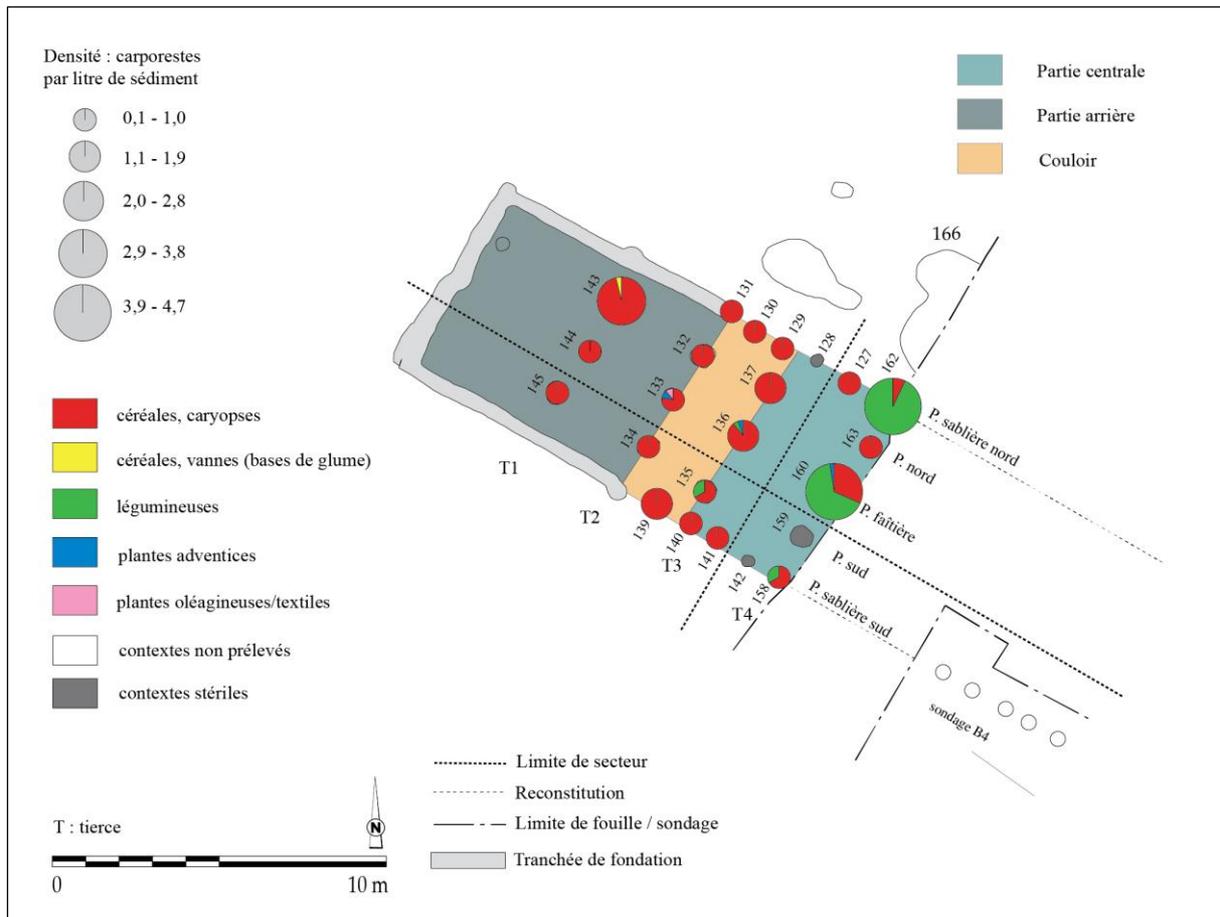


Fig. 222 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 60, Fig. 41).

#### 9.4.2. La maison M2

##### Le plan de fouille

Le plan de fouille comprend huit rangées de poteaux, il est rectangulaire et présente une tranchée de fondation semi-continue sur tout le périmètre (Tabl. 54 et Fig. 223). La surface couverte est d'environ 262 m<sup>2</sup>. La maison a été entièrement dégagée dans sa longueur, mais la partie arrière a été partiellement détruite par les travaux de la voirie réalisés antérieurement (Blouet *et al.*, 2013b, p. 60).

Tabl. 54 - Analyse métrique de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 61). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	32,80 m (complète)
Largueur arrière	8 m
Largueur avant	8 m
Largueur quarte arrière	5,20 m
Largueur quarte avant	4,80 m
Orientation	53,1°

La structuration de cette maison est tout à fait hors du commun puisqu'elle comporte cinq nefs, les rangées de trois poteaux (tierces) classiques des bâtiments rubanés y étant remplacées par des rangées de quatre poteaux (quartes). La paroi est matérialisée sur les côtés nord et sud par des poteaux irrégulièrement espacés (Blouet *et al.*, 2013b, p. 60).

Les fosses latérales de construction et les autres fosses périphériques n'ont pas été mises en évidence. Enfin, les datations obtenues sur des charbons de bois provenant de deux poteaux (voir Annexe 6) ainsi que le seul élément de décor disponible (un fragment de bord décoré au peigne à deux dents trouvé dans la tranchée de fondation arrière) confirmeraient une attribution au Rubané récent (Blouet *et al.*, 2013b, p. 61).

#### **9.4.2.1 Les données carpologiques**

L'analyse a été menée sur 25 prélèvements issus de 25 contextes archéologiques (structures en creux), tous des trous de poteau (Fig. 223). Parmi les contextes étudiés, 18 se sont avérés positifs. Au total, 988 carporesses carbonisées ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 275,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).

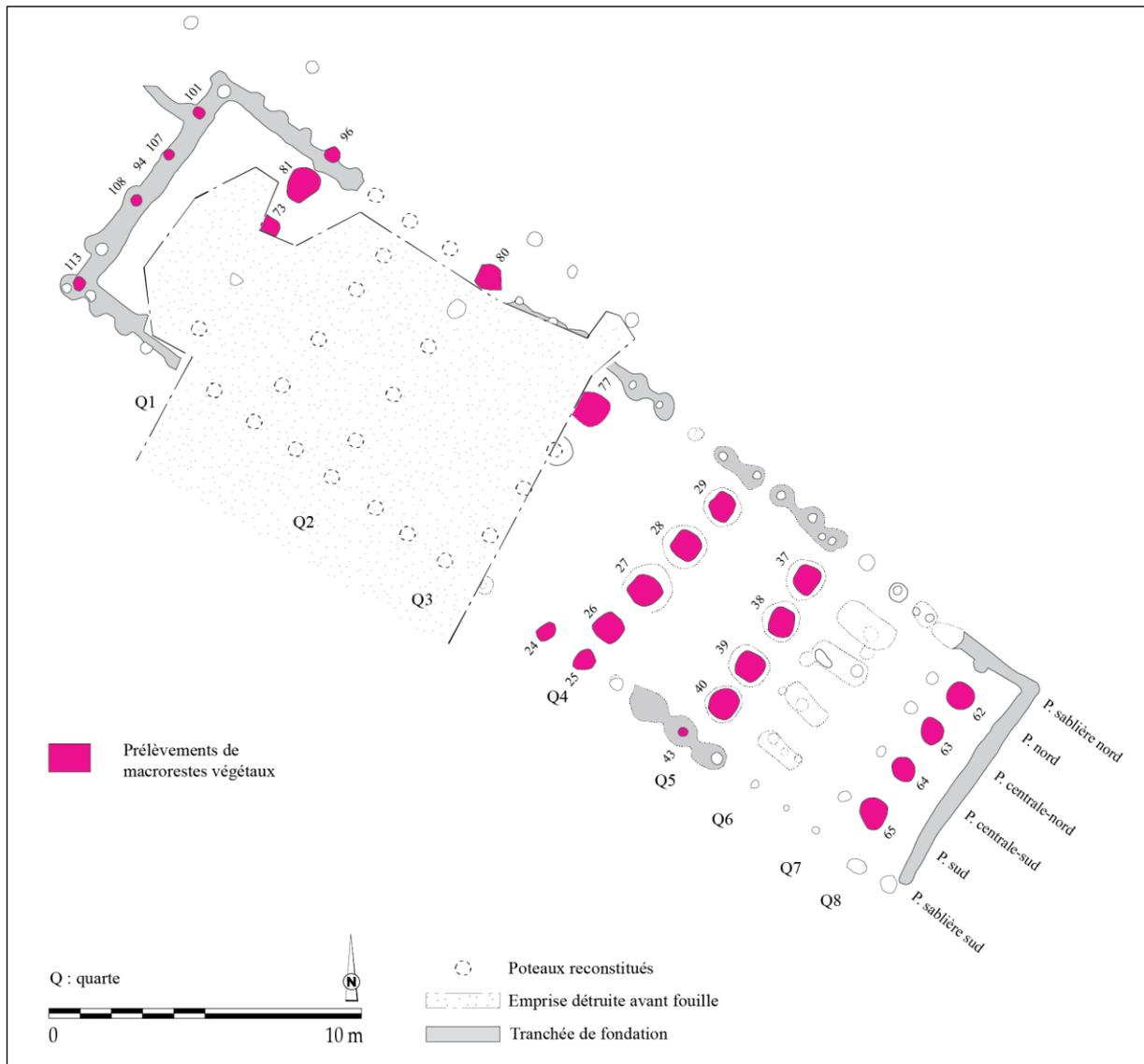


Fig. 223 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M2 (Fig. 224). On observe que parmi les 18 contextes positifs analysés, une grande majorité (16 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,1 et 8,0 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : un contexte présente une densité allant de 8,0 à 16,0 carporestes/litre de sédiment ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 16,0 et 24,0 ni de densité allant de 24,0 à 31,9 ; enfin, un contexte présente une densité comprise entre 31,9 et 39,9 carporestes/litre de sédiment.

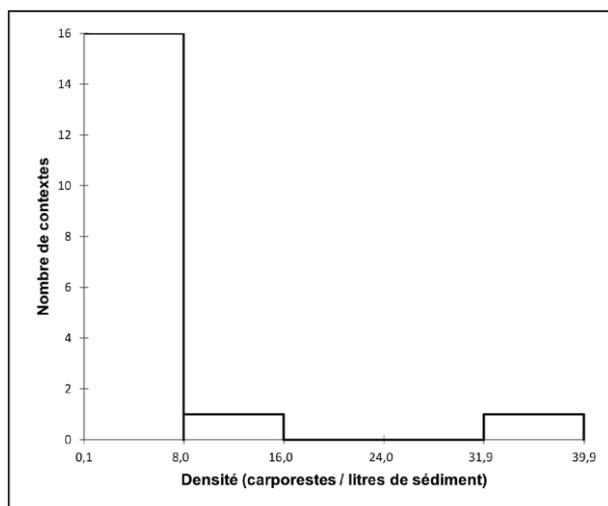


Fig. 224 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (3,8). La valeur d'écart-type (n-1) assez élevée (9,4) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (1,0) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (3,4), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M2, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains comportent des densités plus élevées. L'étalement des données autour de la moyenne étant assez important (écart-type élevé), on peut légitimement discuter de cette répartition. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, le contexte où la densité dépasse 31,9 carporestes/litre de sédiment, peut être un indicateur de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. On observe que ce contexte se situe, en partant du mur pignon sud-est, au niveau de la quarte Q1 (Fig. 225).

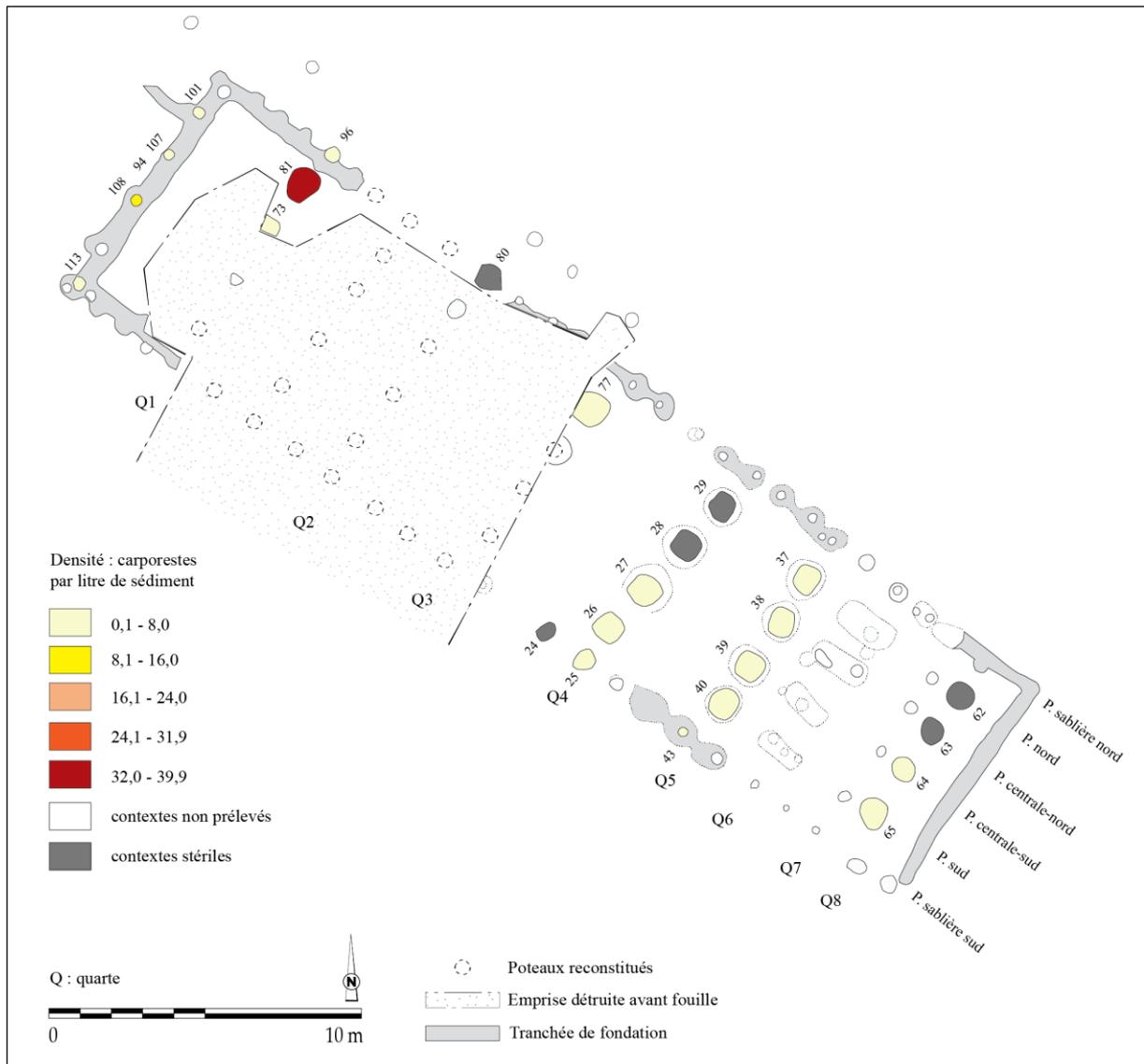


Fig. 225 - Répartition des densités dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### La distribution des catégories de plantes

L'analyse de la distribution des données carpologiques au sein de la maison M2 appelle à la prudence étant donné le caractère fragmentaire de l'échantillonnage. Nous pouvons toutefois souligner quelques aspects. En partant du mur pignon sud-est, les quarte Q8 et Q5 sont caractérisées par la présence exclusive de caryopses de céréales (Fig. 226). Au niveau de la quarte Q4, les caryopses de céréales sont majoritaires, mais on constate la présence de légumineuses et de vannes de céréales. Dans la quarte Q3 (st. 77), un carpoeste de légumineuse a été attesté. Dans la quarte Q1, les caryopses de céréales prédominent, mais le trou de poteau 81 se caractérise par un assemblage hétéroclite (caryopses et vannes de céréales, légumineuses, plantes adventices et plantes oléagineuses). Un assemblage hétéroclite est également repéré au niveau des trous de poteau de la paroi ouest (tranchée de fondation

arrière), et notamment dans le trou de poteau 108, où la présence de caryopses de céréales, de légumineuses, de plantes adventices, de plantes oléagineuses et de plantes de cueillette a été attestée.

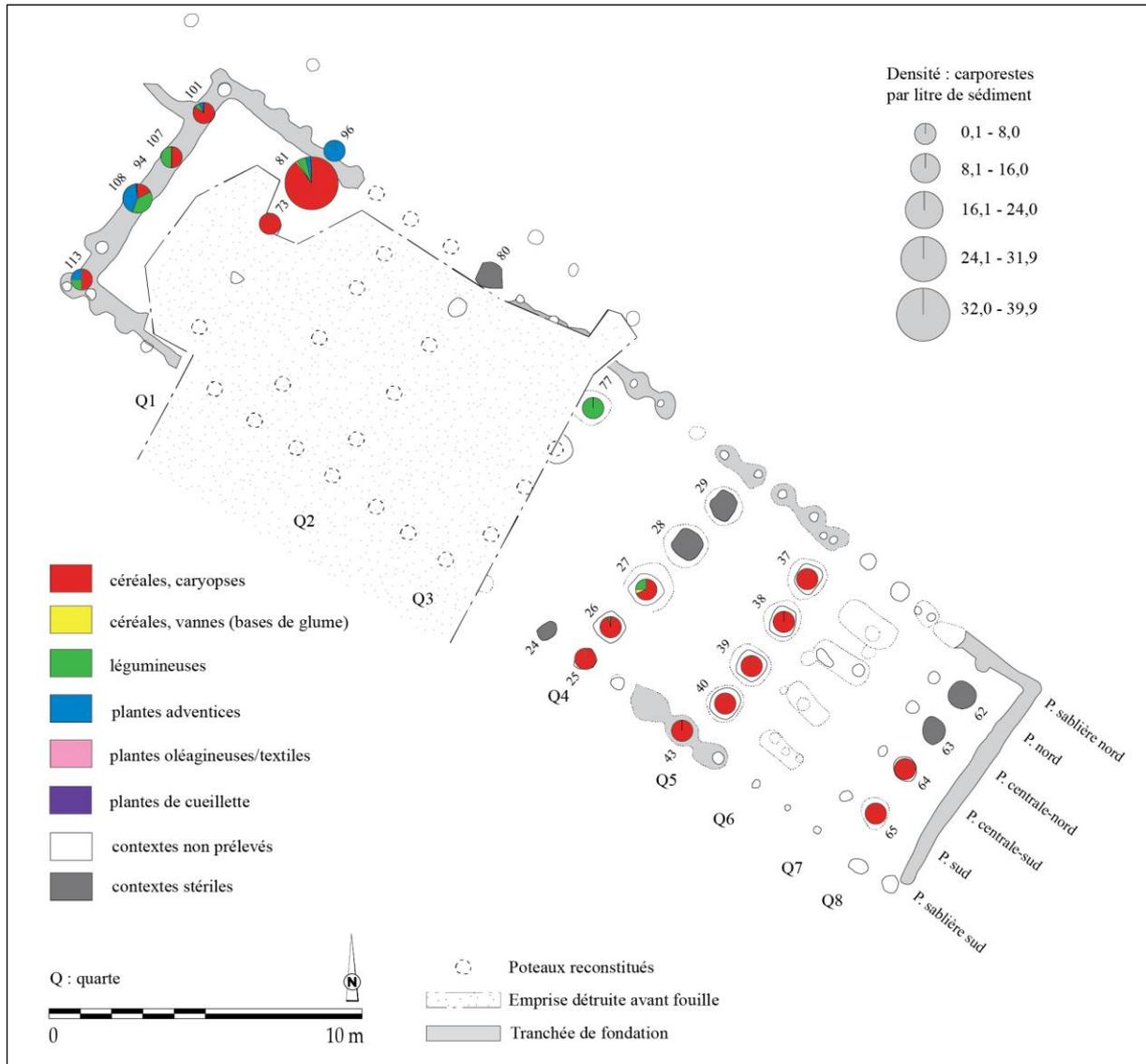


Fig. 226 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carpores et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 227).

Dans le secteur allant de la quarte Q8 à la quarte Q4, où les céréales sont prédominantes, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier et, en moindre mesure, l'engrain. En ce qui concerne les céréales nues, la présence d'orge polystyque nue est

anecdotique dans la quarte Q5. De même, dans le secteur compris entre la quarte Q1 et la paroi ouest (tranchée de fondation arrière), l'amidonnier prédomine et l'engrain est minoritaire. La présence d'orge polystyque nue et de blé nu y est anecdotique.

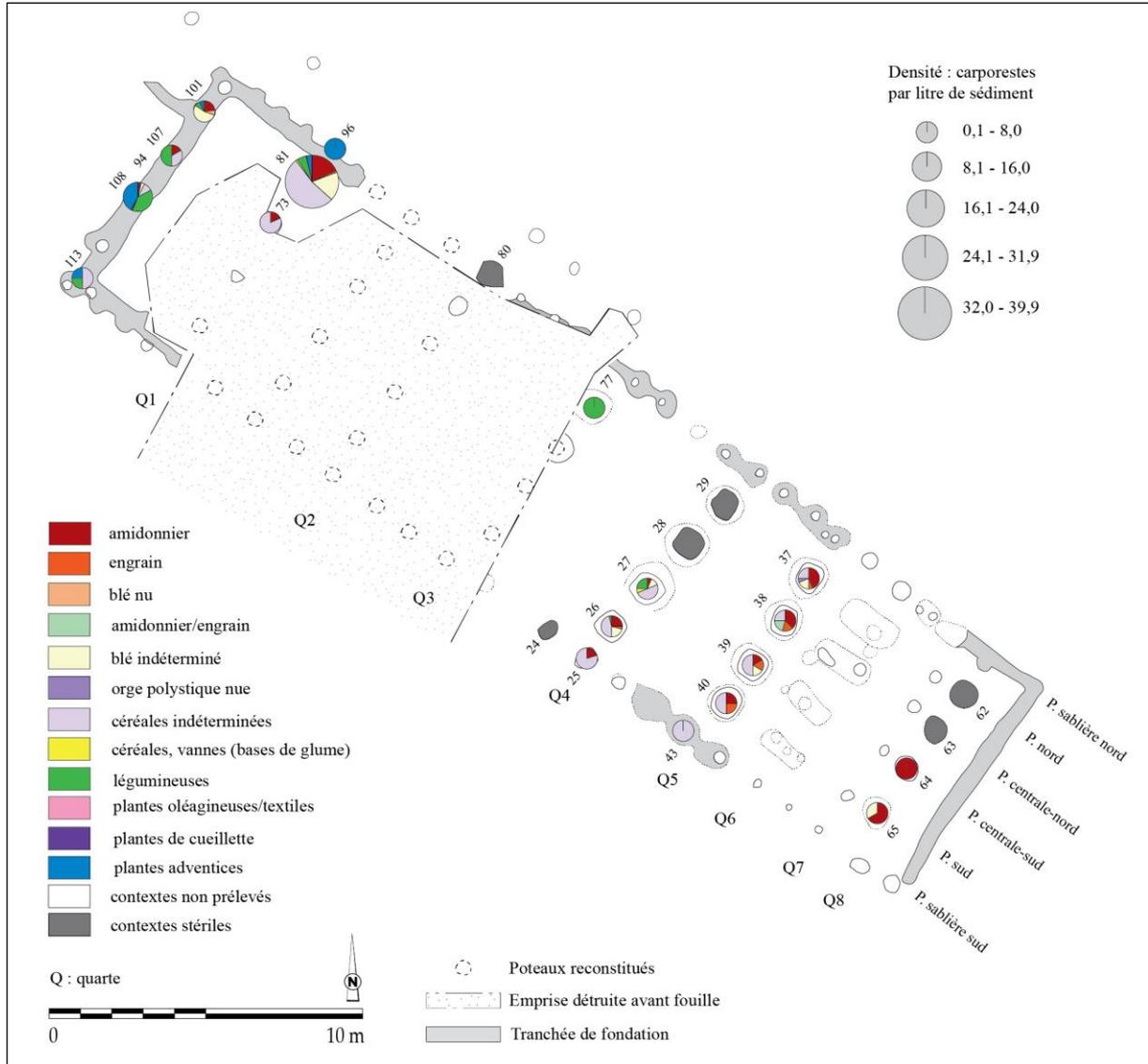


Fig. 227 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### La distribution des légumineuses

La présence de légumineuses cultivées indéterminées au niveau des quartes Q4, Q1 ainsi que de la paroi ouest (tranchée de fondation arrière), témoigne de la fragmentation importante des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau du genre (Fig. 228).

Dans les quartes présentant des légumineuses (Q4, Q3, Q1 et tranchée de fondation arrière), bien que la même quantité de pois et de lentille ait été mise au jour, le pois est

présent dans plusieurs trous de poteau (st. 26, 27, 77, 81, 107 et 108), à différence de la lentille (st. 27 et 81).

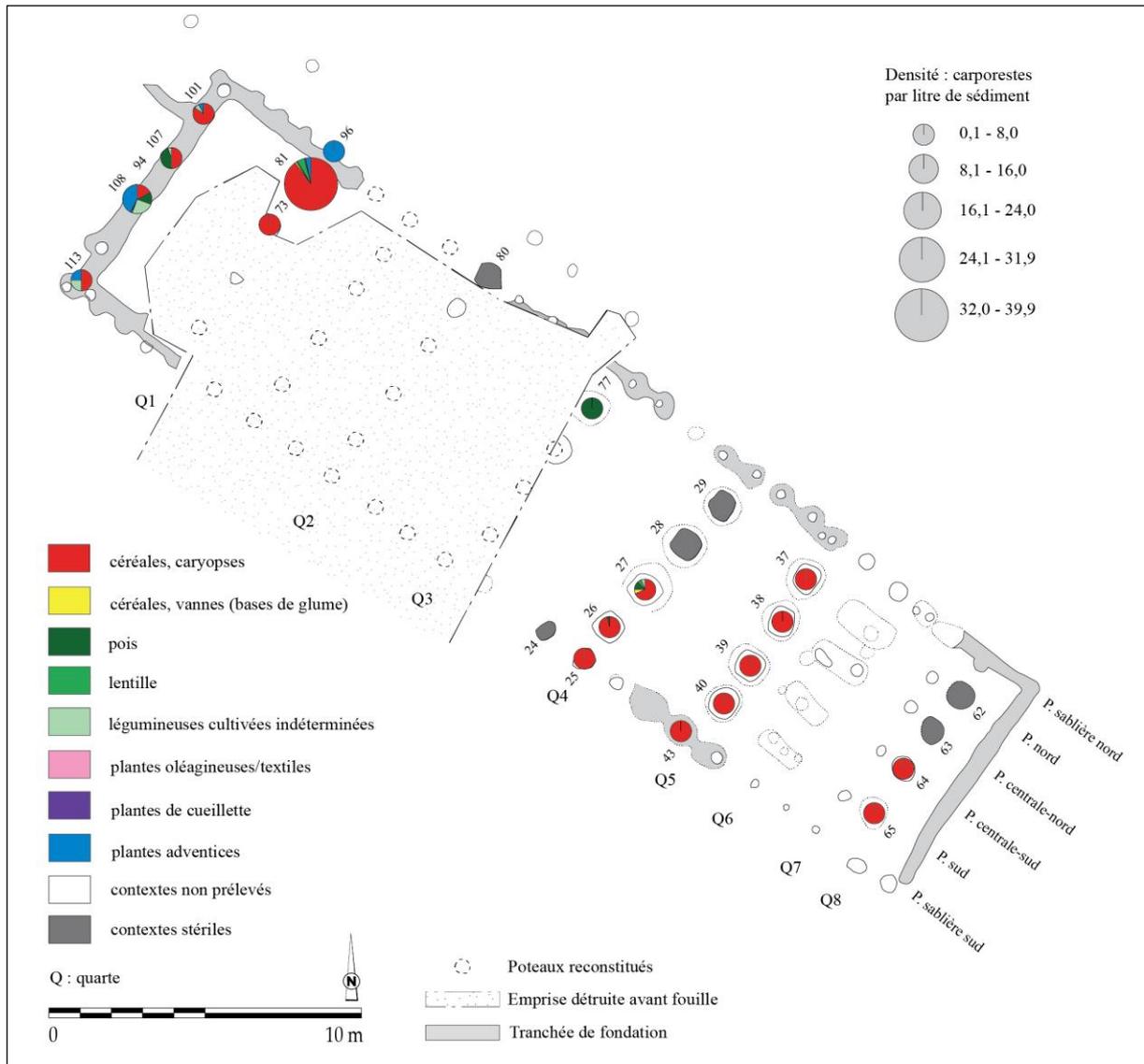


Fig. 228 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un

lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra uniquement les deux premiers axes puisqu'ils expliquent 99,64 % de la variance totale.

Dans le graphique symétrique (Fig. 229), l'axe 1 (97,22 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses et plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles positives), et céréales (caryopses et vannes) d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par ailleurs, les légumineuses sont associées à la paroi ouest (tranchée de fondation arrière) et, en moindre mesure, à la quarte Q3. Les plantes adventices sont associées également à la paroi ouest. Les caryopses de céréales sont associés aux quartes Q8, Q5 et Q1. Enfin, les vannes de céréales sont associées à la quarte Q4. Sur l'axe 2 (2,42 % des valeurs propres), on observe une opposition entre plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et vannes de céréales et légumineuses d'autre part (coordonnées vectorielles positives).

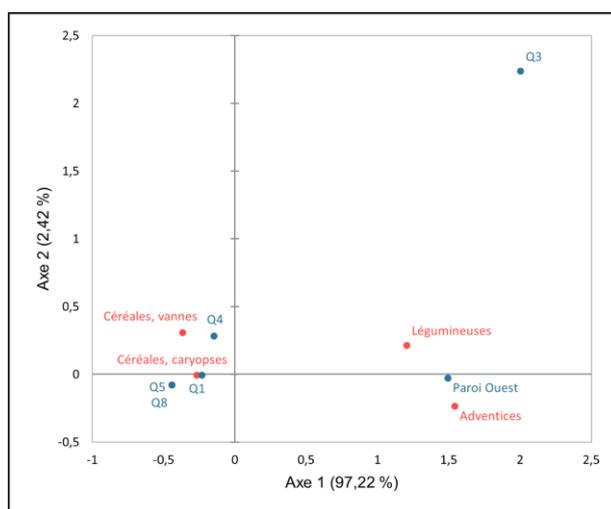


Fig. 229 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2 (99,64 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (quartes, lignes) ; **Q** : quarte ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 230), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 est constituée par les quartes Q8,

Q5, Q4 et Q1, fortement associée aux céréales (caryopses et vannes). La classe C2 regroupe, quant à elle, la quarte Q3 et la paroi ouest (tranchée de fondation arrière), associées légumineuses et aux plantes adventices.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C1 est plus homogène que la classe C2, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

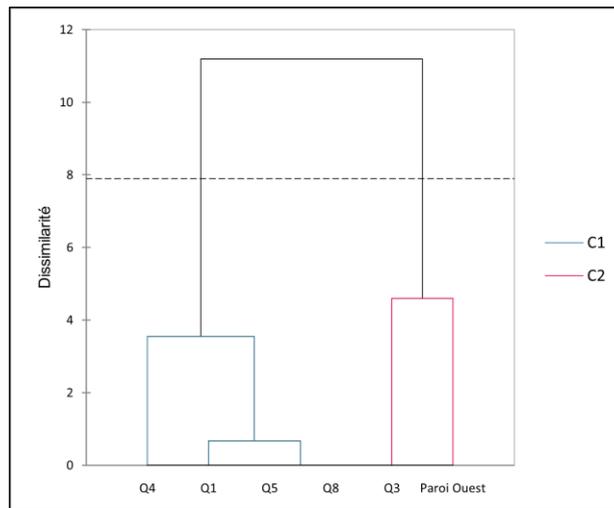


Fig. 230 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». **Q** : quarte ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra les deux premiers axes qui expliquent 99,72 % de la variance totale.

Dans le graphique symétrique (Fig. 231), l'axe 1 (71,30 % des valeurs propres) met en évidence un comportement différent entre adventices d'une part (coordonnées vectorielles positives), et toutes les autres catégories de plantes qui restent très proches du zéro. Par ailleurs, les plantes adventices sont plutôt associées à la panne sablière nord. Sur l'axe 2 (28,42 % des valeurs propres), on observe une opposition entre plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et légumineuses et vannes de céréales d'autre part

(coordonnées vectorielles positives). Ces deux dernières catégories de plantes sont fortement associées à la panne centrale-sud.

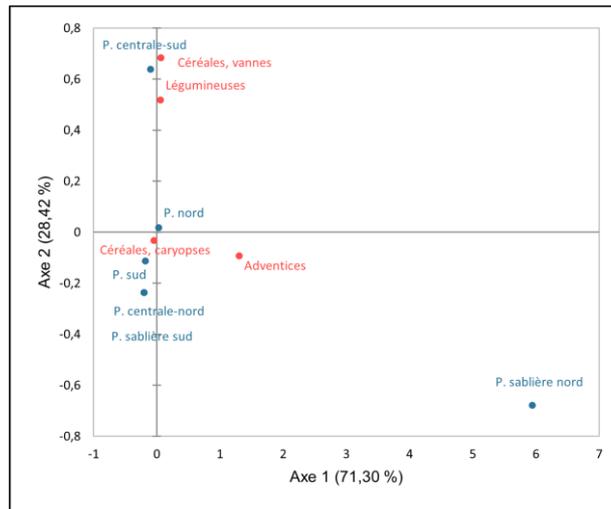


Fig. 231 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2 (99,72 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 232), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que trois classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes nord, sud, centrale-nord et sablière sud, associées aux caryopses de céréales. La classe C2 ne comprend que la panne centrale-sud, associée aux légumineuses et aux vannes de céréales. Enfin, la classe C3 ne comprend que la panne sablière nord, associée aux plantes adventices.

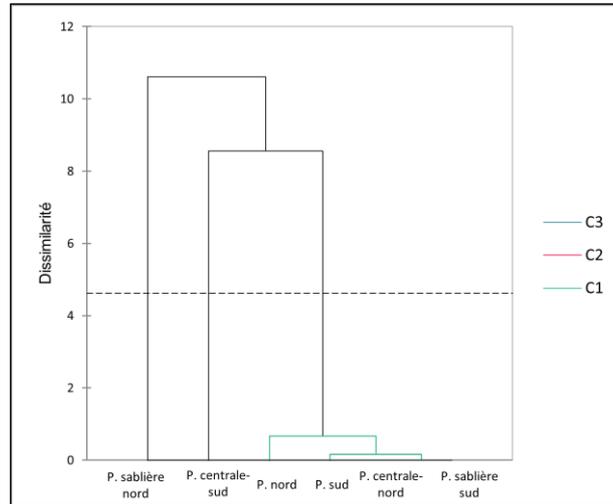


Fig. 232 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Les résultats présentés ci-dessus nous permettent de souligner certains aspects. Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, un effet de paroi se dessine. Il est caractérisé notamment par la présence de légumineuses et de plantes adventices au niveau de la paroi ouest (tranchée de fondation arrière). Rappelons également que le trou de poteau 108 a livré un assemblage carpologique hétéroclite (Fig. 233).

Il semblerait qu'un effet de paroi se dessine également au niveau de l'axe longitudinal de la maison étant donnée la présence d'un carporeste de plante adventice dans la panne sablière nord, au niveau de la quarte Q1. Cependant, le caractère très faible de cette donnée nous impose de rester prudents. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.4.2.2).

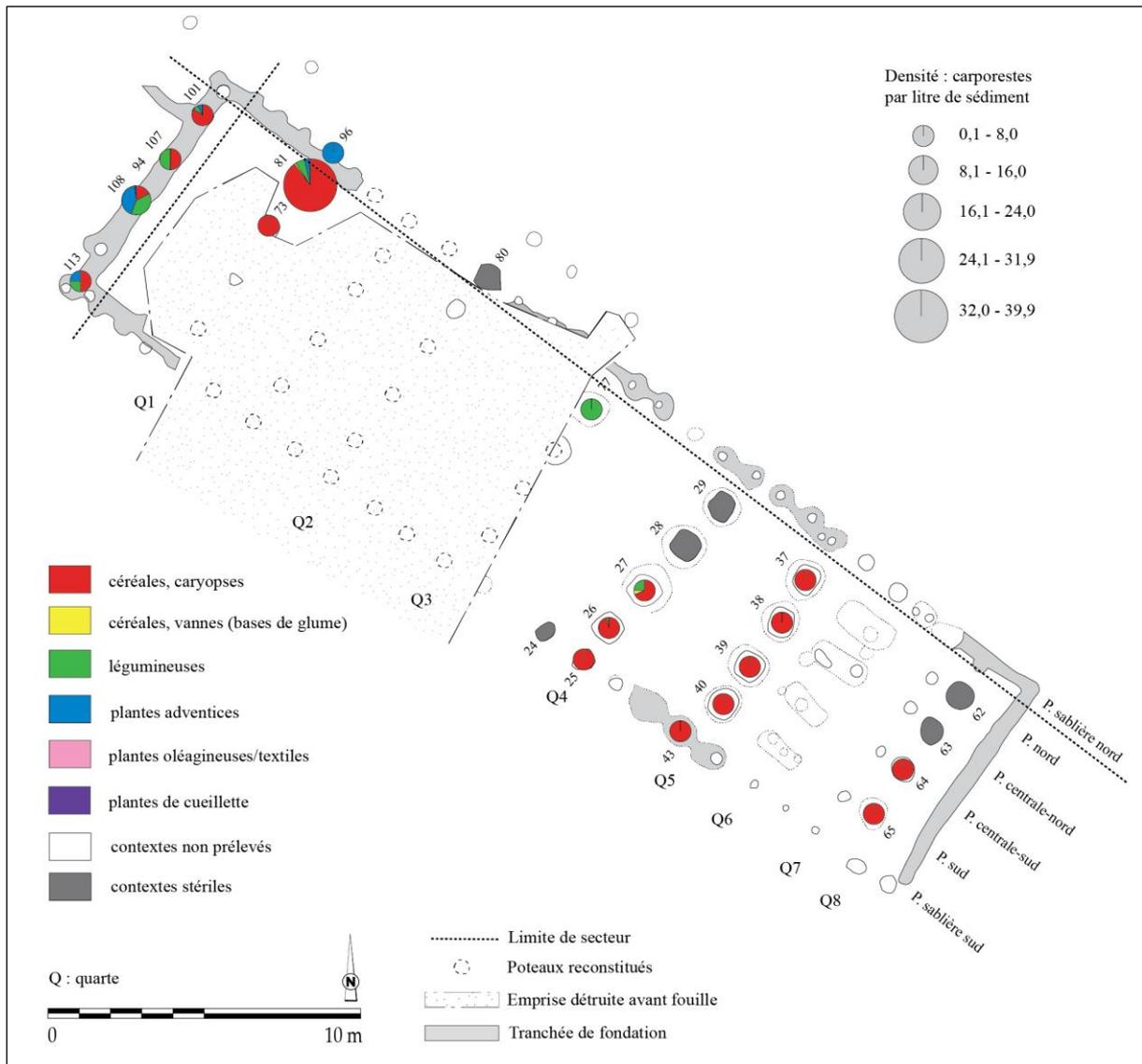


Fig. 233 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### La représentativité des taxons

La première étape de l’analyse de l’ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M2 consistait à vérifier s’il existait une corrélation entre l’abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d’un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d’échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d’échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s’est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,785$  ;  $p\text{-valeur} = 0,066 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut

pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  puisqu'il y a 6,6 % de probabilité qu'il n'existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 234).

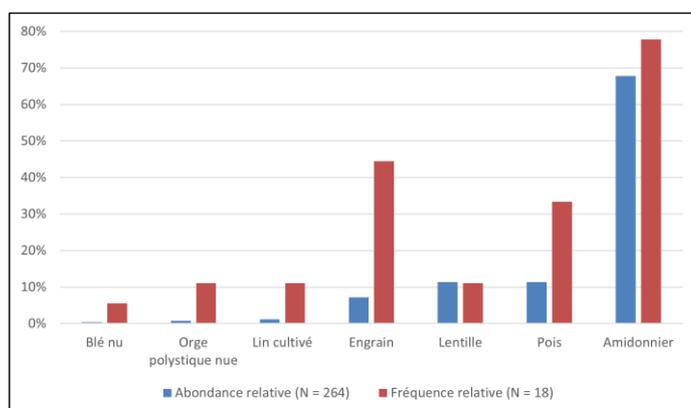


Fig. 234 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Grâce à l'application de cet indice, on constate une légère réorganisation hiérarchique des taxons (engrain, pois et lentille) par rapport à l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 55).

Tabl. 55 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	67,80	77,78	145,58
Engrain	7,20	44,44	51,64
Pois	11,36	33,33	44,70
Lentille	11,36	11,11	22,47
Lin cultivé	1,14	11,11	12,25
Orge polystyrique nue	0,76	11,11	11,87
Blé nu	0,38	5,56	5,93

#### 9.4.2.2 Discussion

##### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe qu'il s'agit d'une maison de type 1a ou 1b de Modderman (voir 2.1.9.2.2). Aucune maison similaire n'a été relevée dans la littérature pour le Rubané. Les poteaux de la structure interne sont organisés

suivant huit rangées de quatre poteaux disposés perpendiculairement à l'axe du bâtiment : les quartes. Toutefois, il est à noter que le nombre de nefs (cinq) est la seule vraie originalité de cette maison, puisqu'en effet, les quartes partagent l'espace interne suivant un rythme qui semble correspondre aux canons de l'architecture rubanée (Fig. 235). Ainsi, les quartes Q8, Q7, Q6 et Q5 rendraient compte de l'aménagement d'un grenier. Les quartes Q5 et Q4 marqueraient un couloir de séparation avant. La quarte Q3 diviserait la partie centrale en deux travées. La quarte Q2 pourrait correspondre à l'un des trous de poteau du couloir arrière. Enfin, la quarte Q1 diviserait la partie arrière en deux travées. En revanche, le système de charpente serait totalement inédit dans la mesure où la panne faîtière n'existe pas, les chevrons étant soutenus par quatre pannes (Thomashaussen *et al.*, 2011, p. 40-43 ; Blouet *et al.*, 2013b, p. 60). Dans ce cas spécifique, la question de la position de l'entrée du bâtiment se pose. En effet, la présence d'une tranchée de fondation au niveau du mur pignon sud-est rend très improbable l'existence d'un accès au bâtiment par ce côté. Nous pouvons alors avancer l'hypothèse d'un accès situé sur le mur gouttereau sud, notamment entre les quartes Q8 et Q6, où aucune trace d'une tranchée de fondation n'a été repérée. Comme proposé par G. Chester (2014), ces exceptions d'ouvertures latérales témoigneraient d'un certain niveau de variabilité architecturale rubanée (voir 2.1.9.2.1).

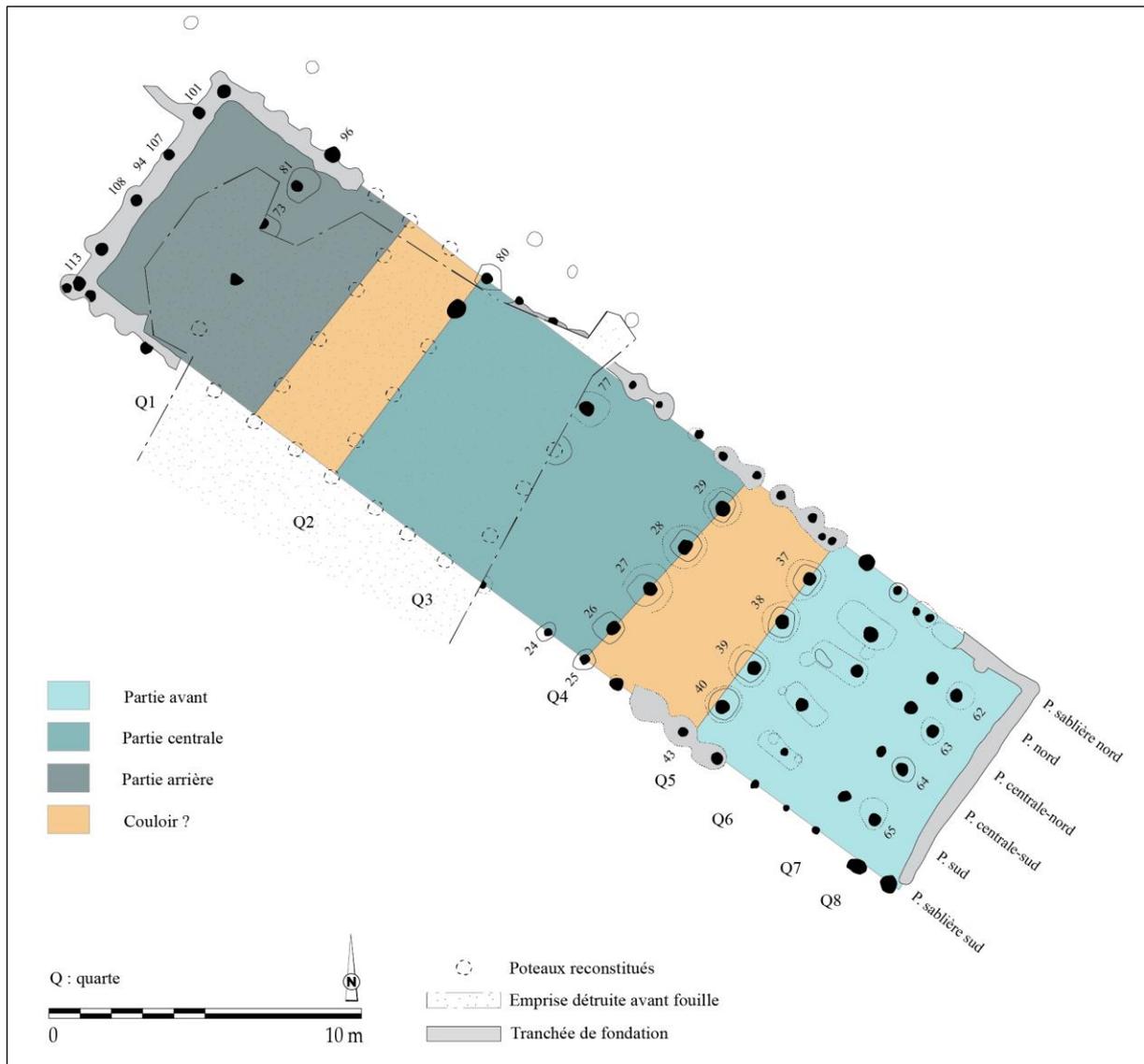


Fig. 235 - Interprétation architecturale de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M2, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnier. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'engrain, le pois, la lentille, le lin

cultivé, l'orge polystique nue et le blé nu. Par ailleurs, l'utilisation du lin en tant que plante textile est tout à fait possible sur le site.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 236) nous permet de souligner certains aspects. Au niveau de la partie avant, les faibles densités de carporestes et la présence exclusive de caryopses de céréales ne nous permettent pas d'avancer d'hypothèse concernant la fonction domestique de cette zone.

Dans la partie centrale, les quartes Q4 et Q3 ont livré une majorité de caryopse de céréales ainsi que quelques restes de légumineuses et de vanes de céréales. Tout comme pour la partie avant, les faibles densités de carporestes et les données très fragmentaires n'évoquent pas une fonction spécifique de cette zone. Toutefois, ces données ne permettent pas d'exclure, non plus, une zone d'activité domestique de préparation d'aliments, à l'instar de ce qui a déjà été observé pour les autres maisons.

Dans la partie arrière, constituée par la quarte Q1 et la paroi ouest (tranchée de fondation arrière), on observe des densités de carporestes un peu plus élevées que dans les autres parties du bâtiment. Par ailleurs, un assemblage carpologique hétéroclite comportant des caryopses de céréales, des légumineuses, des plantes adventices, des plantes oléagineuses et des plantes de cueillette a été repéré dans ce secteur. Bien que ces données n'évoquent pas une fonction précise de ce secteur, elles pourraient être compatibles avec l'hypothèse d'une zone destinée à un stockage temporaire de la récolte, à l'instar de ce qui a déjà été observé pour les maisons M5, M1 et M2 du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

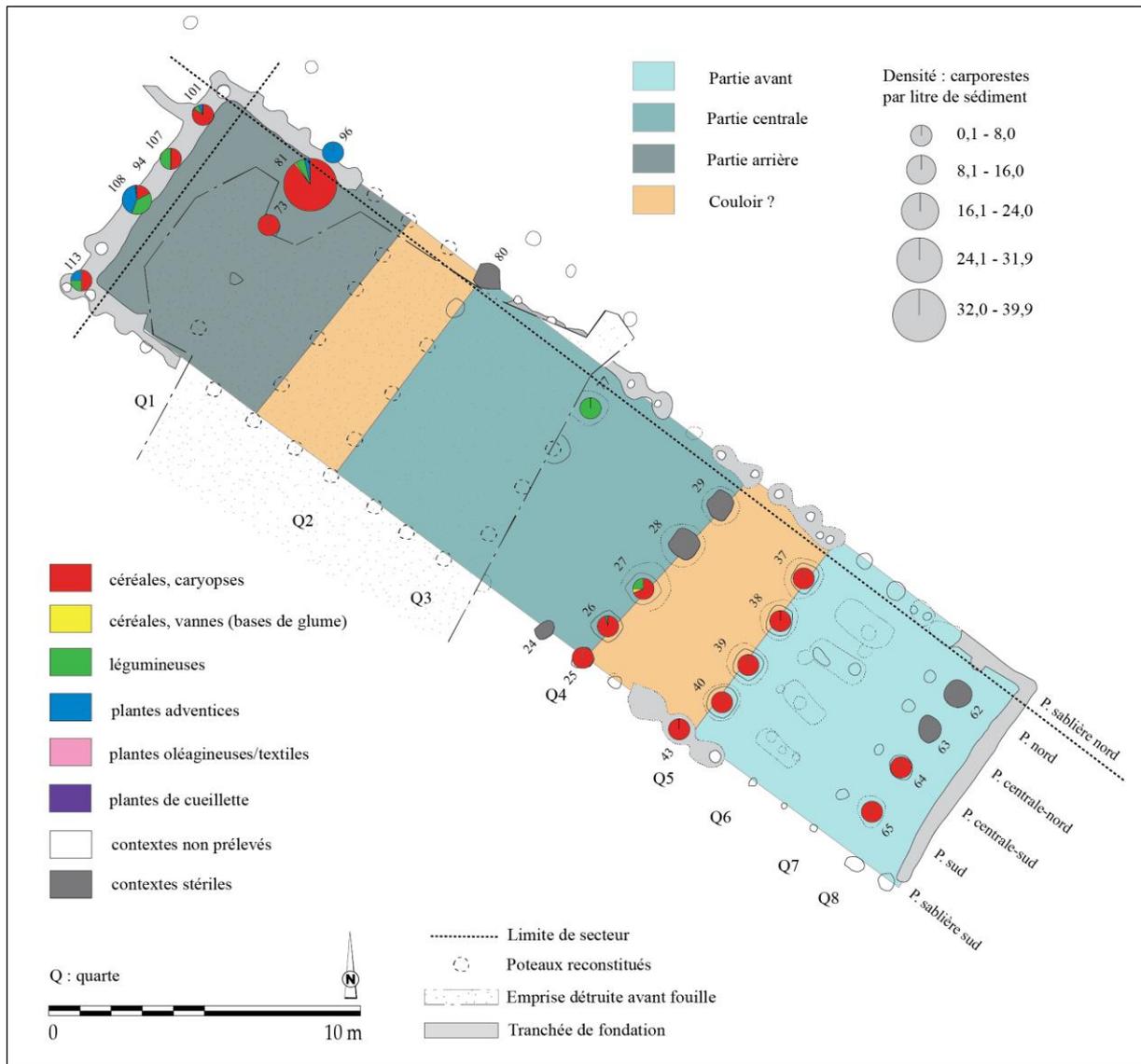


Fig. 236 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 61, Fig. 42).

### **9.5. Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD52C » (site 56)**

#### Le site

La commune d'Ennery (Moselle) se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord de Metz, le site lui-même étant localisé sur le rebord du plateau, sur le versant nord du vallon occupé par le ruisseau d'Ennery (Blouet *et al.*, 2013b, p. 114).

Au début de l'année 1997, le SRA de Lorraine a été consulté par la direction départementale de l'équipement sur un projet de calibrage de la route départementale RD 52c, entre les communes d'Ennery et Trémery. Dans le cadre de ces travaux, il était envisagé d'aménager un nouveau rond-point à la sortie d'Ennery destiné à desservir, à terme, la nouvelle zone industrielle prévue à l'est du village. Les sondages archéologiques réalisés au mois de mai 1997 ont révélé la présence d'occupations du Néolithique ancien et du Bronze final dont les vestiges se répartissaient sur la quasi-totalité de l'emprise du futur rond-point et de ses accès. En raison du coût trop élevé de la fouille par rapport au budget total des travaux, l'aménageur a modifié son projet et il a été décidé de mettre en œuvre des mesures conservatoires consistant à protéger par des remblais la partie localisée sous le terre-plein central. Le reste du site a fait l'objet d'une opération de fouille qui s'est déroulée aux mois de juin et juillet 1997.

Par ailleurs, au début de l'année 1999, la municipalité d'Ennery a réalisé une piste cyclable sur le côté nord de la route RD 52c, entre la sortie du village et le nouveau rond-point, dans un secteur qui n'avait pas encore fait l'objet de sondages archéologiques. Lors des travaux, pour lesquels le SRA n'avait pas été consulté, des structures d'habitat (trois trous de poteaux associés à une fosse rubanée) ont été dégagées et fouillées en urgence. Le secteur fouillé en 1997 jouxte les sites d'Ennery « Immaldi », Ennery « Giratoire » et Ennery « Voirie/Site 8 », situés du côté nord de l'ancienne route RD 52c, où des vestiges d'habitats du Néolithique moyen et du Bronze final ont été mis au jour. Ils ne comportaient en revanche aucun élément attribuable au Néolithique ancien, ce qui permet de considérer la route RD 52c comme la limite d'extension nord du site rubané. S'il n'a pas été possible de vérifier la présence d'autres vestiges dans l'emprise de la piste cyclable (le substrat étant déjà partiellement recouvert), ces découvertes témoignent de l'extension du gisement rubané. Elles montrent également que le site a été partiellement endommagé lors des travaux routiers réalisés anciennement sans surveillance archéologique.

Vers le nord-est, au-delà du rond-point, la portion de terrain triangulaire comprise entre l'ancien virage et le nouveau tracé de la route n'a pas été sondée, et l'on ne peut totalement

exclure la possibilité que le site s'étende aussi dans cette direction. Cependant, les derniers vestiges rubanés se trouvaient sous le terre-plein central et l'on peut considérer que, selon toute vraisemblance, les limites du gisement sont également atteintes dans cette direction. Au sud-ouest, à la sortie du village d'Ennery, un cimetière et un lotissement réalisés anciennement ont peut-être partiellement détruit le site, dans des proportions qu'il n'est pas possible d'évaluer. Vers le sud, enfin, les structures en limite de fouille parlent en faveur d'un prolongement du site dans cette direction. Au vu de ces éléments, on peut estimer que les installations rubanées couvraient au minimum 1 ha. Le gisement a subi une érosion importante, comme l'attestent les plans de bâtiments, presque tous incomplets, et la profondeur des trous de poteaux au sein de ces édifices (Blouet *et al.*, 2013b, p. 114-115).

### L'occupation rubanée

Au total, 122 fosses (dont 93 fosses avec de la céramique décorée) et dix maisons rubanées ont été mises au jour (Fig. 237). Parmi les éléments remarquables, on peut signaler la présence d'un vase zoomorphe pouvant représenter une tête de chien ou de mouton (st. 29) ainsi que de perles sur coquillage dans les maisons M1 (st. 169), M3 (st. 16, 17), M5 (st. 52) et dans la structure 57 de la maison M9 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 115).

### Les phases chronologiques

Le site ne semble pas avoir été occupé aux phases les plus anciennes du Rubané régional (Blouet *et al.*, 2013b, p. 115). Il est occupé dès le Rubané récent A, éventuellement à partir de la phase 5 avec une première phase de construction possiblement représentée par la maison M4, et de manière assurée à partir de la phase 5/6, la maison M10 représentant ainsi la deuxième phase de construction du site. Au Rubané récent B, le site pourrait être occupé par deux unités d'habitation, le bâtiment M8 (phase régionale 6) et une hypothétique maison attestée par les ensembles E11 et E14 représentant la troisième phase de construction du site. Les maisons M5 et M3, datées de la phase régionale 6/7, attestent quant à elles d'une quatrième et d'une cinquième phase de construction. Au début du Rubané final (phase régionale 7), deux maisons pourraient être installées sur le site, les maisons M2 et M7 représentant dans cette hypothèse la sixième phase de construction. La maison M6 relève, quant à elle, d'une septième phase de construction. À la fin du Rubané final (phase régionale 8), le site semble occupé par une seule unité d'habitat, la maison M9 représentant la huitième phase de construction, la maison M1 relevant quant à elle de la neuvième et dernière phase connue, Fig. 237 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 115-118).

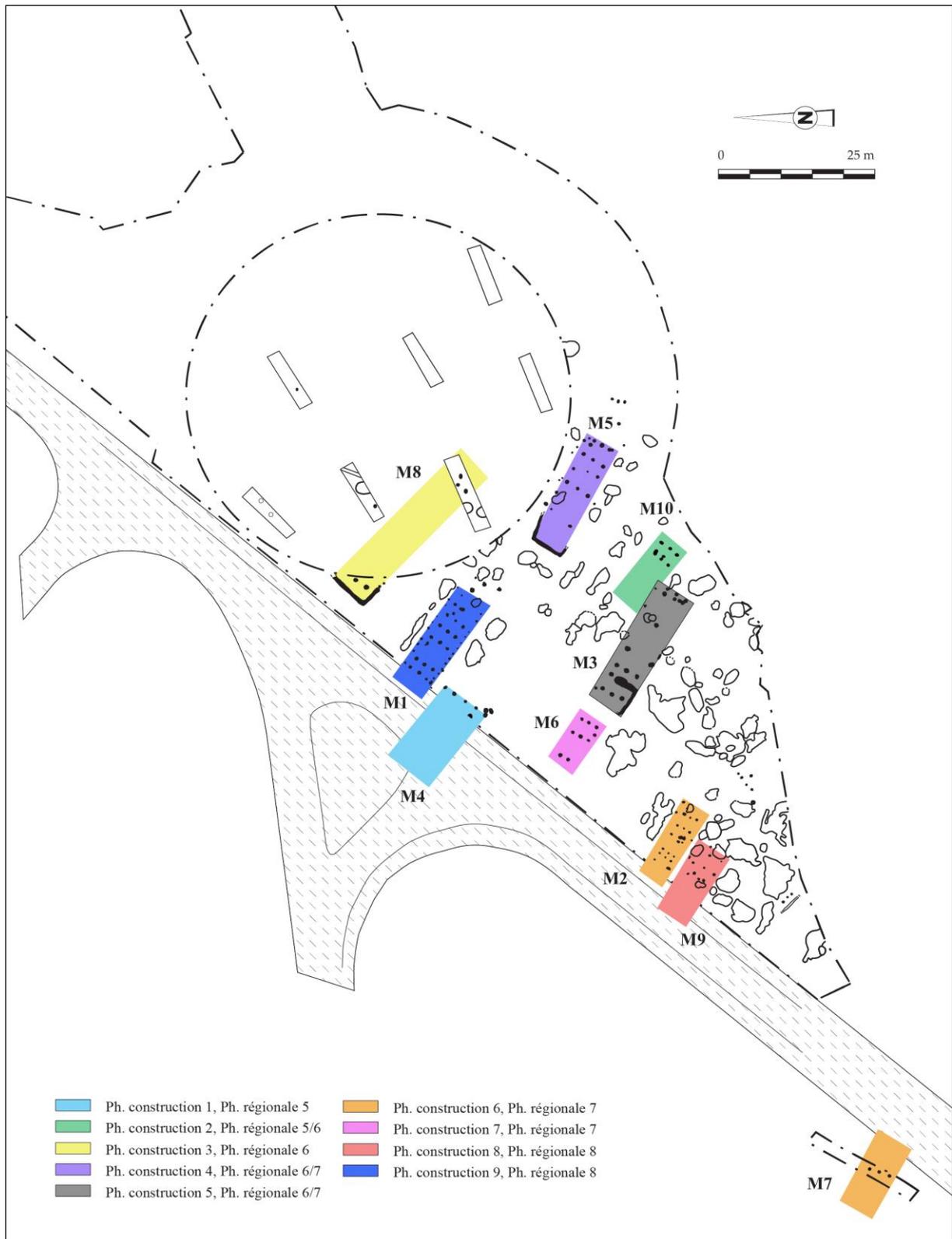


Fig. 237 - Le site d'Ennery « RD 52c » (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 116, Fig. 72).

En conclusion, l'habitat rubané d'Ennery « RD 52c » pourrait éventuellement débiter à la phase régionale 5 (maison M4), mais ce n'est qu'à la phase 5/6 que des installations y sont attestées avec certitude (maison M10). Par la suite, le site est occupé en continu jusqu'à la

phase régionale 8. Les phases 5/6, 6 et 6/7 semblent correspondre chacune à une phase de construction, tandis que les phases 7 et 8 compteraient deux phases de construction chacune. La présence de deux unités d'habitation synchrones, présumée seulement aux phases 6 et 6/7, est vraisemblable à la phase régionale 7. À la phase 8, une seule maison semble subsister sur le site. Ainsi, une ou deux unités d'habitat semblent avoir été reconstruites à huit (hypothèse basse) ou neuf (hypothèse haute) reprises entre la phase régionale 5 et la fin de la phase régionale 8 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 118-121).

### 9.5.1. La maison M1

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille (Tabl. 56 et Fig. 238) est incomplet, la partie arrière ayant été amputée par les travaux de la route RD 52c. Il est légèrement trapézoïdal, comprend sept tierces et la surface couverte est, au minimum, de 74 m<sup>2</sup> (Blouet *et al.*, 2013b, p. 121).

Tabl. 56 - Analyse métrique de la maison M1 d'Ennery « RD 52c » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 121). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	14,30 m (incomplète)
Largueur arrière	5,10 m
Largeur avant	5,40 m
Indice de trapézoïdalité (It)	Non mesurable
Largeur tierce arrière	3,20 m (première tierce visible)
Largeur tierce avant	3,10 m (dernière tierce complète)
Orientation	57,6°

Dans la plupart des cas, les fantômes des supports de panne étaient visibles en planimétrie : un seul a une section plutôt rectangulaire, mais pour tous les autres, leur section circulaire ou ovale suggère l'utilisation de troncs non équarris d'un diamètre maximal allant de 0,22 m à 0,54 m. Pour ce qui est des poteaux de parois (pannes sablières), cette observation n'était que rarement possible et seul un poteau de section triangulaire, sur la paroi est, semble avoir été constitué d'un tronc refendu (Blouet *et al.*, 2013b, p. 121).

La maison est flanquée de cinq fosses latérales, dont trois du côté nord (st. 93, 169 et 234) et deux du côté sud (st. 72 et 92). La fosse 234, très peu profonde (0,12 m au maximum), ne contenait pas de mobilier alors que trois autres (st. 169, 72 et 92) sont datées de la phase régionale 8, soit du Rubané final. La datation de la fosse 93 (phase régionale 6 à 7), résulte selon toute vraisemblance d'une pollution par des éléments plus anciens pouvant éventuellement provenir de la maison M8, située quelques mètres au nord. Cette fosse n'a pas

été associée à la maison M1 dans la sériation finale des ensembles (Blouet *et al.*, 2013b, p. 121).

### 9.5.1.1 Les données carpologiques

L'analyse a été menée sur 52 prélèvements issus de 42 contextes archéologiques (structures en creux), dont trois fosses latérales et 39 trous de poteau (Fig. 238). Parmi les contextes étudiés, 28 se sont avérés positifs. Au total, 139 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 189,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).

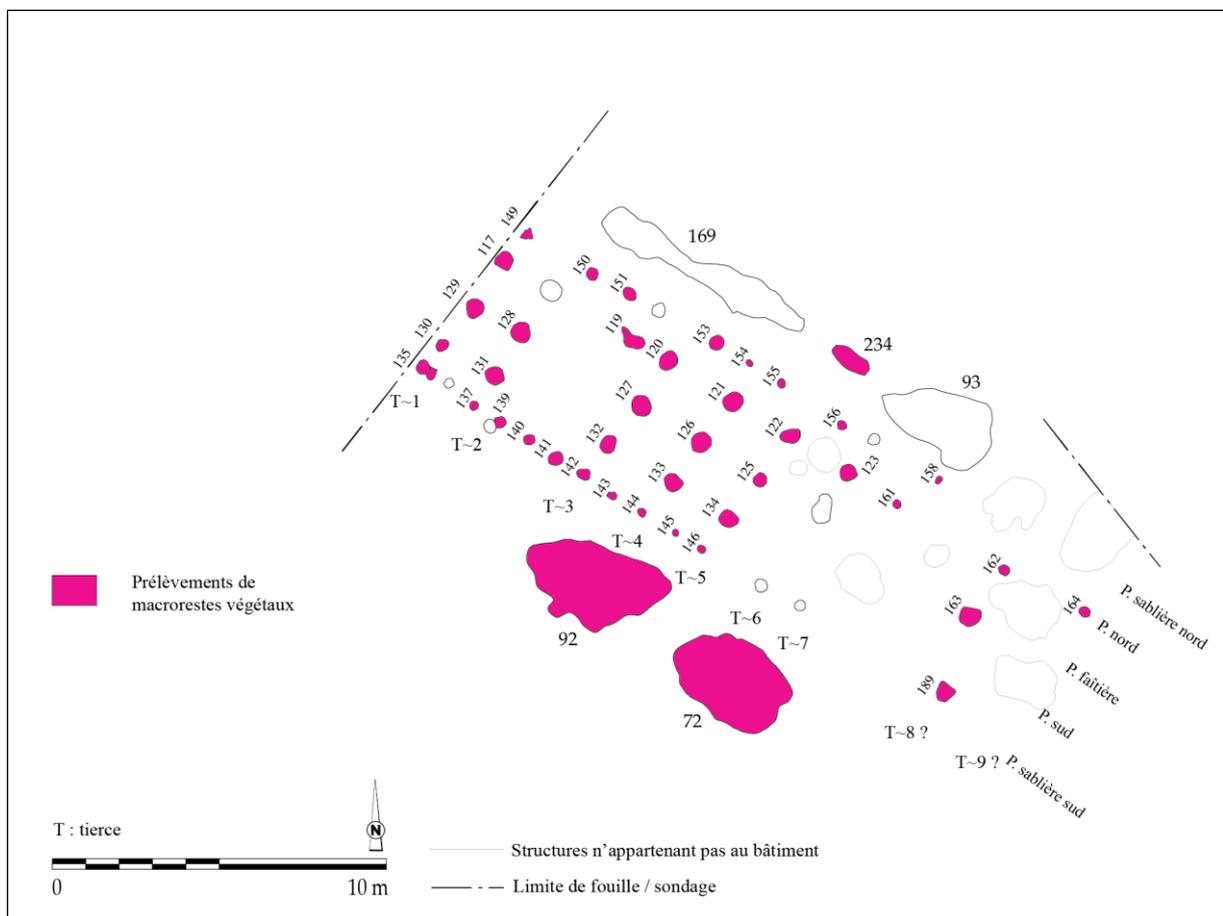


Fig. 238 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 121, Fig. 79).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1, fosses latérales comprises (Fig. 239). Il faut noter que les données en provenance de cette maison sont très faibles et que les résultats sont à interpréter avec prudence. On observe que parmi les 28 contextes positifs analysés, une grande majorité

(17 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,2 et 0,7 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : quatre contextes présentent des densités allant de 0,7 à 1,3 carporestes/litre de sédiment ; un contexte présente une densité comprise entre 1,3 et 1,8 ; trois contextes présentent des densités allant de 1,8 à 2,3 ; un contexte présente une densité comprise entre 2,3 et 2,9 ; enfin, un contexte présente une densité allant de 2,9 à 3,4 carporestes/litre de sédiment.

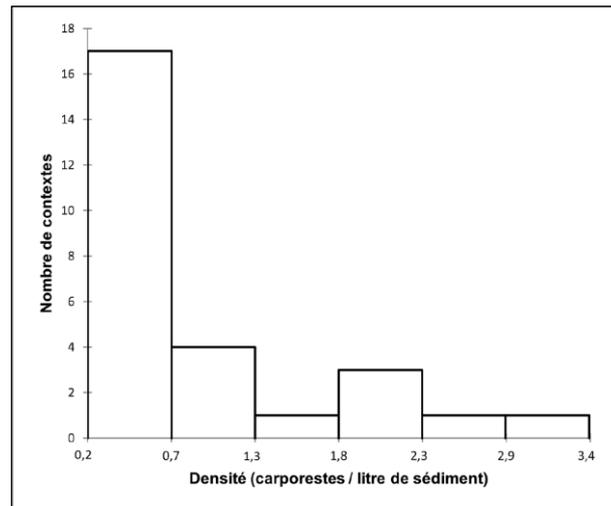


Fig. 239 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (0,9). La valeur d'écart-type (n-1) faible (0,8) indique que les données ne sont pas dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (0,5) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (1,6), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M1, la densité de carporestes de la fosse 92 est très faible, alors que celle de la fosse 72 est un peu plus élevée. Les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains comportent des densités un peu plus élevées. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les quatre contextes où les densités dépassent 1,8 carporestes/litre de sédiment peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Ces contextes se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau de la tierce T2 et des trous de poteaux situés en amont de la tierce T7 (Fig. 211).

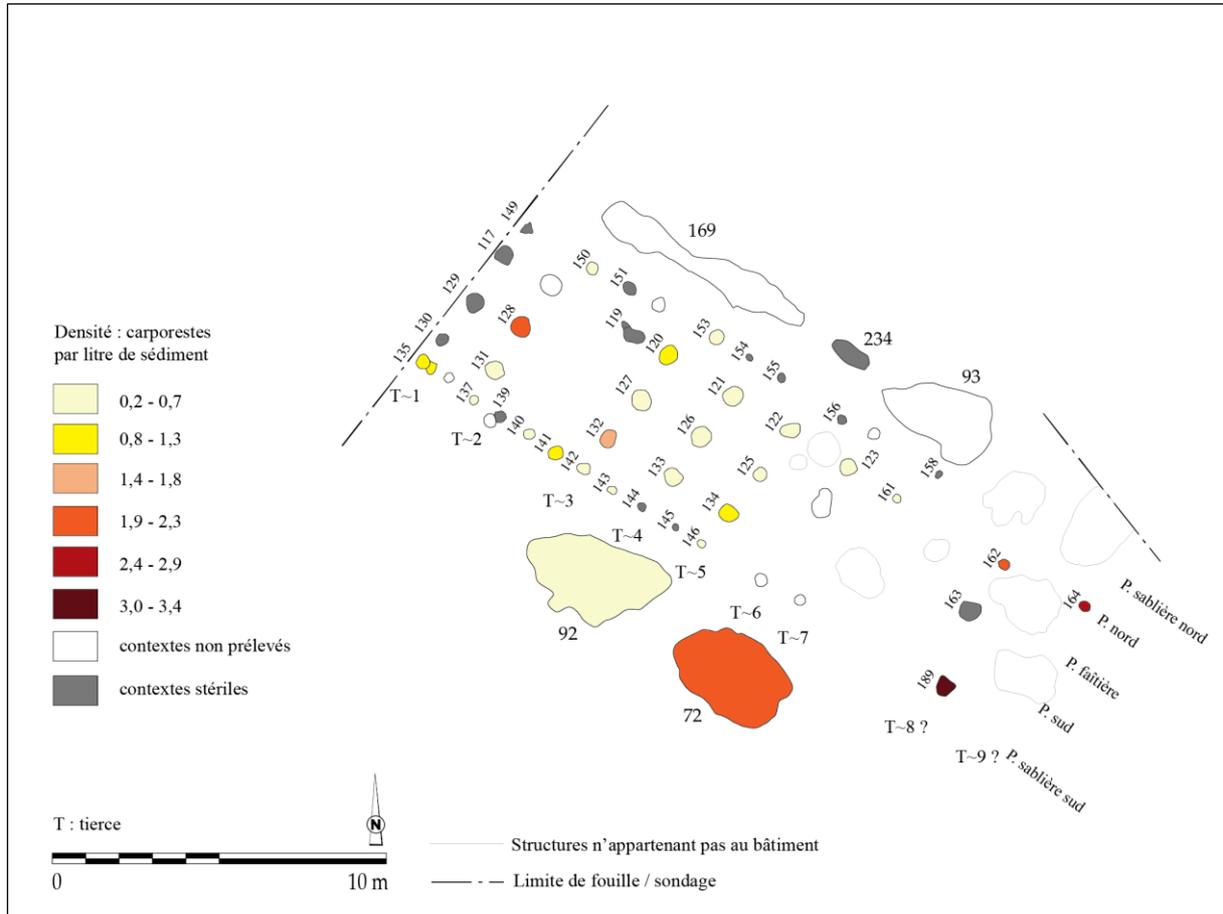


Fig. 240 - Répartition des densités dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 121, Fig. 79).

### La distribution des catégories de plantes

On constate la prépondérance de caryopses de céréales dans tout le secteur fouillé du bâtiment. Les légumineuses sont attestées aussi bien dans la tierce T4 que dans la panne sablière sud, au niveau de la tierce T8 ?. Les plantes adventices, quant à elles, sont éparpillées dans le bâtiment, elles se trouvent, en partant de l'entrée de la maison (sud-est) au niveau des tierces T9 ?, T8 ?, T5, T3, T2 ainsi que dans la panne sablière sud, entre les tierces T4 et T3. Les vanes de céréales sont attestées dans les tierces T3, T2 et dans la panne sablière sud, au niveau de la tierce T8 ?. Un carpoeste de plante de cueillette est présent dans la tierce T8 ? (st. 162). Enfin, les fosses 72 et 92 situées dans le flanc sud du bâtiment n'ont livré que des caryopses de céréales (Fig. 241).

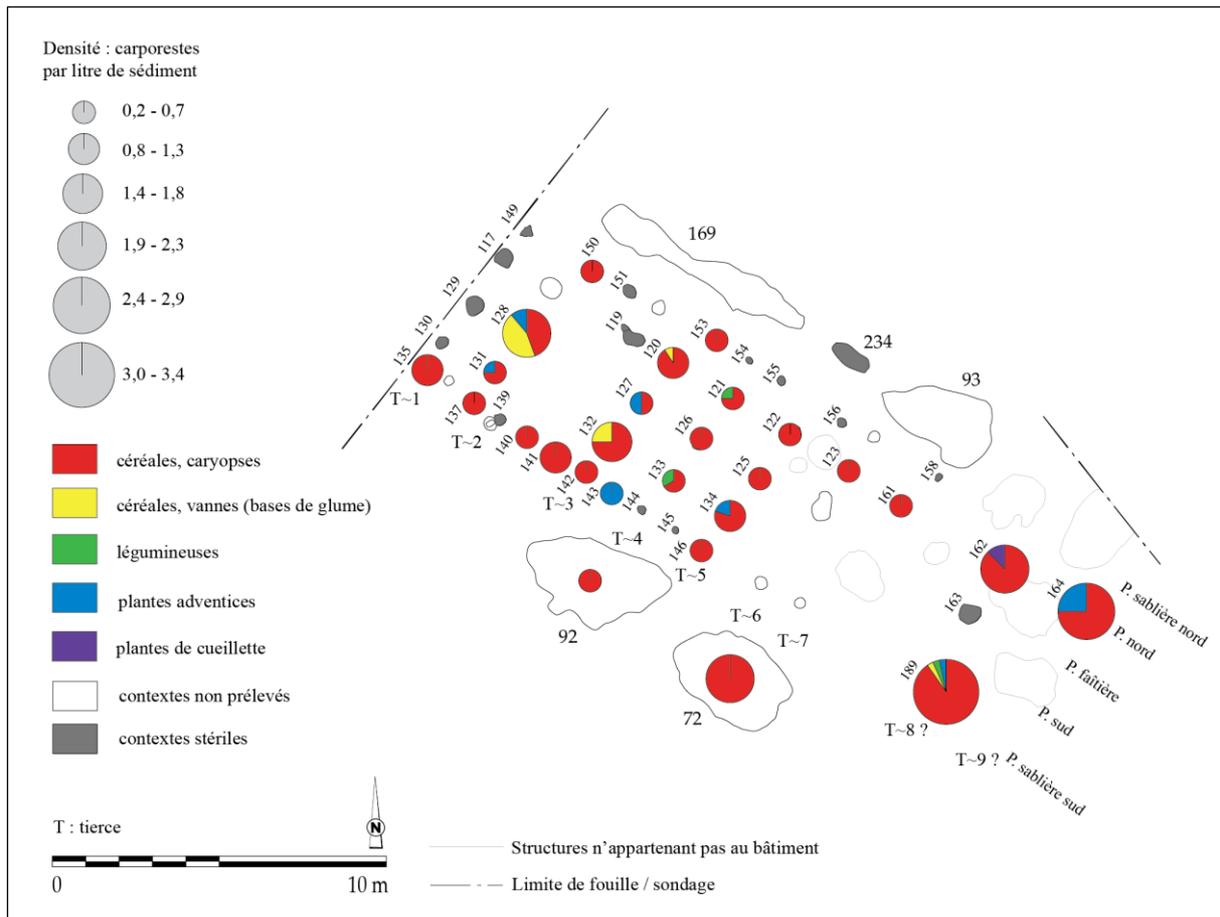


Fig. 241 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 121, Fig. 79).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carporestes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 242).

Au sein de la maison, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier. L'engrain n'est présent que de manière anecdotique (un carporeste dans la tierce T4). En ce qui concerne les céréales nues, l'orge polystique nue est bien représentée, elle est attestée au niveau des tierces T9 ?, T8 ?, T2 ainsi que tout le long de la panne sablière sud, mettant en évidence un effet de paroi. Enfin, le spectre de céréales issu des fosses 72 et 92 est assez pauvre, n'étant représentés que l'amidonnier, le blé indéterminé, les céréales indéterminées ainsi qu'un carporeste d'orge polystique vêtue.

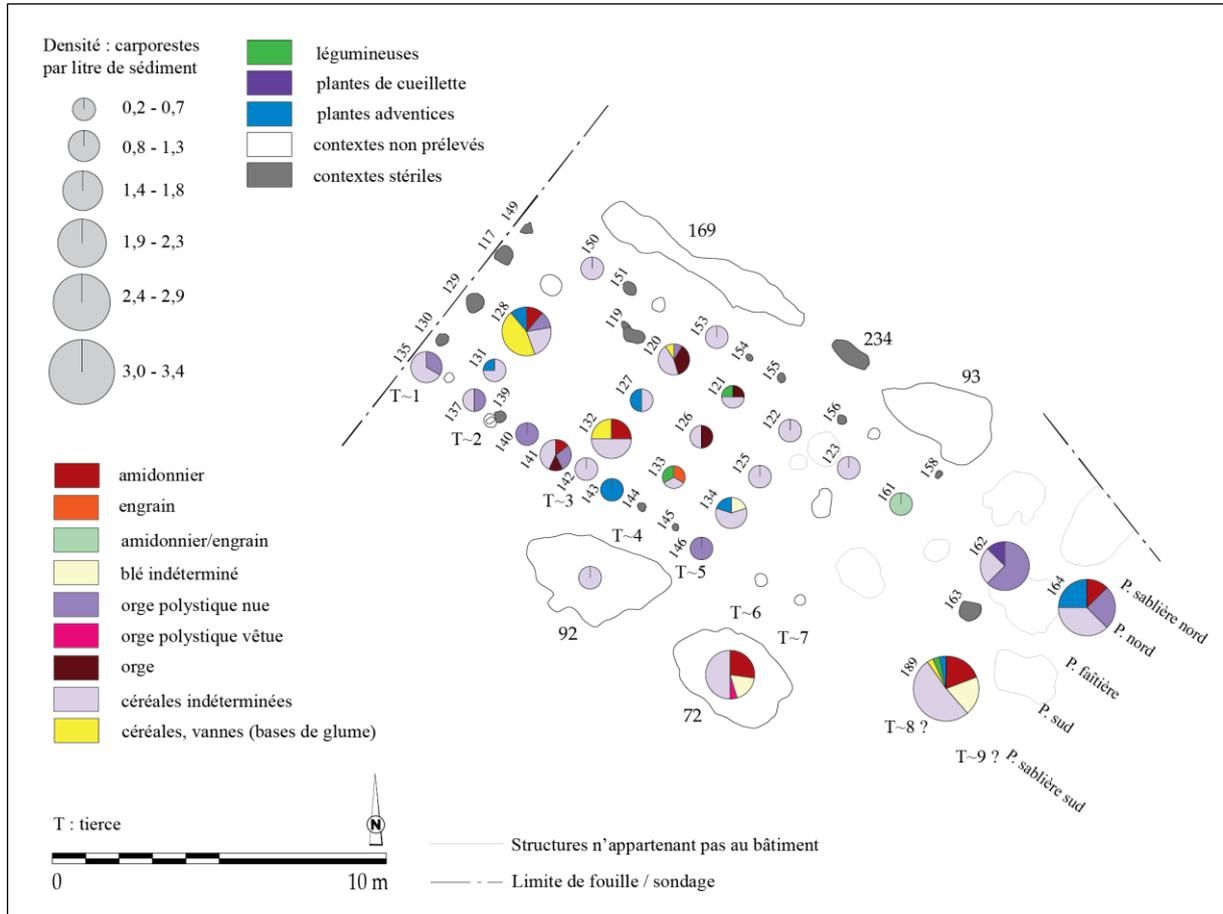


Fig. 242 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 121, Fig. 79).

### La distribution des légumineuses

Au sein du bâtiment, les légumineuses ne sont attestées qu'au niveau de la tierce T4 et dans la panne sablière sud (à hauteur de la tierce T8 ?). La seule espèce identifiée est la lentille (Fig. 243).

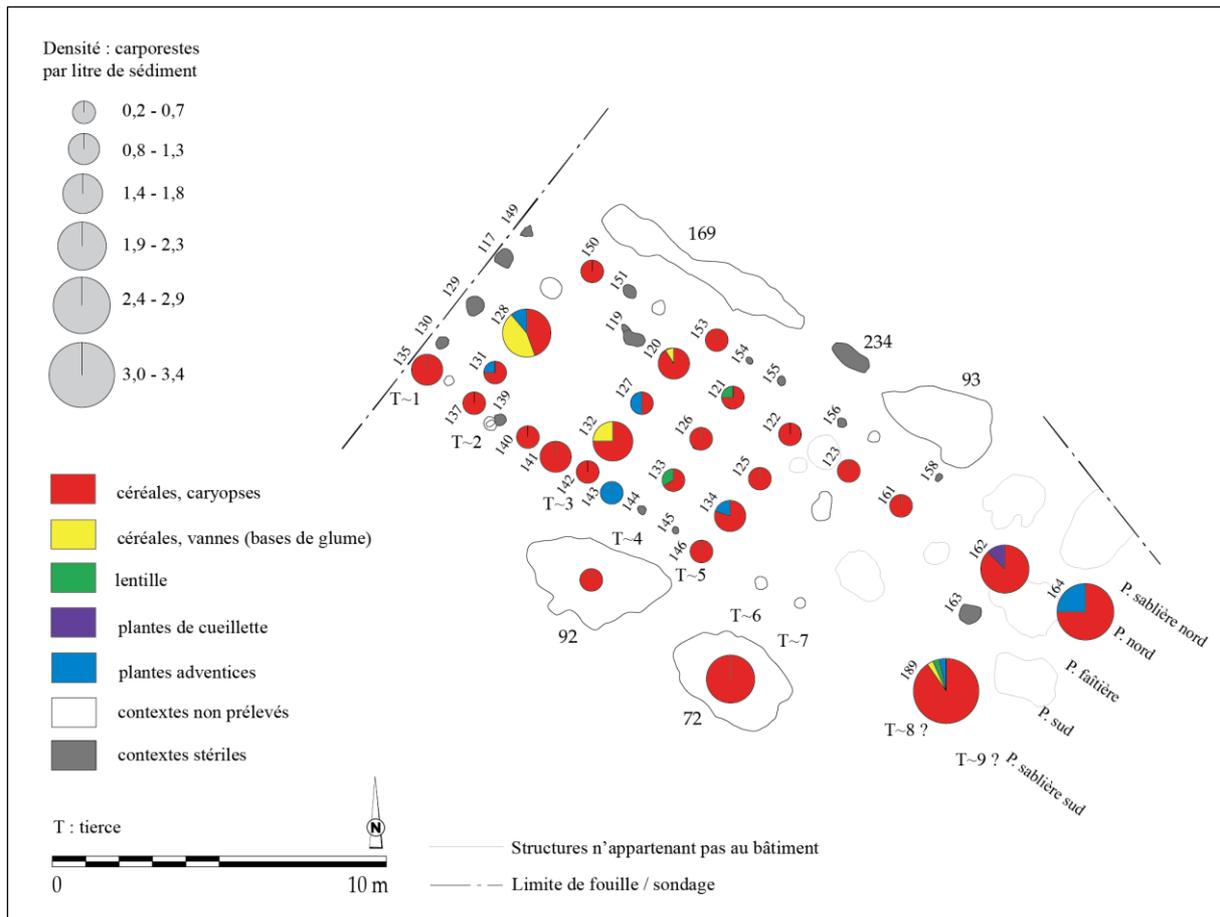


Fig. 243 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 121, Fig. 79).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,151 > \alpha = 0,05$ ), on doit alors retenir l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et rejeter l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il n'existe pas de dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,191 > \alpha = 0,05$ ), on doit alors retenir l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et rejeter

l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il n'existe pas de dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes.

D'après les résultats présentés ci-dessus, aucune limite de secteur ne peut être proposée ni pour l'axe perpendiculaire de la maison ni pour l'axe longitudinal. En effet, dans les deux cas, la probabilité qu'il n'existe pas de lien entre les contextes archéologiques (tierces et pannes) et les catégories de plantes dépasse 5 %. Pour ce qui est du lien entre les tierces et les catégories de plantes, le risque de nous tromper en rejetant l'hypothèse nulle  $H_0$  est de 15,1 %, ce risque augmente à 19,1 % en ce qui concerne les pannes. On constate donc qu'il y a des chances pour que la distribution du matériel carpologique au sein de la maison soit liée au hasard. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.5.1.2).

### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M1 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,900$  ;  $p\text{-valeur} = 0,083 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  puisqu'il y a 8,3 % de probabilité qu'il n'existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 244).

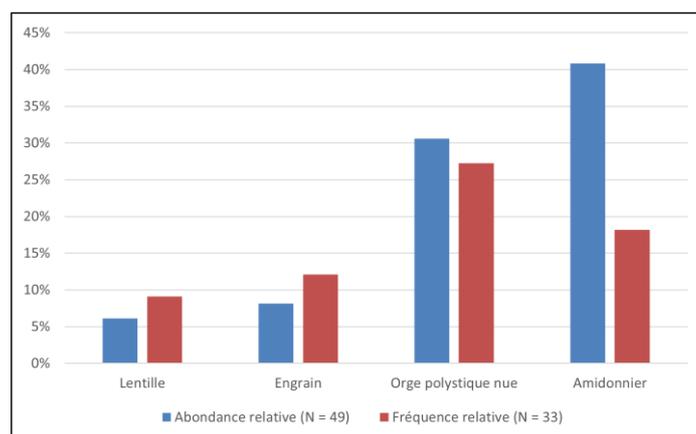


Fig. 244 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporesses de la maison M1 d'Ennery « RD52c ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l'application de cet indice sont cohérents avec l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte de l'abondance relative (Tabl. 57).

Tabl. 57 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 d'Ennery « RD52c ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	40,82	18,18	59,00
Orge polystyque nue	30,61	27,27	57,88
Engrain	8,16	12,12	20,28
Lentille	6,12	9,09	15,21

### 9.5.1.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe qu'il s'agit d'une maison de type 1b de Modderman (voir 2.1.9.2.2). En ce qui concerne l'avant, plusieurs possibilités sont envisageables suivant que l'on intègre ou non certains trous de poteaux situés vers le sud-est et pouvant s'aligner avec la paroi sud ou les poteaux de tierces (st. 162, 163, 164 et 189). L'hypothèse retenue par les archéologues fait interrompre le bâtiment à peu près au même niveau que les fosses latérales (st. 72 et 93), sa longueur conservée étant alors de 14,30 m. Les tierces T~1 et T~2 correspondent selon toute vraisemblance au couloir arrière.

Les tierces T~3 et T~4 partagent la partie centrale en deux travées longues de 4,30 m et 2,10 m et les tierces T~5, T~6 et T~7 forment le grenier avant (Blouet *et al.*, 2013b, p. 121).

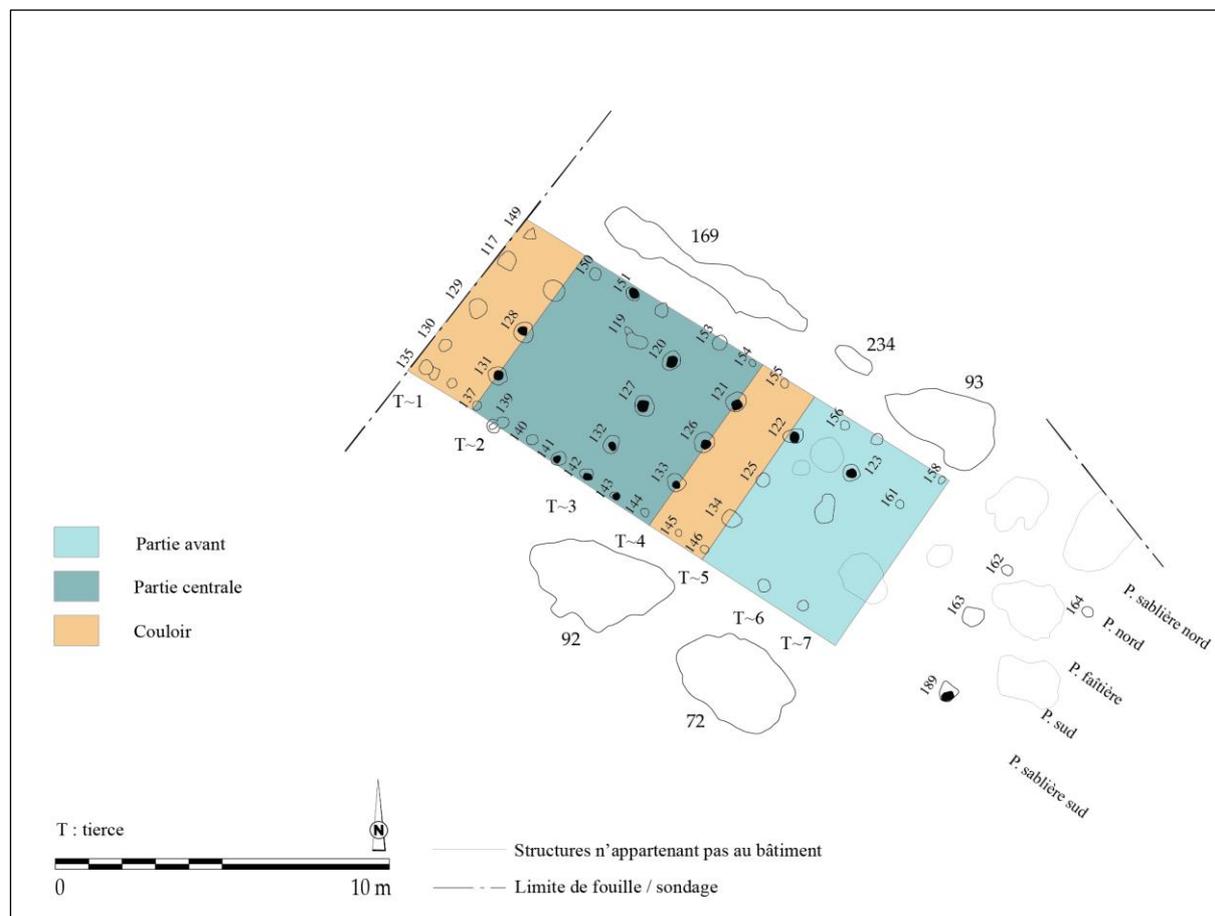


Fig. 245 - Interprétation architecturale de la maison M1 d'Ennery « RD 52c ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 121, Fig. 79).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M1, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonner. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'orge polystyque nue, l'en grain et la lentille.

L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

Nous rappelons que l'analyse de la distribution des données carpologiques au sein de la maison M1 appelle à la prudence étant donné le caractère faible des densités des carpolestes. Les résultats des tests du Khi-deux nous ont montré qu'il y a des chances pour que la distribution du matériel carpologique au sein de la maison soit liée au hasard. Toutefois, lorsque nous analysons de façon conjointe les données carpologiques et architecturales (Fig. 247), nous observons une cohérence dans la distribution planimétrique des données. Nous sommes alors tentés d'accepter le risque de 15,1 % de nous tromper en rejetant l'hypothèse nulle  $H_0$  concernant le lien entre les tierces et les catégories de plantes. À condition d'accepter ce risque, nous pouvons souligner certains aspects.

Premièrement, rappelons que l'hypothèse retenue par les archéologues fait interrompre le bâtiment à peu près au même niveau que les fosses latérales (st. 72 et 93). Toutefois, nous avons eu l'occasion d'étudier le matériel carpologique en provenance de quatre trous de poteau situés au sud-est du bâtiment (st. 162, 163, 164 et 189) et qui semblent être alignés avec les pannes nord, faîtière et sablière sud. L'analyse comparative du spectre de céréales de la maison M1 et desdits trous de poteau montre une similitude (Fig. 246), il est donc vraisemblable que ces trous de poteau étaient fonctionnels au même moment que ceux de la maison. Par conséquent, ils pourraient s'inscrire dans le plan général du bâtiment.

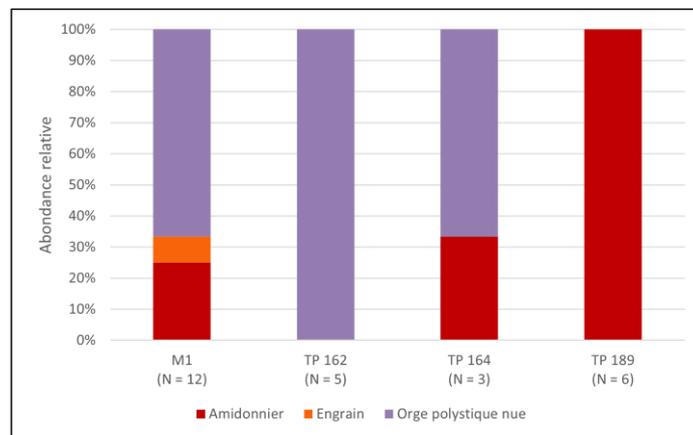


Fig. 246 - Abondance relative de céréales par taxon en fonction de la maison M1 et des trous de poteau 162, 164 et 189. N : NMI total des taxons retenus.

Il n'y a, à priori, aucun obstacle pour proposer une version plus longue à partir des résultats carpologiques, d'autant plus que la partie avant de la maison est perturbée par un chapelet de fosses ou de chablis (V. Blouet, communication personnelle, 2023). Dans cette nouvelle proposition, on voit apparaître les tierces T~9 (st. 162 et 163) et T~8 (st. 164). La

partie avant serait ainsi constituée des tierces T~9, T~8 et T~7. De même, le couloir avant serait situé entre les tierces T~6 et T~5 afin d'harmoniser la taille des espaces avant et central (Fig. 247).

Si nous acceptons cette nouvelle proposition de plan architectural, nous observons que dans la partie avant (tierces T9, T8, T7, T6), les caryopses de céréales prédominent (amidonnier et orge polystique nue). Les plantes adventices, les vanes de céréales, les légumineuses et les plantes de cueillette y sont également attestées. L'interprétation de ces données appelle à la prudence étant donné que, dans ce secteur, la plupart des trous de poteau n'ont pas été repérés. Bien que nous ne puissions pas nous prononcer sur la fonction précise de ce secteur, ces données mettent en évidence une zone d'activité domestique.

La partie centrale, comprise entre les tierces T5 et T2, se caractérise par la prédominance de caryopse de céréales, principalement d'amidonnier et d'orge polystique nue. Par ailleurs, on remarque la présence de vanes de céréales, de plantes adventices et de légumineuses. Ces données vont dans le sens d'une zone d'activité domestique de préparation d'aliments, voire de décorticage des céréales. Rappelons que certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décorticage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 in Kreuz *et al.*, 2020, p. 104).

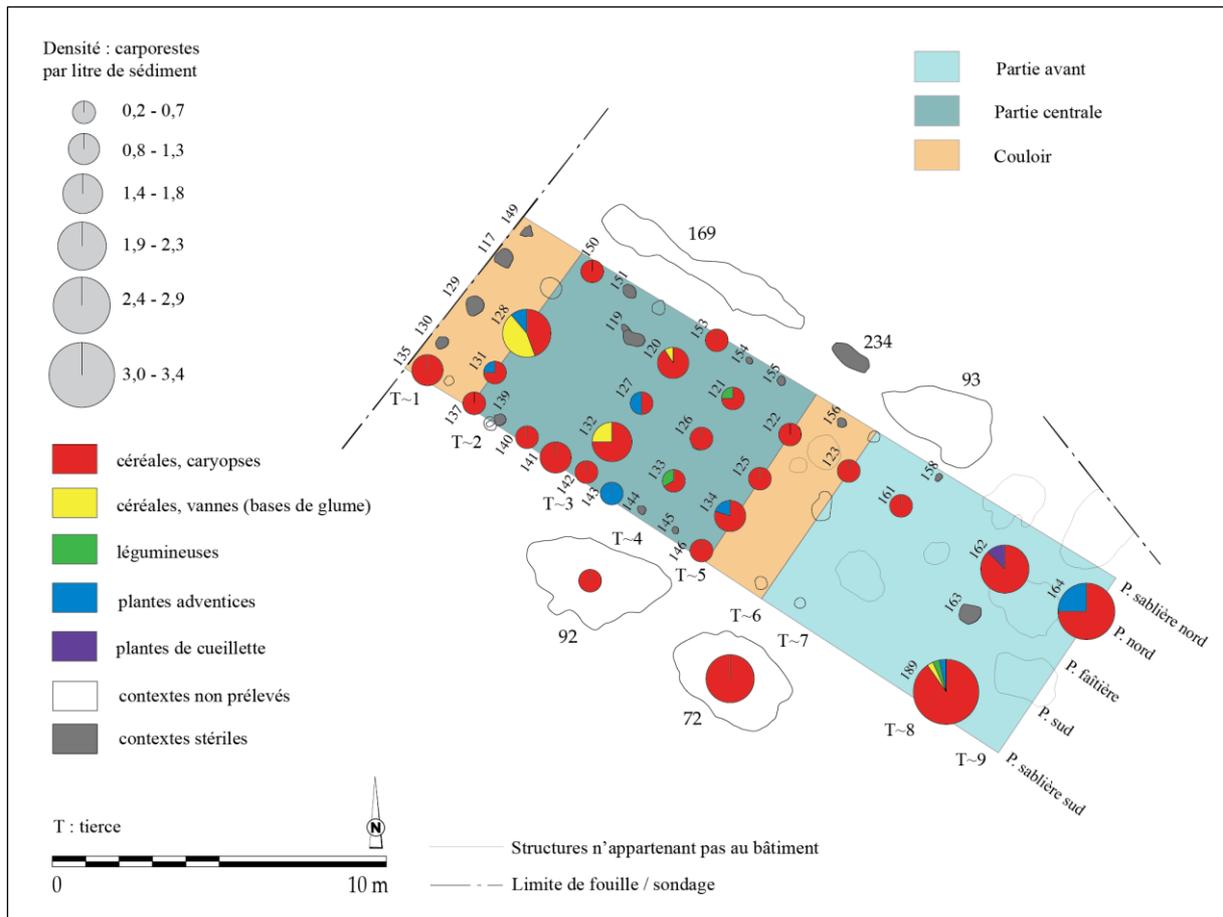


Fig. 247 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 d'Ennery « RD 52c ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 121, Fig. 79).

## 9.6. La Maxe « Les Lignières » (site 54)

### Le site

La commune de La Maxe (Moselle) se situe à 7 km au nord de Metz. Le site est implanté sur la très basse terrasse en rive gauche de la Moselle qui coule actuellement à 1 500 m à l'est où elle longe la bordure du Plateau lorrain. Le parcellaire sinueux témoigne de la présence de nombreux paléochenaux qui ont été repérés à l'est du village de La Maxe qui pouvait donc se situer sur une île ou en rive droite (Blouet *et al.*, 2013b, p. 111).

Le site a été trouvé en 1995 à l'occasion de sondages mécaniques réalisés par L. Thomashausen préalablement aux travaux d'aménagement d'un lotissement à usage d'habitation d'une surface de 3,8 ha. Le diagnostic a révélé la présence de très nombreux vestiges d'habitats datés du Néolithique ancien, de la période antique, du Moyen Âge et de l'époque moderne. Au vu des résultats du sondage, le projet d'aménagement a été modifié et seule la partie occidentale a été fouillée, la partie orientale faisant l'objet d'une mesure de classement. Une surface de 7 500 m<sup>2</sup> a été ouverte (Blouet *et al.*, 2013b, p. 111).

### L'occupation rubanée

Les plans de deux maisons (M1 et M3) et six fosses relèvent de l'occupation rubanée. Trois d'entre elles bordent la paroi nord de la maison M1 (st. 553, 554, 583). Une autre constitue la fosse latérale sud de la maison M3 (st. 161). Enfin, deux fosses longitudinales (st. 408 et 431) situées dans le secteur sud-est du décapage à une soixantaine de mètres en avant de la maison M3 marquent selon toute vraisemblance l'existence d'un troisième habitat (Fig. 248), soit la maison M2 (Blouet *et al.*, 2013b, p. 111).

### Les phases chronologiques

Le mobilier est globalement peu abondant. Dans la sériation des ensembles, les maisons M1 et M2 sont datées du Rubané récent, soit de la phase régionale 5/6 (Fig. 248). En l'absence de céramique décorée, la datation de la maison M3 n'a pu être précisée (Blouet *et al.*, 2013b, p. 111).

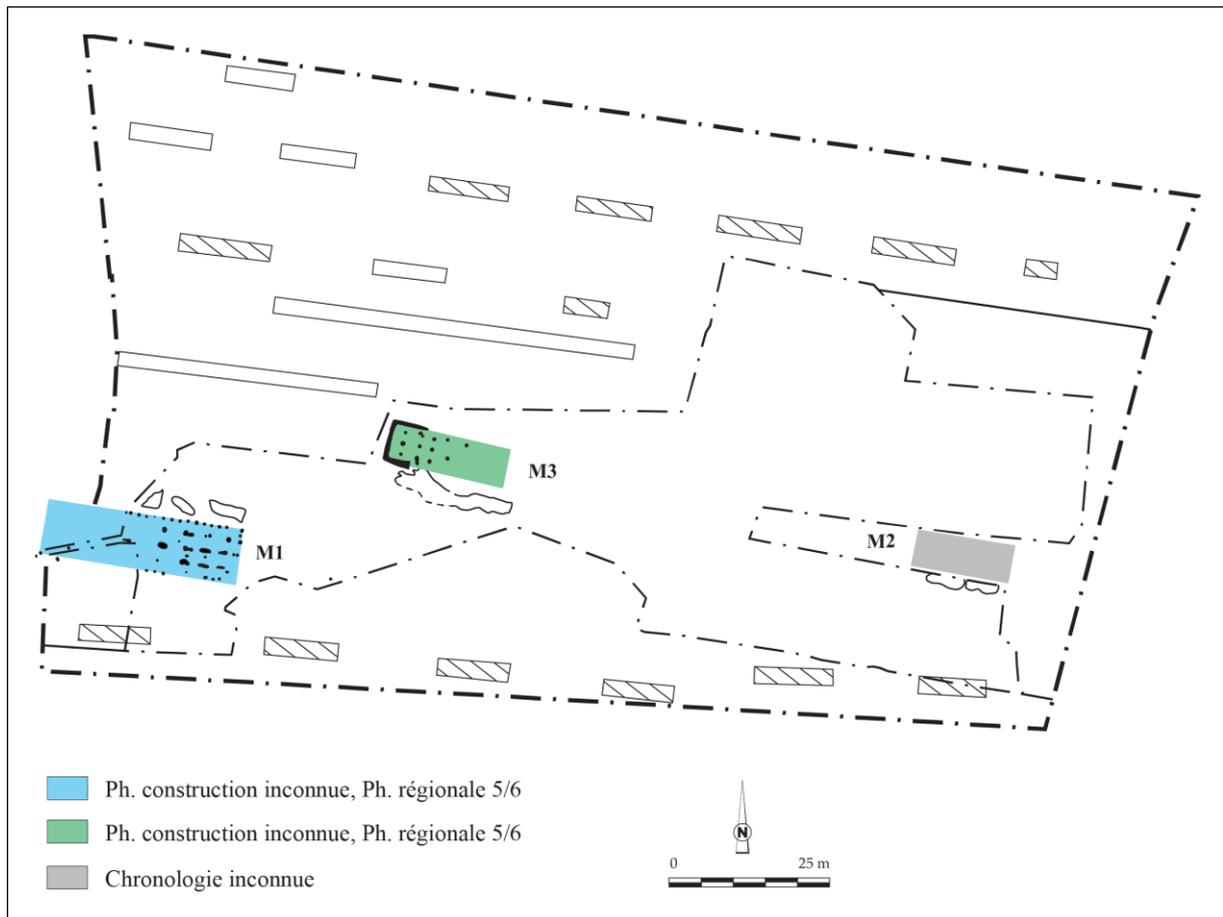


Fig. 248 - Le site de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 111, Fig. 68).

### 9.6.1. La maison M1

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille (Tabl. 58 et Fig. 249) n'a été que partiellement dégagé, l'arrière se situant en dehors des limites de fouille. Cependant, une tranchée d'assainissement à l'ouest du décapage a permis de découvrir deux trous de poteaux supplémentaires appartenant, pour l'un, à la panne sud et, pour l'autre, à la paroi sud (panne sablière sud). La paroi nord (panne sablière nord) a été reconnue sur une longueur de 17,80 m et la paroi sud sur 31,2 m, faisant d'elle la maison la plus large connue en Lorraine. Le plan comprend huit tierces, il est rectangulaire et la surface couverte est, au minimum, de 267 m<sup>2</sup> (Blouet *et al.*, 2013b, p. 112).

Tabl. 58 - Analyse métrique de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 111). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	31,20 m (incomplète)
Largueur arrière	Non mesurable
Largeur avant	8,55 m
Largeur tierces	4,70 m
Orientation	82,8°

Sous le décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,34 m et au maximum de 0,74 m. Les fantômes de quelques supports de panne non refendus (diamètre : 0,20 m à 0,50 m) étaient visibles en planimétrie (Blouet *et al.*, 2013b, p. 112).

Les fosses latérales nord (st. 553, 554 et 583) associées à l'habitation étaient peu profondes (profondeur maximale : 0,20 m). Elles ont livré peu de mobilier attribuable à la phase régionale 5/6, soit au Rubané récent A (Blouet *et al.*, 2013b, p. 112).

#### 9.6.1.1 Les données carpologiques

L'analyse a été menée sur 32 prélèvements issus de 32 contextes archéologiques (structures en creux), dont une fosse latérale, une petite fosse située à l'avant du bâtiment et 30 trous de poteau (Fig. 249). Parmi les contextes étudiés, 24 se sont avérés positifs. Au total, 496 carpoestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 77,5 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).

Il faut noter qu'une étude très récente a été réalisée par J. Wiethold sur 16 prélèvements retrouvés au CCEL, dont 9 se sont avérés stériles. Ces prélèvements correspondent à 16 contextes archéologiques (dont 3 nouveaux contextes et 13 déjà analysés dans le cadre de ce travail) et viennent compléter les données disponibles. Étant donné les contraintes de temps, ces résultats n'ont pas été intégrés dans ce chapitre. Cependant, vu le nombre total de prélèvements stériles et notamment le nombre de nouveaux contextes positifs (seulement un), les résultats présentés ici ne risquent pas de présenter des modifications importantes.

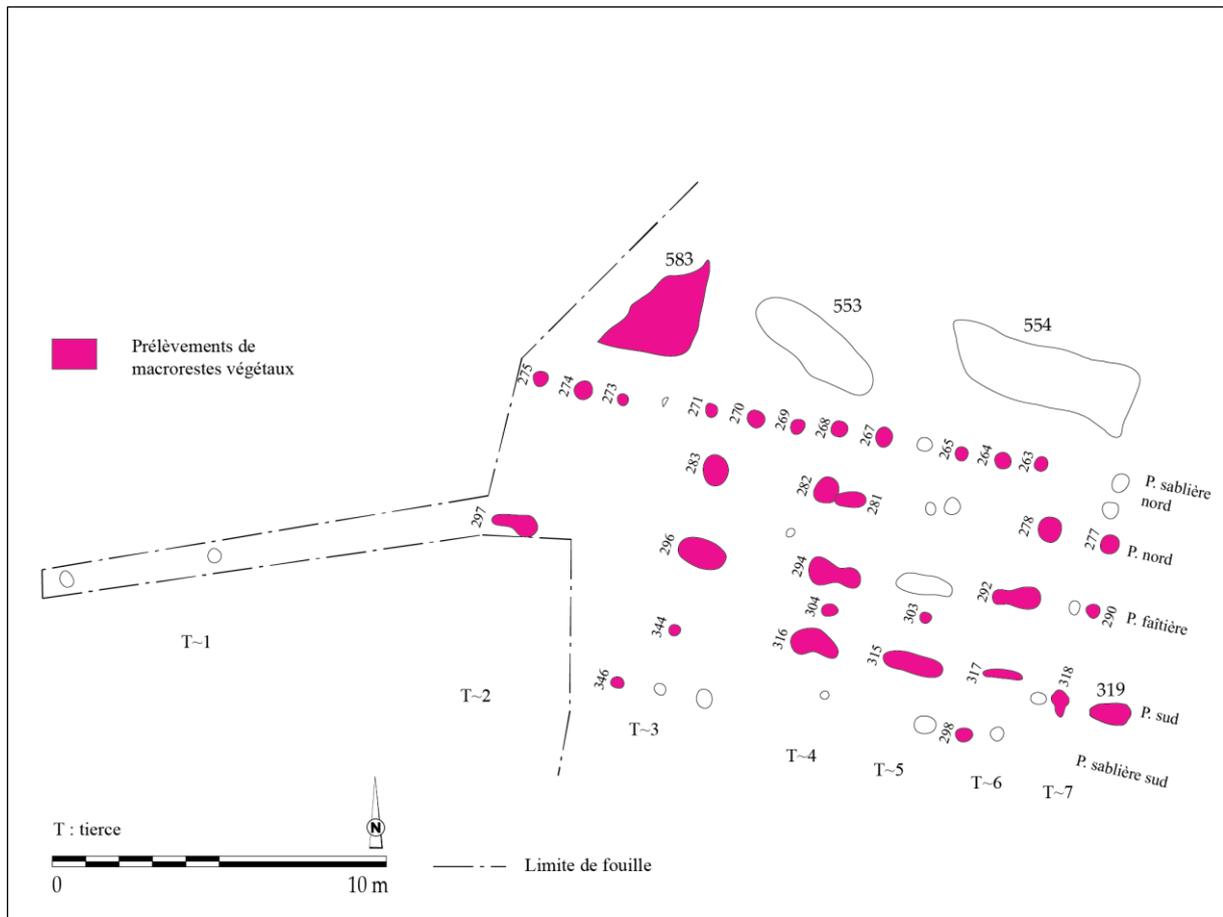


Fig. 249 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1, fosse latérale comprise (Fig. 250). On observe que parmi les 24 contextes positifs analysés, une grande majorité (21 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,3 et 10,9 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : deux contextes présentent des densités allant de 10,9 à 21,6 carporestes/litre de sédiment ; un contexte présente une densité comprise entre 21,6 et 32,2 ; aucun contexte ne présente de densité allant de 32,2 à 42,8 ni de densité comprise entre 42,8 et 53,4 ; enfin, un contexte présente une densité allant de 53,4 à 64,0 carporestes/litre de sédiment.

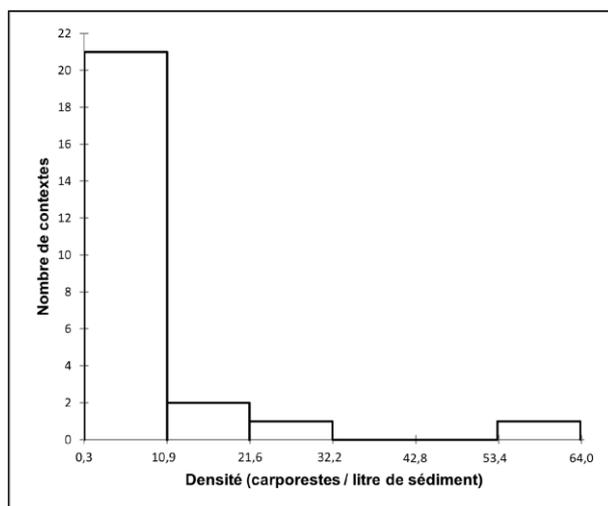


Fig. 250 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (7,2). La valeur d'écart-type (n-1) assez élevée (12,9) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (3,0) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (3,6), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M1, la densité de carporestes de la fosse 583 est très faible. Les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis qu'un comporte une densité élevée. L'étalement des données autour de la moyenne étant assez important (écart-type élevé), on peut légitimement discuter de cette répartition. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, le contexte où la densité dépasse 53,4 carporestes/litre de sédiment (trou de poteau 297), peut être un indicateur de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Ce contexte se situe, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau de la tierce T~2. On observe que les densités dépassant 10,9 carporestes/litre de sédiment se situent au niveau des tierces T~4, T~3 et T~2 (Fig. 251).

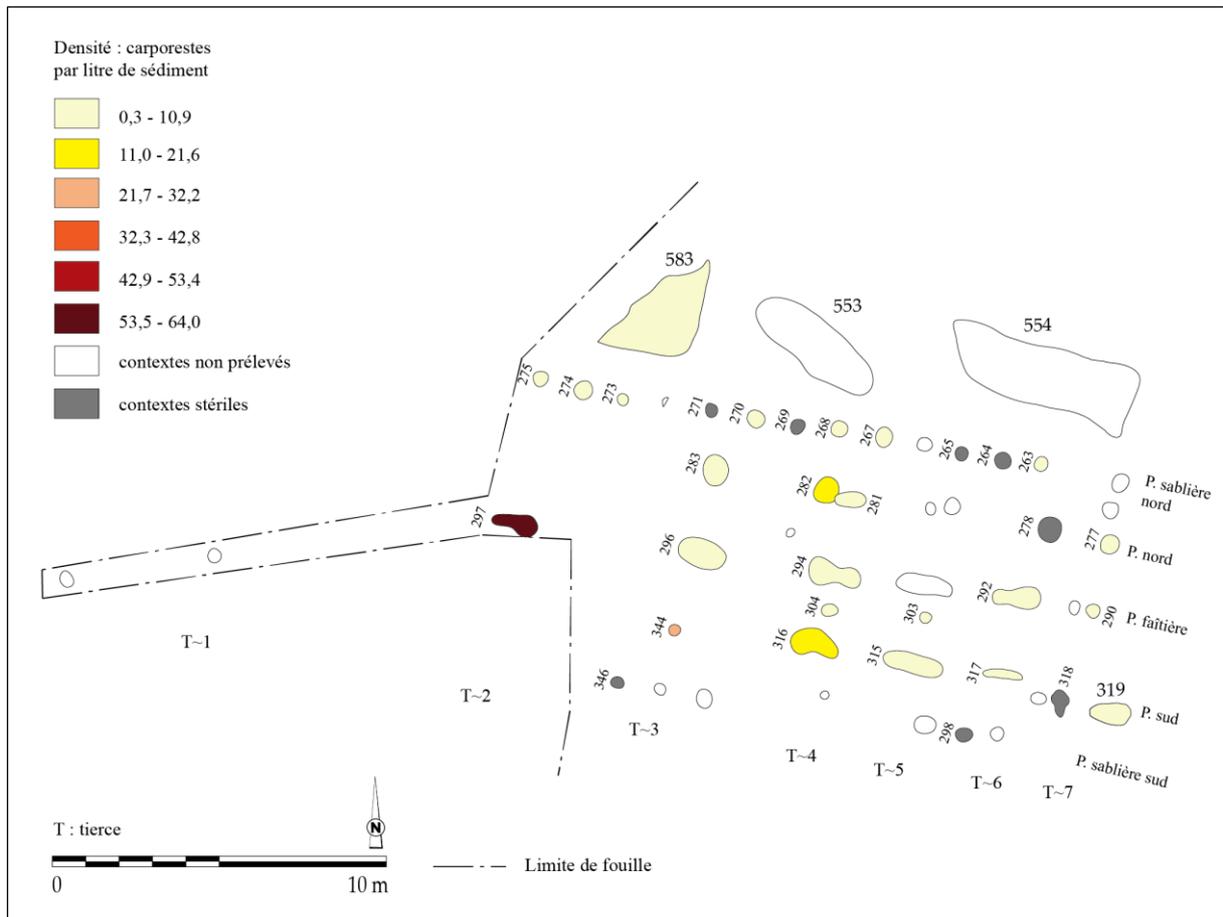


Fig. 251 - Répartition des densités dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### La distribution des catégories de plantes

On constate la prépondérance de caryopses de céréales dans tout le secteur fouillé du bâtiment. Les légumineuses sont attestées au niveau des tierces T~2, T~3 et T~4. Les vannes de céréales sont présentes dans les tierces T~2 et T~4. Les plantes adventices, quant à elles, se trouvent au niveau de la tierce T~7 ainsi que dans la petite fosse située à l'avant du bâtiment (st. 319). Enfin, la fosse 583 située dans le flanc nord-ouest du bâtiment a livré des caryopses de céréales, des légumineuses et des plantes adventices (Fig. 252).

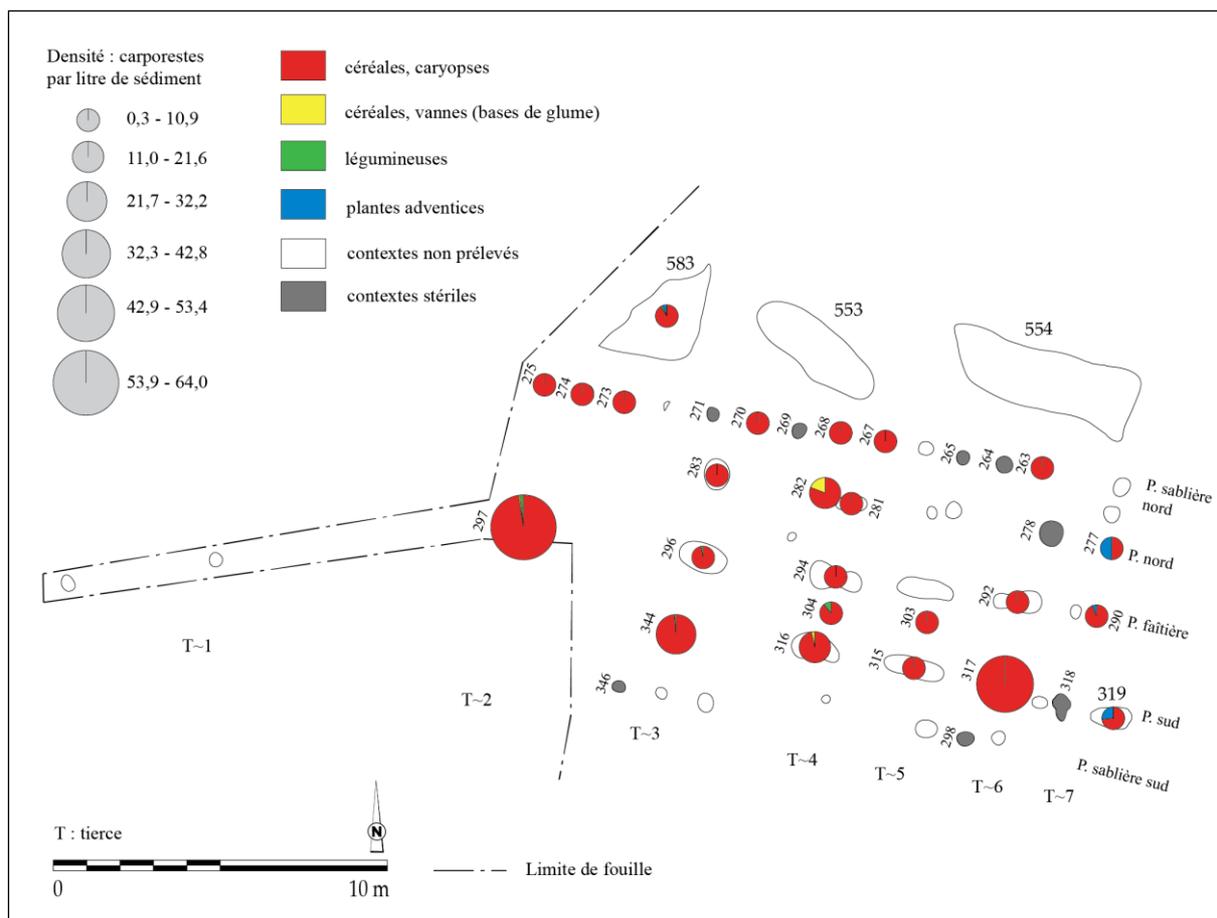


Fig. 252 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### La distribution des céréales

La part des céréales et des blés indéterminés est assez importante dans tout le secteur fouillé du bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carpores et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 253).

Au sein de la maison, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier et, en moindre mesure, l'engrain. Ces deux espèces de blé se trouvent éparpillées dans le secteur fouillé. En ce qui concerne les céréales nues, l'orge polystique nue est attestée au niveau des tierces T~7, T~5, T~4, T~3 et T~2 ainsi que dans la panne sablière nord. Le blé nu est présent dans les tierces T~6, T~5 ainsi que dans la petite fosse située à l'avant du bâtiment (st. 319). Enfin, le spectre de céréales issu de la fosse 583 est assez pauvre, n'étant représentés que l'amidonnier, l'engrain, le blé indéterminé et les céréales indéterminées.

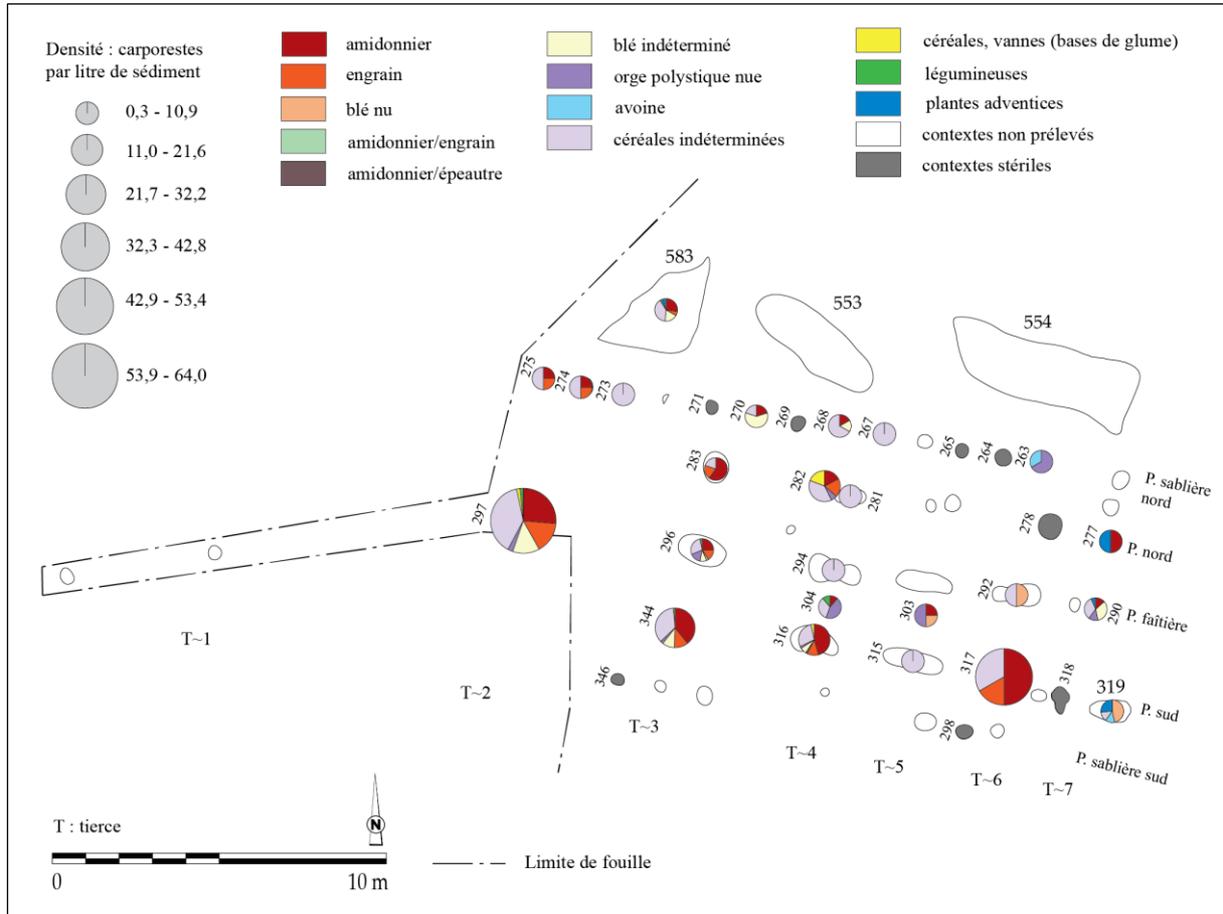


Fig. 253 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### La distribution des légumineuses

Dans le secteur fouillé, le pois est majoritaire et il est attesté au niveau des tierces T~4 et T3. La lentille, quant à elle, n'est attestée que dans la tierce T~2 (Fig. 254).

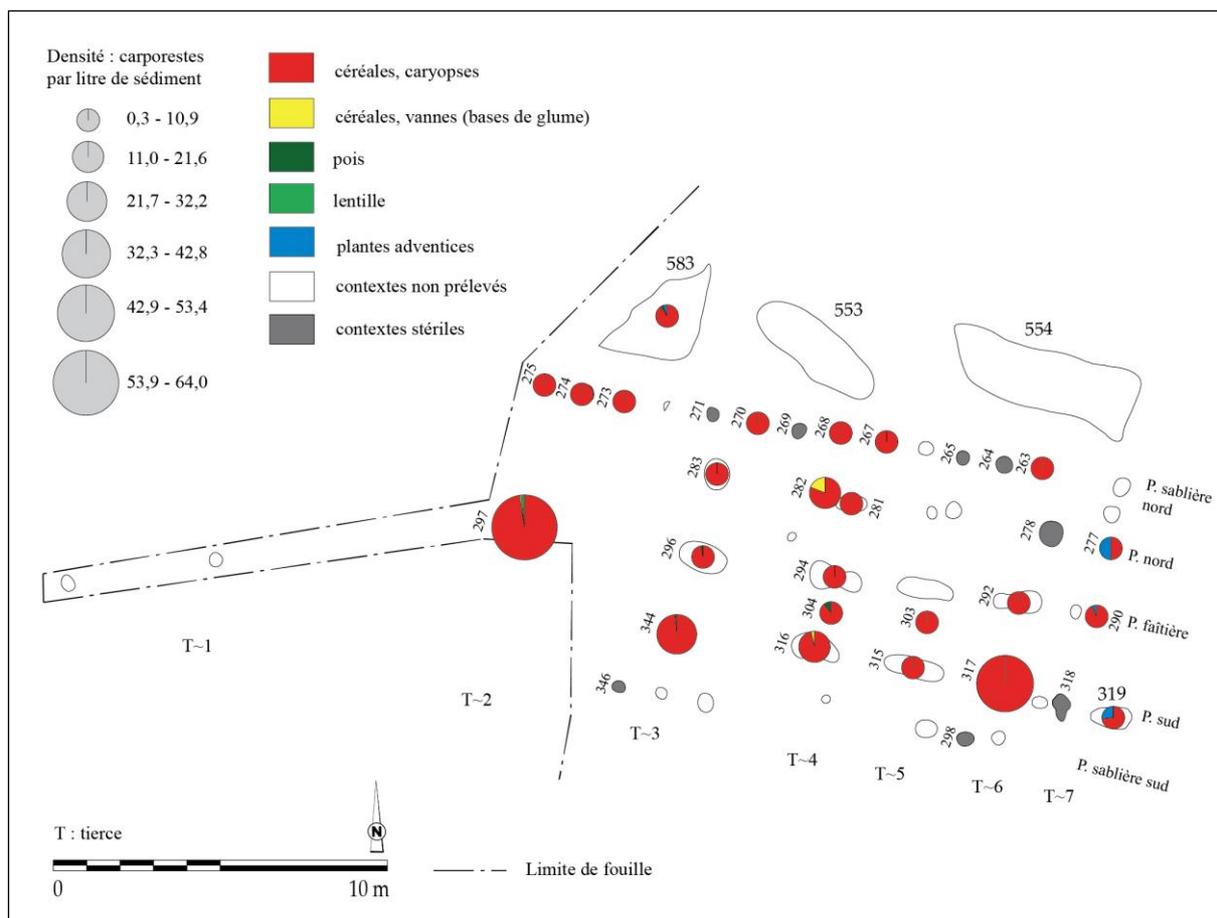


Fig. 254 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 92,57 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 3 (63,45 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

Dans le graphique symétrique (Fig. 255), l'axe 1 (56,02 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles

positives), et vannes de céréales d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par ailleurs, les plantes adventices sont plutôt associées à la tierce T~7. Sur l'axe 2 (36,55 % des valeurs propres), on observe une opposition entre légumineuses d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et vannes de céréales et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). En outre, les vannes de céréales sont plutôt associées à la tierce T~4. Les légumineuses sont, quant à elles, plutôt associées à la tierce T~4 ? (st. 304).

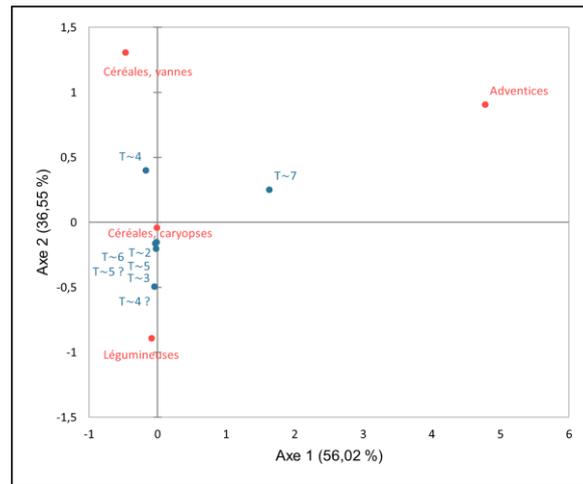


Fig. 255 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». Axes 1 et 2 (92,57 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

Sur l'axe 3 (7,43 % des valeurs propres ; Fig. 256), on observe qu'aussi bien les légumineuses que les vannes de céréales sont placées sur les coordonnées vectorielles positives.

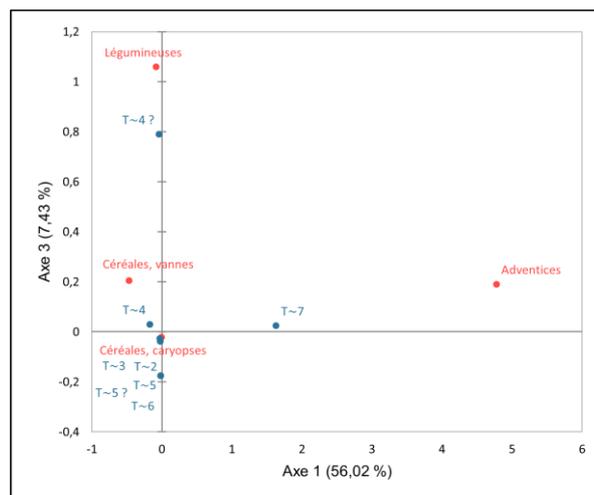


Fig. 256 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». Axes 1 et 3 (63,45 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (tierces, lignes) ; **T** : tierce ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la tierce. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (tierces) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 257), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que quatre classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les tierces T~6, T~5, T~5 ? (st. 303), T~3 et T~2. La classe C2 comprend, quant à elle, la tierce T~4 ? (st. 304). La classe C3 comprend la tierce T~4. Enfin, la classe C4 comprend la tierce T~7.

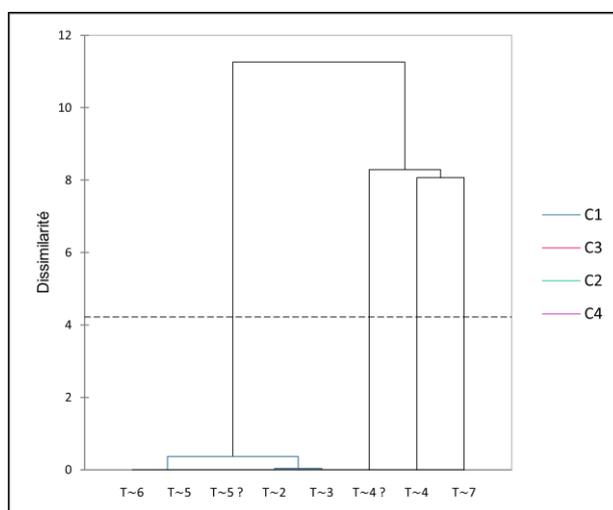


Fig. 257 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

On peut également choisir une troncature à un niveau de dissimilarité plus élevé nous permettant d'obtenir simplement deux classes (Fig. 258). Dans ce cas, la classe C1 regroupe les tierces T~6, T~5, T~5 ? (st. 303), T~3 et T~2, associées aux caryopses de céréales. La classe C2 rassemble les tierces T~4 ? (st. 304), T~4 et T~7, associées aux vannes de céréales, aux légumineuses et aux plantes adventives.

Il est important de noter que le trou de poteau 303 (tierce T~5 ?), situé au niveau de la tierce T~5 mais qui ne semble pas être aligné à aucune panne (entre panne faîtière et panne sud), est regroupé dans la même classe que la tierce T5. De même, le trou de poteau 304 (tierce T~4 ?), situé au niveau de la tierce T~4 mais qui ne semble pas être aligné à aucune panne (entre panne faîtière et panne sud), est regroupé dans la même classe que la tierce T4. Ces regroupements confirment que ces trous de poteau étaient fonctionnels au même moment que ceux des tierces respectives.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, la classe C1 est plus homogène que la classe C2, puisque sa hauteur (en bleu) est plus faible.

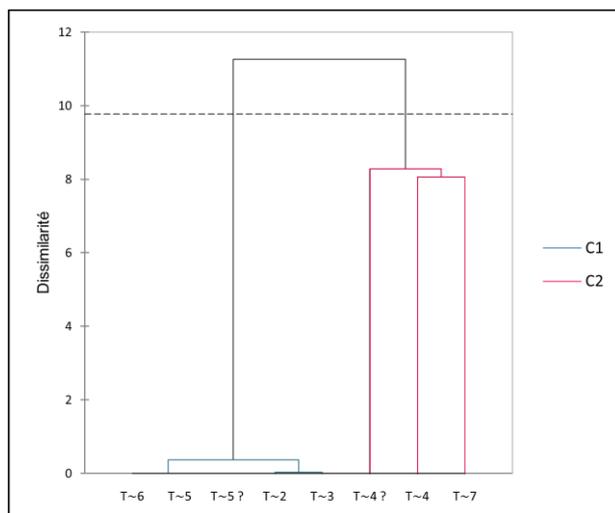


Fig. 258 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». **T** : tierce ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les données en provenance de la fosse latérale ont été exclues et les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes), et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra les deux premiers axes qui expliquent 99,87 % de la variance totale.

Dans le graphique symétrique (Fig. 259), l'axe 1 (96,14 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre légumineuses et caryopses de céréales d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et vanes de céréales et plantes adventices d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, les légumineuses sont plutôt associées à la panne faîtière. La panne nord est associée aux vanes de céréales et, en moindre mesure, aux plantes adventices. Les caryopses de céréales sont associés aux pannes sud et sablière nord. Sur l'axe 2 (3,74 % des valeurs propres), on observe une opposition entre les légumineuses et les plantes adventices d'une part (coordonnées vectorielles positives) et les céréales (caryopses et vanes) qui se trouvent très proches du zéro.

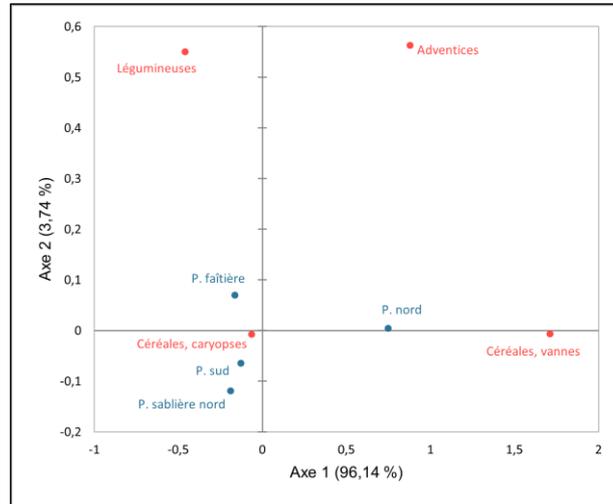


Fig. 259 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». Axes 1 et 2 (99,88 % de la variance). **Rouge** : catégories de plantes (colonnes) ; **Bleu** : ensembles archéologiques (pannes, lignes) ; **P** : panne ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque catégorie de plantes par rapport au NMI total de la panne. Le but de cette analyse est de regrouper ces ensembles archéologiques (pannes) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 260), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que deux classes ont été identifiées. La classe C1 regroupe les pannes faitière, sud et sablière nord, associées aux légumineuses et aux caryopses de céréales. La classe C2 ne comprend que la panne nord, associée aux vannes de céréales et, en moindre mesure, aux plantes adventices.

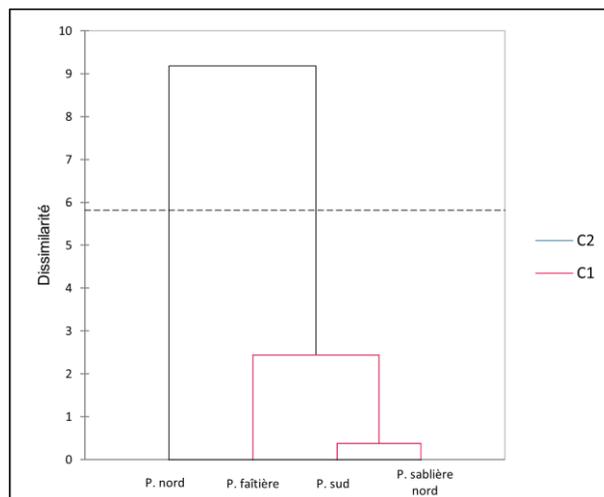


Fig. 260 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». **P** : panne ; **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque catégorie de plantes ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous observons une structuration spatiale des données (Fig. 261). Au niveau de l'axe perpendiculaire de la maison, deux secteurs se dessinent. En partant de l'entrée (sud-est) vers l'arrière, le premier d'entre eux comprend les tierces T~7, T~6, T~5 et T~4. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de caryopses de céréales. Au sein de ce secteur, la tierce T~7 se comporte différemment étant donné la présence de plantes adventices. De même, la tierce T~4 se comporte différemment à cause de la présence de vannes de céréales et de légumineuses. Ensuite, le deuxième secteur regroupe les tierces T~3 et T~2. Il se caractérise par la prédominance de caryopses de céréales.

Au niveau de l'axe longitudinal de la maison, deux secteurs se dessinent également. En partant du nord vers le sud, le premier d'entre eux comprend les panes nord et sablière nord. Il s'agit d'une zone caractérisée par la prédominance de caryopses de céréales. Dans la panne nord, on constate la présence de vannes de céréales et de plantes adventices. Le deuxième secteur comprend les panes faîtière et sud. Il se caractérise notamment par la prédominance de caryopses de céréales ainsi que par la présence de légumineuses. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.6.1.2).

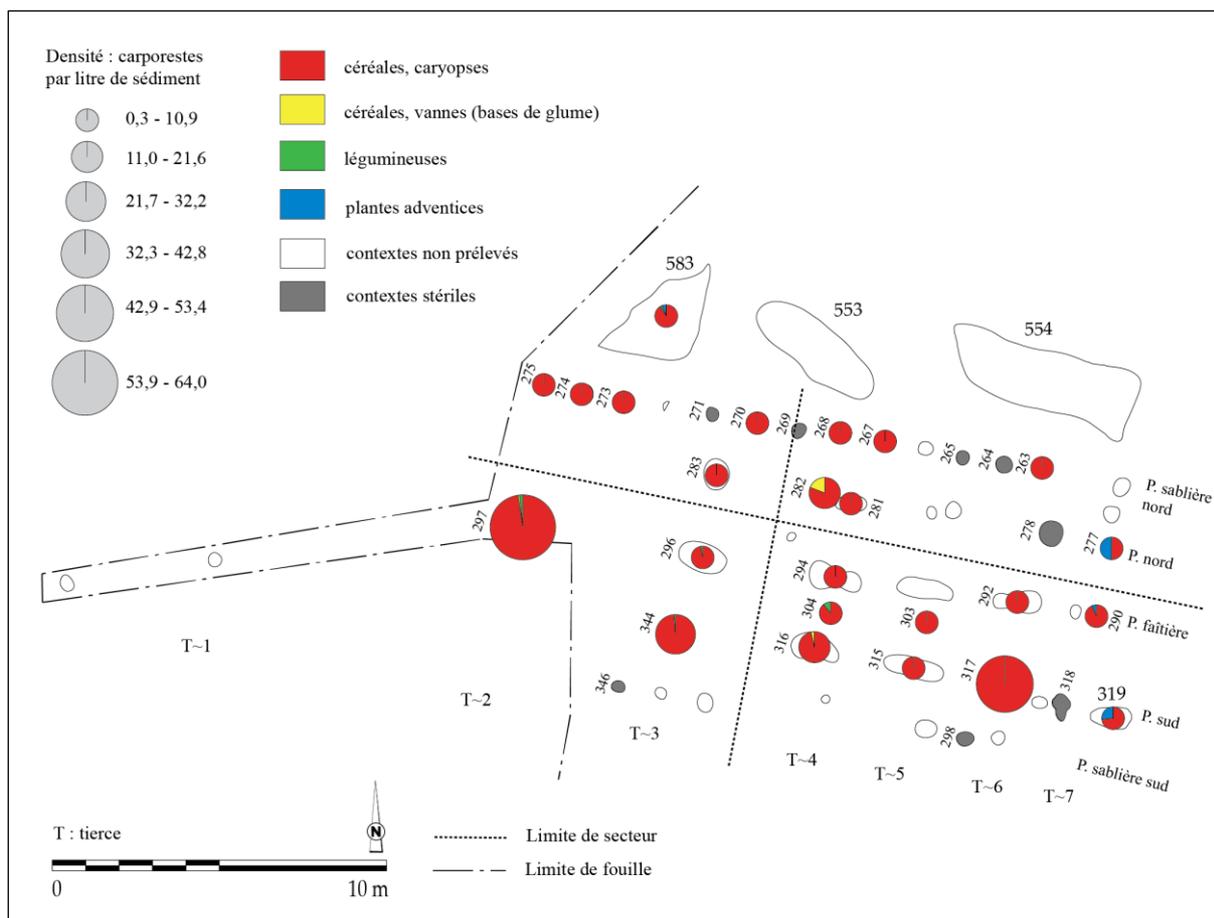


Fig. 261 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M1 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.37.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré être significatif ( $\rho = 0,943$  ;  $p\text{-valeur} = 0,017 < \alpha = 0,05$ ), il a ainsi montré une très forte corrélation positive entre ces deux variables : plus l'abondance relative d'un taxon est élevée, plus sa fréquence relative est importante (Fig. 262).

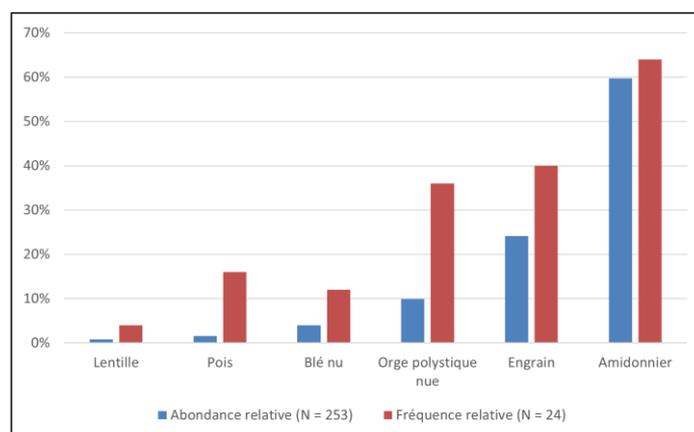


Fig. 262 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carpestes de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Grâce à l'application de cet indice, on constate une légère réorganisation hiérarchique des taxons (pois et blé nu) par rapport à l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte de l'abondance relative (Tabl. 59).

Tabl. 59 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	59,68	64,00	123,68
Engrain	24,11	40,00	64,11
Orge polystyque nue	9,88	36,00	45,88
Pois	1,58	16,00	17,58
Blé nu	3,95	12,00	15,95
Lentille	0,79	4,00	4,79

### 9.6.1.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe qu'il s'agit d'une maison de type 1b de Modderman (voir 2.1.9.2.2). Les trois tierces T~4, T~5 et T~6, dont les poteaux sont le plus souvent redoublés, forment un grenier (51 m<sup>2</sup> environ) en arrière du pignon oriental (T~7 ; Fig. 263). La tierce T~3 marque la séparation entre la partie avant (8,40 m) et la partie centrale, cette dernière étant divisée en deux travées au moins (Blouet *et al.*, 2013b, p. 111-112).

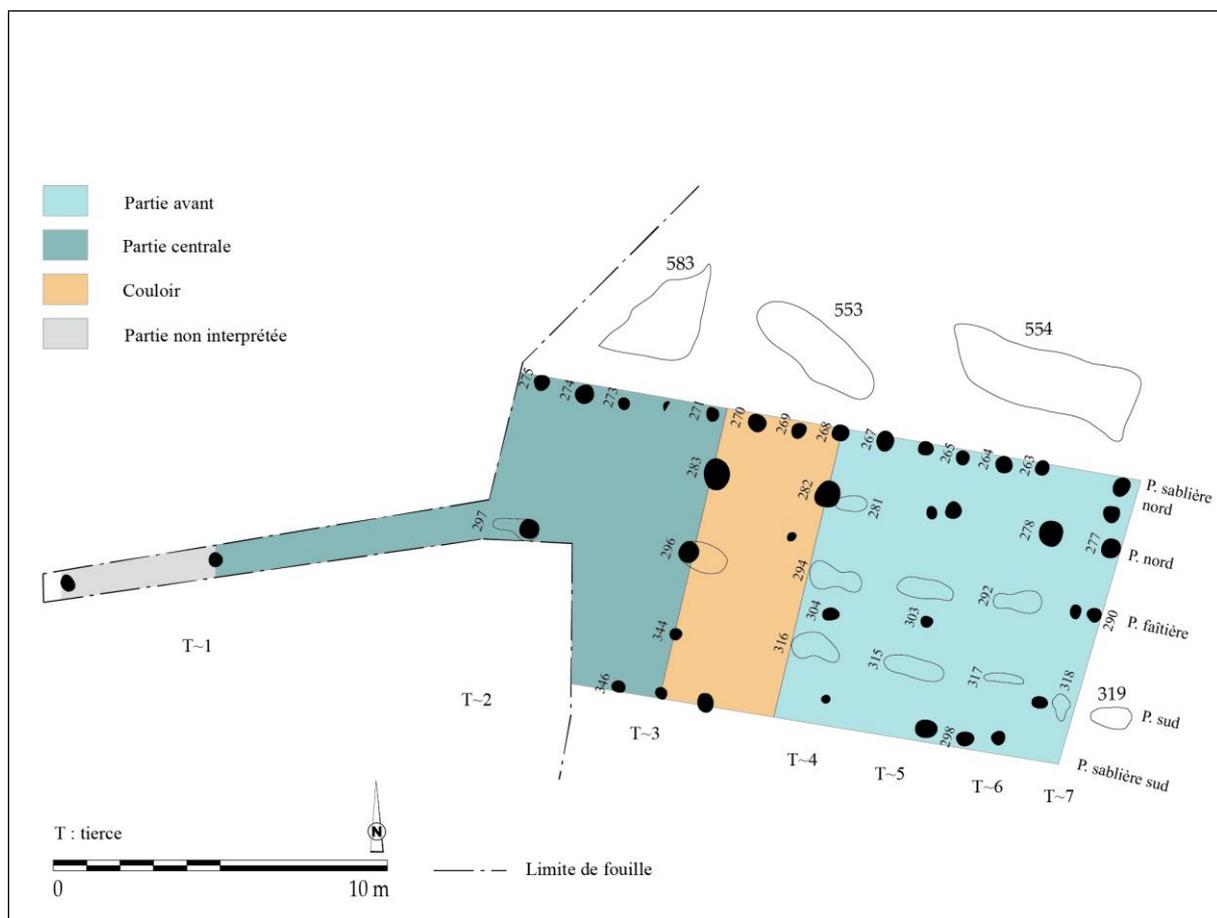


Fig. 263 - Interprétation architecturale de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M1, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnière. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'engrain, l'orge polystyque nue, le pois, le blé nu et la lentille.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

Nous avons vu que les résultats de l'AFC et de la CAH montrent que les trous de poteau 303 et 304 étaient fonctionnels au même moment que ceux des tierces respectives

(tierces T5 et T4). Par conséquent, ces contextes semblent s'inscrire dans le plan général du bâtiment. Il pourrait ainsi s'agir d'une reprise en sous-œuvre des pannes faîtière et sud, après laquelle le bâtiment aurait été encore fonctionnel un certain temps.

L'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales (Fig. 264) met en évidence une cohérence dans la distribution planimétrique des données. La partie avant se caractérise par la prépondérance de caryopses de céréales (vêtues et nues) ainsi que par la présence de plantes adventices (tierce T~7), de vannes de céréales (tierce T~4) et de légumineuses (tierce T~4). Par ailleurs, dans ce secteur, un trou de poteau (st. 317) présente une densité de carporestes très élevée. Ces données évoquent une zone d'activité de décortilage des céréales, d'écoassage des légumineuses et de nettoyage de la récolte, à l'instar de ce qui a été observé dans la maison M5 du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Rappelons que certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décortilage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 *in* Kreuz *et al.*, 2020, p. 104).

La partie centrale, dont les tierces T~3 et T~2 ont été analysées, se caractérise par la prédominance de caryopse de céréales, principalement de céréales vêtues telles que l'amidonnier et l'engrain. Quelques carporestes de légumineuses y ont également été attestés. Par ailleurs, dans ce secteur, deux trous de poteau (st 344 et st 297) présentent des densités de carporestes élevées à très élevées. Ces données évoquent une zone d'activité domestique de préparation d'aliments concentrée probablement autour du trou de poteau 297 (tierce T~2).

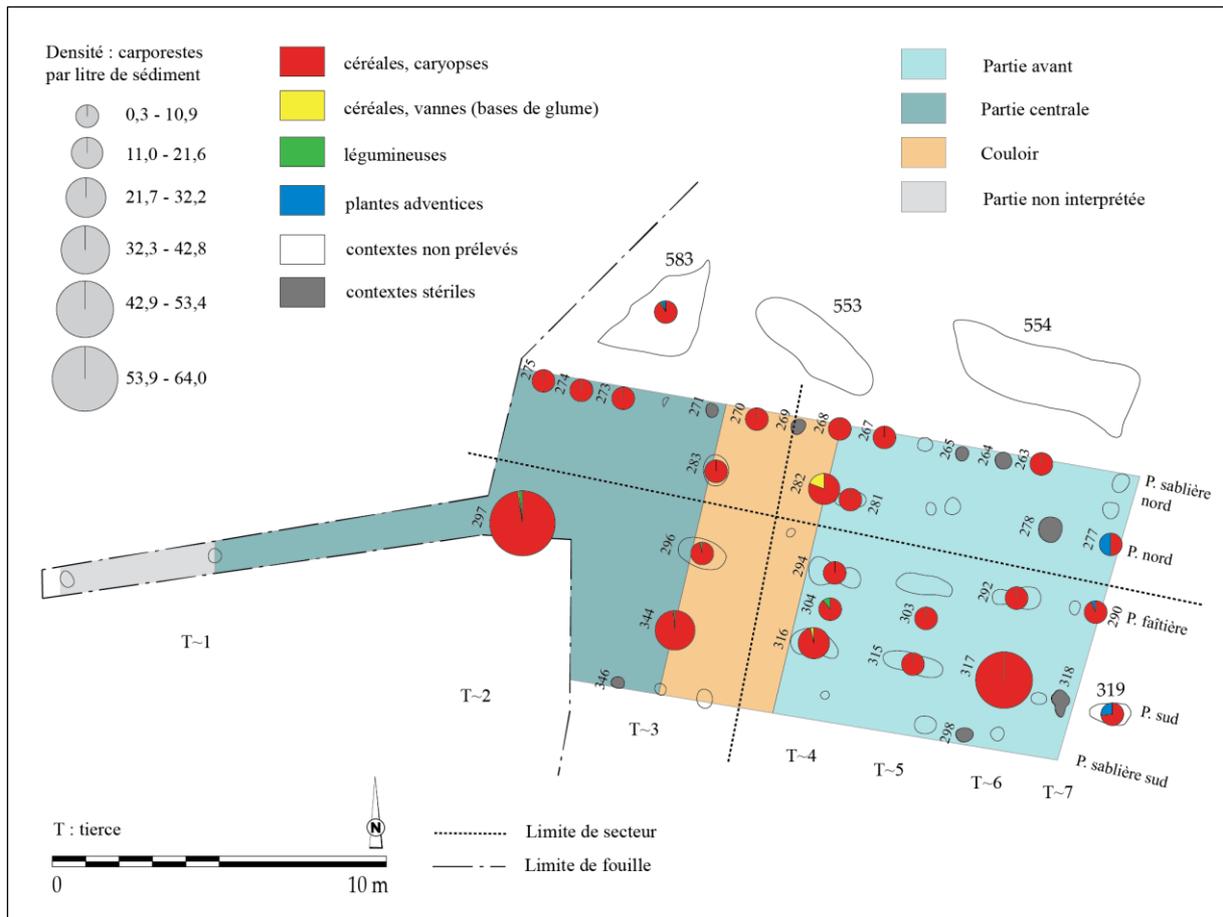


Fig. 264 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 de La Maxe « Les Lignières ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 112, Fig. 69).

### 9.6.2. La maison M3

#### Le plan de fouille

Le plan de fouille (Tabl. 60 et Fig. 265) est incomplet, seule la partie arrière de la maison, renforcée par une tranchée de fondation, étant conservée. Il est rectangulaire et comprend cinq tierces. Seuls trois poteaux de la paroi sud ancrés dans la tranchée de fondation ont été retrouvés (Blouet *et al.*, 2013b, p. 112).

Tabl. 60 - Analyse métrique de la maison M3 de La Maxe « Les Lignières » (Blouet *et al.*, 2013b, p. 112). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	12 m (incomplète)
Largueur arrière	5,60 m
Largueur avant	6 m (au bout de la tranchée de fondation)
Largueur tierces	3,50 m
Orientation	79,2°

La tranchée de fondation est conservée sur une profondeur qui varie de 0,40 m à 0,55 m et les poteaux de tierces sont conservés sur 0,32 m à 0,84 m. Les poteaux de paroi (pannes sablières) repérés dans la tranchée ont un diamètre compris entre 0,10 m et 0,16 m (Blouet *et al.*, 2013b, p. 113).

Le bâtiment est bordé du côté sud d'une fosse latérale de construction (st. 161) qui s'interrompt 9 m environ en avant de la dernière tierce visible (tierce T5). Il est peu fréquent que les fosses latérales dépassent d'autant le pignon oriental et ceci pourrait signifier que le bâtiment se fermait à hauteur de l'extrémité de la fosse, sa longueur atteignant alors 21 m. En l'absence de céramique décorée dans la fosse 161, la datation de la maison M3 n'a pu être précisée (Blouet *et al.*, 2013b, p. 113).

#### **9.6.2.1 Les données carpologiques**

L'analyse a été menée sur 6 prélèvements issus de 6 contextes archéologiques (structures en creux), tous des trous de poteau (Fig. 265). Parmi les contextes étudiés, 5 se sont avérés positifs. Au total, 168 carporesses carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 12 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5). Malgré le fait que le plan de ce bâtiment soit incomplet et que très peu de prélèvements aient été étudiés, on a décidé de présenter les résultats de cette maison afin de pouvoir les comparer avec ceux de la maison M1 du même site.

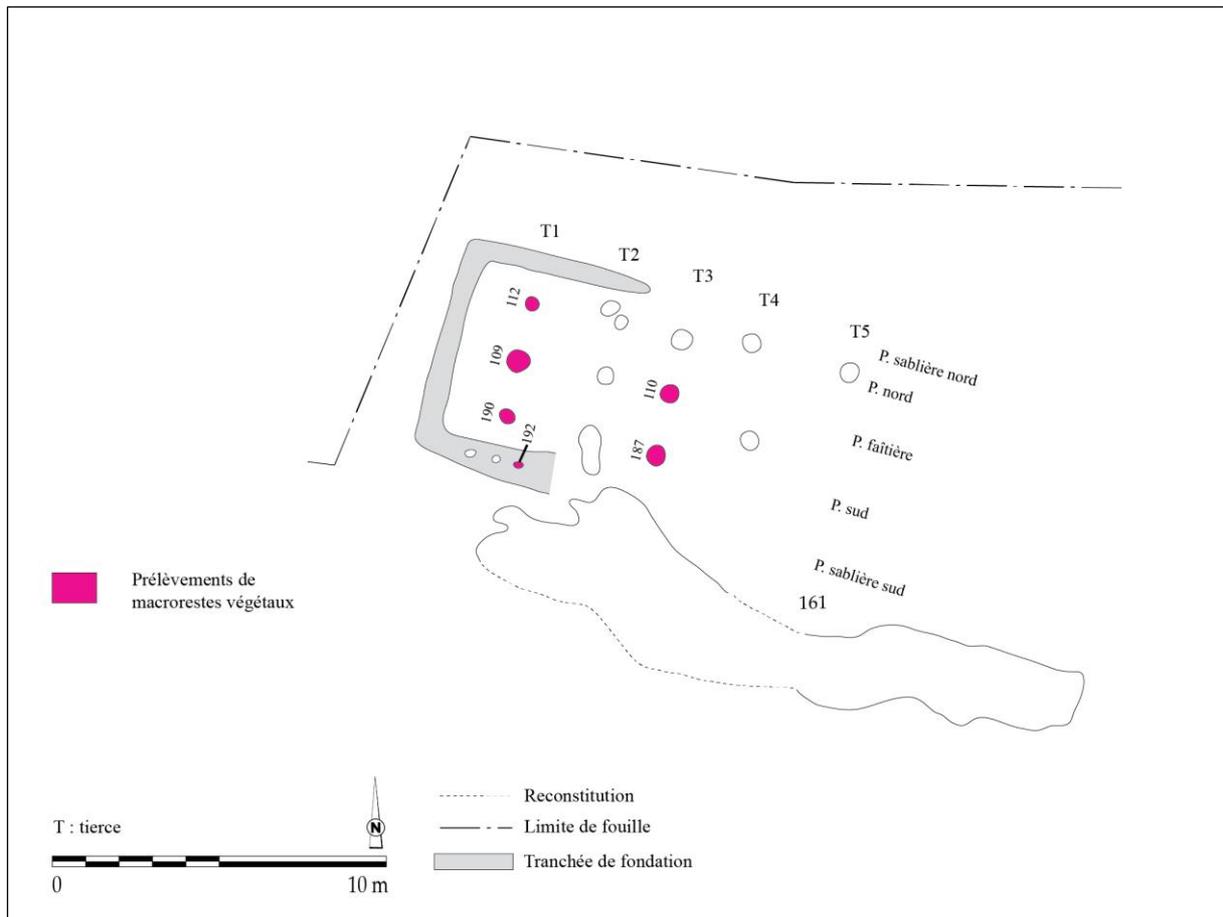


Fig. 265 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 113, Fig. 71).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M3 (Fig. 266). On observe que parmi les 5 contextes positifs analysés, trois contextes présentent des concentrations comprises entre 0,3 et 13,9 carporestes/litre de sédiment. Parmi les intervalles de concentration plus forte : un contexte présente une densité allant de 13,9 à 27,4 carporestes/litre de sédiment ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 27,4 et 41,0 ; enfin, un contexte présente une densité allant de 41,0 à 54,5 carporestes/litre de sédiment.

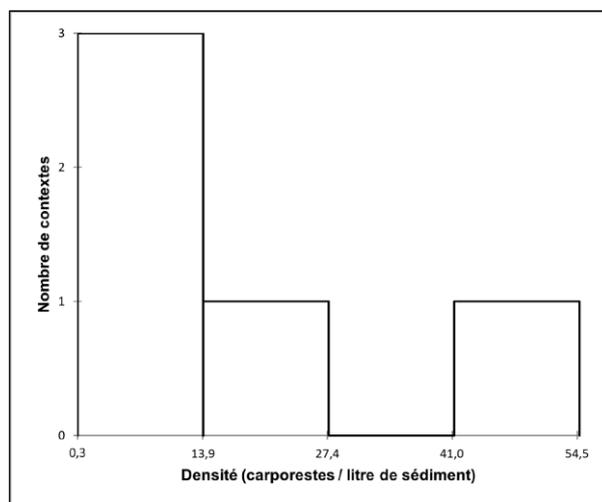


Fig. 266 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M3 de La Maxe « Les Lignières ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (17,2). La valeur d'écart-type (n-1) assez élevée (22,7) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (8,7) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (1,0), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M3, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis qu'un comporte une densité élevée. L'étalement des données autour de la moyenne étant assez important (écart-type élevé), on peut légitimement discuter de cette répartition. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, le contexte où la densité dépasse 41,0 carporestes/litre de sédiment, peut être un indicateur de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. Ce contexte se situe, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau de la tierce T3 (Fig. 267).

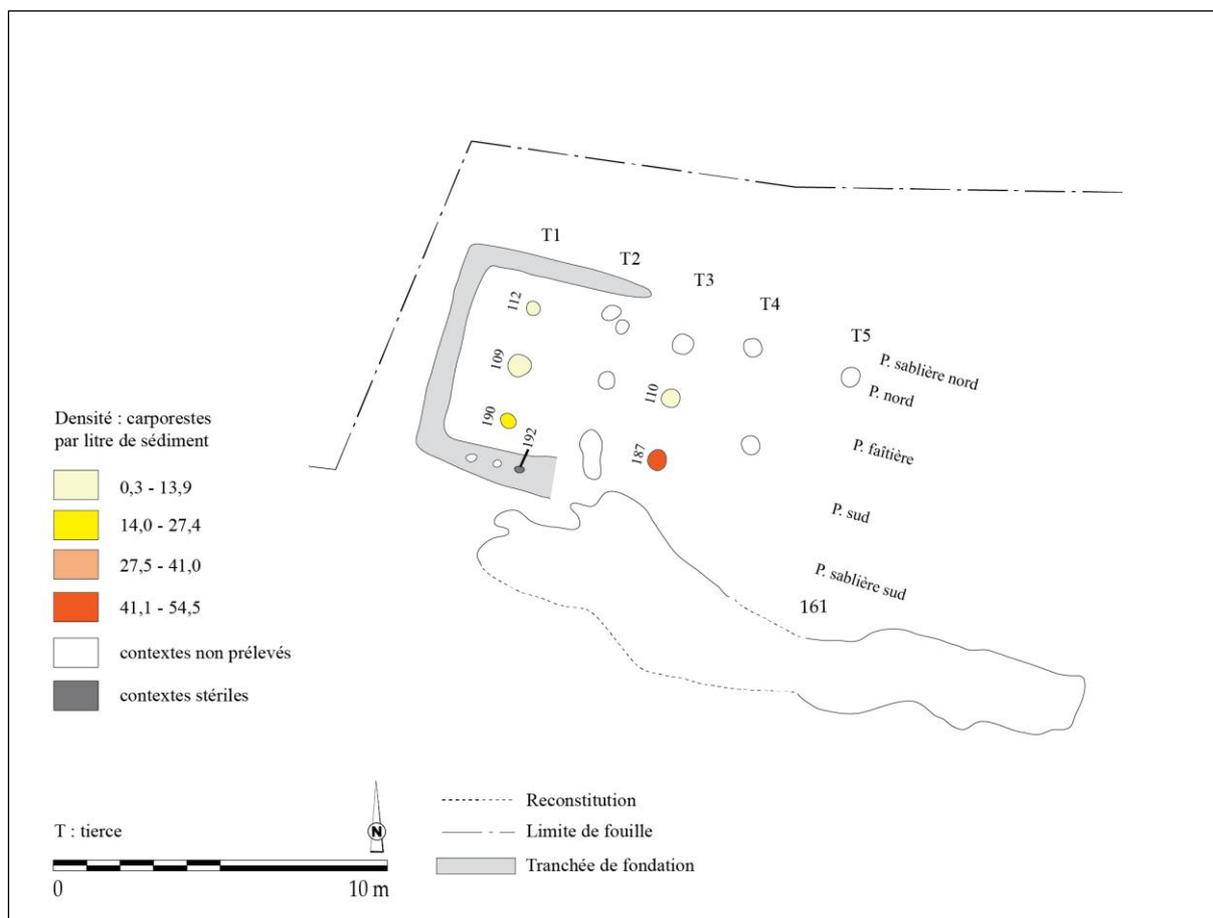


Fig. 267 - Répartition des densités dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 113, Fig. 71).

### La distribution des catégories de plantes

On constate la prépondérance de caryopses de céréales dans le secteur fouillé du bâtiment (tierces T3 et T1). Les plantes adventices et les plantes de cueillette sont attestées dans la tierce T1. Les légumineuses sont attestées notamment dans la tierce T1 alors que les vannes de céréales sont présentes surtout dans la tierce T3 (Fig. 268).

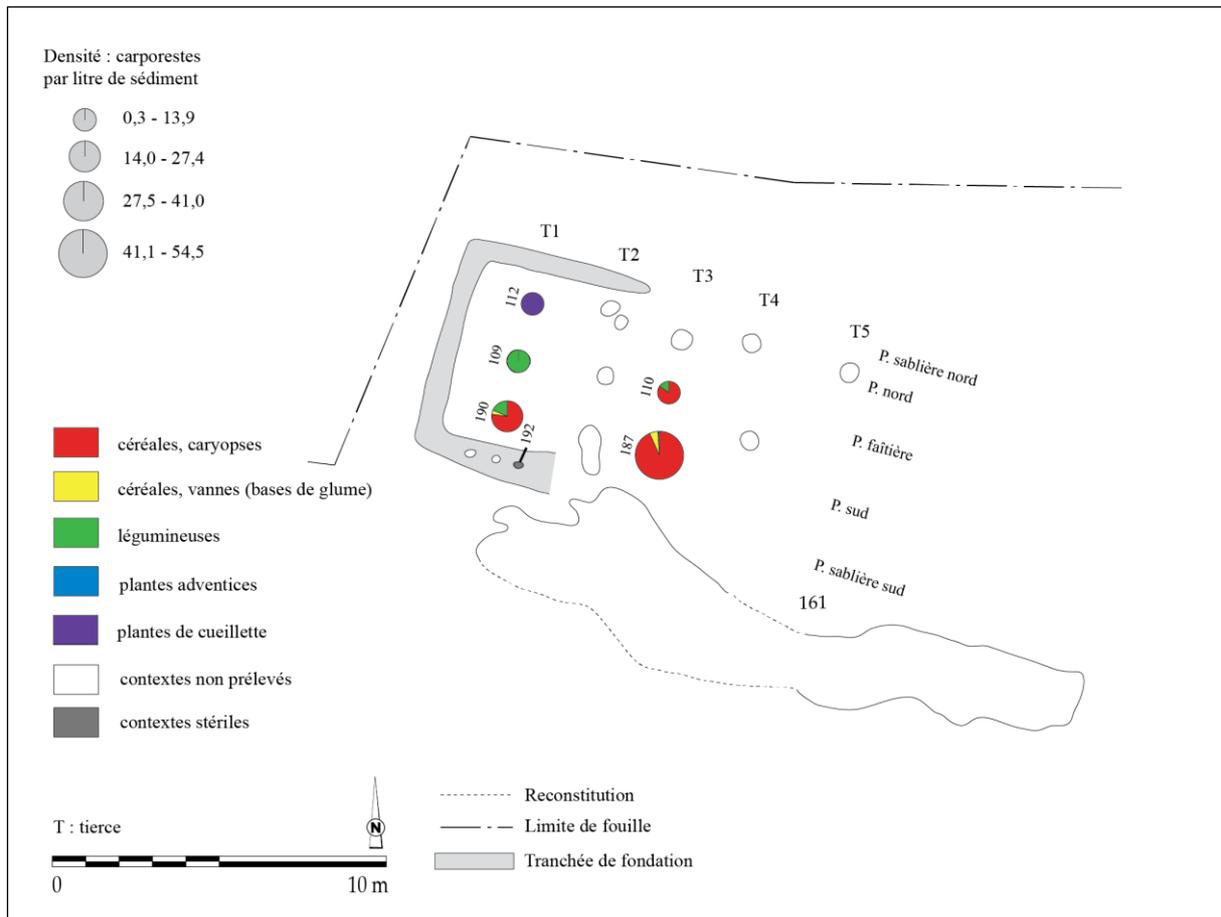


Fig. 268 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 113, Fig. 71).

### La distribution des céréales

La part des céréales indéterminées est assez importante dans le secteur fouillé du bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carpoïstes et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 269).

Au sein de la maison, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier et, en moindre mesure, l'en grain. Ces deux espèces de blé se trouvent aussi bien dans la tierce T3 que dans la tierce T1. En ce qui concerne les céréales nues, l'orge polystique nue est attestée au niveau des tierces T3 et T1, tandis que le blé nu n'est présent que dans la tierce T3.

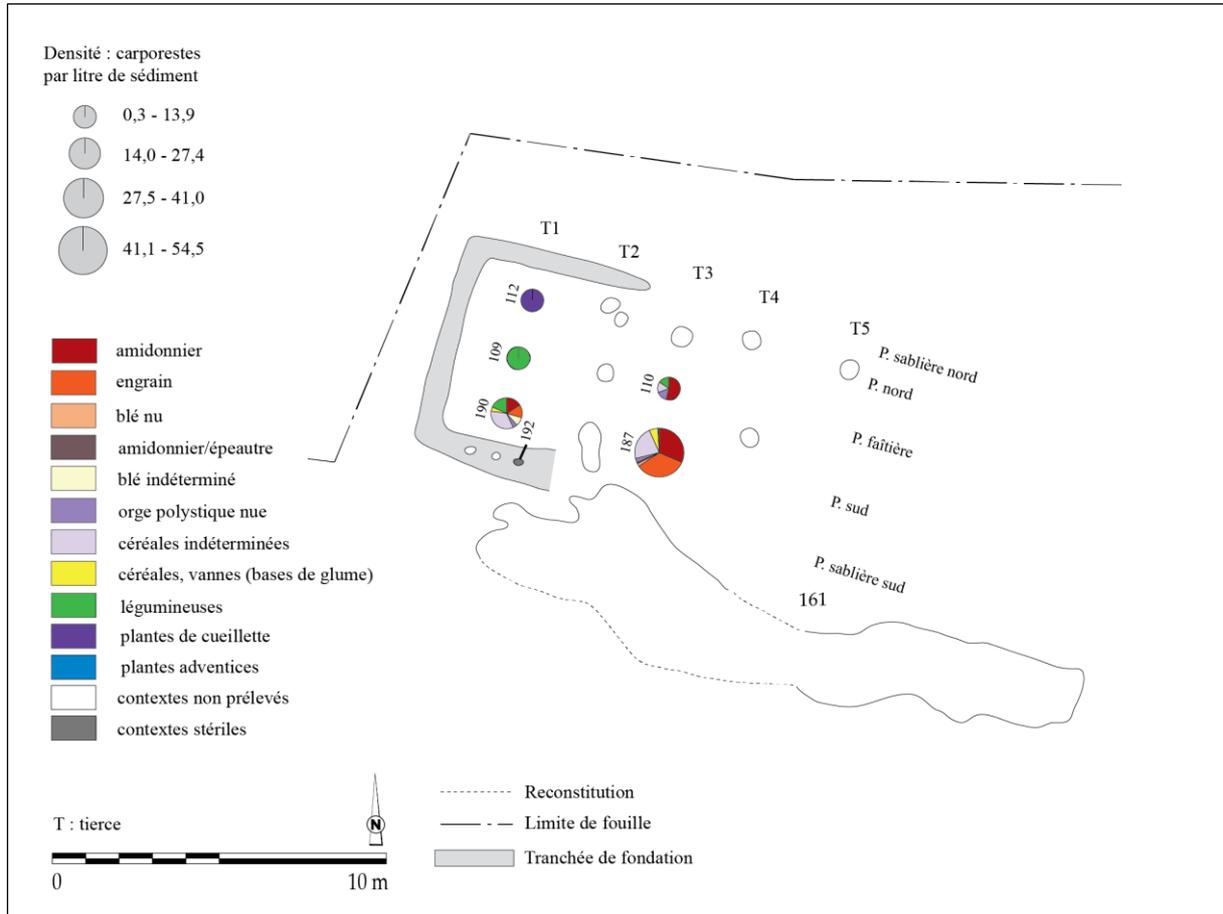


Fig. 269 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 113, Fig. 71).

### La distribution des légumineuses

Dans le secteur fouillé, le pois est majoritaire en nombre de restes et il est attesté au niveau de la tierce T1. La lentille, quant à elle, est attestée dans les tierces T3 et T1 (Fig. 270).

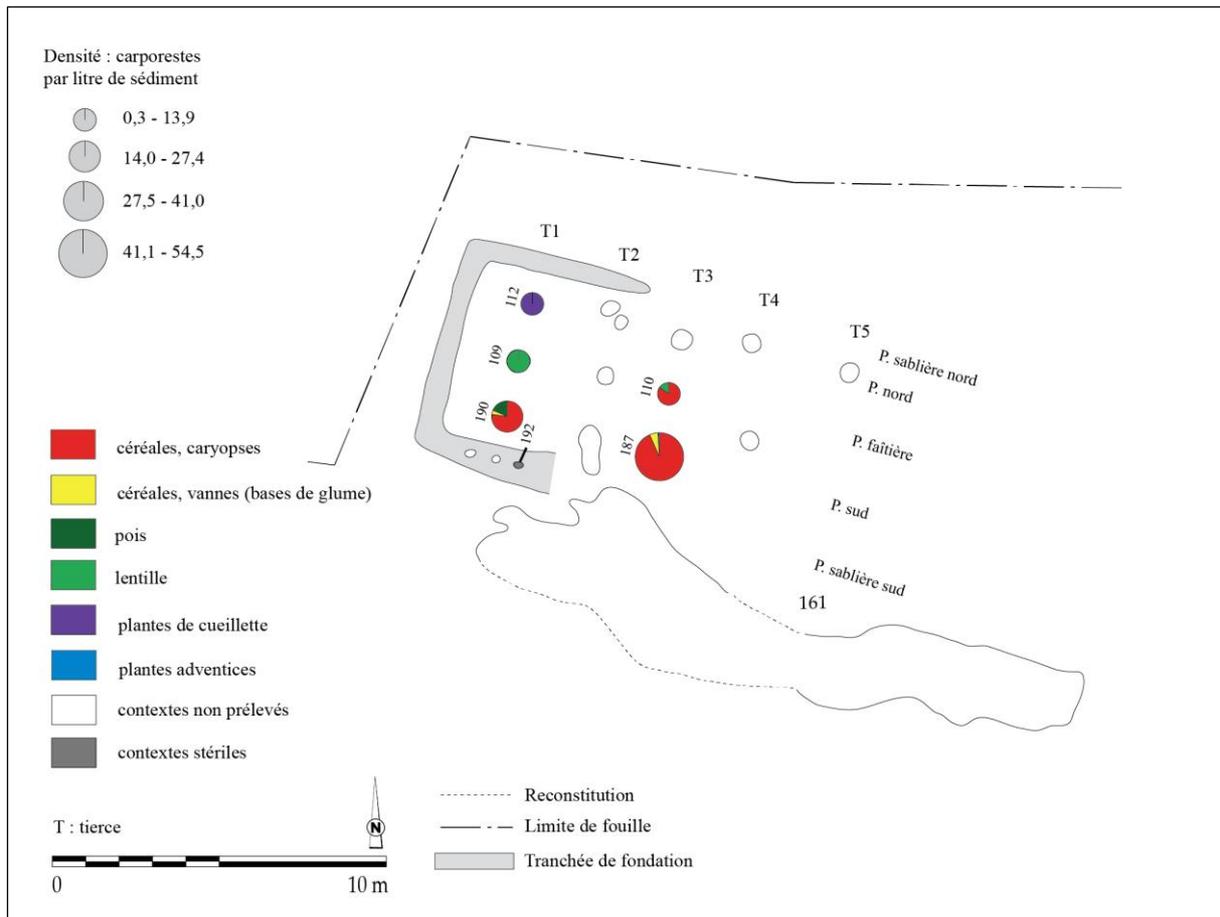


Fig. 270 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignières » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 113, Fig. 71).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,000 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on n'obtient pas de graphique symétrique puisque le pourcentage d'inertie se répartit sur un seul axe. En effet, rappelons que le nombre d'axes est égal au nombre minimum entre le nombre de colonnes - 1 et le nombre de lignes - 1 du tableau de contingence (voir 7.3.4.1).

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données

suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,110 > \alpha = 0,05$ ), on doit alors retenir l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et rejeter l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il n'existe pas de dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes.

D'après les résultats présentés ci-dessus, aucune limite de secteur ne peut être proposée. En ce qui concerne l'axe perpendiculaire de la maison, bien qu'il existe un lien entre les tierces et les catégories de plantes, le nombre faible de lignes du tableau de contingence (seulement deux tierces) ne nous permet pas d'aller plus loin dans l'analyse. Pour ce qui est de l'axe longitudinal de la maison, le risque de nous tromper en rejetant l'hypothèse nulle  $H_0$  est de 11,0 %. On constate donc qu'il y a des chances pour que la distribution du matériel carpologique suivant cet axe de la maison soit liée au hasard. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.6.2.2).

#### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M3 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré ne pas être significatif ( $\rho = 0,478$  ;  $p\text{-valeur} = 0,419 > \alpha = 0,05$ ), autrement dit, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  puisqu'il y a 41,9 % de probabilité qu'il n'existe pas de lien entre ces deux variables (Fig. 271).

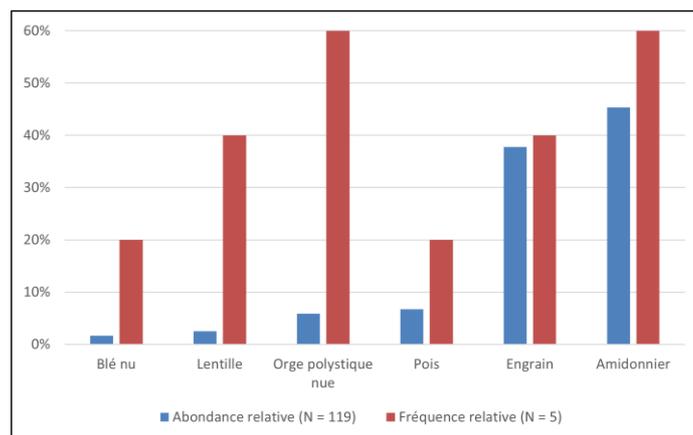


Fig. 271 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporesses de la maison M3 de La Maxe « Les Lignières ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Grâce à l'application de cet indice, on constate une légère réorganisation hiérarchique des taxons par rapport à l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 61).

Tabl. 61 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignières ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	45,38	60,00	105,38
Engrain	37,82	40,00	77,82
Orge polystyque nue	5,88	60,00	65,88
Lentille	2,52	40,00	42,52
Pois	6,72	20,00	26,72
Blé nu	1,68	20,00	21,68

### 9.6.2.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe qu'il s'agit d'une maison de type 1b ou 2 de Modderman (voir 2.1.9.2.2). La tierce T1 divise la partie arrière, d'une longueur de 5 m, en deux travées (Fig. 272). Les tierces T2 et T3 forment le couloir de séparation (longueur : 2 m) avec la partie centrale, cette dernière étant partagée en deux travées au moins (Blouet *et al.*, 2013b, p. 112-113).

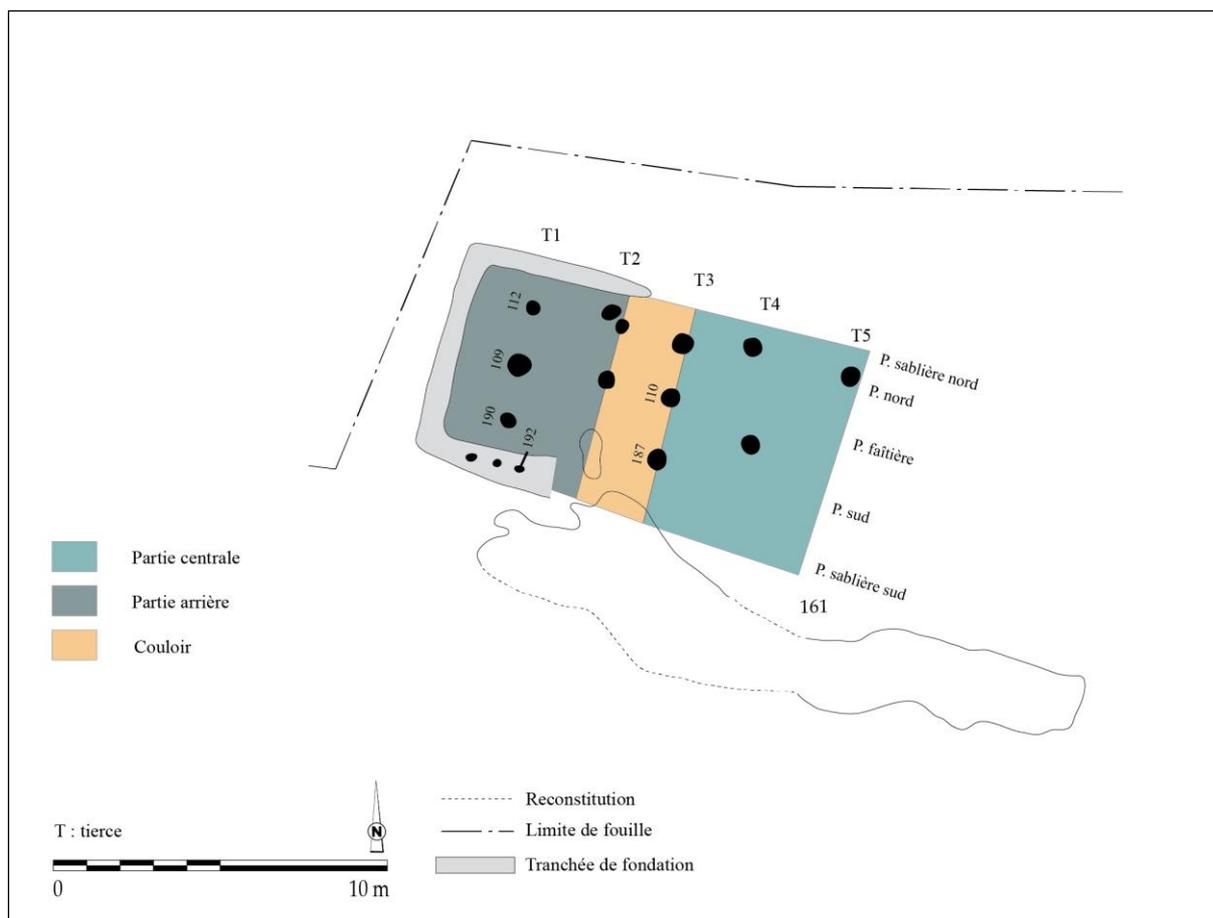


Fig. 272 - Interprétation architecturale de la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 113, Fig. 71).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la maison M3, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnière. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'engrain, l'orge polystique nue, la lentille, le pois et le blé nu.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

Nous avons vu que l'AFC réalisée afin d'explorer la relation entre les tiers et les catégories de plantes n'a pas livré de graphique symétrique puisque le pourcentage d'inertie

se répartit sur un seul axe. Par ailleurs, le test du Khi-deux nous a montré qu'il y a des chances pour que la distribution du matériel carpologique en relation avec l'axe longitudinal du bâtiment (pannes) soit liée au hasard. En effet, le nombre très faible de trous de poteau étudiés ne nous permet pas d'avancer d'hypothèses fiables concernant l'interprétation fonctionnelle des secteurs fouillés du bâtiment.

Toutefois, lorsque nous analysons de façon conjointe les données carpologiques et architecturales, nous observons certains aspects (Fig. 273). La partie centrale, dont la tierce T3 a été analysée, se caractérise par la prédominance de caryopse de céréales, principalement de céréales vêtues telles que l'amidonniér et l'engrain. Les céréales nues (orge polystique nue et blé nu) y sont également attestées. Ce secteur a également livré quelques légumineuses, des vanes de céréales et des plantes adventives. Par ailleurs, le trou de poteau 187 présente une densité de carporestes très élevée. Malgré le fait que seulement deux trous de poteau aient été analysés dans ce secteur, les données évoquent une zone d'activité domestique de préparation d'aliments concentrée probablement autour du trou de poteau 187 (tierce T3).

La partie arrière (tierce T1) se caractérise par la prédominance de caryopses de céréales, la présence de légumineuses et par la présence anecdotique de vanes de céréales et de plantes de cueillette. Contrairement à ce qui a été observé dans les maisons M5, M1 et M2 du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot », les densités de carporestes ne sont pas très élevées dans ce secteur et ne semblent pas correspondre à ce qui est attendu pour une zone de stockage. Ces résultats ne nous permettent donc pas d'interpréter la fonction domestique de ce secteur.

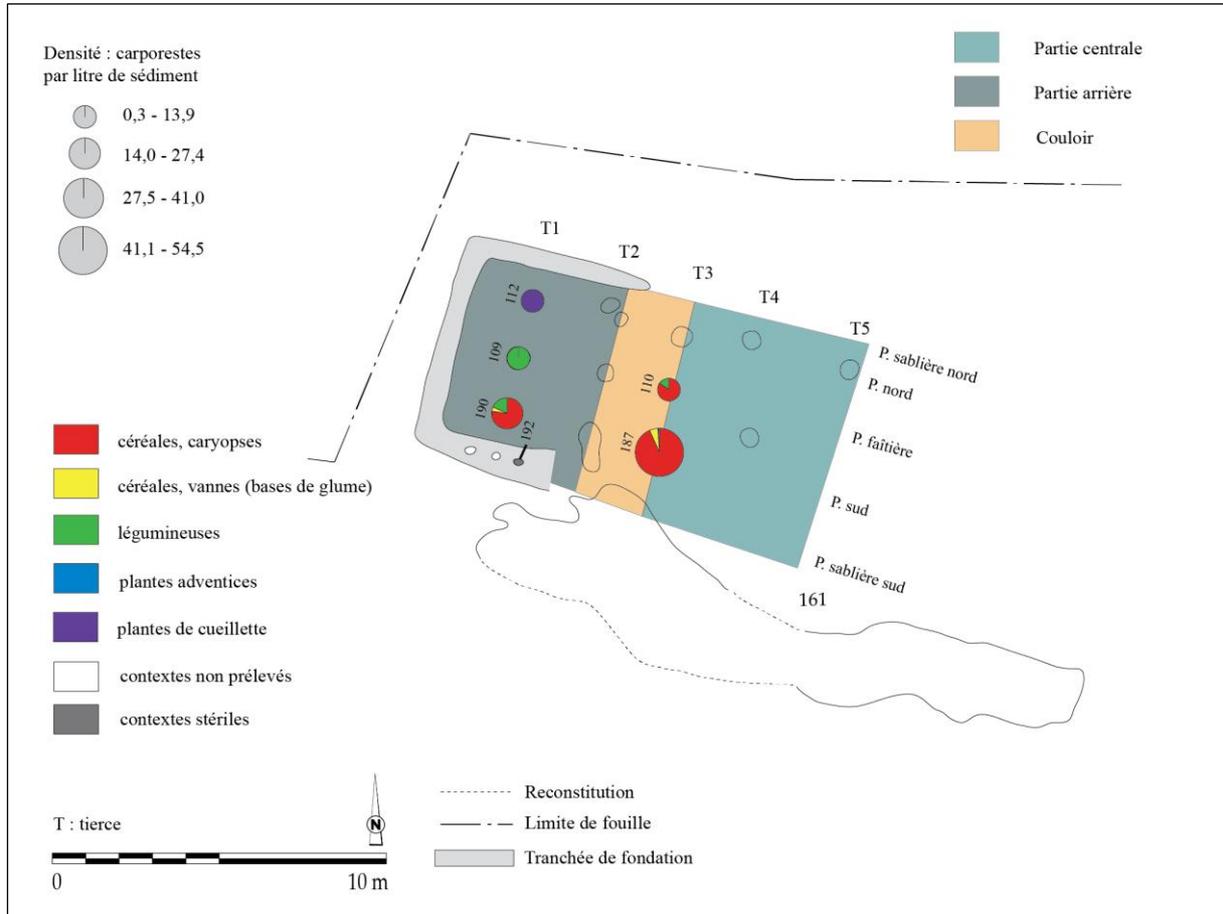


Fig. 273 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M3 de La Maxe « Les Lignières ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Blouet *et al.*, 2013b, p. 113, Fig. 71).

### **9.7. Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques » (site 23)**

#### Le site

La commune de Terville (Moselle) se situe en limite sud-ouest de l'agglomération thionvilloise. La ville se développe au sein de la vallée de la Moselle en rive gauche, au niveau de la limite nord du « Val de Fensch » (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 56).

La fouille du site, réalisée du 31 août au 27 novembre 2015 sur une surface de 7 100 m<sup>2</sup> dans l'emprise de l'aménagement de la ZAC du PAT, a permis de mettre au jour 19 plans de bâtiments du Néolithique ancien et 180 fosses associées à ces habitats. La présence d'amas d'os brûlé dans deux d'entre elles permettait d'envisager qu'il s'agissait d'incinérations, mais il n'a pu être prouvé qu'il s'agissait d'os humain. Six autres relèvent de la catégorie des fosses en fente (*Schlitzgruben*). À l'ouest et à l'est de la zone explorée, les limites du site ont vraisemblablement été atteintes. Au nord, les vestiges semblaient moins denses, mais ceci est possiblement lié aux terrassements effectués lors de la réalisation d'un tronçon de l'autoroute A31 qui, à l'époque, n'ont pas fait l'objet de surveillance archéologique. Vers le sud, les limites n'ont pas été atteintes et, des structures attribuables au Rubané ayant été reconnues dans l'emprise d'un projet de construction mitoyen, l'emprise du site peut être estimée à 1 ha au minimum (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 14).

#### L'occupation rubanée

L'occupation rubanée est constituée de 19 plans de bâtiments et de 180 fosses associées à ces habitats. Les structures d'habitat se concentrent, pour la grande majorité, sur une bande orientée nord-est-sud-ouest, longue de 85 m pour une largeur de 35 m environ (Fig. 274). Sur les 19 maisons reconnues, 16 se répartissent dans cet espace, trois édifices étant légèrement en retrait : M270, décalée de 5 m environ vers l'ouest et, vers l'est, M540 et M71, décalées respectivement de 10 m et 25 m. Le redécapage de ces secteurs moins denses n'a pas permis de repérer les traces d'autres bâtiments ou fosses. On ne peut pas totalement exclure qu'une érosion un peu plus marquée y ait fait disparaître une partie des vestiges, comme semble le montrer la faible profondeur des poteaux de la maison M270 et celle des tranchées de fondation des maisons M540 et M71, mais ceci n'est pas confirmé par les fosses latérales de construction (M267 et M72) dont la profondeur se situe dans les valeurs plutôt hautes du site. L'hypothèse la plus probable est que la moindre densité des vestiges traduit simplement le fait que les limites de l'occupation ont été atteintes, les installations étant moins nombreuses en périphérie (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 174).

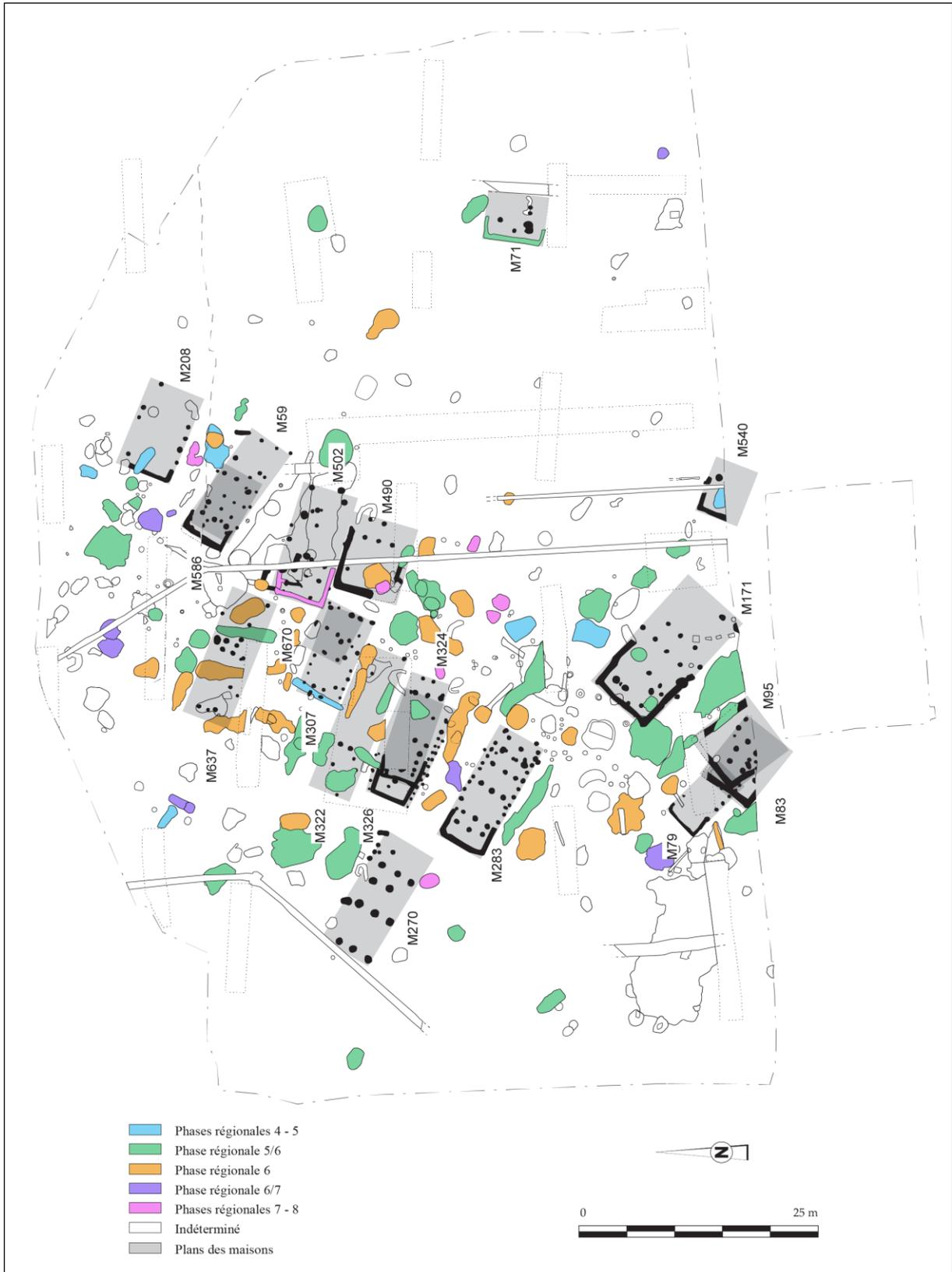


Fig. 274 - Le site de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT » (DAO : L. Berrio, plan du site d'après Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 69, Fig. 12 ; p. 175, Fig. 93).

La distance maximale entre deux bâtiments est de 6 m et les superpositions de plans sont fréquentes, ce qui permet de distinguer au moins une demi-douzaine de phases de construction. Par ailleurs, on relève un changement d'orientation entre le groupe de bâtiments situé dans la partie nord de la fouille et ceux implantés au sud, ce qui permet d'envisager l'existence d'au moins deux *Hofplatz* (voir 2.1.8) tels que définis pour le plateau d'Aldenhoven (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 174).

### Les phases chronologiques

Il est à noter qu'il n'a pas été possible de déterminer et de dater les unités d'habitat. Il est donc délicat, à ce stade, de proposer des plans de phasage fiables ou de détailler l'évolution de l'occupation du site. Toutefois, une première estimation peut être tentée à partir des résultats de l'analyse factorielle des correspondances des fosses (Fig. 274). En effet, quelques tessons en position secondaire permettent d'envisager une fréquentation du site à la fin du Rubané ancien et les premières installations datent possiblement de la fin du Rubané moyen (phase régionale 4) ou du début du Rubané récent (phase régionale 5). Par la suite, l'occupation se poursuit sans discontinuité apparente, au moins jusqu'à la fin du Rubané récent (phase régionale 6/7) et, vraisemblablement, jusqu'au début du Rubané final (phase régionale 7). La présence de mobilier caractéristique de la dernière phase du Rubané de Lorraine (Rubané terminal, phase régionale 9) suggère une ultime fréquentation du site à cette période, sans que l'on puisse confirmer la présence du ou des habitats correspondants dans l'emprise fouillée (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 174-176).

Pour la Lorraine du Nord, il a été estimé que l'ensemble de la séquence (phases régionales 1 à 9) correspondait à vingt phases de construction au moins (Blouet *et al.*, 2013a, p. 175-179). Par comparaison avec ces résultats, la durée totale de l'occupation du site de Terville, entre les phases régionales 5 et 7, correspond au minimum à huit phases de construction (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 176).

Pour le début du Rubané récent, si l'on en juge par le nombre de fosses datées (six pour la phase 5, possiblement deux pour la phase 4), les installations sont peu nombreuses, sans que l'on puisse préciser à ce stade si l'on est en présence d'une ou plusieurs unités d'habitat contemporaines. Pour la phase régionale 5/6 (phases régionales de construction 10 et 11) on recense 45 fosses et pour la phase régionale 6 (phases régionales de construction 12 et 13) on compte 34 fosses. Ces structures se répartissent sur la totalité de l'emprise fouillée et la cartographie des fosses allongées ou organisées en chapelet semble indiquer l'existence de deux ou trois unités d'habitat fonctionnant de façon synchrone. La phase régionale 6/7, quant

à elle, se traduit par une nette réduction du nombre de fosses (au nombre de sept). Cette dynamique se poursuit au Rubané final, pour lequel on compte quatre structures datées de la phase régionale 7 et quatre autres datées de la phase régionale 8 (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 176).

La répartition de ces structures et leur concentration dans la partie centrale de la fouille pourraient indiquer, pour ces phases, que l'occupation se résume à une seule unité d'habitat. Dans l'état actuel du traitement des données, on peut ainsi, avec prudence, considérer que le site connaît une première occupation limitée à la transition entre le Rubané moyen et le Rubané récent (phases régionales 4 et 5), et qu'il se développe par la suite rapidement pendant les phases moyennes du Rubané récent (phases régionales 5/6 et 6) pour former un groupement de plusieurs maisons contemporaines. Au Rubané final (phases régionales 7 et 8), l'occupation pourrait connaître une réduction importante, le nombre de bâtiments semblant diminuer fortement (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 176).

#### Le protocole d'échantillonnage

Des prélèvements en seau ont été réalisés dans chaque fosse et chaque poteau appartenant à un bâtiment pour d'éventuelles études paléoenvironnementales, en particulier la carpologie. Parmi ces prélèvements, environ 600 l ont pu être tamisés, mais n'ont pas été étudiés dans le cadre de la post-fouille (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 62, 65). Les prélèvements non tamisés sont actuellement conservés à la base de l'Inrap Grand Est à Metz.

#### **9.7.1. La maison M283**

##### Le plan de fouille

Le plan de fouille comprend six tierces, il est rectangulaire et présente une tranchée de fondation arrière (Tabl. 62 et Fig. 275). Le plan peut être considéré avec certitude comme complet, tous les poteaux ayant été retrouvés à l'exception, à l'avant du bâtiment, d'un poteau de la paroi nord (entre les poteaux 367 et 368) et, sur la tierce T6, d'un poteau de la panne sud (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 153, 156, 195).

Tabl. 62 - Analyse métrique de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT » (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 195). Orientation : l'angle indiqué en degrés est la déclinaison vers l'ouest par rapport au nord géographique.

Description	Valeurs
Longueur	12,50 m (complète)
Largueur arrière	4,60 m
Largeur avant	4,10 m
Largeur tierce arrière	2,90 m
Largeur tierce avant	2,70 m
Orientation	59,0°

Sous le décapage, la profondeur conservée des poteaux de tierce de ce bâtiment est au minimum de 0,01 m (support de panne sud de la tierce T5, st 389) et au maximum de 0,42 m (support de panne sud de la tierce T2, st 378). La profondeur conservée des poteaux de paroi (pannes sablières) est en moyenne de 0,27 m. Le diamètre maximal des fantômes des poteaux de tierce est de 0,30 m, tandis que celui des fantômes des poteaux de paroi est de 0,40 m (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 195).

La fosse latérale sud (st. 410) associée à l'habitation a livré du mobilier attribuable à la phase régionale 5/6, soit à la fin du Rubané récent A (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 143-144, 165, 175).

#### **9.7.1.1 Les données carpologiques**

L'analyse a été menée sur 41 prélèvements issus de 41 contextes archéologiques (structures en creux), dont une tranchée de fondation et 40 trous de poteau (Fig. 275). Parmi les contextes étudiés, 38 se sont avérés positifs. Au total, 191 carporesses carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume) pour un total de 360 litres de sédiment tamisés et analysés (Annexe 5).



Fig. 275 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier et Champougny, 2019b, p. 86, Fig. 41).

### La distribution des densités de carporestes

L'histogramme permet de présenter la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M283 (Fig. 276). Il faut noter que les données en provenance de cette maison sont très faibles et que les résultats sont à interpréter avec prudence. On observe que parmi les 38 contextes positifs analysés, une grande majorité (29 contextes) présente des concentrations comprises entre 0,1 et 0,7 carporestes/litre de sédiment. Les intervalles de concentration plus forte sont rares : six contextes présentent des densités allant de 0,7 à 1,4 carporestes/litre de sédiment ; un contexte présente une densité comprise entre 1,4 et 2,0 ; un contexte présente une densité allant de 2,0 à 2,6 ; aucun contexte ne présente de densité comprise entre 2,6 et 3,3 ; enfin, un contexte présente une densité comprise entre 3,3 et 3,9 carporestes/litre de sédiment.

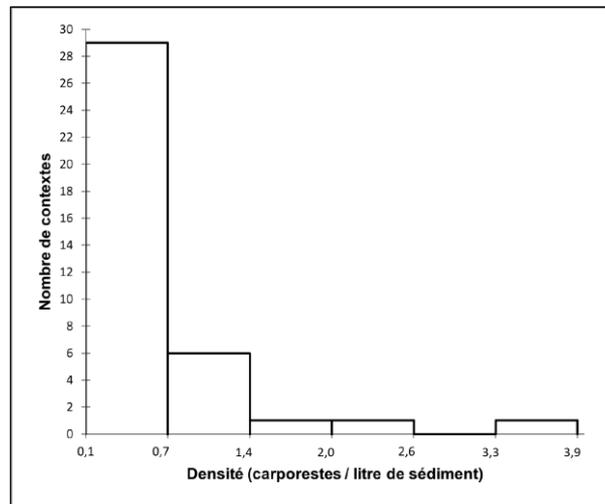


Fig. 276 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (0,6). La valeur d'écart-type (n-1) faible (0,7) indique que les données ne sont pas dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (0,4) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (3,2), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la maison M283, les densités observées au niveau des trous de poteau sont pour la plupart très faibles tandis que certains comportent des densités un peu plus élevées. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les trois contextes où les densités sont plus importantes, notamment le trou de poteau où la densité dépasse 3,3 carporestes/litre de sédiment, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein du bâtiment. On observe que les densités dépassant 1,4 carporestes/litre de sédiment se situent, en partant de l'entrée du bâtiment, au niveau des pannes sablières nord et sud, à hauteur des tierces T6 et T5 (Fig. 277).

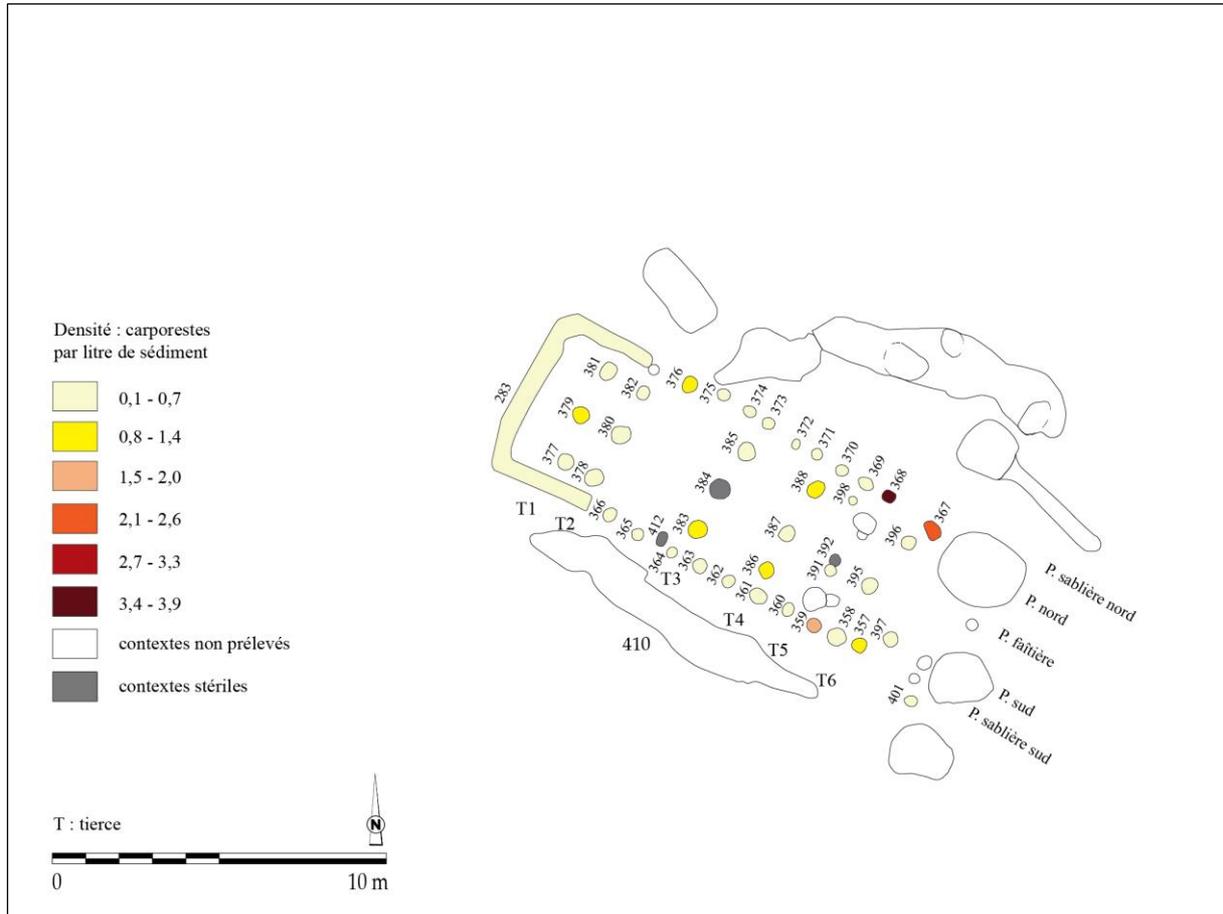


Fig. 277 - Répartition des densités dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier et Champougny, 2019b, p. 86, Fig. 41).

### La distribution des catégories de plantes

À première vue, on constate que toutes les catégories de plantes sont éparpillées un peu partout dans le secteur fouillé, sans organisation apparente (Fig. 278). En regardant plus en détail, on constate que le bâtiment se caractérise par la prépondérance de caryopses de céréales. Les vannes de céréales sont présentes surtout dans la panne sablière nord, au niveau des tierces T6 et T5, et en moindre quantité dans la tierce T2. Les plantes adventices se trouvent éparpillées au sein du bâtiment, tout le long des pannes sablières nord et sud ainsi qu'au niveau des tierces T4, T3, T2 et T1. Les légumineuses ont été attestées de manière anecdotique dans les tierces T3, T1 et dans les pannes sablières nord et sud, à hauteur des tierces T6 et T5. Enfin, la présence de plantes de cueillette reste anecdotique dans les pannes sablière nord (st. 368) et sablière sud (st. 397), dans le secteur sud-est du bâtiment.

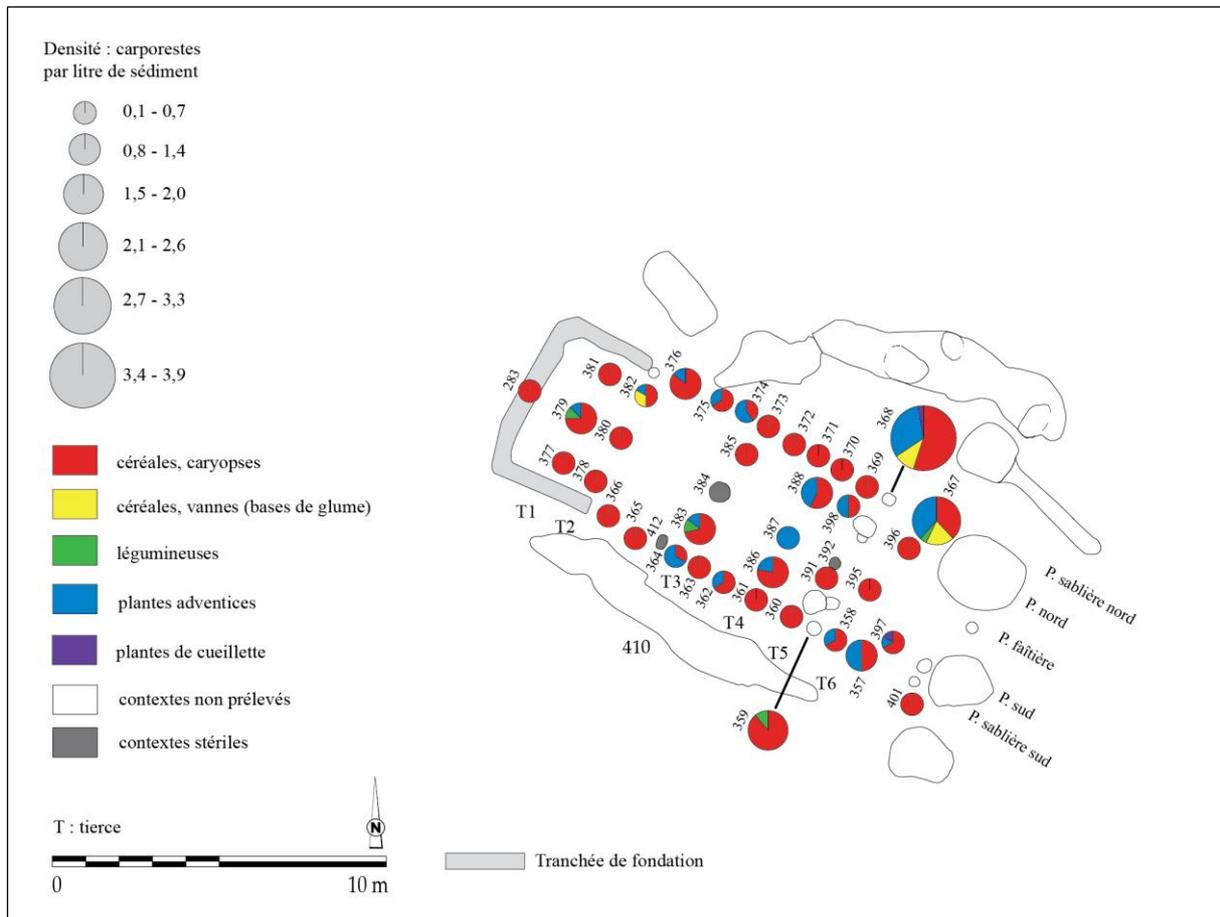


Fig. 278 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier et Champougny, 2019b, p. 86, Fig. 41).

### La distribution des céréales

La part des céréales indéterminées est assez importante dans le secteur fouillé du bâtiment, témoignant de la fragmentation considérable des carporesses et donc de la difficulté d'une identification au niveau de l'espèce, voire du genre (Fig. 279). Étant donné que l'orge polystique vêtue n'a pas été attestée au sein de l'assemblage, les caryopses d'orge qui n'ont pu être déterminés au niveau de la variété ont été comptabilisés en tant qu'orge polystique nue lors de la représentation graphique.

Au sein de la maison, les blés vêtus sont majoritaires, notamment l'amidonnier et, en moindre mesure, l'engrain. Ces deux espèces de blé se trouvent dans les pannes sablières nord et sud ainsi que dans les tierces T4, T3 et T1. En ce qui concerne les céréales nues, l'orge polystique nue est attestée dans les pannes sablière nord et sud ainsi qu'au niveau des tierces T3 et T2, tandis que le blé nu n'est présent que dans la panne sablière sud de manière anecdotique (st. 361 et 366).

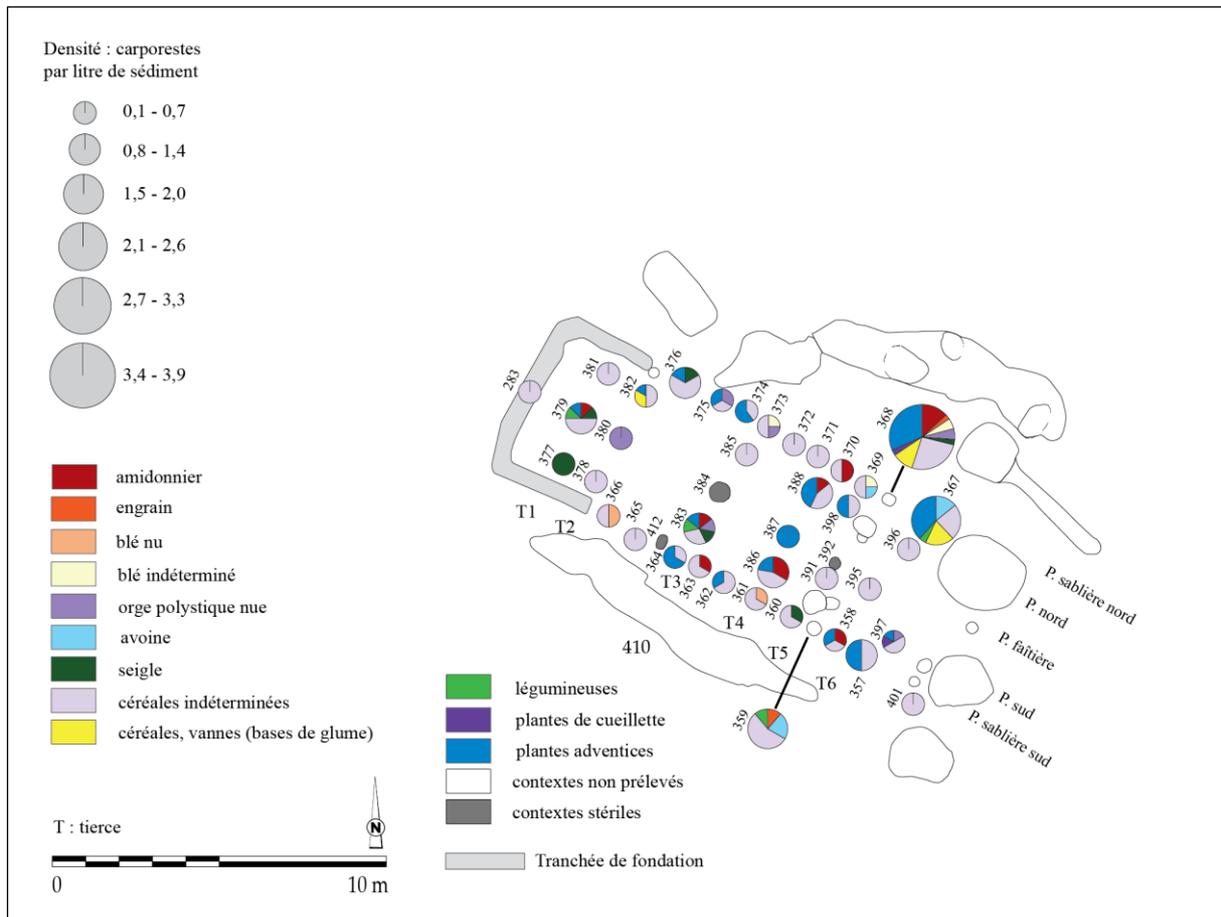


Fig. 279 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier et Champougnny, 2019b, p. 86, Fig. 41).

### La distribution des légumineuses

Dans le secteur fouillé, le pois est majoritaire. Il est présent aussi bien dans la panne sablière sud que dans les tierces T3 et T1. La lentille, quant à elle, n'est attestée que de manière anecdotique (un carporeste) dans le trou de poteau 367 situé dans la panne sablière nord (Fig. 280).

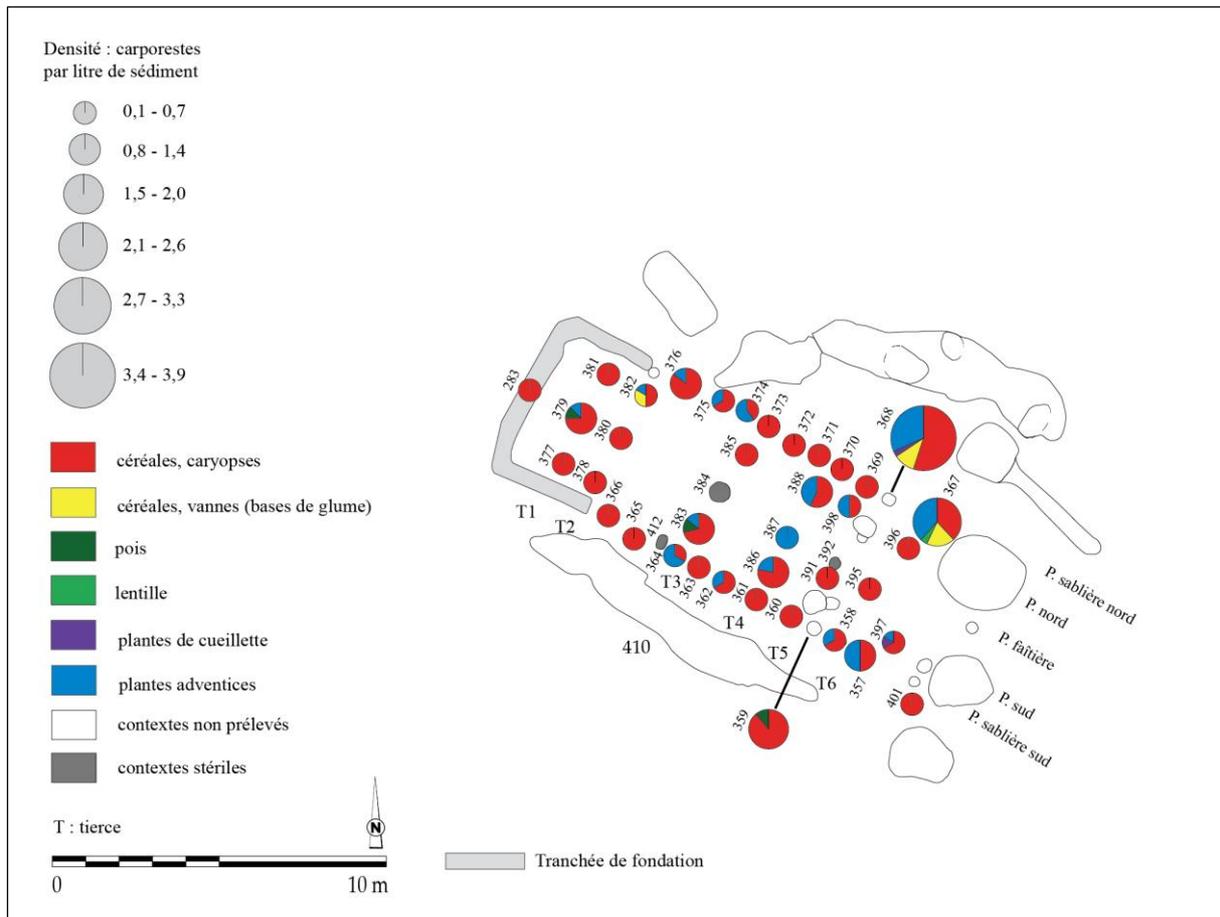


Fig. 280 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT » (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier et Champougnny, 2019b, p. 86, Fig. 41).

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les catégories de plantes (colonnes). Pour la première analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (tierces) afin de mieux saisir la distribution des données suivant l'axe perpendiculaire de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,387 > \alpha = 0,05$ ), on doit alors retenir l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et rejeter l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il n'existe pas de dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes.

Pour la réalisation de la deuxième analyse, les contextes archéologiques ont été regroupés par ensembles (pannes) afin de mieux comprendre la distribution des données suivant l'axe longitudinal de la maison. À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,451 > \alpha = 0,05$ ), on doit alors retenir l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et rejeter l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les

colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il n'existe pas de dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques et les catégories de plantes.

D'après les résultats présentés ci-dessus, aucune limite de secteur ne peut être proposée ni pour l'axe perpendiculaire de la maison ni pour l'axe longitudinal. En effet, dans les deux cas, la probabilité qu'il n'existe pas de lien entre les contextes archéologiques (tierces et pannes) et les catégories de plantes dépasse 5 %. Pour ce qui est du lien entre les tierces et les catégories de plantes, le risque de nous tromper en rejetant l'hypothèse nulle  $H_0$  est de 38,7 %, ce risque augmente à 45,1 % en ce qui concerne les pannes. On constate donc qu'il y a de fortes chances pour que la distribution du matériel carpologique au sein de la maison soit liée au hasard. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 9.7.1.2).

#### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la maison M283 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré être significatif ( $\rho = 0,941$  ;  $p\text{-valeur} = 0,033 < \alpha = 0,05$ ), il a ainsi montré une très forte corrélation positive entre ces deux variables : plus l'abondance relative d'un taxon est élevée, plus sa fréquence relative est importante (Fig. 281).

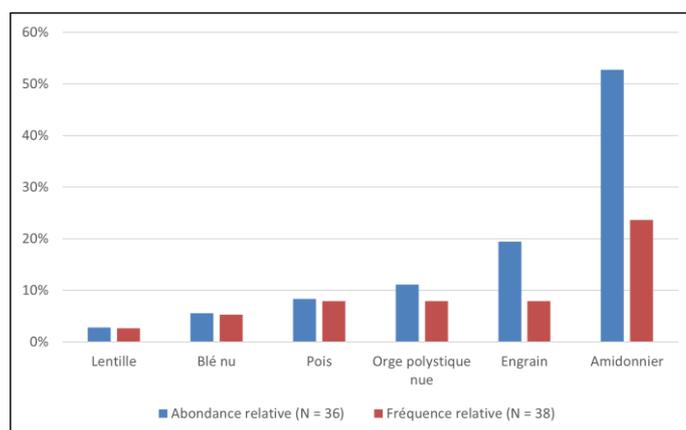


Fig. 281 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M283 de Terville « ZAC du Parc d'Activités Technologiques ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l'application de cet indice sont tout à fait cohérents avec l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 63).

Tabl. 63 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M283 de Terville « ZAC du Parc d'Activités Technologiques ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Amidonnier	52,78	23,68	76,46
Engrain	19,44	7,89	27,34
Orge polystyque nue	11,11	7,89	19,01
Pois	8,33	7,89	16,23
Blé nu	5,56	5,26	10,82
Lentille	2,78	2,63	5,41

### 9.7.1.2 Discussion

#### L'analyse architecturale

Si l'on fonde l'étude architecturale sur le plan de fouille, on observe qu'il s'agit d'une maison de type 1b ou 2 de Modderman (voir 2.1.9.2.2). La maison comporte une tranchée de fondation limitée à l'arrière du bâtiment, longue de 2,7 m sur la paroi nord et 2,9 m sur la paroi sud et qui s'interrompt au niveau de la seconde tierce du couloir arrière (tierce T2). La partie arrière, d'une longueur de 1,7 m, ne comporte qu'une travée (Fig. 282). La partie centrale (5,8 m de longueur) est divisée par la tierce T3 en deux travées de 3,4 m et 2,4 m. Le couloir avant est constitué des tierces T4 et T5. À l'avant du bâtiment, au-delà de la tierce T5,

les parois semblent légèrement se resserrer (st. 367 et 397) et le pignon avant se situe possiblement au niveau de la tierce T6 (st. 395 et 396), pour laquelle le poteau de la panne sud n'a pas été observé. Dans cette hypothèse, la partie avant ne compterait qu'une seule travée longue de 1,6 m. Toutefois, on ne peut exclure que la construction se termine au niveau de la seconde tierce du couloir avant (tierce T5). Dans cette hypothèse, les poteaux situés en avant de ce couloir correspondraient aux restes d'un auvent ou d'un porche d'entrée (Petitdidier et Champougny, 2019a, p. 155, 158-159, 195).



Fig. 282 - Interprétation architecturale de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». L'entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d'après Petitdidier et Champougny, 2019b, p. 86, Fig. 41).

### L'alimentation végétale de la maisonnée

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de

plantes cultivées représenté au sein de la maison M283, la maisonnée privilégiait la consommation d'une céréale, l'amidonnier. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'engrain, l'orge polystique nue, le pois, le blé nu et la lentille.

### L'interprétation fonctionnelle du bâtiment

Nous rappelons que l'analyse de la distribution des données carpologiques au sein de la maison M283 appelle à la prudence étant donné le caractère faible des densités des carporesses. Les résultats des tests du Khi-deux nous ont montré qu'il y a de fortes chances pour que la distribution du matériel carpologique au sein de la maison soit liée au hasard. Toutefois, lorsque nous analysons de façon conjointe les données carpologiques et architecturales (Fig. 283), nous observons certains aspects intéressants de la distribution planimétrique des données. Afin de pouvoir valider nos observations, nous sommes obligés d'accepter le risque de 38,7 % de nous tromper en rejetant l'hypothèse nulle  $H_0$  concernant le lien entre les tierces et les catégories de plantes. Nous sommes conscients que ce risque est très élevé, mais nous souhaitons, tout de même, évoquer les aspects constatés.

La partie avant (tierces T6 et T5) présente les densités les plus élevées attestées au sein du bâtiment. L'assemblage hétéroclite constitué de céréales (vannes et céréales), de légumineuses, de plantes adventices et de plantes de cueillette laisse à penser que ce secteur, lieu de transition entre l'espace extérieur et intérieur du bâtiment, garde les traces d'une zone d'activité de décorticage des céréales, d'écoassage des légumineuses et de nettoyage, qui pouvait avoir lieu, tantôt à l'extérieur devant la maison, tantôt à l'abri à côté de l'entrée. Rappelons que certains travaux ont permis de conclure qu'au Néolithique, le décorticage et le nettoyage faisaient partie du travail quotidien de préparation d'aliments au niveau de la maisonnée (Kreuz et Marinova, 2017, p. 645 ; Kreuz, 2012 in Kreuz *et al.*, 2020, p. 104). Dans ce secteur, on constate un effet de paroi marqué par la présence de ce que l'on peut considérer comme des déchets (vannes de céréales et plantes adventices) notamment dans la panne sablière nord. Ces restes pourraient être issus d'un balayage intentionnel vers les parois de la maison afin de nettoyer le sol après les activités de décorticage et de nettoyage.

La partie centrale, comprise entre les tierces T4 et T2, se caractérise par la prédominance de caryopses de céréales, la présence de plantes adventices ainsi que de quelques restes de légumineuses et de vannes de céréales. Par ailleurs, les densités de carporesses sont assez faibles dans ce secteur. Ces données évoquent une zone d'activité domestique sans que l'on puisse aller plus loin dans l'interprétation.

La partie arrière (tierce T1) se caractérise par la prédominance de caryopses de céréales ainsi que par la présence anecdotique de légumineuses et de plantes adventices. Contrairement à ce qui a été observé dans les maisons M5, M1 et M2 du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot », les densités de carporestes ne sont pas très élevées dans ce secteur et ne semblent pas correspondre à ce qui est attendu pour une zone de stockage. Ces résultats ne nous permettent donc pas d’interpréter la fonction domestique de ce secteur.

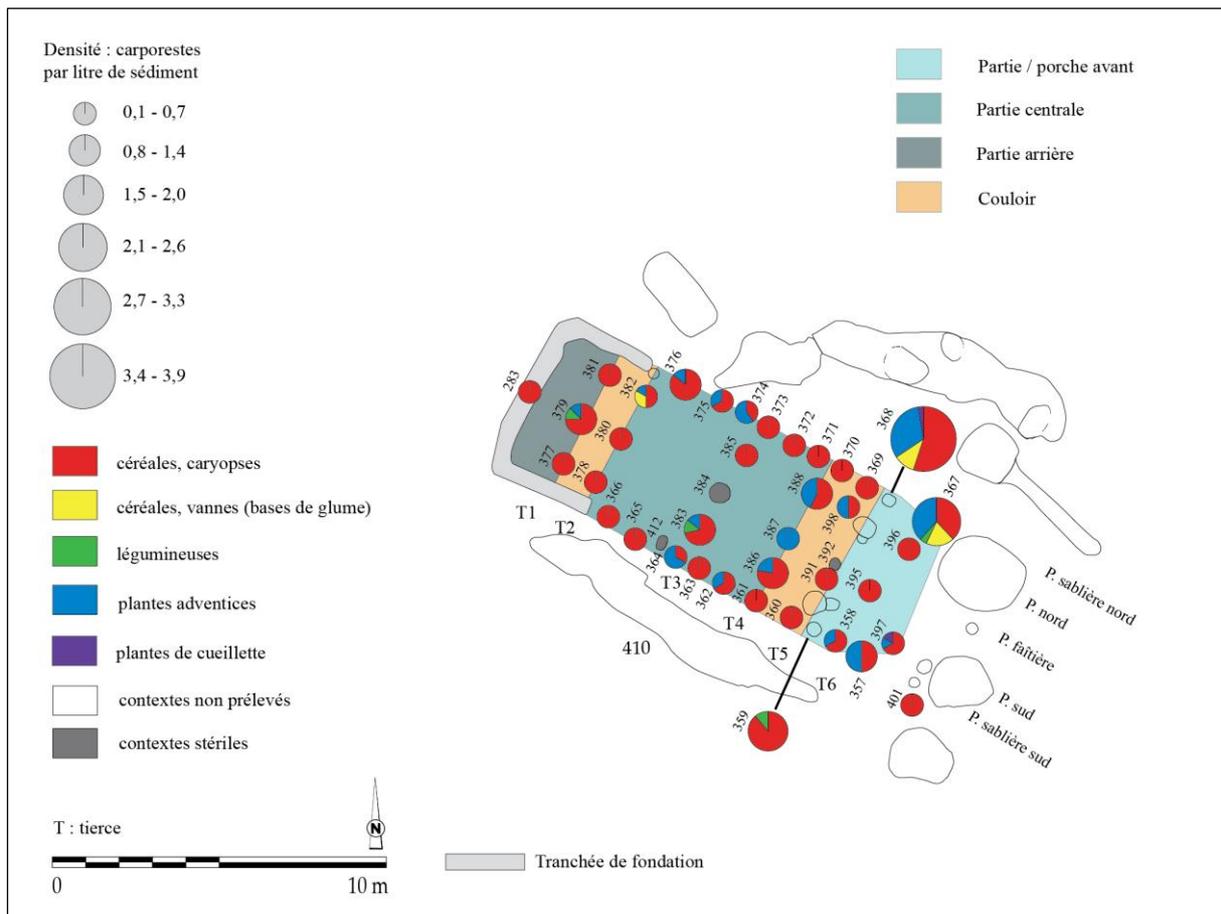


Fig. 283 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». L’entrée du bâtiment se situe au sud-est (DAO : L. Berrio, plan du bâtiment d’après Petitdidier et Champoungy, 2019b, p. 86, Fig. 41).

## **9.8. La maison rubanée : mieux comprendre sa variabilité**

### Analyse comparative des densités de carporestes au sein des maisons rubanées

Au total, treize maisons rubanées, en provenance de sept sites archéologiques, ont été étudiées. Une variabilité importante des densités de carporestes a été observée entre les différents bâtiments (Fig. 284), nous permettant d'en distinguer trois groupes. Le premier groupe se caractérise par des densités très faibles, il s'agit des maisons dont 75 % des données ne dépassent pas 4 carporestes/litre de sédiment (Q3 ; Tabl. 64). Par ailleurs, on observe une concentration des données autour de la médiane. Dans ce groupe on trouve la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques », la maison M1 d'Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD52C », les maisons M1 et M2 de Cattenom « Unterhausen » et la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Parmi les cinq maisons, seule la maison M2 de Cattenom présente une valeur extrême moyennement élevée, soit 39,9 carporestes/litre de sédiment (Max ; Tabl. 64).

Le deuxième groupe rassemble les maisons dont 75 % des données ne dépassent pas 15 carporestes/litre de sédiment (Q3 ; Tabl. 64). Contrairement au groupe précédent, les données sont ici un peu plus dispersées autour de la médiane. Dans ce groupe on trouve la maison M1 de La Maxe « Les Lignières », la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » et la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Les trois maisons présentent des valeurs extrêmes élevées, respectivement 64,0 ; 291,0 et 123,3 carporestes/litre de sédiment (Max ; Tabl. 64). Il faut noter que la maison M28 d'Ay-sur-Moselle a livré la densité de carporestes la plus élevée parmi tous les bâtiments analysés (291,0 carporestes/litre de sédiment).

Le troisième groupe réunit les maisons dont le troisième quartile (Q3 ; Tabl. 64) dépasse 20 carporestes/litre de sédiment. Par ailleurs, on constate une concentration de données en dessous de la médiane et une dispersion importante au-dessus de la même. Dans ce groupe on trouve la maison M3 de La Maxe « Les Lignières » ainsi que les maisons M4, M5, M1 et M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Les cinq maisons présentent des valeurs extrêmes élevées à très élevées, respectivement 54,5 ; 237,2 ; 214,8 ; 129,7 et 244 carporestes/litre de sédiment (Max ; Tabl. 64).

Comment expliquer cette conservation différentielle des carporestes carbonisés dans les sites de la moyenne vallée de la Moselle ? Tel qu'il a déjà été évoqué, plusieurs arguments semblent conforter l'hypothèse selon laquelle les macrorestes végétaux carbonisés se conserveraient mieux dans des conditions acides que dans des conditions alcalines

(voir 5.3.3). D'une part, nous notons une abondance remarquable des carporestes carbonisés sur le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Sur ce site, les restes osseux n'étaient pas conservés et la céramique présentait des surfaces très corrodées du fait de l'acidité des limons décarbonatés encaissants (Blouet *et al.*, 2013b, p. 150, 156). Dans ce cas précis, la nature du sol aurait joué en faveur d'une bonne conservation des carporestes carbonisés.

D'autre part, les sites du secteur d'Ay/Trémery, se caractérisent par une bonne conservation du matériel osseux du fait des terrains marno-calcaires (Blouet *et al.*, 2013b, p. 25, Tabl. 4). Bien que la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille » ait livré la densité de carporestes la plus élevée parmi toutes les maisons analysées dans la moyenne vallée de la Moselle, l'analyse des densités nous montre que la conservation des carporestes sur ce site n'est pas aussi bonne qu'à Marainville-sur-Madon et il est possible que la nature alcaline du sol d'Ay-sur-Moselle y soit pour quelque chose.

Bien que ces deux exemples semblent conforter l'hypothèse d'une meilleure conservation des carporestes carbonisés dans des sols acides que dans des sols alcalins, nous sommes conscients qu'il n'est pas possible d'en tirer des conclusions à partir d'un échantillon aussi faible. Afin de creuser cette question, il faudrait, à l'avenir, analyser de manière exhaustive s'il existe en Lorraine une concordance entre pH du sol et conservation du matériel carpologique et faunique.

Tabl. 64 - Tableau récapitulatif des statistiques descriptives. **Variable** : densités (carporestes/litre de sédiment).

	Nb. contextes	Min	Max	Q1	Médiane (Q2)	Q3	Moyenne	Variance (n-1)	Écart-type (n-1)
Terville M283	38	0,1	3,9	0,2	0,4	0,7	0,6	0,5	0,7
Ennery M1	25	0,2	3,4	0,5	0,5	1,1	0,9	0,7	0,8
Cattenom M1	20	0,1	4,7	0,2	0,5	1,5	1,1	1,9	1,4
Cattenom M2	18	0,1	39,9	0,4	1,0	1,6	3,8	88,7	9,4
Bertrange M3	17	0,7	6,0	1,5	2,0	3,3	2,5	2,3	1,5
La Maxe M1	22	0,3	64,0	1,3	3,0	6,0	7,6	189,2	13,8
Ay-sur-Moselle M28	22	0,1	291,0	1,3	4,3	8,3	21,3	3863,2	62,2
Marainville M3	24	0,3	123,3	1,9	6,3	14,4	14,8	665,1	25,8
La Maxe M3	5	0,3	54,5	0,3	8,7	22,0	17,2	514,0	22,7
Marainville M4	27	0,3	237,2	1,0	3,8	28,5	24,7	2270,5	47,7
Marainville M5	28	0,3	214,8	1,5	11,0	41,1	43,3	4319,7	65,7
Marainville M1	18	0,2	129,7	7,0	19,5	45,8	35,1	1705,4	41,3
Marainville M2	22	0,9	244,0	3,0	19,3	80,7	54,3	5588,6	74,8

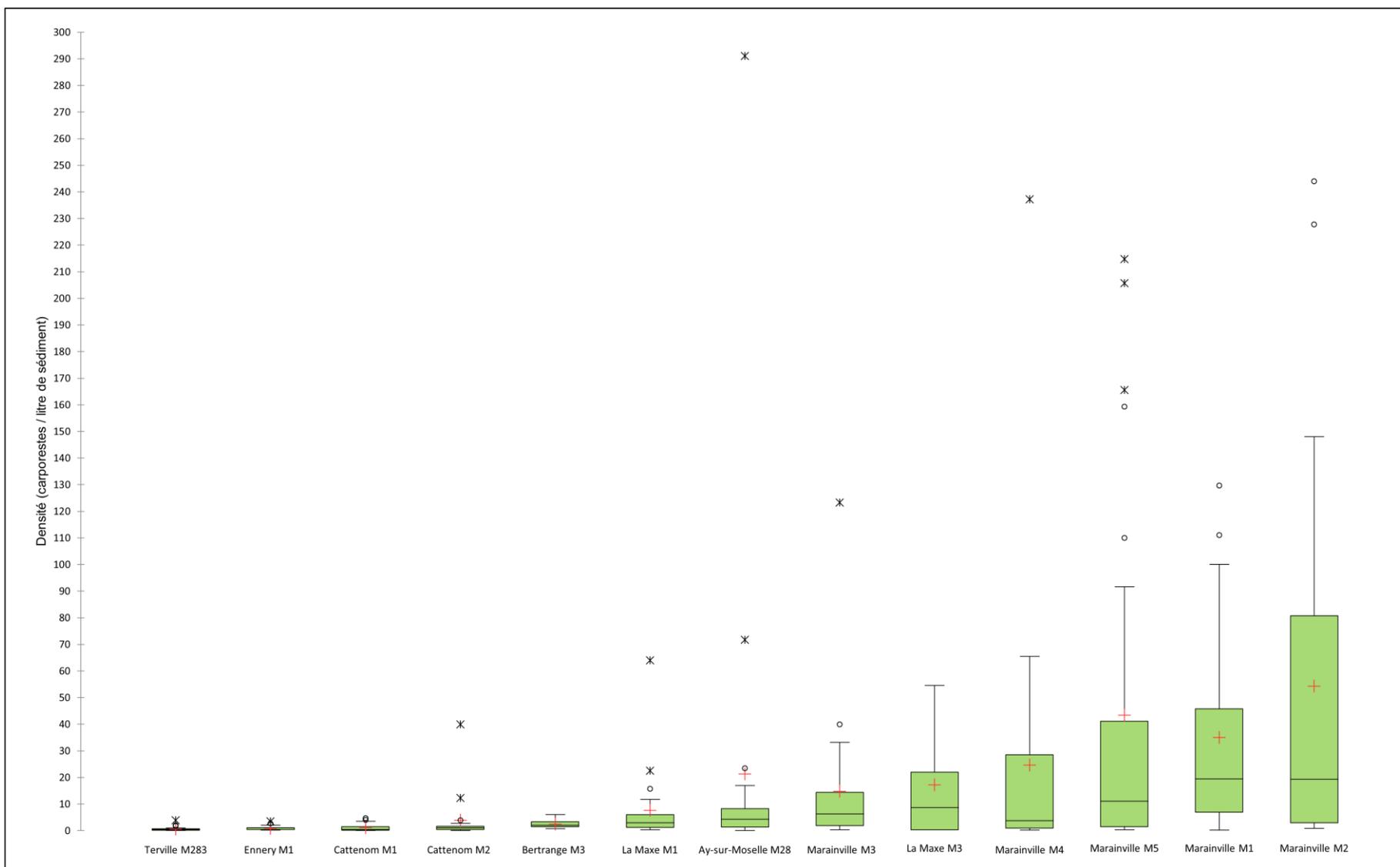


Fig. 284 - Comparaison des diagrammes en boîte à moustaches affichant la distribution des densités de carporestes des différentes maisons rubanées analysées. **Barre centrale** : médiane ; **Croix rouge** : moyenne ; **Limites de la boîte** : premier et troisième quartile ; **Limite de Tukey (moustache)** : sépare l'échantillon des valeurs extrêmes ; \* et ° : valeurs extrêmes.

Analyse comparative de la distribution des données carpologiques au sein des maisons rubanées

Nous distinguons deux groupes de maisons parmi les treize bâtiments rubanés analysés. Dans le premier groupe, on réunit les bâtiments dont la totalité du plan architectural a été fouillée. C'est le cas des maisons M5, M1, M2 et M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot », la maison M2 de Cattenom « Unterhausen » et la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques ». Malgré le fait que les plans de ces maisons soient complets, elles n'ont pas été étudiées intégralement puisque, pour chacune d'entre elles, il y a quelques trous de poteau manquants (Fig. 285). Les maisons M1 de Marainville-sur-Madon et M2 de Cattenom sont celles dont les analyses sont les plus fragmentaires.

Le second groupe rassemble les maisons dont le plan architectural n'a été que partiellement fouillé. C'est le cas des maisons M3 de Marainville-sur-Madon, les maisons M1 et M3 de La Maxe, la maison M1 de Cattenom, la maison M28 d'Ay-sur-Moselle, la maison M1 d'Ennery et la maison M3 de Bertrange (Fig. 286).

Parmi les treize bâtiments analysés, sept présentent une partie avant. Les maisons M5 et M1 de Marainville ne présentent pas de partie avant à proprement dire, mais un couloir avant qui matérialise la transition entre l'espace extérieur et intérieur. La partie avant des maisons M283 de Terville, M1 d'Ennery, M1 de La Maxe, M3 de Bertrange, M2 et M4 de Marainville-sur-Madon voire le corridor avant de la maison M5 de ce même site, se caractérisent par un assemblage carpologique hétéroclite constitué de céréales (vannes et céréales), de légumineuses, de plantes adventices et parfois de plantes de cueillette. Ces données laissent à penser que ce secteur garde les traces d'une zone d'activité de décorticage des céréales, d'écoassage des légumineuses et de nettoyage. Le caractère faible des données en provenance du couloir avant de la maison M1 de Marainville-sur-Madon et de la partie avant de la maison M2 de Cattenom ne nous permet pas de discuter cet aspect.

Rappelons que l'interprétation la plus répandue concernant le doublement des poteaux de certaines parties frontales est celle d'une matérialisation des vestiges de support d'une éventuelle plateforme de stockage. Si tel s'avérait être le cas pour quelques-unes de nos maisons (p. ex. M3 de Bertrange, M1 de La Maxe, M1 d'Ennery et M2 de Cattenom), il conviendrait de s'interroger sur l'intérêt de stocker les réserves de denrées alimentaires dans la partie avant des bâtiments (voir 2.1.9.2.6). Les travaux de V. Vondrovský (2018) montrent que l'orientation du mur pignon avant vers l'est, le sud-est ou le sud entraîne une exposition

au rayonnement solaire assez importante tout au long de l'année (voir 2.1.9.2.3, Fig. 44). Pour ce qui est des maisons dont la partie avant est orientée vers l'est, le grenier serait ainsi exposé au rayonnement solaire notamment pendant les heures où ce dernier n'est pas encore très intense. En revanche, plus l'orientation du mur pignon avant est proche du sud, plus le grenier sera exposé au rayonnement solaire au moment où sa puissance est maximale (voir 2.1.9.2.3, Fig. 45 et Tabl. 8). Sachant que limiter l'exposition du grenier au rayonnement solaire s'avère une stratégie très importante pour assurer la bonne conservation de la récolte (voir 5.2.8.3), il est alors tout à fait légitime de se demander pourquoi les populations rubanées auraient privilégié l'installation de la plateforme de stockage dans la partie frontale de la maison au lieu de la partie arrière, moins exposée au rayonnement solaire. Pour B. Soudský (1962, p. 198), les grains stockés sur les plateformes étaient probablement destinés à être semés, les greniers auraient été donc vidés lors de la période de semis (automne ou printemps). Pour sa part, E. Lenneis (2013a, p. 172) propose que cette plateforme ait été une zone de stockage utilisée principalement en hiver et qui serait donc largement vide en été. Si nous considérons qu'il s'agit d'un stockage de durée limitée à court et à moyen terme pour couvrir les besoins de la maisonnée jusqu'à la prochaine récolte l'été suivant, cet argument s'avère en effet très intéressant pour justifier le stockage des récoltes dans la partie frontale de la maison sans que la qualité du produit soit altérée pendant les mois les plus chauds de l'année. Dans l'état actuel de la recherche, nos données ne nous permettent pas d'exclure cette hypothèse. Néanmoins, nous préférons rester prudents et considérer, pour l'instant, ces parties frontales en tant que zones de traitement des produits de la récolte.

Parmi les treize bâtiments analysés, onze présentent une partie centrale. Le caractère faible des données en provenance de la partie centrale des maisons M1 de Marainville-sur-Madon et M2 de Cattenom, ne nous permet pas de discuter la fonction de ce secteur. La partie centrale des maisons M5, M2 et M4 de Marainville-sur-Madon, M283 de Terville, M1 et M3 de La Maxe, M1 de Cattenom, M28 d'Ay-sur-Moselle et M1 d'Ennery présentent un assemblage carpologique caractérisé, la plupart du temps, par la prédominance de caryopses de céréales. Dans ces parties centrales, on constate également la présence de vannes de céréales, de légumineuses et de quelques restes de plantes adventices. Dans certains bâtiments tels que les maisons M5, M2 et M4 de Marainville-sur-Madon, M1 et M3 de La Maxe et M1 d'Ennery, nous observons des densités de carporestes plus élevées dans les trous de poteau de la panne sud et parfois de la panne faîtière. Seule la maison M1 de Cattenom fait figure d'exception puisque ce sont les pannes faîtière et nord qui présentent des densités plus élevées. Par ailleurs, l'analyse spatiale des nodules de terre brûlée de la maison M5 de

Marainville-sur-Madon a permis de mettre en évidence l'emplacement d'une structure de combustion, de type four à coupole sur armature en clayonnage, dans la partie centrale du bâtiment. Ces données laissent à penser que ce secteur remplissait la fonction d'une zone d'activité domestique de préparation d'aliments. Il semblerait que, dans la plupart de cas, ces activités se concentraient dans la moitié sud du secteur (axe longitudinal).

La partie arrière a été repérée dans huit des treize maisons étudiées. La partie arrière des maisons M5, M1, M2 et M4 de Marainville-sur-Madon, M283 de Terville, M1 et M2 de Cattenom, M3 de La Maxe et M28 d'Ay-sur-Moselle présentent un assemblage carpologique caractérisé par la prédominance, tantôt de caryopses de céréales, tantôt de légumineuses. Ces dernières sont prépondérantes notamment dans les maisons M5, M1, M2 de Marainville-sur-Madon ainsi que dans le premier sous-secteur (en partant de l'entrée) de la maison M4 du même site. Par ailleurs, dans les maisons M5, M1, M2 de Marainville-sur-Madon ainsi que dans les maisons M1 et M2 de Cattenom on observe que certains trous de poteau de la partie arrière ont livré des densités de carporestes élevées. Ces données laissent à penser que, dans ces bâtiments, la partie arrière a probablement eu une fonction de stockage temporaire. Pour reprendre les propos de B. Soudský (1962, p. 198), dans les maisons rubanées, nous avons vraisemblablement affaire à deux types de stockage des récoltes selon leur fonction : d'une part, les grains destinés à être semés étaient probablement stockés dans les greniers et les silos ; d'autre part, les grains destinés à être consommés au fur et à mesure des besoins de la maisonnée étaient stockés dans les vases de stockage. Cette dernière fonction est celle évoquée par les données issues de ces bâtiments.

Enfin, l'analyse conjointe des données carpologiques et architecturales de la maison M3 de Marainville-sur-Madon ne nous permet pas de confirmer si le secteur représenté matérialise la partie centrale (maison monopartite) ou la partie arrière (maison bipartite ou tripartite) du bâtiment. Cependant, nous observons qu'un trou de poteau de la panne sud a livré une densité de carporestes très élevée. Par analogie avec les autres bâtiments étudiés, la prépondérance de caryopses de céréales, la présence de vanes de céréales et de plantes adventices et la concentration de carporestes dans la moitié sud du secteur (axe longitudinal) vont plutôt dans le sens d'une partie centrale.

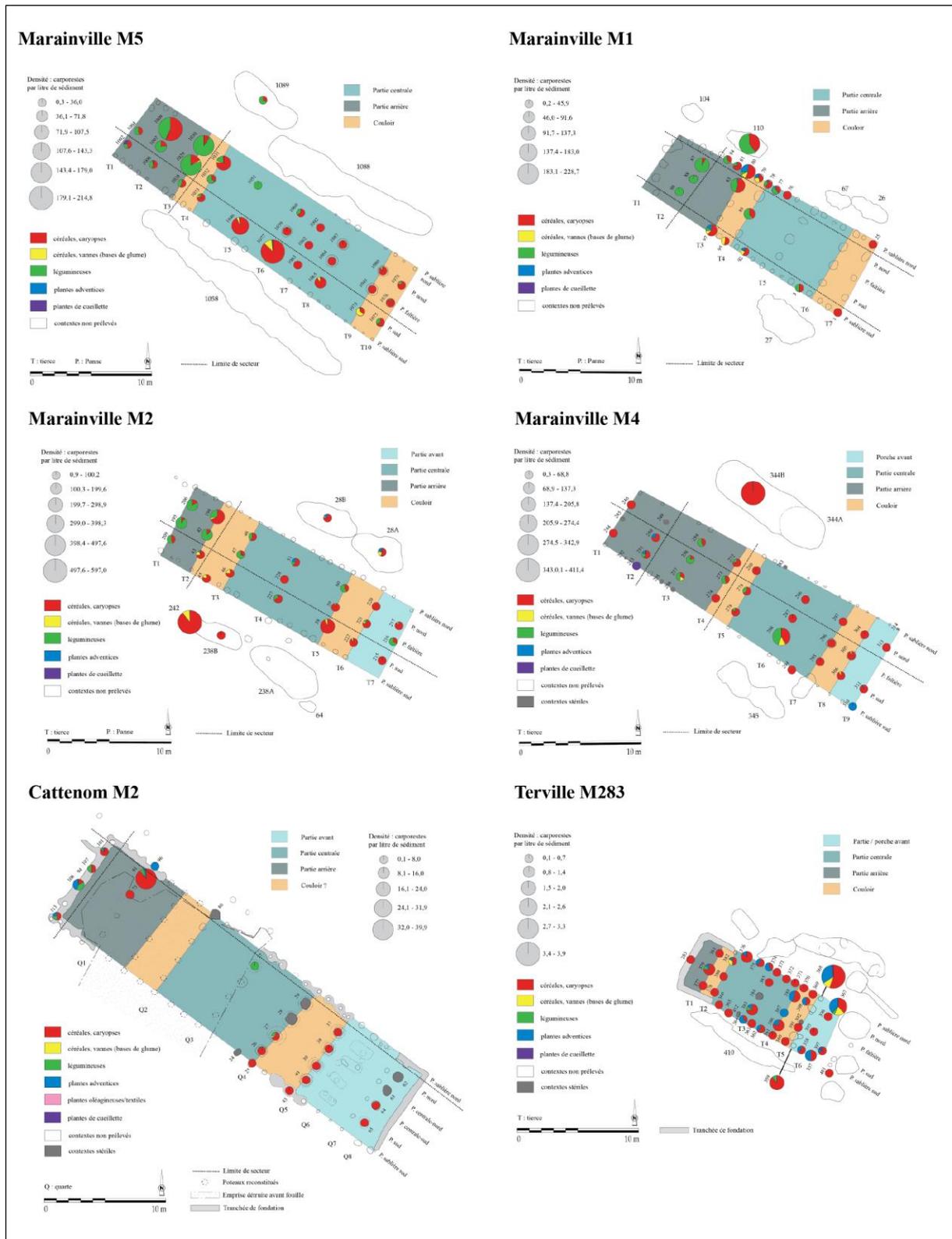


Fig. 285 - Plans des maisons rubanées complètes affichant la superposition des données carpologiques et architecturales.



Fig. 286 - Plans des maisons rubanées incomplètes affichant la superposition des données carpologiques et architecturales.

Des préférences culturelles mais pas de modèle statique « taille unique »

L'un des objectifs de ce travail était d'évaluer jusqu'à quel point les données carpologiques peuvent nous aider à comprendre l'aménagement de l'espace interne des maisons néolithiques. Cette démarche, qui n'avait pas été entreprise jusqu'à présent, semble porter ses fruits. Les résultats obtenus à partir de l'analyse de treize maisons rubanées mettent en évidence quelques caractéristiques récurrentes suggérant que certains éléments de l'aménagement pourraient être liés à des préférences culturelles. Toutefois, la diversité globale observée démontre qu'il n'est pas pertinent de proposer un modèle statique « taille unique » de la distribution des activités au sein des bâtiments, puisque chaque maisonnée disposait vraisemblablement d'une marge de manœuvre pour appréhender son espace de vie. Pour D. Hofmann et E. Lenneis (2017), la marge de manœuvre concernant la taille et la partition des maisons rubanées, et donc leur potentiel de variabilité, était justement l'aspect qui assurait le rôle central des bâtiments dans la construction de l'identité culturelle de la population.

Enfin, la compréhension de l'aménagement des espaces domestiques reste malheureusement très souvent dans la spéculation à cause du manque de données. L'analyse spatiale des données carpologiques au sein des bâtiments rubanés s'inscrit dans une démarche de reconstitution de la vie quotidienne des populations néolithiques qui suscite un intérêt grandissant au sein de la communauté de chercheurs. Actuellement, A. van Gijn (Leiden University) dirige un projet d'archéologie expérimentale intitulé « *Putting life into Neolithic houses* » (2021-2025) qui vise à enrichir nos connaissances sur la vie quotidienne des populations néolithiques dans la zone côtière des Pays-Bas à partir de l'analyse de l'artisanat domestique et des activités de subsistance. C'est ainsi qu'en 2016, un groupe d'archéologues a réalisé la reconstruction d'une maison du Néolithique final (*Vlaardingense culture*) à Masamuda. Dans une série d'ateliers, des bénévoles réaliseront de diverses expériences liées à la vie quotidienne : ils seront activement impliqués dans l'aménagement de la maison ainsi que dans les tâches qui seront effectuées dans et autour du bâtiment (Van Gijn, 2019 ; Van Gijn, 2021). Ce projet est prometteur et les résultats serviront certainement à nourrir à l'avenir notre discussion sur la distribution des activités au sein des maisons néolithiques.

## **Chapitre 10 - Une occupation en grotte à Waldbillig. Quelle fonction au Néolithique ?**

Ce chapitre vise à mettre en évidence l'aménagement intérieur de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (Luxembourg) lors de la phase d'occupation datée du Néolithique moyen (culture Roessen), à partir de l'étude du matériel carpologique issu de la fouille du sol d'occupation (couche 18).

Bien que les échantillons n'aient pas fait l'objet d'une mesure du volume de sédiment brut prélevé, ce qui empêche la réalisation d'une analyse de densité de carporestes par litre de sédiment, on a tenté une analyse de concentration de carporestes en partant du principe que tout le sédiment extrait lors de la fouille a été tamisé et donc la quasi-totalité des carporestes récupérée.

Les données carpologiques seront abordées à partir de l'étude de la répartition des concentrations, des catégories de plantes et des taxons de céréales. Les taxons de légumineuses étant quasi absents, leur répartition n'a pas été analysée. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) permettent de mettre en exergue la hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes (voir 7.3.4). Enfin, l'indice d'importance relative des taxons (IR) met en évidence la représentativité des taxons (voir 7.3.5).



### 10.1. Une occupation en grotte du Néolithique moyen à Waldbillig « Karelslé »

Administrativement, le gisement se trouve sur la commune de Waldbillig (Grand-Duché de Luxembourg), au lieu-dit « Heringerboesch ». La grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » se situe dans la vallée du Müllerthal, en rive gauche de l'Ernz Noire, le long du versant est d'un plateau de grès de Luxembourg. Elle est issue de la fracture d'un énorme bloc détaché de la bordure du plateau gréseux. Sa chute a aménagé un couloir naturel d'une quarantaine de mètres de long pour 4 à 5 m de large. L'entrée se situe approximativement au centre du réseau actuel. Plusieurs gros blocs jonchent l'entrée de la diaclase, résultant de l'affaissement de la partie supérieure de la cavité (Le Brun-Ricalens, 1992, p. 8, 12 ; Valotteau *et al.*, 2016, p. 98).

À la suite des fouilles anciennes et des « farfouillages » clandestins, la section Préhistoire du MNHA a entrepris des fouilles programmées entre 1991 et 1998 sur environ 30 m<sup>2</sup> dans la partie nord de la cavité, soit près d'un tiers de la superficie de cette grotte diaclase (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 303). Le remplissage stratigraphique de cette cavité recelait sur plus de 5 m d'épaisseur diverses occupations (plus d'une vingtaine d'unités stratigraphiques) allant du Mésolithique au Moyen Âge, notamment un niveau (couche 18) attribué au Roessen récent grâce au mobilier archéologique et les datations radiocarbone. La couche 18 est constituée d'un sédiment sablo-argileux gris de 5 à 10 cm d'épaisseur qui reposait sur un sol rubéfié. Cette couche a livré un très important matériel archéologique, en particulier céramique, lithique, osseux et carpologique. Elle était relativement bien conservée, bien qu'affectée par endroits par quelques phénomènes de soutirage ainsi que des terriers et des galeries d'animaux fouisseurs (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 303).

Ce type d'occupation, en grotte, constitue une anomalie par rapport aux sites contemporains, connus dans le bassin de la Moselle et sur le cours moyen du Rhin, qui correspondent à de grands bâtiments sur poteaux dans la tradition danubienne. Cependant, le mobilier céramique et lithique recueillis dans la couche 18 ne se distingue pas de celui retrouvé sur les habitats ouverts. D'après les fouilleurs, la grotte du Karelslé semble avoir été utilisée, à cette période, essentiellement comme grenier naturel et éventuellement comme aire de stabulation, grâce à ses propriétés particulières (p. ex. température stable, obscurité). Cette hypothèse est confortée par la découverte de nombreux tessons céramiques ayant servi visiblement à des fins de stockage. Au centre de la cavité, la présence d'un important foyer

entouré des trous de piquet en bois a été interprétée comme une structure de combustion de type boucan aménagé pour la cuisson, le grillage et le fumage de certains aliments. Étant donné l'accès difficile à la grotte, elle a pu servir d'habitat refuge, mais ne semble pas avoir été utilisée, du moins dans la partie fouillée, à des fins funéraires (Valotteau *et al.*, 2016, p. 98).

#### **10.1.1.1 Résultats**

##### **10.1.1.1.1. Les données carpologiques**

L'analyse a été menée sur 91 échantillons prélevés au niveau de la couche 18, issus de 27 contextes archéologiques correspondant au carroyage (Fig. 287). Tous les contextes se sont avérés positifs. Au total, 22 463 carporestes carbonisés ont été dénombrés (vannes calculées en bases de glume). Le nombre de litres de sédiment tamisés n'est pas connu.

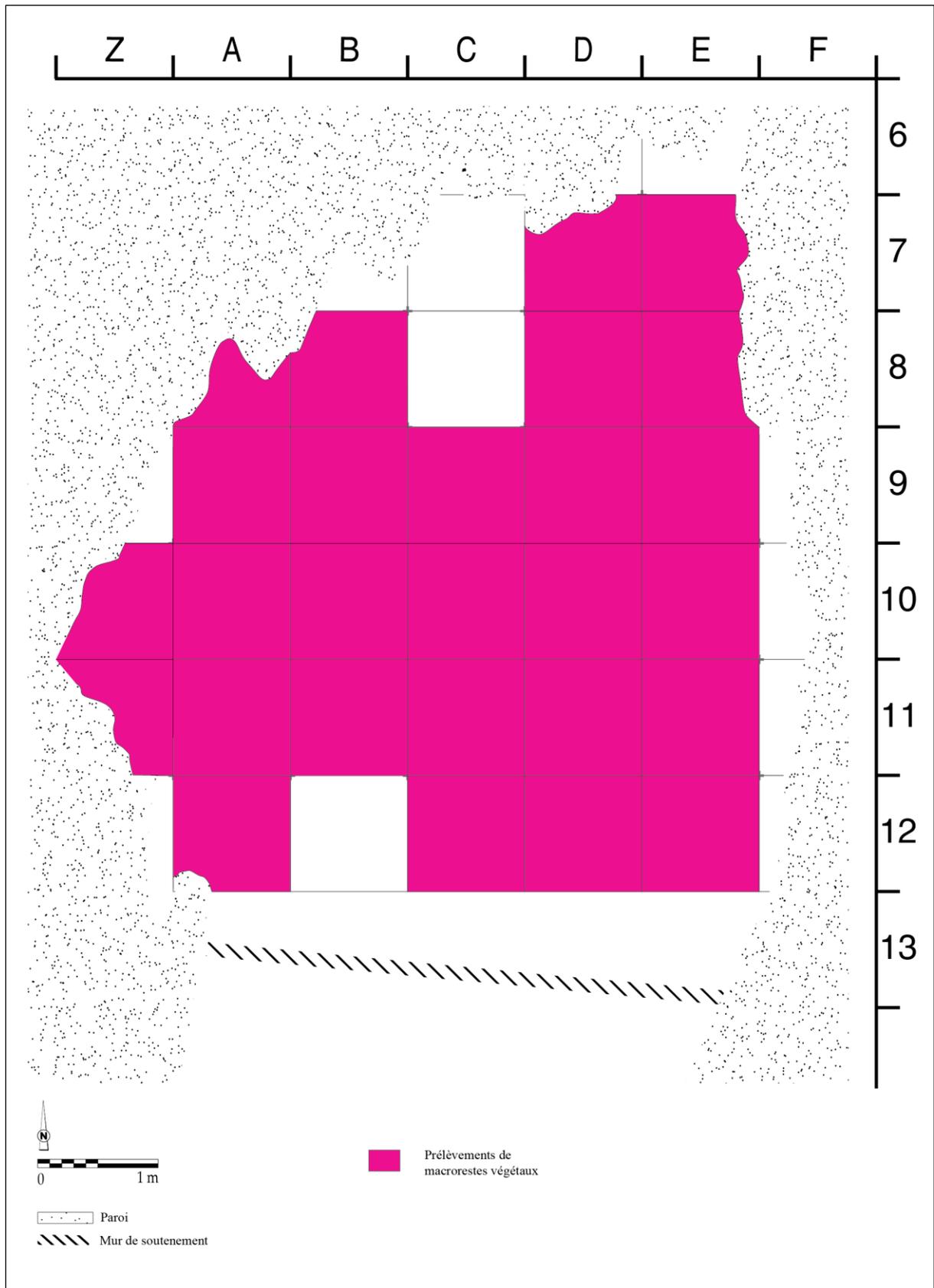


Fig. 287 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la grotte-diacalse de Waldbillig « Karelslé » (DAO : L Berrio et L. Brou).

La distribution des concentrations de carporestes

Étant donné que le nombre de litres de sédiment prélevés n'est pas connu, il n'a pas été possible de réaliser les analyses des densités. Il a ainsi été décidé de réaliser les analyses à partir de l'abondance relative. Bien que le choix du NMI pour l'analyse spatiale d'un sol d'occupation soit moins pertinent que la densité afin de mettre en évidence les concentrations, dans ce cas il ne risque pas de trop biaiser les résultats puisque pour chaque mètre carré analysé, la totalité de la couche d'occupation a été prélevée et les sédiments ont été systématiquement tamisés.

L'histogramme permet de présenter la distribution des concentrations de carporestes au sein de la couche 18 (Fig. 288). On observe que parmi les 27 contextes analysés, une grande majorité (14 contextes) présente des concentrations comprises entre 2 et 462 carporestes. Parmi les intervalles de concentration plus forte : deux contextes présentent des concentrations allant de 462 à 921 carporestes ; quatre contextes présentent des concentrations comprises entre 921 et 1381 ; trois contextes présentent des concentrations allant de 1381 à 1840 ; deux contextes présentent des concentrations comprises entre 1840 et 2300 ; enfin, deux contextes présentent des densités allant de 2300 à 2759 carporestes.

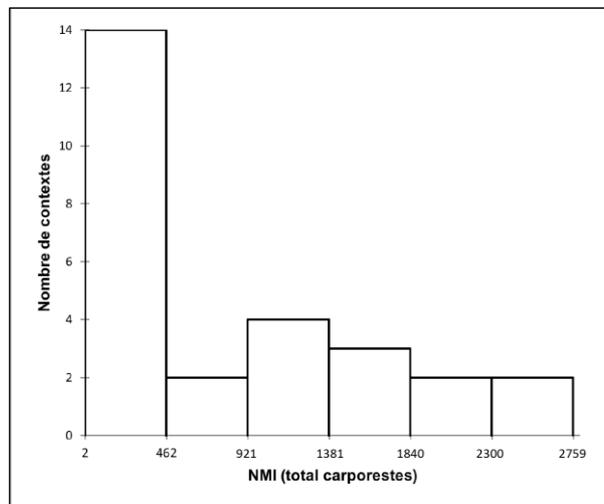


Fig. 288 - Histogramme affichant la distribution des concentrations de carporestes au sein de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».

La distribution des données est asymétrique puisque les données ne se répartissent pas de manière uniforme autour de la moyenne (824,7). La valeur d'écart-type (n-1) élevée (842,6) indique que les données sont dispersées. La moyenne étant supérieure à la médiane (444,0) et la valeur du coefficient d'asymétrie de Pearson étant positive (0,8), la distribution est étalée à droite de la moyenne, il s'agit donc d'une distribution positive.

Au sein de la couche 18, les concentrations observées sont pour la plupart faibles tandis que certains carrés comportent de fortes densités. L'étalement des données autour de la moyenne étant important (écart-type élevé), on peut légitimement discuter de cette répartition. Si l'on accepte qu'une concentration de carporestes soit le reflet d'une activité humaine, les treize contextes où les densités sont plus importantes, notamment les sept contextes où la concentration dépasse 1381 carporestes, peuvent être des indicateurs de la distribution des activités domestiques au sein de l'abri-sous-roche. On observe que les concentrations dépassant 462 carporestes se situent au niveau des lignes 8, 9, 10 et 11 (Fig. 289). Plus précisément, les sept contextes présentant des concentrations dépassant 1381 carporestes se situent au niveau des lignes 9 et 10.

#### La distribution des catégories de plantes

On constate la prépondérance de caryopses de céréales dans tout le secteur fouillé de la grotte. Les vannes de céréales sont présentes notamment au niveau du croisement entre les colonnes A, B et D et les lignes 9 et 10. Les légumineuses, attestées de manière anecdotique, ne sont présentes que dans les carrés A11, B10, D9 et Z10. Les plantes de cueillette se trouvent éparpillées, en petites quantités, dans tout le sol d'occupation à l'exception des lignes 7 et 8. De même, les plantes de cueillette se trouvent éparpillées, en petites quantités, dans le secteur compris à l'intersection des colonnes Z, A, B, C et D et des lignes 9, 10 et 11 (Fig. 290).

#### La distribution des céréales

Dans le secteur fouillé de la grotte, les céréales nues sont majoritaires, notamment le blé nu et, en moindre mesure, l'orge polystique nue. Ces deux céréales se trouvent éparpillées dans le secteur fouillé. En ce qui concerne les céréales vêtues, l'amidonnier et l'en grain sont minoritaires en termes d'abondance relative, mais ils sont également éparpillés dans tout le secteur fouillé (Fig. 291).

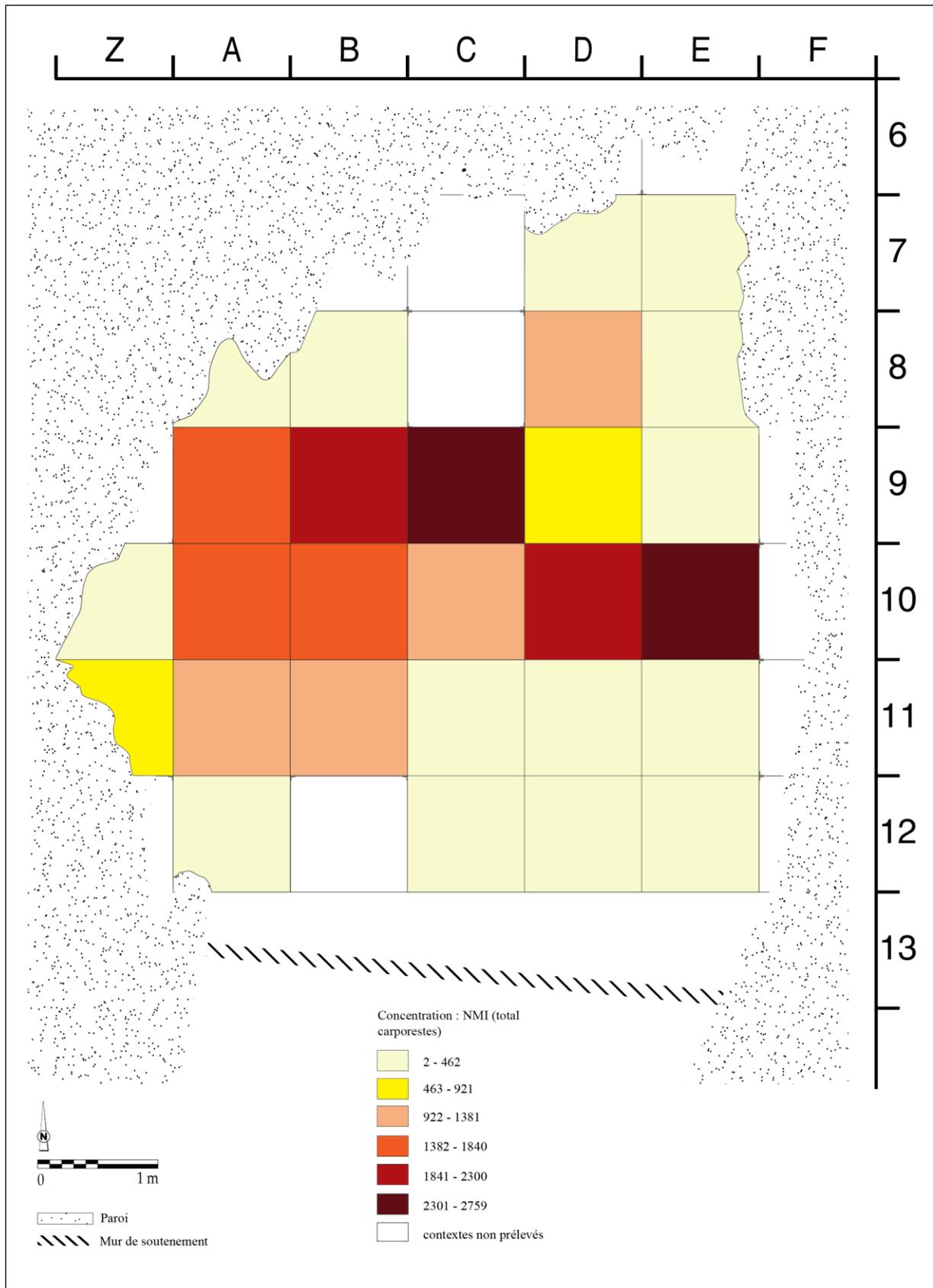


Fig. 289 - Répartition des concentrations de carporestes dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (DAO : L Berrio et L. Brou).

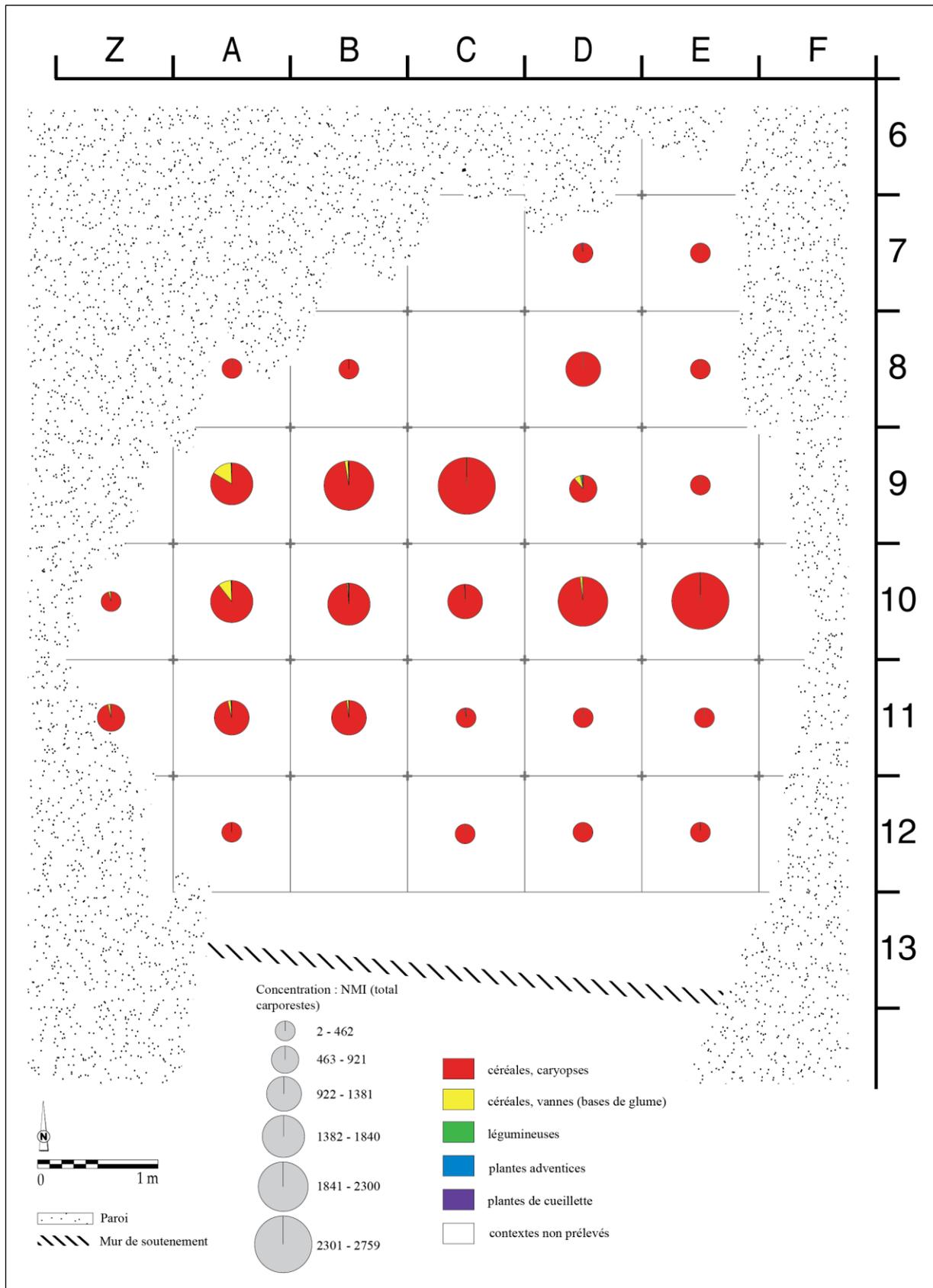


Fig. 290 - Répartition des catégories de plantes dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (DAO : L. Berrio et L. Brou).

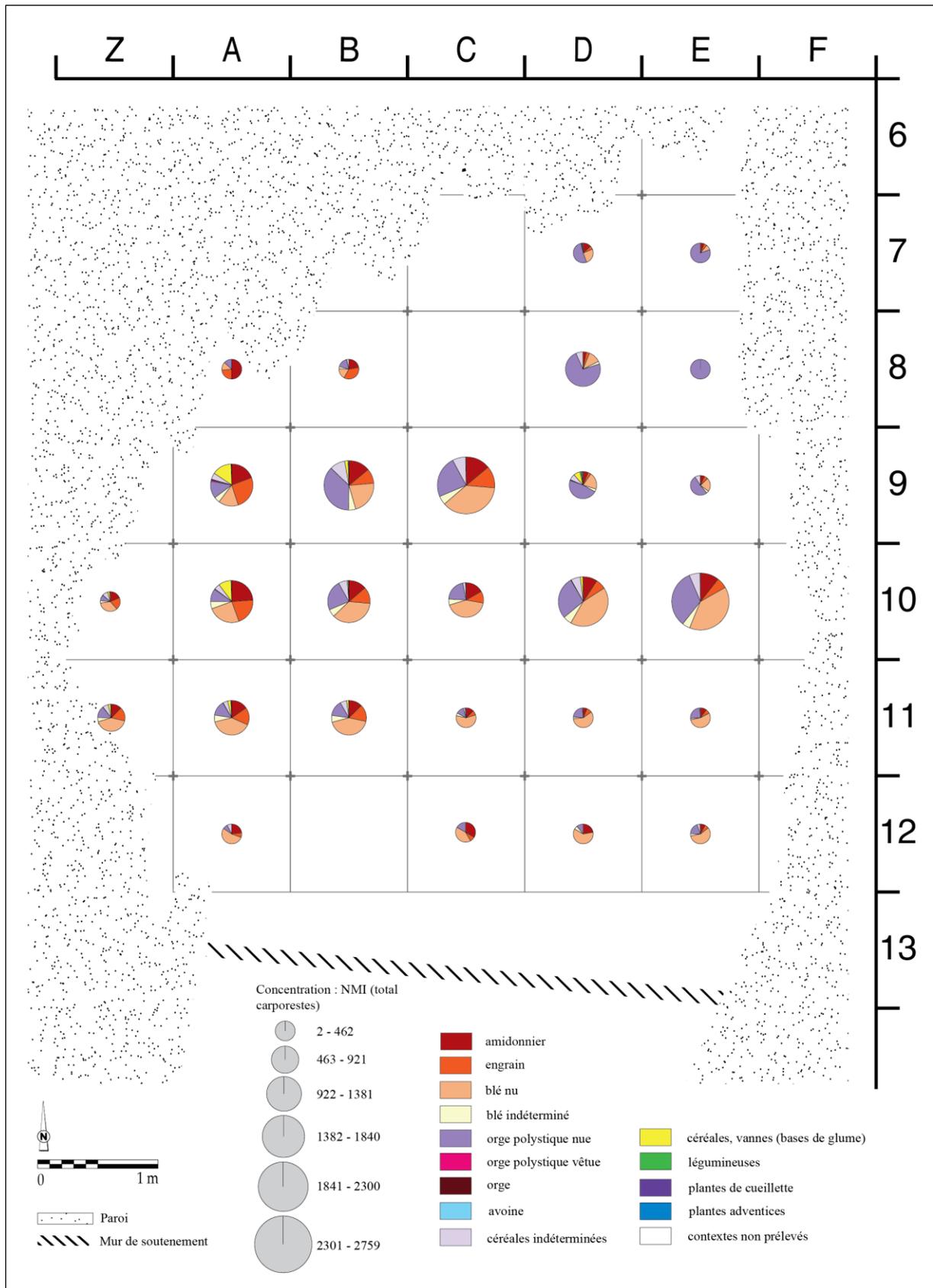


Fig. 291 - Répartition des taxons de céréales dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (DAO : L Berrio et L. Brou).

### La distribution des légumineuses

Au total, quatorze carporesses de lentille (carrés A11, B10 et D9) et trois carporesses de pois (carrés D9 et Z10) ont été attestés. Étant donné le caractère très faible de ce résultat, on a fait le choix de ne pas présenter d'image.

### La hiérarchisation des relations entre les taxons et les contextes au sein de la maison

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les contextes archéologiques (lignes) et les céréales (colonnes). Étant donné la prédominance écrasante des céréales dans le secteur fouillé de ce sol d'occupation, nous avons fait le choix, dans ce cas précis, d'analyser la répartition des différentes espèces de céréales et non pas des catégories de plantes. À la suite du test du Khi-deux ( $p$ -valeur  $< 0,0001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les contextes archéologiques (carrés) et les catégories de plantes. Dans cette analyse, on retiendra principalement les deux premiers axes qui expliquent 91,29 % de la variance totale. On regardera également les axes 1 et 4 (60,59 % de la variance totale) pour obtenir des informations supplémentaires.

Dans le graphique symétrique (Fig. 292), l'axe 1 (58,71 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre amidonnier, engrain et vanes de céréales d'une part (coordonnées vectorielles positives), et orge polystique nue d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par ailleurs, les céréales vêtues (amidonnier et engrain) ainsi que les vanes de ces céréales sont associées aux carrés A8, A9, A10 et B8. Sur l'axe 2 (32,58 % des valeurs propres), on observe une opposition entre blé nu d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et orge polystique nue et vanes de céréales d'autre part (coordonnées vectorielles positives). En outre, l'orge polystique nue est associée aux carrés B9, D7, D8, D9, E7, E8 et E9. Le blé nu est, quant à lui, associé aux carrés A11, A12, B10, B11, C9, C10, C11, C12, D10, D11, D12, E10, E11, E12, Z10 et Z11.

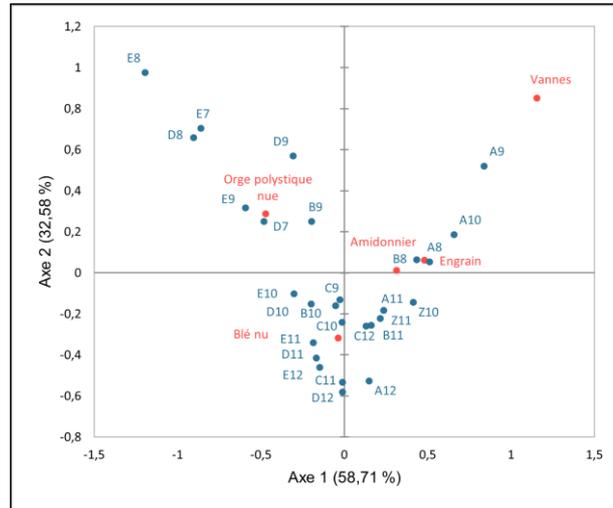


Fig. 292 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé ». Axes 1 et 2 (91,29 % de la variance). **Rouge** : espèces de céréales (colonnes) ; **Bleu** : contextes archéologiques (carrés, lignes) ; **Valeurs** : NMI.

L'axe 3 (6,84 % des valeurs propres) ne sera pas analysé, car il ne présente pas d'informations intéressantes. En revanche, sur l'axe 4 (6,84 % des valeurs propres) on observe une opposition entre amidonnier (carrés A8, A10, A12, C12 et D12) et engrain (carrés A9, A11, B8, B11, Z10 et Z11).

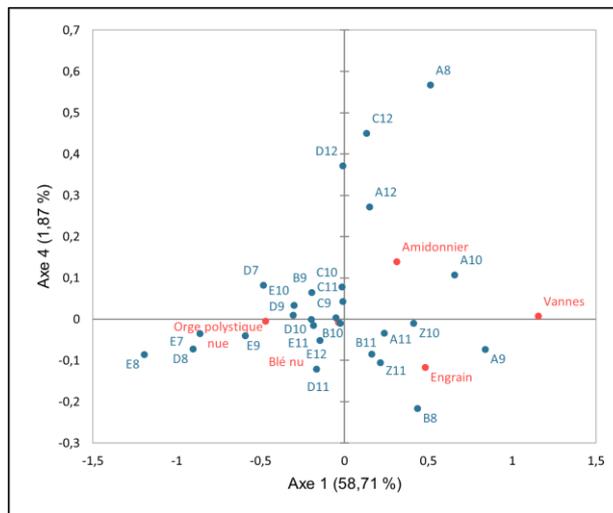


Fig. 293 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé ». Axes 1 et 4 (60,59 % de la variance). **Rouge** : espèces de céréales (colonnes) ; **Bleu** : contextes archéologiques (carrés, lignes) ; **Valeurs** : NMI.

L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur l'abondance relative que l'on définit, dans ce cas précis, comme le pourcentage du NMI de chaque espèce de céréale par rapport au NMI total des céréales du carré. Le but de cette

analyse est de regrouper ces contextes archéologiques (carrés) en classes à assemblages carpologiques similaires.

Dans le dendrogramme (Fig. 294), la troncature (ligne en pointillés) permet de visualiser que trois classes ont été identifiées. La classe C1 comprend les carrés A8, A9, A10 et B8, associés aux céréales vêtues (amidonnier et engrain) et aux vanes de ces céréales. La classe C2 regroupe les carrés A11, A12, B10, B11, C9, C10, C11, C12, D10, D11, D12, E10, E11, E12, Z10 et Z11, associés au blé nu. Enfin, la classe C3 rassemble les carrés B9, D7, D8, D9, E7, E8 et E9, associés à l'orge polystyrique nue.

À partir de l'analyse de la hauteur des classes, les classes C2 et C3 sont plus homogènes que la classe C1, puisque leurs hauteurs (en rouge et en bleu) sont plus faibles.

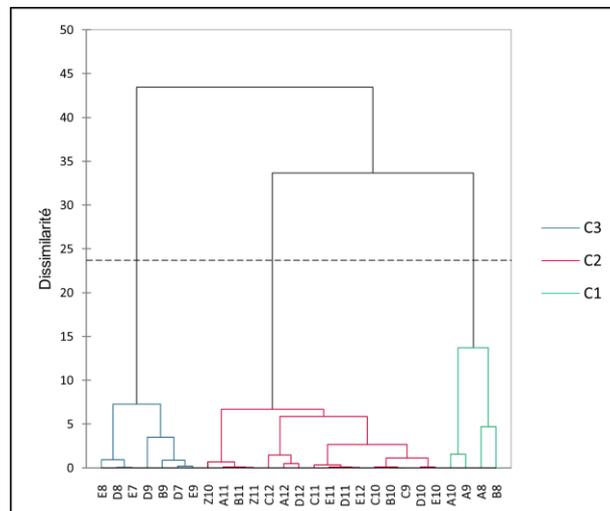


Fig. 294 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé ». **C** : classe ; **Valeurs** : abondance relative de chaque espèce de céréales ; **Ligne en pointillés** : troncature.

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous pouvons constater une structuration spatiale des données (Fig. 295). Si nous traçons une ligne horizontale imaginaire entre les lignes 9 et 10 qui séparerait le sol d'occupation en deux moitiés (nord et sud), nous constatons que le secteur sud se présente comme une zone où le blé nu est majoritaire. Le secteur nord-est se caractérise par la prédominance d'orge polystyrique nue, tandis que le secteur nord-ouest se distingue par la prédominance de céréales vêtues et de leurs vanes. L'interprétation de ces données sera discutée ultérieurement (voir 10.1.1.1.3).

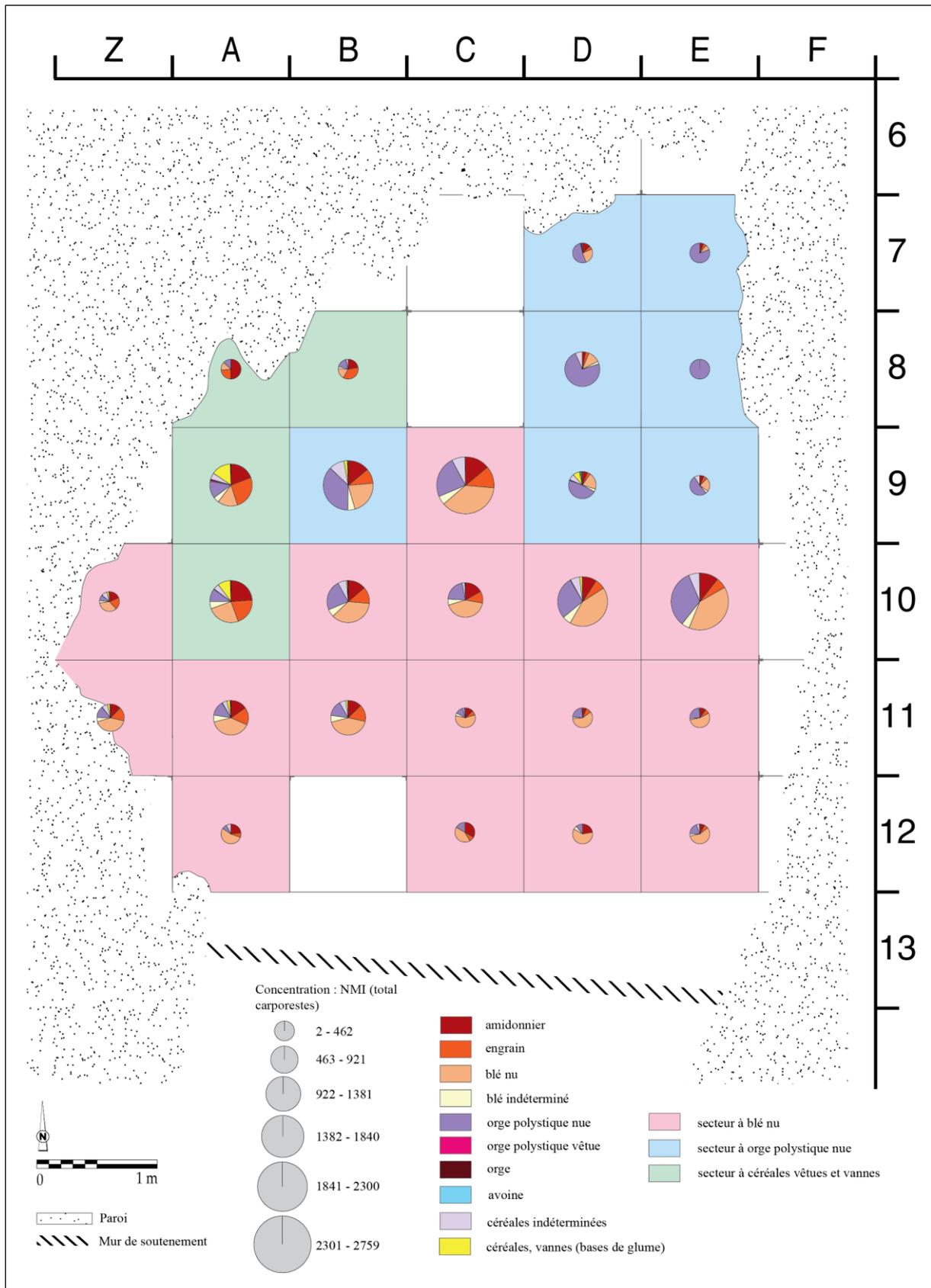


Fig. 295 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (DAO : L Berrio et L. Brou).

### La représentativité des taxons

La première étape de l'analyse de l'ordre hiérarchique des taxons au sein de la couche 18 consistait à vérifier s'il existait une corrélation entre l'abondance et la fréquence relatives des taxons. Dans ce cas précis, on entend par abondance relative la quantité relative de restes d'un taxon (NMI) par rapport au nombre total de restes de tous les taxons (NMI total). De même, on entend par fréquence relative le nombre d'échantillons dans lequel apparaît un taxon comme pourcentage du nombre total d'échantillons positifs analysés (voir 7.1.3 et 7.1.4).

Pour ce faire, on a calculé le coefficient de corrélation de Spearman qui s'est avéré être significatif ( $\rho = 1,000$  ;  $p\text{-valeur} = 0,0004 < \alpha = 0,05$ ), il a ainsi montré une très forte corrélation positive entre ces deux variables : plus l'abondance relative d'un taxon est élevée, plus sa fréquence relative est importante (Fig. 296).

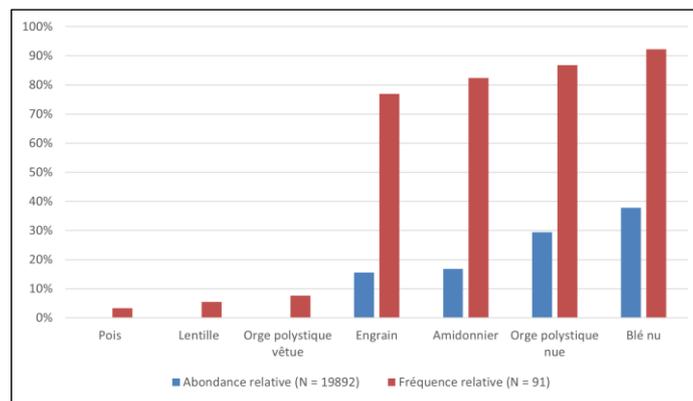


Fig. 296 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la couche 18 de Waldbillig « Karelslé ». **N (abondance relative)** : NMI total des taxons retenus. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de mieux évaluer l'intensité de l'usage et de la consommation des taxons et d'établir leur ordre hiérarchique de façon plus pertinente, on applique l'indice d'importance relative des taxons (IR ; voir 7.3.5). Les résultats de l'application de cet indice sont tout à fait cohérents avec l'ordre hiérarchique proposé par la seule prise en compte soit de l'abondance relative, soit de la fréquence relative (Tabl. 65).

Tabl. 65 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la couche 18 de Waldbillig « Karelslé ».

Individu	Abondance relative	Fréquence relative	Importance relative (IR)
Blé nu	37,85	92,31	130,16
Orge polystique nue	29,42	86,81	116,24
Amidonnier	16,88	82,42	99,29
Engrain	15,62	76,92	92,54
Orge polystique vêtue	0,14	7,69	7,83
Lentille	0,07	5,49	5,56
Pois	0,02	3,30	3,31

#### 10.1.1.1.2. Le mobilier archéologique

Les différentes catégories du mobilier archéologique (céramique, meule, faune, bois et lithique) ont fait l'objet d'une étude de répartition au sein du sol d'occupation de la grotte-diacalse de Waldbillig. Cependant, l'analyse conjointe des concentrations de carporestes et du mobilier archéologique ne montre pas une répartition cohérente des données (Fig. 297). On remarque, par exemple, une concentration importante de tessons de grande dimension dans les carrés D7, D8, E7, E8 et E9, alors que la plupart de ces carrés présentent des concentrations très faibles de carporestes. En revanche, si l'on prend l'exemple du carré C9 dont la concentration de carporestes est très élevée, on observe la présence de tessons de petite taille éparpillés.

En outre, le carré A10 a livré six fragments de grès rubéfiés, ce qui laisse à penser qu'ils ont été chauffés. Il a également livré quatre trous de piquet (P2, P3, P5 et P6), dont un douteux (P6). Les traces des fantômes desdits piquets se trouvant en périphérie de ce qui aurait été un grand foyer, elles attestent l'existence d'une structure en bois indéterminée qui aurait été directement liée aux activités du foyer (p. ex. un grill). Cette structure aurait également pu servir à l'aménagement et à la division intérieure de l'espace telle qu'une clôture, une étagère ou un plancher (Le Brun-Ricalens, 2005, p. 108, 109, 111).

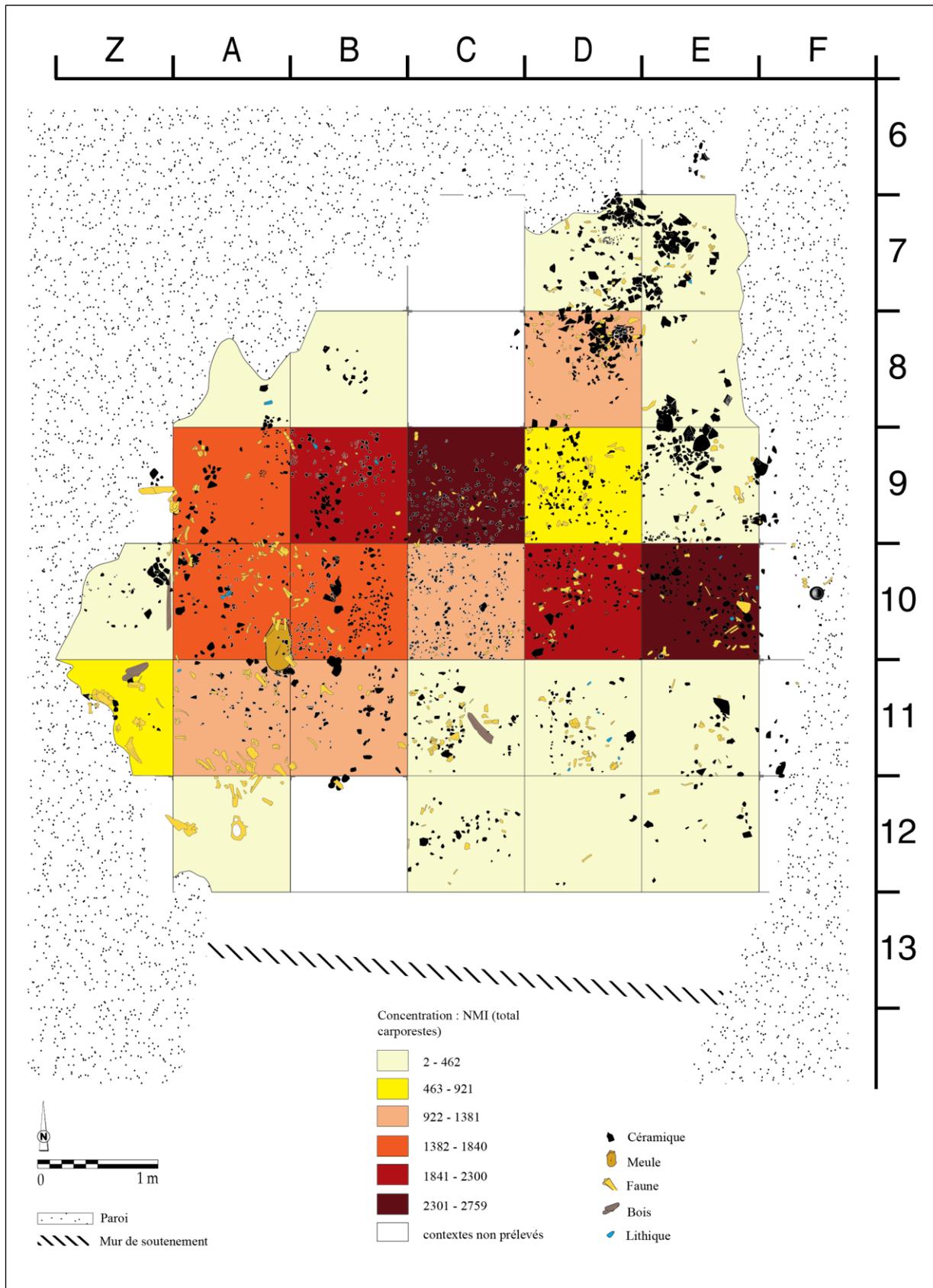


Fig. 297 - Superposition du mobilier archéologique et des concentrations de carporesses dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelslé » (DAO : L Berrio et L. Brou).

### **10.1.1.1.3. Discussion**

L'examen de l'inventaire du mobilier daté du Roessen récent, notamment la présence d'éléments de parures, de restes fauniques, de carporesses, d'outils polis, de grattoirs, d'armatures de faucilles et de pointes de flèches, ainsi que l'analyse de la répartition spatiale de ces vestiges (Fig. 297), ne militent pas vraiment pour un site réservé au stockage de denrées ou à la stabulation mais plutôt pour un sol d'habitat. Dans ce contexte, nous privilégions l'hypothèse d'un site refuge.

#### *L'alimentation végétale de la maisonnée*

Le biais issu des processus taphonomiques ainsi que de la conservation différentielle des taxons et des différentes parties des plantes en raison de la carbonisation, nous impose d'être prudents lors de l'interprétation des données carpologiques, puisqu'elles ne refléteraient qu'une partie des plantes réellement consommées ou exploitées sur un site (voir 5.2.6). Toutefois, cet aspect ne doit pas remettre en cause la validité des données. Ainsi, en fonction des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que, parmi le cortège de plantes cultivées représenté au sein de la couche 18, les occupants de l'abri-sous-roche privilégiaient la consommation d'une céréale, le blé nu. Cette diète végétale aurait été complétée par la consommation d'autres céréales et légumineuses telles que l'orge polystique nue, l'amidonner, l'engrain, l'orge polystique vêtue, la lentille et le pois.

#### *L'interprétation fonctionnelle du sol d'occupation*

Nous avons vu que l'analyse conjointe des concentrations de carporesses et du mobilier archéologique n'a pas montré de distribution cohérente des données. Nous avons donc tenté, cette fois-ci, une analyse conjointe du mobilier archéologique (céramique, meule et faune) et des secteurs proposés à partir des résultats de l'AFC et de l'CAH (Fig. 298). Nous pouvons souligner trois aspects intéressants.

Premièrement, nous constatons que la meule (carré A10) se trouve à proximité du secteur à céréales vêtues et vannes, suggérant qu'il s'agit vraisemblablement de la zone de décorticage et de mouture des céréales. Nous savons que les meules pouvaient servir non seulement à broyer les céréales, mais aussi à les décortiquer. En effet, les caryopses ne contenant pas de phytolithes, la présence de ces derniers et notamment de cellules dendritiques à la surface des meules renvoie à la qualité du décorticage et du vannage précédant la mouture (Procopiou, 1998 *in* Hamon *et al.*, 2011, p. 517). Rappelons que dans ce

même secteur (carré A10), quatre trous de piquet ainsi que six fragments de grès rubéfiés ont été mis au jour.

Deuxièmement, nous observons que la concentration importante de tessons de grande dimension (carrés D7, D8, E7, E8 et E9) coïncide avec le secteur à orge polystique nue. Troisièmement, nous remarquons une concentration de restes osseux dans le secteur sud-ouest du sol d'occupation (carrés Z11, A11 et A12), à proximité de la meule et donc du secteur à céréales vêtues et vanes.

À partir de la lecture de ces données, nous sommes en mesure d'avancer l'hypothèse d'une zone de préparation d'aliments à l'ouest du sol d'occupation, dont une zone de décorticage et de broyage des céréales au nord-ouest et une zone de préparation d'aliments d'origine animale au sud-ouest. De même, le foyer semble avoir été situé dans le secteur occidental de la grotte. Enfin, le secteur nord-est du sol d'occupation semble avoir été destiné au stockage des céréales et notamment de l'orge polystique nue. Rappelons que les formes céramiques, telles que de grandes jarres à provision, des bouteilles, des bols et des gobelets (voir 2.2.1.2.2) témoignent de types de stockage posé et suspendu (Valotteau *et al.*, 2016, p. 98).

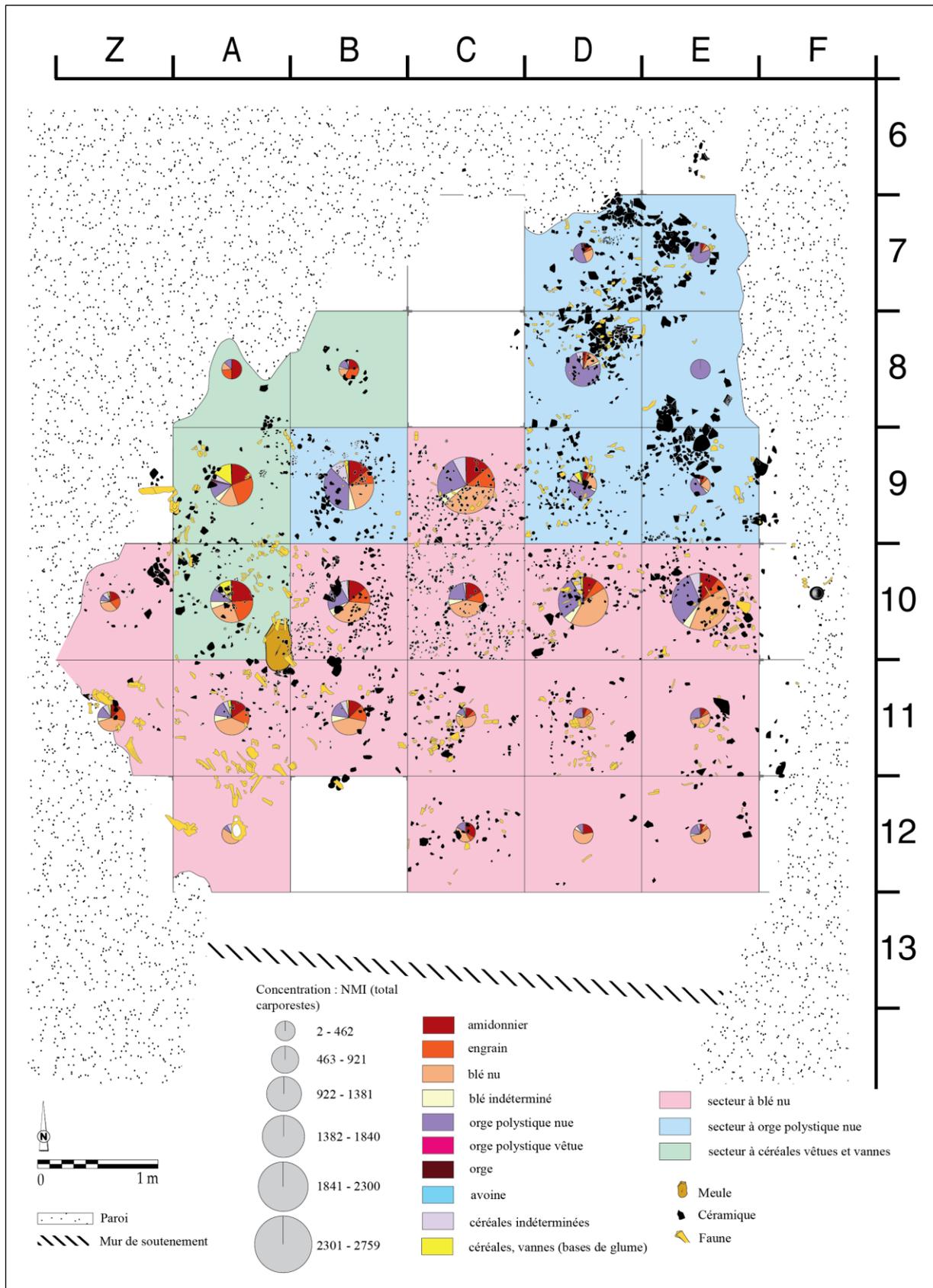


Fig. 298 - Superposition du mobilier archéologique et des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la grotte-diaclasse de Waldbillig « Karelslé » (DAO : L Berrio et L. Brou).

## **Chapitre 11 - Analyse spatiale diachronique du site à la région. Évolution des pratiques alimentaires**

Dans ce chapitre, nous aborderons la question de l'évolution diachronique du cortège de plantes cultivées par les populations néolithiques à deux échelles. À l'échelle du site, le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges) a été retenu puisque c'est le seul qui présente à la fois une occupation diachronique de plus de deux bâtiments, un nombre élevé d'échantillons analysés et positifs ainsi qu'un nombre élevé de carporestes. À l'échelle de la région d'étude, les données seront analysées par période (Néolithique ancien, moyen et récent) et sur deux aspects, à savoir le cortège de plantes cultivées par site archéologique et par unité géomorphologique. Cependant, il faut souligner que le Néolithique moyen et récent seront étudiés avant tout pour dessiner quelques évolutions possibles par rapport au Néolithique ancien.

Parmi les plantes cultivées, nous aborderons principalement les céréales et les légumineuses. Les plantes oléagineuses/textiles seront évoquées de manière succincte étant donné la faible représentativité des données.



## 11.1. À l'échelle du site

### 11.1.1. Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (site 100)

Le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges) est le seul, dans notre région d'étude, qui présente à la fois une occupation diachronique représentée par cinq bâtiments, un nombre conséquent d'échantillons analysés et positifs ainsi qu'un nombre élevé de carporestes.

Pour la présentation des résultats, seuls les quatre taxons de céréales et les deux taxons de légumineuses les plus représentatifs du site ont été retenus, à savoir l'amidonnier (*Triticum dicoccon*), l'engrain (*Triticum monococcum*), le taxon blé nu (*Triticum aestivum* l.s./*durum/turgidum*), l'orge polystylique nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), le pois (*Pisum sativum*) et la lentille (*Lens culinaris*). Pour chaque maison, les données issues aussi bien des trous de poteau que des fosses latérales ont été prises en compte. La datation des maisons, de la plus ancienne à la plus récente, est rappelée dans la table Tabl. 66. Il faut noter que l'absence de mobilier céramique dans le bâtiment M3 a empêché toute datation relative. L'hypothèse selon laquelle son occupation se placerait entre celle de la maison M2 et celle de la maison M4 est fondée sur sa position entre ces deux maisons et le fait que pour les autres maisons, la plus récente était construite immédiatement au sud de la précédente.

Tabl. 66 - Datation des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Bâtiment	Phase stylistique	Phase régionale	Phase du Rubané
M5	Marainville 1	5/6	Fin du Rubané récent A
M1	Marainville 1	5/6 à 6	Fin du Rubané récent A
M2	Marainville 2	7 à 8, voire début de la phase 9	Début du Rubané final
M3	-	-	-
M4	Marainville 2	7 à 8	Début du Rubané final

### L'évolution de l'assemblage carpologique

L'analyse des données montre une évolution chronologique du cortège de céréales cultivées sur le site de Marainville (Tabl. 67 et Fig. 299).

Au cours de l'occupation du site, l'amidonnier reste majoritaire, suivi de l'engrain. Cependant, leur fréquence relative augmente entre l'occupation des maisons M5 et M2 pour ensuite diminuer lors de deux dernières phases d'occupation (M3 et M4). En outre, la fréquence relative du blé nu, de l'orge polystylique nue, du pois et de la lentille augmente entre l'occupation des maisons M5 et M1 et diminue par la suite. Le pois est la légumineuse prédominante (Fig. 299).

Tabl. 67 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des maisons rubanées du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Maison	Échant. positifs	Nb. occurrences	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystyque nue	Pois	Lentille
M5	29	73	17	15	2	12	17	10
M1	19	71	13	12	8	12	14	12
M2	27	80	21	17	10	12	12	8
M3	24	42	14	10	4	10	4	
M4	28	60	20	13	7	8	10	2

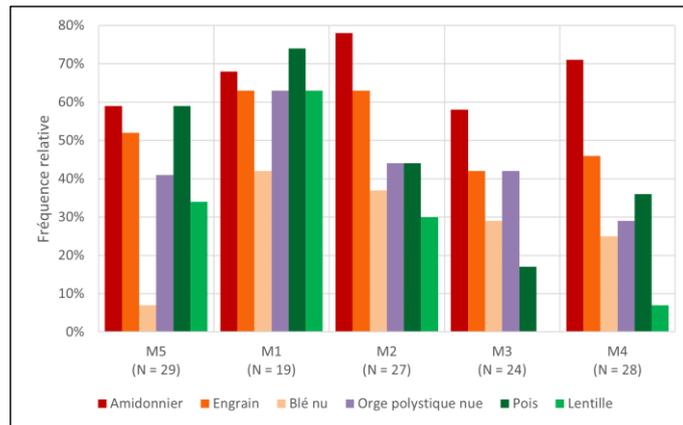


Fig. 299 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». N : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de comparer plus facilement les données issues des cinq bâtiments rubanés, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 300). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon retenu (amidonnier, engrain, blé nu, orge polystyque nue, pois et lentille). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacun des taxons, on peut avoir jusqu'à six occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque bâtiment n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons positifs.

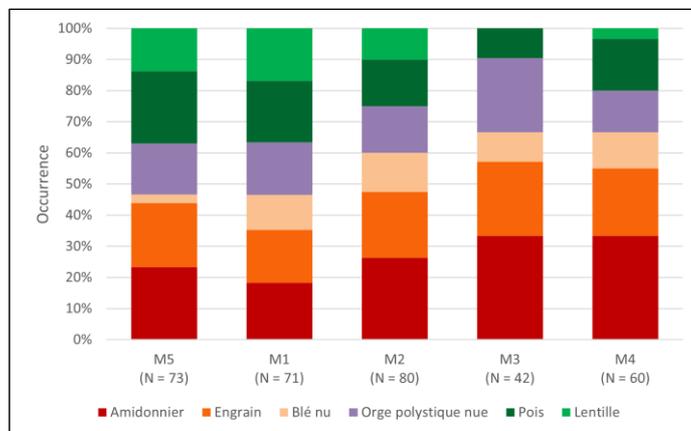


Fig. 300 - Occurrence des plantes cultivées par taxon en fonction des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». N : nombre total d'occurrences des taxons.

Rappelons que deux hypothèses ont été avancées concernant l'interprétation du bâtiment M3 (voir 9.1.4). Si l'on accepte l'hypothèse selon laquelle il s'agit du plan partiellement conservé d'un bâtiment d'habitation, nous pouvons nous espérer à ce que les données carpologiques soient fragmentaires et donc l'interprétation, en matière d'évolution du spectre de plantes cultivées lors de l'occupation du site, biaisée. C'est pourquoi nous commencerons par analyser les données en provenance des maisons M5, M1, M2 et M4.

On constate que l'occurrence des céréales, majoritaires pendant toute l'occupation du site, augmente progressivement entre les maisons M5 (63 %), M1 (63 %), M2 (75 %) et M4 (80 %), tandis que l'occurrence des légumineuses diminue graduellement entre les maisons M5 (37 %), M1 (37 %), M2 (25 %) et M4 (20 %).

Entre les maisons M5 et M1, on remarque une augmentation de l'occurrence du blé nu (respectivement 3 % et 11 %), de l'orge polystyque nue (respectivement 16 % et 17 %) et de la lentille (respectivement 14 % et 17 %) ainsi qu'une diminution de l'occurrence de l'amidonier (respectivement 23 % et 18 %), de l'engrain (respectivement 21 % et 17 %) et du pois (respectivement 23 % et 20 %).

Entre les maisons M1 et M2, on constate une augmentation de l'occurrence de l'amidonier (respectivement 18 % et 26 %), de l'engrain (respectivement 17 % et 21 %) et du blé nu (respectivement 11 % et 13 %) ainsi qu'une diminution de l'occurrence de l'orge polystyque nue (respectivement 17 % et 15 %), du pois (respectivement 20 % et 15 %) et de la lentille (respectivement 17 % et 10 %).

Entre les maisons M2 et M4, on constate une augmentation de l'occurrence de l'amidonier (respectivement 26 % et 33 %), de l'engrain (respectivement 21 % et 22 %) et du pois (respectivement 15 % et 17 %) ainsi qu'une diminution de l'occurrence du blé nu (respectivement 13 % et 12 %), de l'orge polystyque nue (respectivement 15 % et 13 %) et de la lentille (respectivement 10 % et 3 %).

Revenons maintenant au bâtiment M3. Si l'on accepte l'hypothèse selon laquelle il s'agit du plan partiellement conservé d'un bâtiment d'habitation qui correspondrait à sa partie arrière, afin de pouvoir réaliser des comparaisons pondérées fiables, il s'avère nécessaire de comparer le bâtiment M3 exclusivement à la partie arrière des autres maisons (Tabl. 68 et Fig. 301). On observe que pendant les trois premières phases d'occupation du site (maisons M5, M1 et M2), la céréale prédominante dans la partie arrière des bâtiments est l'orge polystyque nue, suivie de l'amidonier, de l'engrain et du blé nu. Aux côtés de l'orge polystyque nue, le pois présente une fréquence relative très importante, suivi de la lentille. Lors de deux dernières phases d'occupation (maisons M3 et M4 ou vice versa), la fréquence

relative de toutes les plantes cultivées diminue considérablement, devenant alors l'amidonnier la céréale principale, suivie de l'engrain, de l'orge polystyque nue et du blé nu.

Tabl. 68 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des maisons rubanées du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».

Maison	Échant. positifs	Nb. occurrences	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystyque nue	Pois	Lentille
M5	8	28	5	4	2	6	7	4
M1	8	38	6	5	4	7	8	8
M2	6	27	4	4	4	6	6	3
M3	24	42	14	10	4	10	4	
M4	11	20	7	3	2	2	5	1

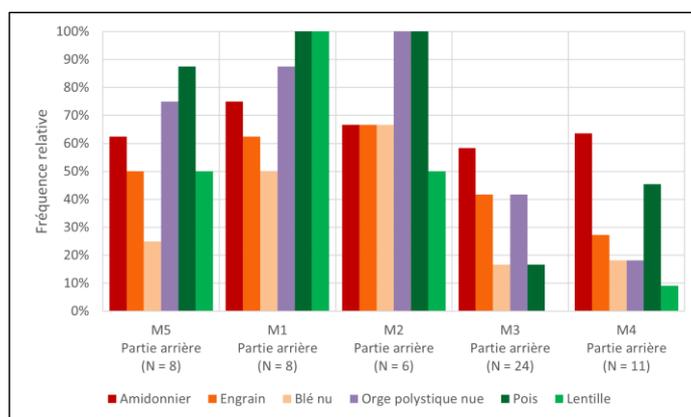


Fig. 301 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». N : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de comparer plus facilement les données issues de la partie arrière des cinq bâtiments rubanés, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 302). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon retenu (amidonnier, engrain, blé nu, orge polystyque nue, pois et lentille). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacun des taxons, on peut avoir jusqu'à six occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque bâtiment n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons positifs.

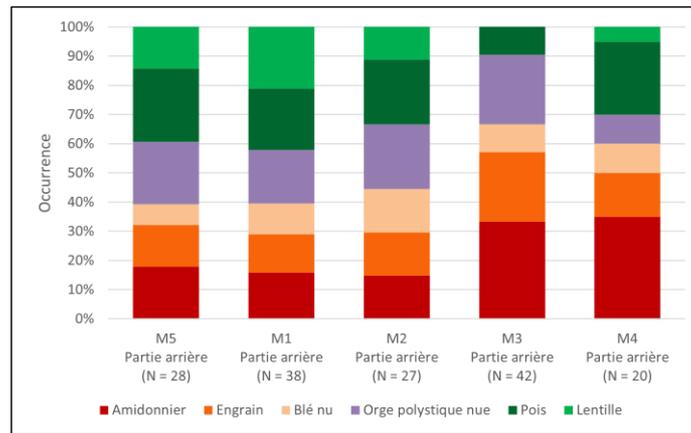


Fig. 302 - Occurrence des plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». N : nombre total d'occurrences des taxons.

L'analyse de la partie arrière des cinq bâtiments du site confirme, globalement, la tendance qui a déjà été observée.

Entre la partie arrière des maisons M5 et M1, on remarque une augmentation de l'occurrence du blé nu (respectivement 7 % et 11 %) et de la lentille (respectivement 14 % et 21 %) ainsi qu'une diminution de l'occurrence de l'amidonnier (respectivement 18 % et 16 %), de l'engrain (respectivement 14 % et 13 %), de l'orge polystyque nue (respectivement 21 % et 18 %) et du pois (respectivement 25 % et 21 %).

Entre les maisons M1 et M2, on constate une augmentation de l'occurrence de l'engrain (respectivement 13 % et 15 %), du blé nu (respectivement 11 % et 15 %), de l'orge polystyque nue (respectivement 18 % et 22 %) et du pois (respectivement 21 % et 22 %) ainsi qu'une diminution de l'occurrence de l'amidonnier (respectivement 16 % et 15 %) et de la lentille (respectivement 21 % et 11 %).

Entre les maisons M2 et M3, on constate une augmentation brutale de l'occurrence des céréales (respectivement 67 % et 90 %), et par conséquent, une diminution brusque de l'occurrence des légumineuses (respectivement 33 % et 10 %), caractérisée par l'absence de la lentille. Ce changement abrupt du cortège de plantes cultivées semble pour le moins étonnant, surtout lorsque l'on constate que dans la phase d'occupation suivante (maison M4), l'occurrence des céréales baisse considérablement (70 %) et celle des légumineuses augmente (30 %) pour atteindre des valeurs similaires à celles déjà observées dans la maison M2.

Si l'on suit le patron d'évolution progressive du spectre de plantes cultivées observé entre les maisons M5, M1, M2 et M4 (Fig. 302), il serait tentant de placer la construction et l'occupation du bâtiment M3 après celle de la maison M4 (Fig. 303). Il s'agit ici d'une proposition chronologique pour le bâtiment M3 qui va à l'encontre du patron de construction

observé pour les autres maisons, selon lequel chaque nouveau bâtiment était placé immédiatement au sud de la construction précédente. Cependant, ce type de succession non linéaire est connu sur d'autres sites suivant un modèle d'organisation spatiale « en rangées » (voir 2.1.8) comme c'est le cas notamment à Cuiry-lès-Chaudardes « Les Fontinettes » (Aisne). Dans le même sens, si le bâtiment M3 correspond à l'arrière d'une maison, il s'agit bien du plan le plus trapézoïdal reconnu sur le site, l'avant de la maison pourrait alors être recherché dans les quelques trous de poteau relevés sous le tumulus en 1986 (V. Blouet, communication personnelle, 2023).

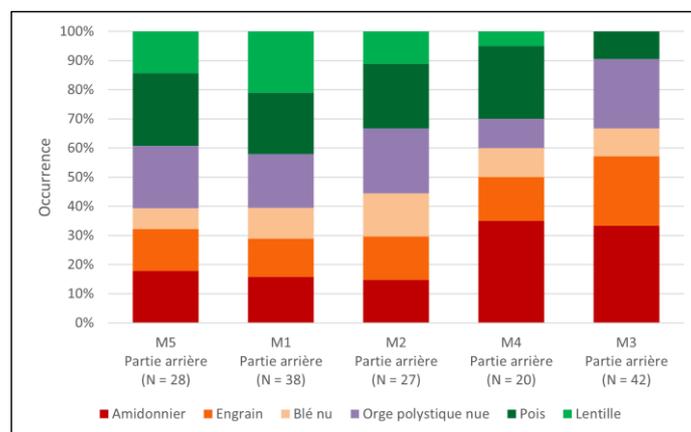


Fig. 303 - Occurrence des plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Proposition de l'ordre de construction et d'occupation du bâtiment M3 à partir de l'assemblage carpologique. N : nombre total d'occurrences des taxons.

## 11.2. À l'échelle de la moyenne vallée de la Moselle

Pour la présentation des résultats, seuls les quatre taxons de céréales et les deux taxons de légumineuses les plus représentatifs des trois périodes du Néolithique étudiées ici ont été retenus, à savoir l'amidonnié (*Triticum dicoccon*), l'engrain (*Triticum monococcum*), le taxon blé nu (*Triticum aestivum* l.s./*durum/turgidum*), l'orge polystyque nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), le pois (*Pisum sativum*) et la lentille (*Lens culinaris*).

### 11.2.1. Néolithique ancien (environ 5300-4900 av. n. è.)

Au total, 19 sites comportant des occupations datées du Néolithique ancien ont été retenus (Fig. 304).

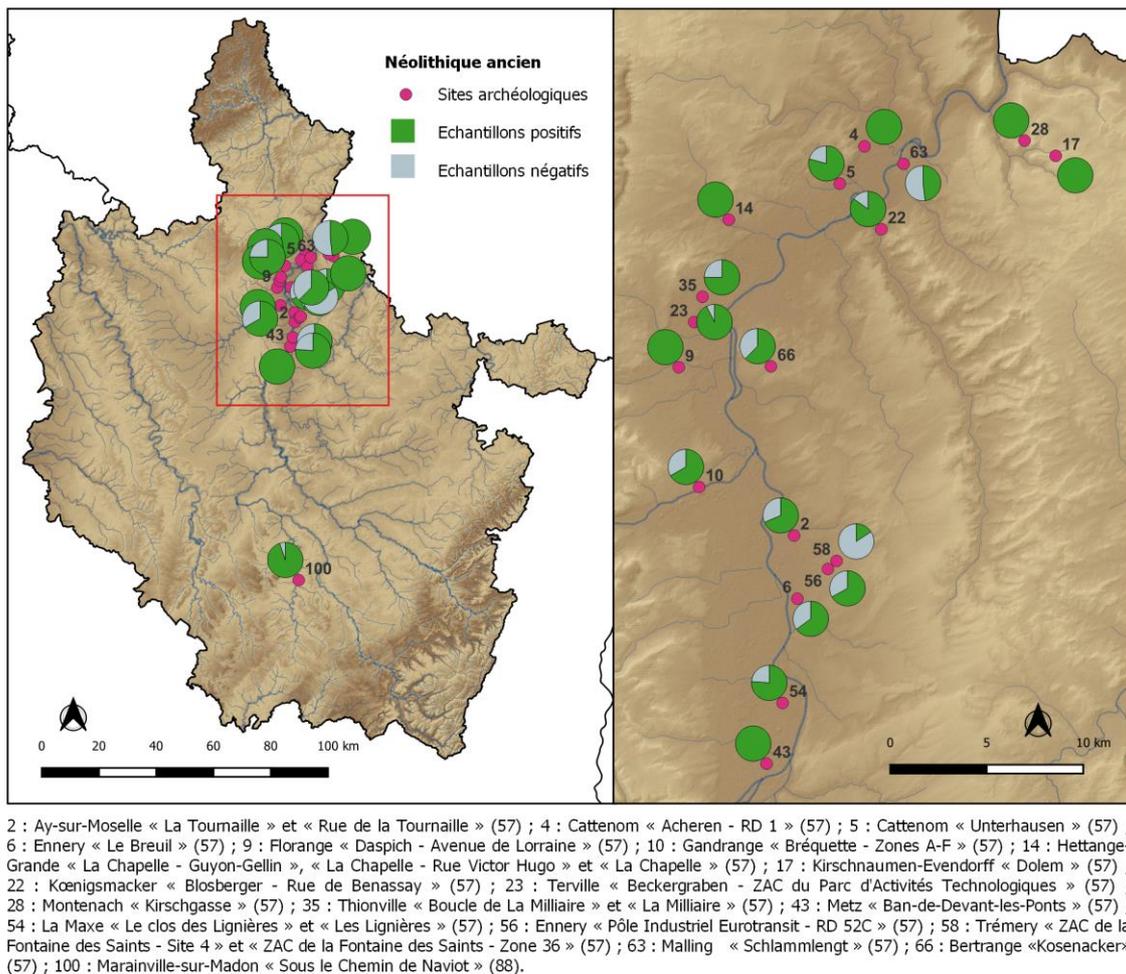


Fig. 304 - Carte des sites archéologiques dont les échantillons datés du Néolithique ancien ont été analysés.

Les informations sur le corpus de données analysé pour chaque site sont présentées dans la table Tabl. 69. Tous les sites retenus ont livré des échantillons positifs et sont donc intégrés dans les analyses.

Tabl. 69 - Corpus de données analysé pour le Néolithique ancien.

N° site	Opération archéologique	Nb. contextes	Nb. échantillons	Échant. positifs	Litres	NMI
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille »	5	5	2	16	21
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	30	30	22	251	2638
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	3	10	10	17	759
5	Cattenom « Unterhausen »	48	48	38	475	1177
6	Ennery « Le Breuil »	20	20	13	168	39
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	1	1	1	31,5	771
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	7	12	8	85	154
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	4	4	4	78	184
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	3	6	6	90	320
17	Kirschnaumen-Evendorf « Dolem »	1	2	2	0,5	38
22	Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay »	60	60	51	638,3	1351
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	41	41	38	360	191
28	Montenach « Kirschgasse »	1	1	1		4
35	Thionville « Boucle de La Milliaire »	3	3	3	60	471
35	Thionville « La Milliaire »	5	5	3	4,2	19
43	Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts »	2	5	5		26
54	La Maxe « Les Lignièrès »	45	45	33	126	763
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	101	112	75	528,5	563
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 »	6	6	3	23	7
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	45	45	5	66	13
63	Malling « Schlammleint »	42	54	26	177,5	146
66	Bertrange « Kosenacker »	53	53	33	248,5	189
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	135	136	129	410	23637
	<b>Total</b>	<b>661</b>	<b>704</b>	<b>511</b>	<b>3854</b>	<b>33481</b>

Il est important de noter que le site de Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay » (site 22) connaît d'importantes occupations datées du Bronze final et de l'âge du Fer, avec de nombreux recoupements de structures. Malheureusement, il n'est pas assuré que les prélèvements ont bien été réalisés dans les parties non remaniées des structures néolithiques. Cet aspect pourrait expliquer les anomalies constatées sur certains prélèvements, en particulier l'abondance des plantes adventices potentielles, la présence du pavot et, éventuellement, la part majeure prise par l'en grain (Rousselet, 2019). Par conséquent, il a été jugé plus raisonnable d'écarter temporairement ce site. Il n'a donc pas été intégré dans les analyses qui suivent. En revanche, les résultats de l'étude très récente réalisée par J. Wiethold sur le site de La Maxe « Les Lignièrès » (site 54) ont été intégrés dans ce chapitre.

### 11.2.1.1 Les plantes cultivées par site

L'analyse des données montre que la présence des différents taxons de plantes cultivées varie d'un site à l'autre (Tabl. 70 et Fig. 305).

Pour ce qui est des céréales, on observe que la fréquence relative de l'amidonnier est majoritaire dans douze sites tels qu'Ay-sur-Moselle (site 2 ; 75 %), Cattenom (site 4 ; 80 %), Cattenom (site 5 ; 66 %), Gandrange (site 10 ; 50 %), Kirschnaumen-Evendorff (site 17 ; 100 %), Terville (site 23 ; 24 %), Metz (site 43 ; 80 %), La Maxe (site 54 ; 73 %), Ennery (site 56 ; 20 %), Malling (site 63 ; 8 %), Bertrange (site 66 ; 45 %) et Marainville (site 100 ; 67 %). En revanche, la fréquence relative de l'engrain est majoritaire uniquement à Montenach (site 28 ; 100 %), sachant que dans ce site il n'y a qu'un seul échantillon analysé. La fréquence relative de ces deux céréales est équivalente dans cinq sites, dont Ennery (site 6 ; 15 %), Florange (site 9 ; 100 %), Hettange-Grande (site 14 ; 90 %), Thionville (site 35 ; 50 %) et Trémery (site 58 ; 13 %). Le blé nu est présent dans six sites dans des fréquences variables : Cattenom (site 4 ; 10 %), Cattenom (site 5 ; 16 %), Terville (site 23 ; 5 %), La Maxe (site 54 ; 16 %) ; Bertrange (site 66 ; 3 %) et Marainville (site 100 ; 25 %). Enfin, l'orge polystique nue est présente dans dix sites dans des fréquences variables : Ay-sur-Moselle (site 2 ; 4 %), Cattenom (site 5 ; 5 %), Ennery (site 6 ; 23 %), Terville (site 23 ; 8 %), Thionville (site 35 ; 17 %), La Maxe (site 54 ; 39 %), Ennery (site 56 ; 13 %), Malling (site 63 ; 4 %), Bertrange (site 66 ; 18 %) et Marainville (site 100 ; 23 %). Le site d'Ennery (site 6) est le seul où cette céréale est majoritaire.

Concernant les légumineuses, on observe que la fréquence relative du pois est majoritaire dans huit sites, dont Cattenom (site 5 ; 24 %), Hettange-Grande (site 14 ; 30 %), Kirschnaumen-Evendorff (site 17 ; 100 %), Terville (site 23 ; 8 %), Thionville (site 35 ; 50 %), Metz (site 43 ; 20 %), La Maxe (site 54 ; 19 %) et Marainville (site 100 ; 44 %). En revanche, la fréquence relative de la lentilles est majoritaire dans sept sites, à savoir Ay-sur-Moselle (site 2 ; 4 %), Cattenom (site 4 ; 30 %), Ennery (site 6 ; 8 %), Gandrange (site 10 ; 75 %), Ennery (site 56 ; 9 %), Malling (site 63 ; 8 %) et Bertrange (site 66 ; 36 %). La fréquence relative de ces deux légumineuses est équivalente dans le site de Florange (site 9 ; 100 %) où seulement un échantillon a été analysé. Enfin, les légumineuses sont absentes des échantillons analysés provenant des sites de Montenach (site 28) et de Trémery (site 58). Cependant, nous ne pouvons pas affirmer que cette catégorie de plantes était absente de ces sites. En effet, nous savons que pour le site de Montenach, une concentration d'une vingtaine de graines de pois a été illustrée photographiquement dans le rapport de la fouille de 1978 (Decker, 1978), sans que l'on puisse en dire plus. Le site de Trémery, quant à lui, n'est que partiellement étudié, puisque plus d'une centaine d'échantillons (entreposés au CCEL) reste encore à être étudiés.

Si nous comparons la fréquence relative globale de céréales avec celle de légumineuses, on constate qu'en général, les taxons de légumineuses sont secondaires derrière la céréale principale. Les sites de Florange (site 9), de Kirschnaumen-Evendorff (site 17) et de Thionville (site 35) font figure d'exception, les légumineuses et notamment le pois étant au même niveau que la céréale principale, mais le caractère faible des effectifs de ces sites pourrait être à l'origine de ces résultats.

Bien que nous n'ayons pas inclus dans l'analyse les données relatives aux plantes oléagineuses/textiles, il est important de citer les sites ayant livré du lin, à savoir Ay-sur-Moselle (site 2 ; 4 %), Cattenom (site 5 ; 8 %) et Bertrange (site 66 ; 3 %). Par ailleurs, le seul site ayant livré du pavot somnifère est Cattenom (site 4 ; 10 %).

Une particularité à signaler est celle de l'importance de l'orge polystique nue sur le site d'Ennery (site 6), daté du Rubané terminal, où cette céréale est majoritaire. À Ennery (site 56) et à Malling (site 63), la fréquence relative de cette céréale la place en deuxième position, derrière l'amidonnier. À Terville (site 23) la fréquence relative de cette céréale lui confère la deuxième place, derrière l'amidonnier mais au même niveau que l'engrain.

Enfin, un dernier site qui ressort par sa particularité est le site de Marainville (site 100). Il s'agit d'un site de référence pour la période grâce à l'ampleur de l'étude carpologique (129 échantillons positifs). Par ailleurs, il présente la plus importante fréquence du blé nu (25 %) parmi tous les sites rubanés de la région d'étude. Sur ce site, le blé nu est plus fréquemment représenté que l'orge polystique nue, il en est de même pour le site de Cattenom (site 5).

Tabl. 70 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des sites archéologiques du Néolithique ancien.

N° site	Échant. positifs	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystique nue	Pois	Lentille
2	24	18	17		1		1
4	10	8	2	1			3
5	38	25	9	6	2	9	2
6	13	2	2		3		1
9	1	1	1			1	1
10	8	4	3			1	6
14	10	9	9			3	
17	2	2				2	1
23	38	9	3	2	3	3	1
28	1		1				
35	6	3	3		1	3	1
43	5	4	2			1	
54	33	24	16	5	13	6	5
56	75	15	6		10	1	7
58	8	1	1				
63	26	2			1		2
66	33	15	7	1	6	6	12
100	129	87	57	32	30	57	32

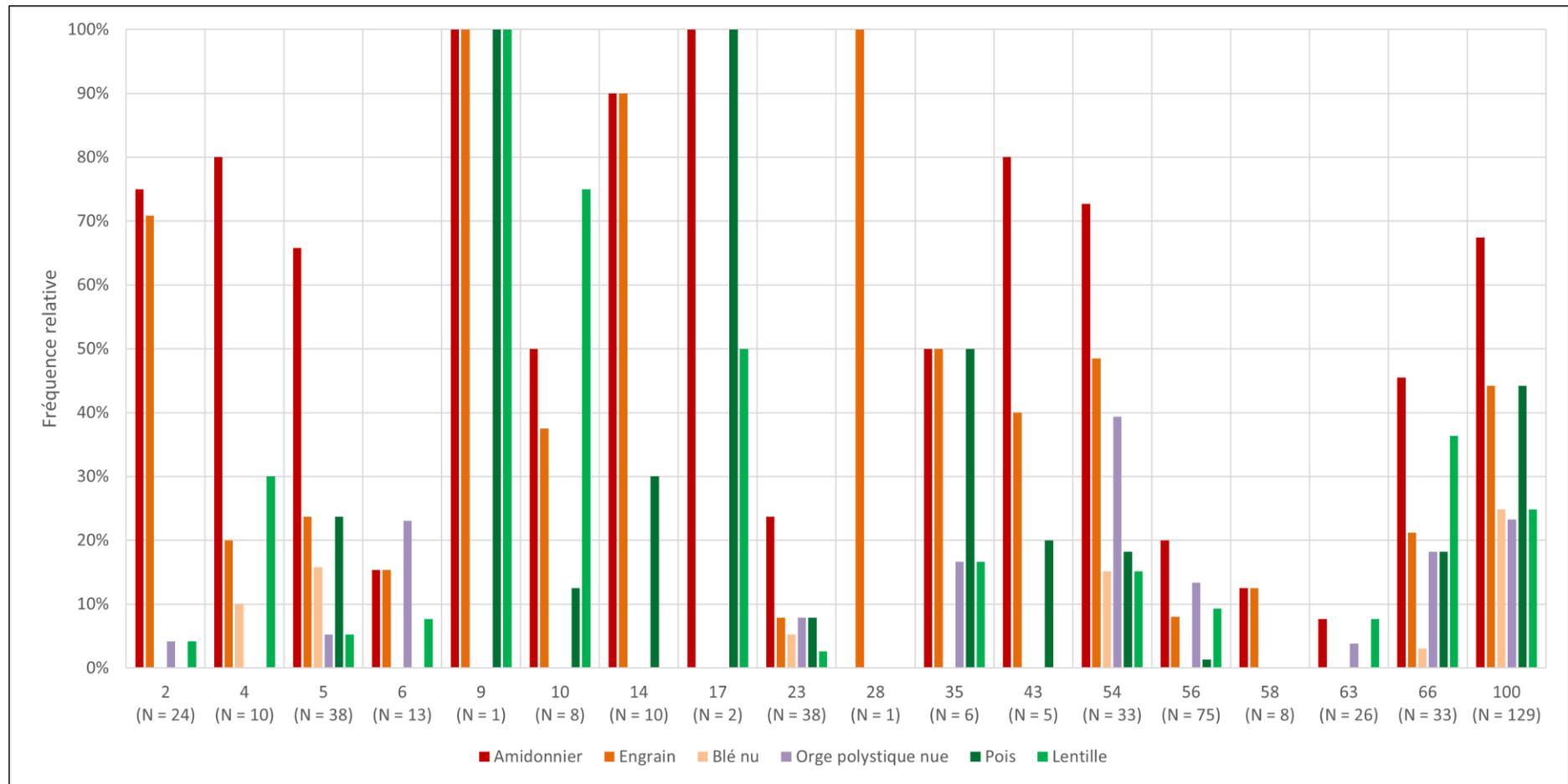


Fig. 305 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des sites archéologiques. **N** : nombre total d'échantillons positifs ; **2** : Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille » (57) ; **4** : Cattenom « Acheren - RD 1 » (57) ; **5** : Cattenom « Unterhausen » (57) ; **6** : Ennery « Le Breuil » (57) ; **9** : Florange « Daspich - Avenue de Lorraine » (57) ; **10** : Gandrange « Bréquette - Zones A-F » (57) ; **14** : Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », « La Chapelle - Rue Victor Hugo » et « La Chapelle » (57) ; **17** : Kirschnaumen-Evendorf « Dolem » (57) ; **23** : Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques » (57) ; **28** : Monténach « Kirschgasse » (57) ; **35** : Thionville « Boucle de La Milliaire » et « La Milliaire » (57) ; **43** : Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts » (57) ; **54** : La Maxe « Le clos des Lignières » et « Les Lignières » (57) ; **56** : Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C » (57) ; **58** : Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 » (57) ; **63** : Mallang « Schlammlengt » (57) ; **66** : Bertrange « Kosenacker » (57) ; **100** : Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (88).

### 11.2.1.2 Plantes cultivées et unités géomorphologiques

Parmi les 18 sites retenus comportant des occupations datées du Néolithique ancien, les échantillons positifs proviennent de cinq sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, six sites dans la vallée alluviale à lœss et sept sites en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias (Annexe 1, Tabl. 71 et Fig. 306).

Dans les trois unités géomorphologiques l'amidonnier est majoritaire (respectivement 62 %, 49 % et 33 %), suivi de l'engrain (respectivement 40 %, 22 % et 21 %). Le blé nu est, quant à lui, mieux représenté dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (18 %), puis sur les sites implantés dans la vallée alluviale à lœss (8 %), tandis que sa fréquence relative est très faible sur les sites localisés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire (1 %). Enfin, la fréquence relative de l'orge polystique nue est plus importante dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (17 %), puis sur les sites implantés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire (12 %), tandis que sa fréquence relative est faible sur les sites implantés dans la vallée alluviale à lœss (6 %).

La fréquence relative du pois est majoritaire sur les sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses et dans la vallée alluviale à lœss (respectivement 33 % et 12 %) par rapport à la lentille (respectivement 17 % et 11 %). En revanche, la lentille est majoritaire sur les sites implantés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire (13 %) par rapport au pois (4 %).

Tabl. 71 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique ancien.

Unité géomorphologique	Nb. sites	Échant. positifs	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystique nue	Pois	Lentille
Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)	5	203	126	82	37	34	66	35
Vallée alluviale à lœss	6	101	49	22	8	6	12	11
Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias	7	156	52	33	1	19	7	20

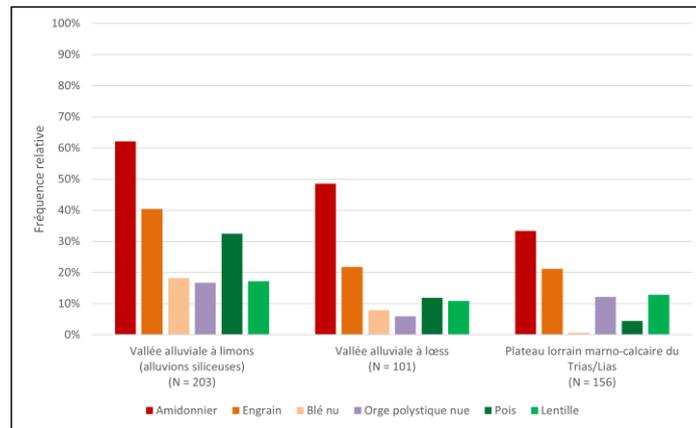


Fig. 306 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique ancien. N : nombre total d'échantillons positifs.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les unités géomorphologiques (lignes) et les taxons (colonnes). À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} < 0,000 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les unités géomorphologiques et les taxons. Dans cette analyse, on retiendra les deux premiers axes puisqu'ils expliquent 100,00 % de la variance.

Dans le graphique symétrique (Fig. 307), l'axe 1 (83,59 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre amidonnier, engrain, orge polystyque nue et lentille d'une part (coordonnées vectorielles positives), et blé nu et pois d'autre part (coordonnées vectorielles négatives). Par ailleurs, l'engrain, la lentille et l'orge polystyque nue sont fortement associées aux sites localisés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire, tandis que l'amidonnier est associé aux sites implantés dans la vallée alluviale à lœss. De leur côté, le blé nu et le pois sont associés aux sites localisés dans la vallée à alluvions siliceuses.

Sur l'axe 2 (16,41 % des valeurs propres), on observe une opposition entre engrain, orge polystyque nu, lentille et pois d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et amidonnier et blé nu d'autre part (coordonnées vectorielles positives).

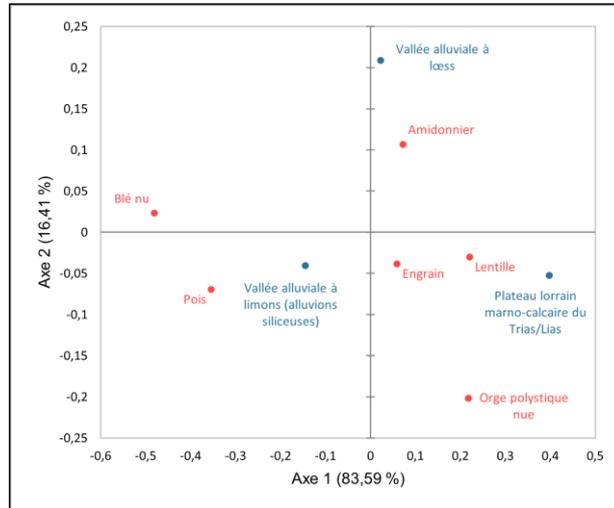


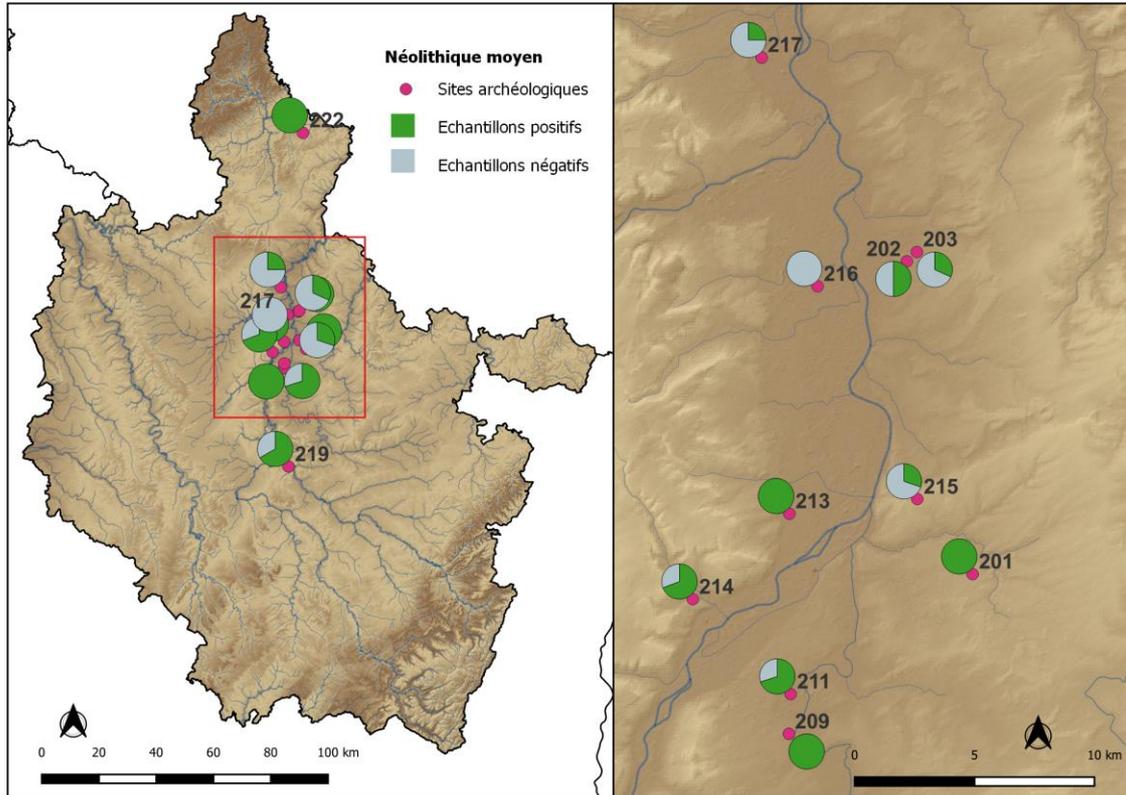
Fig. 307 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique ancien. Axes 1 et 2 (100 % de la variance). **Rouge** : taxons (colonnes); **Bleu** : unités géomorphologiques (lignes); **Valeurs** : nombre d'échantillons où chaque taxon est présent.

On constate que l'orge polystyque nue et la lentille semblent fonctionner ensemble (Fig. 306 et Fig. 307). En effet, la fréquence relative de ces deux plantes est similaire que ce soit sur les sites implantés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (17 % chacune), dans la vallée alluviale à loess (respectivement 6 % et 11 %) ou en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire (respectivement 12 % et 13 %). Au vu de ces données, il est tentant d'avancer l'hypothèse d'une complantation de la lentille avec l'orge polystyque nue. En effet, il a été démontré que la lentille en association avec l'orge de printemps permet d'optimiser les espaces et de limiter les adventices, de faire un effet tuteur entre les espèces (p. ex. limite la verse et encourage la croissance), d'aérer les cultures et de limiter les maladies (Duransia, 2022). Il s'agit, à ce stade, d'une hypothèse de travail qui devra être vérifiée à l'avenir.

### 11.2.2. Néolithique moyen (environ 4900-4300 av. n. è.)

Au total, douze sites comportant des occupations datées du Néolithique moyen ont été retenus (Fig. 308).

Les informations sur le corpus de données analysé pour chaque site sont présentées dans la table Tabl. 72. Tous les sites retenus ont livré des échantillons positifs à l'exception d'un, le site de Talange « Vieux Manoir » (site 216). Pour sa part, le site d'Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber » (site 202) a livré un carpoeste de noisette (*Corylus avellana*) mais pas de plantes cultivées. Ces deux sites ont donc été écartés des analyses.



201 : Coigny « Les Terres de Fer » (57) ; 202 : Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber » (57) ; 203 : Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson » (57) ; 209 : Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calibrage de la RD 113a » (57) ; 211 : Marly « Sur le Chemin de Grosyeux » (57) ; 213 : Metz « ZAC Sansonnet » (57) ; 214 : Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois » (57) ; 215 : Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » (57) ; 216 : Talange « Vieux Manoir » (57) ; 217 : Uckange « Solblanck » (57) ; 219 : Frouard « ZAC Saule Gaillard I » (54) ; 222 : Waldbillig « Karelsié » (99).

Fig. 308 - Carte des sites archéologiques dont les échantillons datés du Néolithique moyen ont été analysés.

Tabl. 72 - Corpus de données analysé pour le Néolithique moyen.

N° site	Opération archéologique	Nb. contextes	Nb. échantillons	Échant. positifs	Litres	NMI
201	Coigny « Les Terres de Fer »	1	1	1	10	5
202	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber »	2	2	1	7	1
203	Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson »	4	22	7	111	21
209	Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calibrage de la RD 113A »	1	2	2	7,1	182
211	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	3	30	21	380	123
213	Metz « ZAC Sansonnet »	3	3	3	30	93
214	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	10	13	9	152	141
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont »	29	43	13	510,7	53
216	Talange « Vieux Manoir »	1	1	0	5	0
217	Uckange « Solblanck »	1	4	1	19	19
219	Frouard « ZAC Saule Gaillard I »	6	6	4	36	64
222	Waldbillig « Karelsié »	1	91	91		22463
<b>Total</b>		<b>62</b>	<b>218</b>	<b>153</b>	<b>1267,8</b>	<b>23165</b>

### ***11.2.2.1 Les plantes cultivées par site archéologique***

L'analyse des données montre que la présence des différents taxons de plantes cultivées varie d'un site à l'autre (Tabl. 73 et Fig. 309).

Pour ce qui est des céréales, on observe que l'amidonnier est présent dans sept sites, dont Marly (site 209 ; 100 %), Marly (site 211 ; 19 %), Metz (site 213 ; 67 %), Sainte-Ruffine (site 214 ; 33 %), Saint-Julien-lès-Metz (site 215 ; 8 %), Frouard (site 219 ; 50 %) et Waldbillig (site 222 ; 82 %). Il est majoritaire dans deux de ces sites (Metz et de Frouard). L'engrain est présent dans huit sites, à savoir Coincy (site 201 ; 100 %), Marly (site 209 ; 100 %), Marly (site 211 ; 29 %), Metz (site 213 ; 33 %), Sainte-Ruffine (site 214 ; 22 %), Uckange (site 217 ; 100 %), Frouard (site 219 ; 25 %) et Waldbillig (site 222 ; 77 %). Il est majoritaire dans trois de ces sites : Marly (site 11), Coincy et Uckange, mais dans ces deux derniers il n'y a qu'un seul échantillon analysé. Dans le site de Marly (site 209), l'amidonnier et l'engrain sont présents dans les deux échantillons analysés. Le blé nu est présent dans sept sites dans des fréquences variables : Flévy (site 203 ; 14 %), Marly (site 209 ; 50 %), Marly (site 211 ; 5 %), Metz (site 213 ; 33%), Sainte-Ruffine (site 214 ; 22 %), Saint-Julien-lès-Metz (site 215 ; 38 %) et Waldbillig (site 222 ; 92 %). Il est majoritaire dans trois de ces sites (Flévy, Saint-Julien-lès-Metz et Waldbillig) et dans deux autres sa fréquence relative est équivalente à celle de l'engrain (Metz et Sainte-Ruffine). Enfin, l'orge polystique nue est présente dans trois sites, dont Marly (site 11 ; 10 %), Sainte-Ruffine (site 214 ; 33 %) et Waldbillig (site 222 ; 87 %). À Sainte-Ruffine cette céréale est majoritaire aux côtés de l'amidonnier et à Waldbillig elle occupe la deuxième place derrière le blé nu. Les céréales sont absentes du site d'Ennery (site 202).

Concernant les légumineuses, on observe que la fréquence relative du pois est majoritaire dans deux sites, dont Coincy (site 201 ; 100 %) et Frouard (site 219 ; 25 %). En revanche, la fréquence relative de la lentilles est majoritaire dans le site de Waldbillig (site 222 ; 5 %). La fréquence relative de ces deux légumineuses est équivalente dans le site de Sainte-Ruffine (site 214 ; 11 %). Les légumineuses sont absentes des sites d'Ennery (site 202), Flévy (site 203), Marly (sites 209 et 211), Metz (site 213), Saint-Julien-lès-Metz (site 215) et Uckange (site 217).

Si nous comparons la fréquence relative globale de céréales avec celle de légumineuses, on constate que les taxons de légumineuses ont une place secondaire dans les assemblages. Le site de Coincy (site 201) fait figure d'exception, les légumineuses et notamment le pois étant

au même niveau que la céréale principale, mais le caractère faible de l'effectif de ce site pourrait être à l'origine de ces résultats.

Nous pouvons souligner la particularité du site de Waldbillig (site 222). Il s'agit d'un site de référence pour la période grâce à l'ampleur de l'étude carpologique (91 échantillons positifs). Par ailleurs, il présente la plus importante fréquence du blé nu (92 %) parmi tous les sites du Néolithique moyen de la région d'étude. Sur ce site, le blé nu est la céréale principale, suivie de l'orge polystique nue, de l'amidonnier et de l'engrain.

Tabl. 73 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des sites archéologiques du Néolithique moyen.

N° site	Échant. positifs	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystique nue	Pois	Lentille
201	1		1			1	
202	1						
203	7			1			
209	2	2	2	1			
211	21	4	6	1	2		
213	3	2	1	1			
214	9	3	2	2	3	1	1
215	13	1		5			
217	1		1				
219	4	2	1			1	
222	91	75	70	84	79	3	5

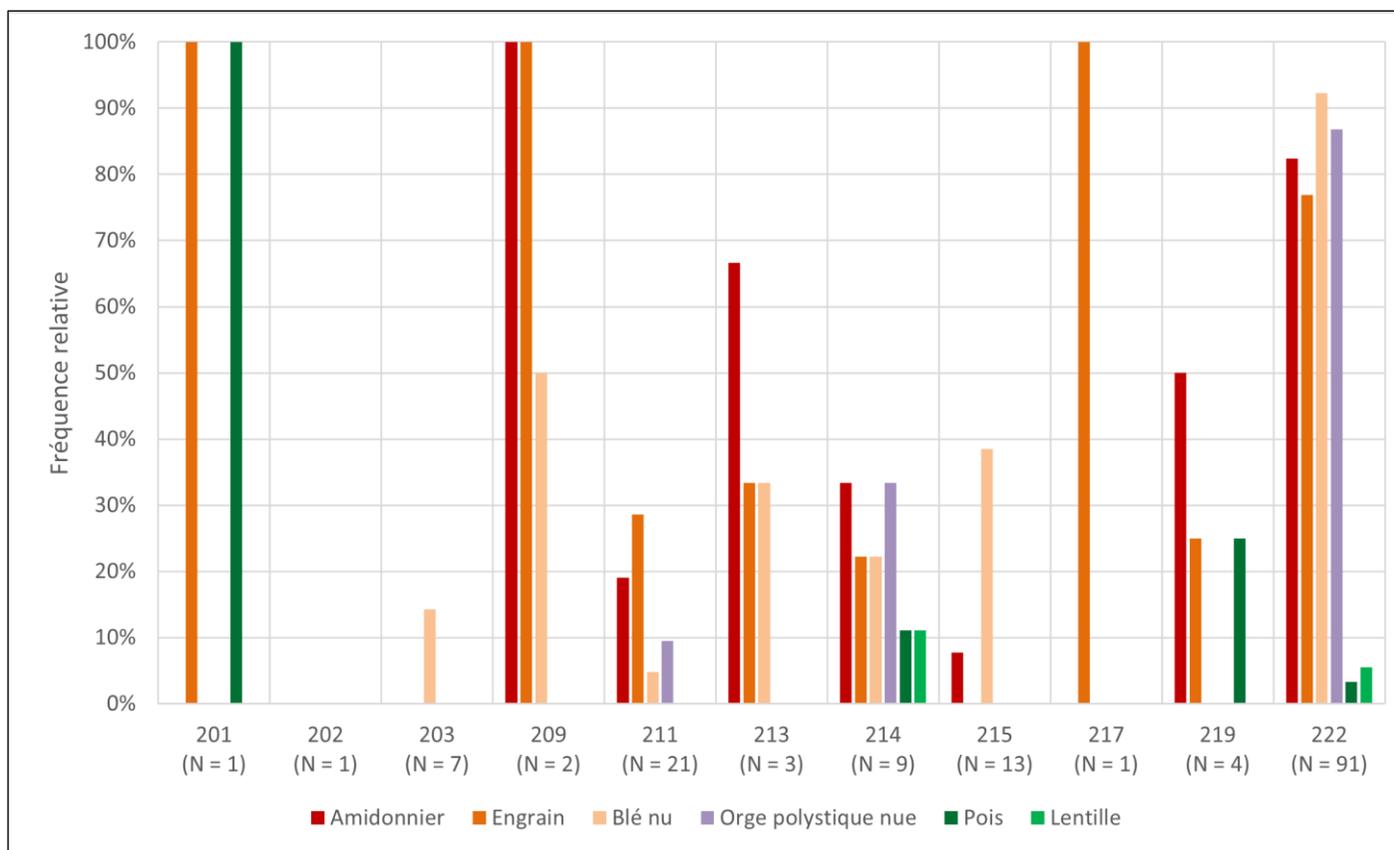


Fig. 309 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des sites archéologiques. **N** : nombre total d'échantillons positifs ; **201** : Coincy « Les Terres de Fer » (57) ; **202** : Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber » (57) ; **203** : Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson » (57) ; **209** : Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calibrage de la RD 113A » (57) ; **211** : Marly « Sur le Chemin de Grosyeux » (57) ; **213** : Metz « ZAC Sansonnet » (57) ; **214** : Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois » (57) ; **215** : Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » (57) ; **217** : Uckange « Solblanck » (57) ; **219** : Frouard « ZAC Saule Gaillard I » (54) ; **222** : Waldbillig « Karelsé » (99).

### ***11.2.2.2 Plantes cultivées et unités géomorphologiques***

Parmi les 10 sites retenus comportant des occupations datées du Néolithique moyen, les échantillons positifs proviennent de cinq sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, trois sites en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias, un site dans le talus calcaire du Bajocien moyen et un site dans la diaclase gréseuse du Hettangien (Annexe 1, Tabl. 74 et Fig. 310). Cette dernière catégorie est représentée par le site de Waldbillig « Karelsé ».

La fréquence relative de l'amidonnier et de l'engrain est identique sur les sites localisés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias (5 % chacun). Sur le site localisé dans le talus calcaire du Bajocien moyen, l'amidonnier est majoritaire (50 %) suivi de l'engrain (25 %), tandis que sur les sites de la vallée alluviale à alluvions siliceuses, l'engrain est majoritaire (33 %) suivi de l'amidonnier (31 %). Le blé nu est, quant à lui, majoritaire sur les sites localisés aussi bien dans la diaclase gréseuse du Hettangien (92 %) qu'en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias (27 %), tandis que sa fréquence relative est moins bien représentée sur les sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (14 %). Cette céréale est absente du site implanté dans le talus calcaire du Bajocien moyen. Enfin, l'orge polystique nue est mieux représentée sur le site localisé dans la diaclase gréseuse du Hettangien (87 %), puis sur les sites implantés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (14 %). Elle est absente des sites localisés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias et dans le talus calcaire du Bajocien moyen.

Sur les sites localisés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias et dans le talus calcaire du Bajocien moyen, la fréquence relative du pois est majoritaire (respectivement 5 % et 25 %) puisque la lentille y est absente. En revanche, la lentille est majoritaire sur le site implanté dans la diaclase gréseuse du Hettangien (5 %) par rapport au pois (3 %). Enfin, la fréquence relative de la lentille et du pois est identique sur les sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (3 % chacun).

Tabl. 74 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique moyen.

Unité géomorphologique	Nb. sites	Échant. positifs	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystyque nue	Pois	Lentille
Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)	5	36	11	12	5	5	1	1
Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias	3	22	1	1	6		1	
Talus calcaire du Bajocien moyen	1	4	2	1			1	
Diaclase gréseuse du Hettangien	1	91	75	70	84	79	3	5

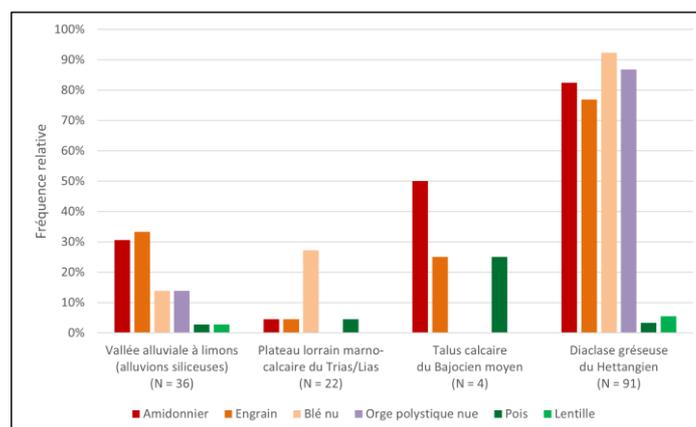


Fig. 310 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique moyen. N : nombre total d'échantillons positifs.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les unités géomorphologiques (lignes) et les taxons (colonnes). À la suite du test du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,001 < \alpha = 0,05$ ), on doit alors rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et retenir l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les unités géomorphologiques et les taxons. Dans cette analyse, on retiendra les trois premiers axes qui expliquent 100 % de la variance.

La lecture du premier graphique symétrique (Fig. 311) ne nous permet malheureusement pas d'en tirer des conclusions. Que ce soit sur l'axe 1 (60,96 % des valeurs propres) ou sur l'axe 2 (33,50 % des valeurs propres), on observe que la grande majorité des valeurs sont très proches de zéro. Par conséquent, il sera nécessaire d'analyser les graphiques symétriques correspondant aux axes 1 et 3 ainsi qu'aux axes 2 et 3.

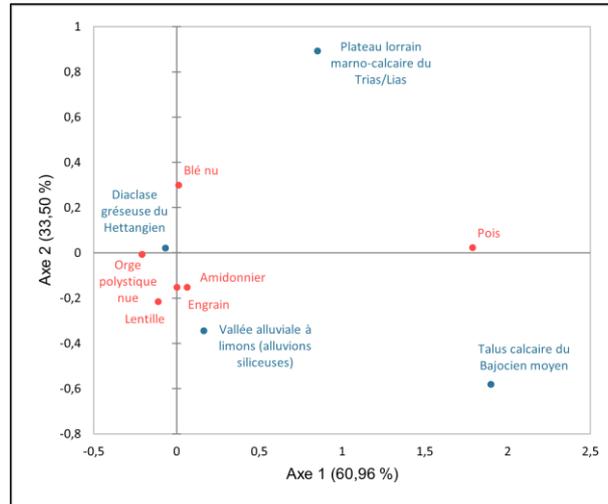


Fig. 311 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique moyen. Axes 1 et 2 (94,46 % de la variance). **Rouge** : taxons (colonnes) ; **Bleu** : unités géomorphologiques (lignes) ; **Valeurs** : nombre d'échantillons où chaque taxon est présent.

Dans le deuxième graphique symétrique (Fig. 312), la lecture de l'axe 1 (60,96 % des valeurs propres) et de l'axe 3 (5,54 % des valeurs propres) met en évidence une association entre le pois et les sites implantés dans le talus calcaire du Bajocien moyen.

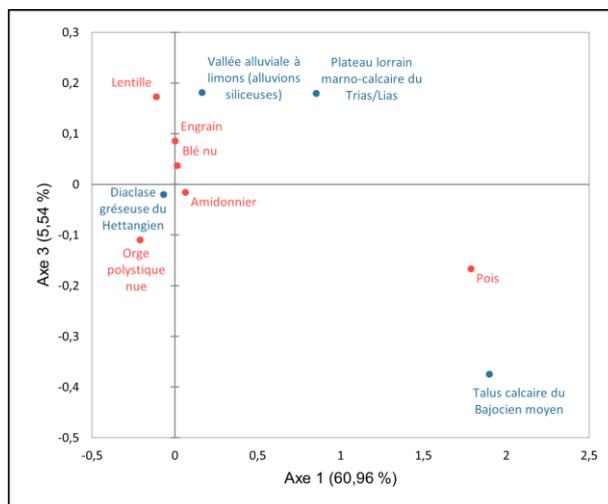


Fig. 312 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique moyen. Axes 1 et 3 (66,50 % de la variance). **Rouge** : taxons (colonnes) ; **Bleu** : unités géomorphologiques (lignes) ; **Valeurs** : nombre d'échantillons où chaque taxon est présent.

Enfin, dans le troisième graphique symétrique (Fig. 313), l'axe 2 (33,50 % des valeurs propres) met en évidence une opposition entre lentille, engrain et amidonnier d'une part (coordonnées vectorielles négatives), et blé nu d'autre part (coordonnées vectorielles positives). Par ailleurs, cette dernière céréale est associée aux sites situés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias.

Sur l'axe 3 (5,54 % des valeurs propres), on observe une association entre lentille et engrain et les sites implantés dans la vallée alluviales à alluvions siliceuses.

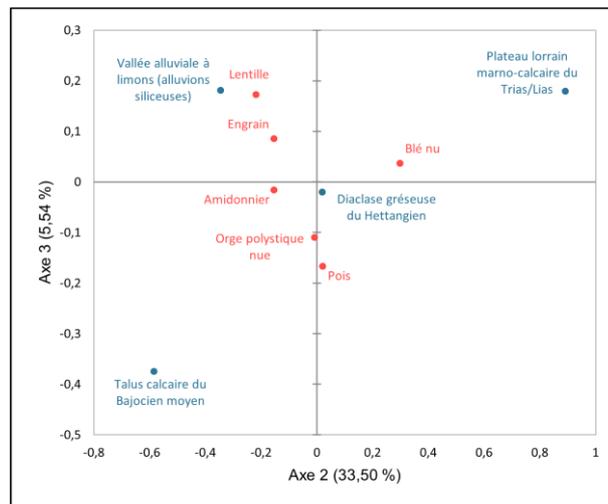
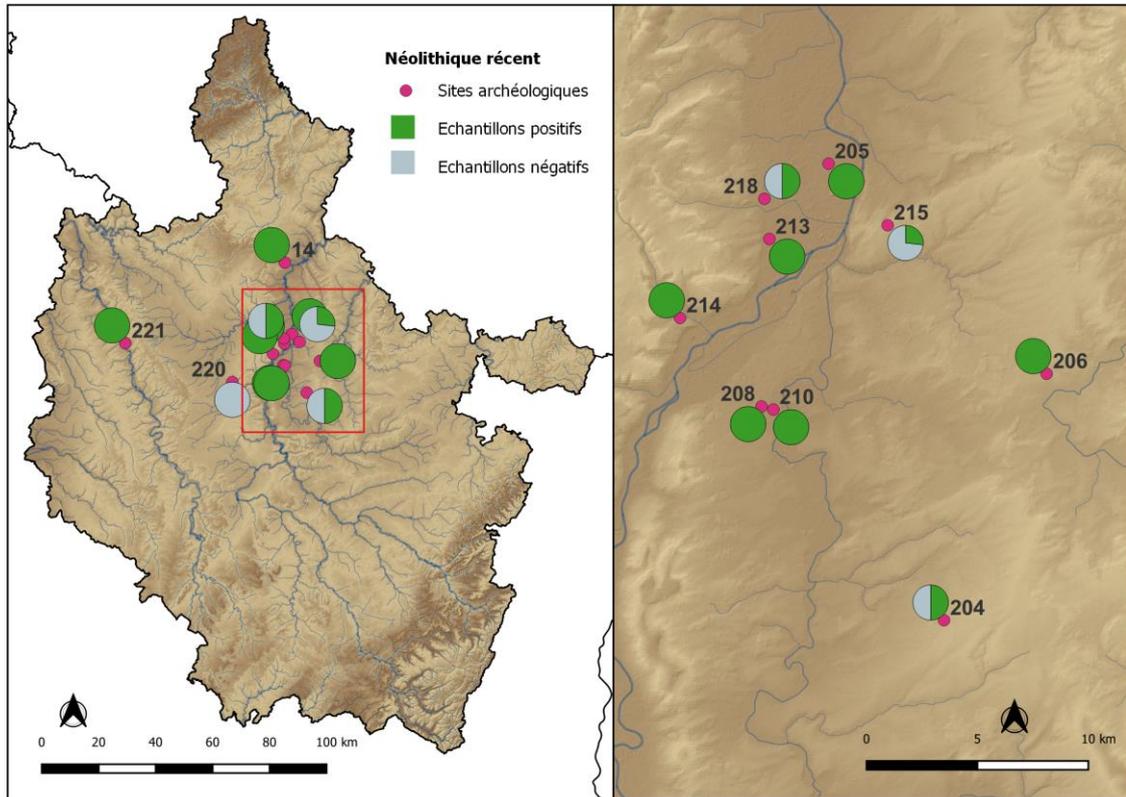


Fig. 313 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique moyen. Axes 2 et 3 (39,04 % de la variance). **Rouge** : taxons (colonnes) ; **Bleu** : unités géomorphologiques (lignes) ; **Valeurs** : nombre d'échantillons où chaque taxon est présent.

Nous pouvons souligner quelques tendances. Premièrement, sur les sites localisés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias, une évolution se dessine par rapport au Néolithique ancien, notamment avec l'essor du blé nu. Par ailleurs, sur les sites implantés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, il semblerait que l'ordre d'importance des plantes cultivées change pas vis-à-vis du Néolithique ancien. En effet, on remarque la prédominance de l'engrain suivi de l'amidonnier. Deuxièmement, l'amidonnier et l'engrain semblent fonctionner ensemble (Fig. 310 et Fig. 311). En effet, la fréquence relative de ces deux céréales est similaire que ce soit sur les sites implantés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (respectivement 31 % et 33 %), en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias (5 % chacune) ou dans la diaclase gréseuse du Hettangien (respectivement 82 % et 77 %). Il en est de même pour le blé nu et l'orge polystylique nue, dont les fréquences relatives sont similaires que ce soit sur les sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses (14 % chacun) ou dans la diaclase gréseuse du Hettangien (respectivement 92 % et 87 %). Dans l'état actuel de la recherche, il n'est pas possible d'interpréter ces données. S'agit-il d'un reflet des pratiques agricoles telles qu'une complantation de ces céréales ? Davantage d'études seront nécessaires afin d'élucider cette question.

### 11.2.3. Néolithique récent (environ 4300-3500 av. n. è.)

Au total, douze sites comportant des occupations datées du Néolithique récent ont été retenus (Fig. 314).



14 : Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin » et « La Chapelle » (57) ; 204 : Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule – ARL » (57) ; 205 : La Maxe « Complexe sportif » (57) ; 206 : Laquenexy « Entre deux cours - Tranche 4 » (57) ; 208 : Marly « Dessus La Belle Fontaine - Projet Centre commercial - Voie d'accès Leclerc » (57) ; 210 : Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers » (57) ; 213 : Metz « ZAC Sansonnet » (57) ; 214 : Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois » (57) ; 215 : Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » (57) ; 218 : Woippy « ZAC des Coteaux » (57) ; 220 : Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet'Air - Sites 4 et 5 » (54) ; 221 : Verdun « Miribel » (55).

Fig. 314 - Carte des sites archéologiques dont les échantillons datés du Néolithique récent ont été analysés.

Les informations sur le corpus de données analysé pour chaque site sont présentées dans la table Tabl. 75. Tous les sites retenus ont livré des échantillons positifs à l'exception d'un, le site de Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet'Air - Sites 4 et 5 » (site 220). D'autre part, le site de Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers » (site 210) a livré seulement un carporeste d'yèble (*Sambucus ebulus*), et les sites de Metz « ZAC Sansonnet » (site 213) et de Woippy « ZAC des Coteaux » (site 218) ont livré chacun un carporeste indéterminé, mais pas de plantes cultivées. Ces quatre sites ont donc été écartés des analyses.

Tabl. 75 - Corpus de données analysé pour le Néolithique récent.

N° site	Opération archéologique	Nb. contextes	Nb. échantillons	Échant. positifs	Litres	NMI
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	1	1	1	10	15
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	1	1	1	30	1

N° site	Opération archéologique	Nb. contextes	Nb. échantillons	Échant. positifs	Litres	NMI
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	2	2	1	50	61
205	La Maxe « Complexe sportif »	2	2	2	30	13
206	Laquenexy « Entre deux cours - Tranche 4 »	1	2	2	20	9
208	Marly « Dessus La Belle Fontaine - Projet Centre commercial - Voie d'accès Leclerc »	1	2	2	17,5	5
210	Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers »	1	1	1	21,5	1
213	Metz « ZAC Sansonnet »	1	1	1	10	1
214	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	2	4	4	25	61
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont »	15	41	11	338	99
218	Woippy « ZAC des Coteaux »	2	2	1	20	1
220	Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet'Air - Sites 4 et 5 »	1	2	0	20	
221	Verdun « Miribel »	1	1	1	10	2
<b>Total</b>		<b>31</b>	<b>62</b>	<b>28</b>	<b>602</b>	<b>269</b>

### 11.2.3.1 Les plantes cultivées par site

L'analyse des données montre que la présence des différents taxons de plantes cultivées varie d'un site à l'autre (Tabl. 76 et Fig. 315).

Pour ce qui est des céréales, on observe que l'amidonniér est présent dans quatre sites, dont Goin/Liéhon/Vigny (site 204 ; 100 %), Laquenexy (site 206 ; 50 %), Sainte-Ruffine (site 214 ; 50 %) et Saint-Julien-lès-Metz (site 215 ; 45 %). Il est majoritaire dans deux de ces sites (Laquenexy et Sainte-Ruffine). L'en grain est présent dans cinq sites, à savoir Hettange-Grande (site 14 ; 50 %), Goin/Liéhon/Vigny (site 204 ; 100 %), Marly (site 208 ; 50 %), Sainte-Ruffine (site 214 ; 25 %) et Saint-Julien-lès-Metz (site 215 ; 27 %). Il est majoritaire dans deux de ces sites (Hettange-Grande et Marly). Dans le site de Goin/Liéhon/Vigny (site 204) l'amidonniér et l'en grain sont présents dans le seul échantillon analysé. Le blé nu est présent dans trois sites dans des fréquences variables : Sainte-Ruffine (site 214 ; 25 %), Saint-Julien-lès-Metz (site 215 ; 55 %) et Verdun (site 221 ; 100 %). Il est majoritaire dans deux de ces sites (Saint-Julien-lès-Metz et Verdun). Enfin, l'orge polystique nue est présente dans deux sites, dont Goin/Liéhon/Vigny (site 204 ; 100 %) et Saint-Julien-lès-Metz (site 215 ; 9 %).

Concernant les légumineuses, elles ne sont attestées que sur trois sites : Hettange-Grande (site 14), La Maxe (site 205) et Goin/Liéhon/Vigny (site 204). Sur les deux premiers, la fréquence relative du pois est majoritaire (50 % chacun), alors que sur le dernier la lentille est majoritaire (100 %).

Si nous comparons la fréquence relative globale de céréales avec celle de légumineuses, on constate que les taxons de légumineuses ont une place secondaire dans les assemblages.

Les sites de Hettange-Grande (site 14) et de La Maxe (site 205) font figure d'exception, les légumineuses et notamment le pois étant soit au même niveau que la céréale principale, soit majoritaire, mais le caractère faible de l'effectif de ces sites pourrait être à l'origine de ces résultats.

Parmi tous les sites comportant des occupations datées du Néolithique récent, le site de Saint-Julien-lès-Metz (site 215) est, dans l'état actuel de la recherche, celui ayant livré le plus grand nombre d'échantillons positifs, qui reste tout de même assez faible (11 échantillons positifs). Pour l'instant, c'est un site de référence pour la période dans la région d'étude. Le blé nu y est la céréale principale, suivie de l'amidonnier, de l'engrain et de l'orge polystique nue.

Tabl. 76 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des sites archéologiques du Néolithique récent.

N° site	Échant. positifs	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystique nue	Pois	Lentille
14	2		1			1	
204	1	1	1		1		1
205	2					1	
206	2	1					
208	2		1				
210	1						
213	1						
214	4	2	1	1			
215	11	5	3	6	1		
218	1						
221	1			1			

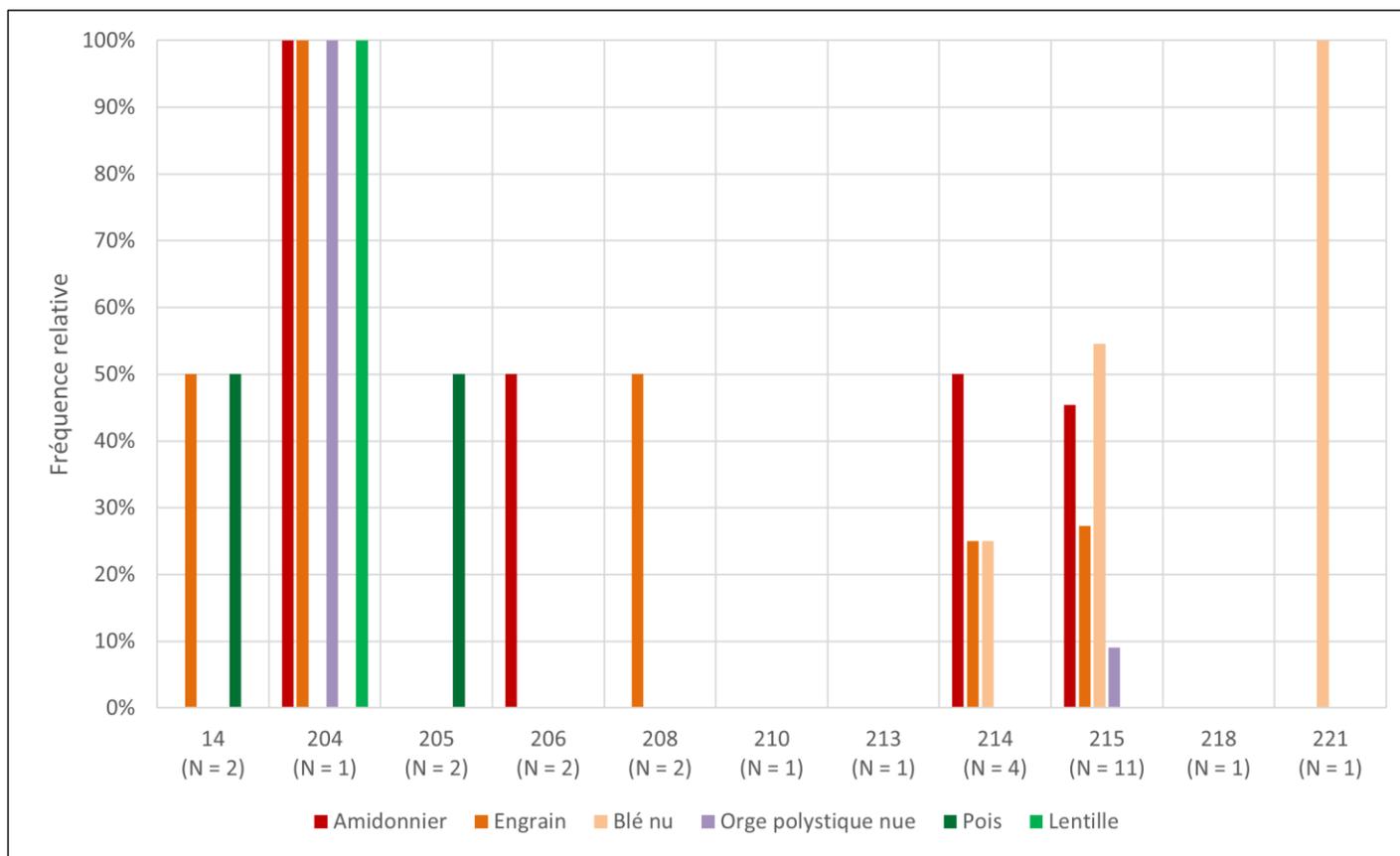


Fig. 315 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des sites archéologiques. **N** : nombre total d'échantillons positifs ; **14** : Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin » et « La Chapelle » (57) ; **204** : Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule – ARL » (57) ; **205** : La Maxe « Complexe sportif » (57) ; **206** : Laquenexy « Entre deux cours - Tranche 4 » (57) ; **208** : Marly « Dessus La Belle Fontaine - Projet Centre commercial - Voie d'accès Leclerc » (57) ; **210** : Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers » (57) ; **213** : Metz « ZAC Sansonnet » (57) ; **214** : Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois » (57) ; **215** : Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » (57) ; **218** : Woippy « ZAC des Coteaux » (57) ; **221** : Verdun « Miribel » (55).

### 11.2.3.2 Plantes cultivées et unités géomorphologiques

Parmi les 8 sites retenus comportant des occupations datées du Néolithique récent, les échantillons positifs proviennent de quatre sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, trois sites en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias et un site dans la plaine alluviale calcaire de la Meuse (Annexe 1, Tabl. 77 et Fig. 316). Ce dernier présente un nombre très faible d'échantillons positifs, c'est pourquoi les données ne seront pas discutées ici.

Sur les sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, l'en grain est majoritaire (23 %). La fréquence relative de l'amidonnier et du pois est identique (15 %), suivis du blé nu (8 %). L'orge polystyque nu et la lentille y sont absentes. Sur les sites implantés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias, l'amidonnier est majoritaire (50 %), suivi du blé nu (43 %) et de l'en grain (29 %). La fréquence relative de l'orge polystyque nue et de la lentille est identique (7 %). Le pois y est absent.

Tabl. 77 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique récent.

Unité géomorphologique	Nb. sites	Échant. positifs	Amidonnier	En grain	Blé nu	Orge polystyque nue	Pois	Lentille
Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)	4	13	2	3	1		2	
Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias	3	14	7	4	6	1		1
Plaine alluviale calcaire de la Meuse	1	1			1			

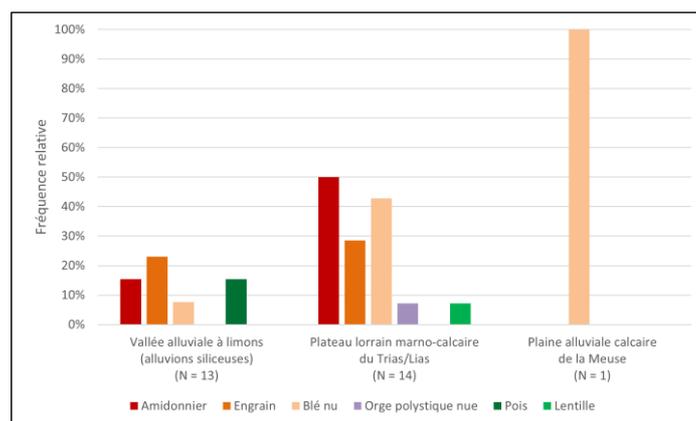


Fig. 316 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique récent. N : nombre total d'échantillons positifs.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée afin d'explorer la relation entre les unités géomorphologiques (lignes) et les taxons (colonnes). À la suite du test

du Khi-deux ( $p\text{-valeur} = 0,444 > \alpha = 0,05$ ), on doit alors retenir l'hypothèse nulle  $H_0$  (les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes) et rejeter l'hypothèse alternative  $H_a$  (il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau). On peut donc affirmer qu'il n'existe pas de dépendance significative entre les lignes et les colonnes, soit entre les unités géomorphologiques et les taxons. Le caractère faible des échantillons positifs datés de cette période ne nous permet pas d'avancer d'hypothèses basées sur ces résultats. Nous espérons que le corpus de données sera étoffé à l'avenir.

## **Chapitre 12 - Analyse diachronique de l'évolution du cortège de plantes. Réflexions sur le choix des plantes cultivées et les pratiques agricoles**

Dans ce chapitre nous aborderons la question de l'évolution diachronique du cortège de plantes cultivées par les populations néolithiques à partir des résultats des analyses statistiques des données carpologiques. Les résultats seront présentés systématiquement à deux échelles. Premièrement, les données seront discutées à l'échelle du Néolithique qui regroupe les périodes ancienne, moyenne et récente. Cependant, il faut souligner que le Néolithique moyen et récent seront étudiés avant tout pour dessiner quelques évolutions possibles par rapport au Néolithique ancien. Deuxièmement, les données seront commentées à l'échelle du Néolithique ancien qui rassemble les phases ancienne, moyenne, récente, finale et terminale du Rubané.

Tel qu'expliqué dans le chapitre précédent (voir 11.2.1) il a été jugé plus raisonnable d'écarter temporairement le site de Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay ». Les données en provenance de ce site n'ont donc pas été intégrées dans les analyses qui suivent.

Parmi les plantes cultivées, les céréales, les légumineuses et les plantes oléagineuses/textiles seront évoquées séparément. Ensuite, nous tenterons d'élucider quelques aspects des pratiques agricoles à partir des données relatives aux plantes adventices potentielles sous quatre angles différents, à savoir l'origine de ces plantes (indigènes ou importées), la saisonnalité des cultures (période de semis), la technique de récolte (hauteur de coupe) et la gestion des cultures (intensive ou extensive).



## 12.1. Les plantes cultivées

Dans notre corpus, certaines périodes du Néolithique sont sous-représentées à cause de l'état actuel de la recherche archéologique. C'est le cas pour le Néolithique moyen et surtout pour le Néolithique récent, le Néolithique ancien étant le mieux représenté. Si nous analysons de plus près le Néolithique ancien, les phases ancienne, moyenne et terminale du Rubané sont sous-représentées. La phase finale et notamment la phase récente sont, quant à elles, les mieux représentées. Cet aspect appelle à la plus grande prudence lors de l'analyse des résultats.

### 12.1.1. Les céréales

Pour la présentation des résultats, seuls les quatre taxons de céréales les plus représentatifs des trois périodes du Néolithique étudiées ici ont été retenus, à savoir l'amidonnier (*Triticum dicoccon*), l'engrain (*Triticum monococcum*), le taxon blé nu (*Triticum aestivum* l.s./*durum/turgidum*) et l'orge polystique nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*).

#### L'évolution des céréales au Néolithique

L'analyse des données montre une évolution chronologique du cortège de céréales cultivées au Néolithique (Tabl. 78). L'amidonnier prédomine au Néolithique ancien, puis au Néolithique moyen, ce sont l'engrain et le blé nu, les céréales les plus fréquemment attestées. Enfin, l'amidonnier et le blé nu deviennent majoritaires au Néolithique récent.

Tabl. 78 - Nombre d'échantillons où sont présentes les céréales par taxon en fonction des périodes du Néolithique.

Période	Échant. positifs	Nb. occurrences	Amidonnier	Engrain	Blé nu	Orge polystique nue
Néolithique ancien	460	601	267	182	51	101
Néolithique moyen	153	433	109	111	115	98
Néolithique récent	28	27	9	7	9	2

On observe qu'au cours du Néolithique la fréquence relative de toutes les céréales augmente entre le Néolithique ancien et moyen pour ensuite subir une forte baisse au Néolithique récent (Fig. 317). Il est très probable que ces résultats soient biaisés à cause de deux facteurs. D'une part, l'excellente conservation des échantillons en provenance de l'abri-sous-roche de Waldbillig « Karelslé », le site le plus représentatif de notre corpus daté du Néolithique moyen et, d'autre part, le caractère faible de l'effectif du Néolithique récent.

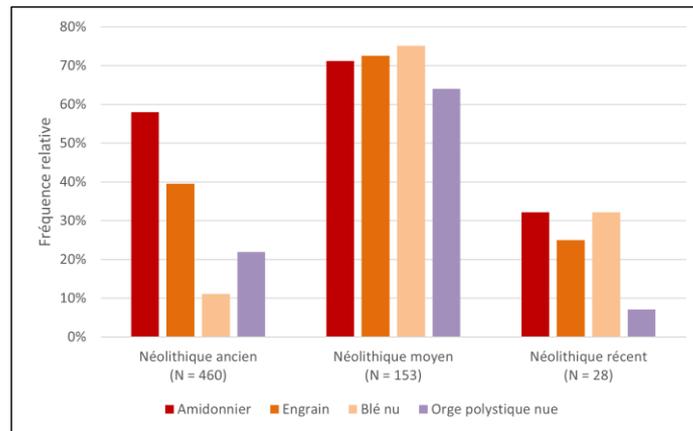


Fig. 317 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de comparer plus facilement les données issues des trois périodes du Néolithique, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 324). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon (amidonnier, engrain, blé nu et orge polystyque nue). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacun des taxons, on peut avoir jusqu'à quatre occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons positifs.

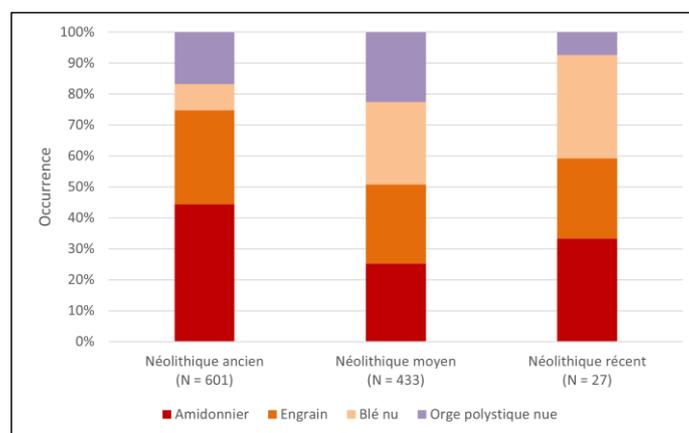


Fig. 318 - Occurrence des céréales par taxon en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'occurrences de céréales.

On constate qu'au Néolithique ancien, l'amidonnier est majoritaire (44 % de l'occurrence), suivi de l'engrain (30 %), de l'orge polystyque nue (17 %) et du blé nu (8 %). Ensuite, au Néolithique moyen, l'occurrence de l'amidonnier et de l'engrain diminue (respectivement 25 % et 26 %) et celle du blé nu et de l'orge polystyque nue augmente (respectivement 27 % et 23 %), le blé nu prédomine alors. Enfin, au Néolithique récent,

l'occurrence de l'amidonniér et du blé nu augmente (33 % chacun), celle de l'engrain reste stable (26 %) et celle de l'orge polystique nue diminue (7 %), l'amidonniér et le blé nu prédominent alors. On préfère rester prudents face à cette dernière observation étant donné le caractère faible de l'effectif de cette période.

Les résultats obtenus pour la phase moyenne du Néolithique dans notre région d'étude sont cohérents, à quelques exceptions près, avec ceux publiés pour l'Europe nord-occidentale (voir 3.2.1). En effet, on constate que le spectre de plantes cultivées par les groupes culturels du Néolithique moyen partage certains traits avec celui de la culture rubanée qui les précède, par exemple, les deux céréales vêtues (amidonniér et engrain) continuent à être cultivées. Cependant, les chercheurs (Bakels, 1990, p. 84, 86, 2009, p. 55-56 ; Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 83) ont mis en évidence un changement avec l'adoption de l'orge nue et du blé nu en tant que principales céréales cultivées. L'analyse de nos données montre, effectivement, la prépondérance du blé nu. En revanche, l'orge polystique nue reste une céréale minoritaire derrière l'engrain et l'amidonniér.

Tel qu'il a déjà été évoqué (voir 3.2.1), les populations agropastorales du Néolithique récent (culture de Michelsberg) cultivaient principalement quatre céréales dont l'amidonniér, l'engrain, le blé nu (notamment l'espèce tétraploïde) et l'orge (Kreuz, Märkle *et al.*, 2014, p. 78). Les données obtenues dans la moyenne vallée de la Moselle confortent ces observations.

### L'évolution des céréales au Rubané

Si l'on analyse de plus près les différentes phases du Néolithique ancien, les résultats confirment la prépondérance de l'amidonniér déjà observée (Tabl. 79).

Tabl. 79 - Nombre d'échantillons où sont présentes les céréales par taxon en fonction des phases du Rubané.

Période	Échant. positifs	Nb. occurrences	Amidonniér	Engrain	Blé nu	Orge polystique nue
Rubané ancien	27	4	2	1		1
Rubané moyen	29	29	20	4	5	
Rubané récent	201	279	125	83	20	51
Rubané final	121	163	68	45	19	31
Rubané terminal	13	7	2	2		3

On remarque un pic de la fréquence relative de l'amidonniér au Néolithique moyen. Ensuite, entre le Rubané moyen et final, sa fréquence baisse (respectivement 69 %, 62 % et 56 %) tout en restant majoritaire. La fréquence relative de l'engrain est en constante augmentation entre le Rubané ancien et récent, phase à partir de laquelle on constate une

baisse (respectivement 4 %, 14 %, 41 %, 37 % et 15 %). Le blé nu n'est pas attesté aux phases ancienne et terminal du Rubané et entre les phases moyenne et final la fréquence relative fluctue (respectivement 17 %, 10 % et 16 %). Enfin, la fréquence relative de l'orge polystique nue reste stable entre le Rubané récent et terminal (respectivement 25 %, 26 % et 23 % ; Fig. 319).

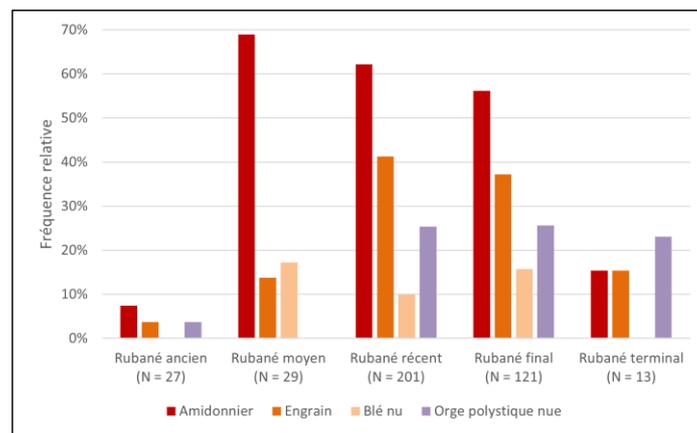


Fig. 319 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des phases du Rubané. **N** : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de comparer plus facilement les données issues des cinq phases du Rubané, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 320). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon (amidonnier, engrain, blé nu et orge polystique nue). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacun des taxons, on peut avoir jusqu'à quatre occurrences par échantillon. Alors l'effectif (**N**) pour chaque phase n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons positifs.

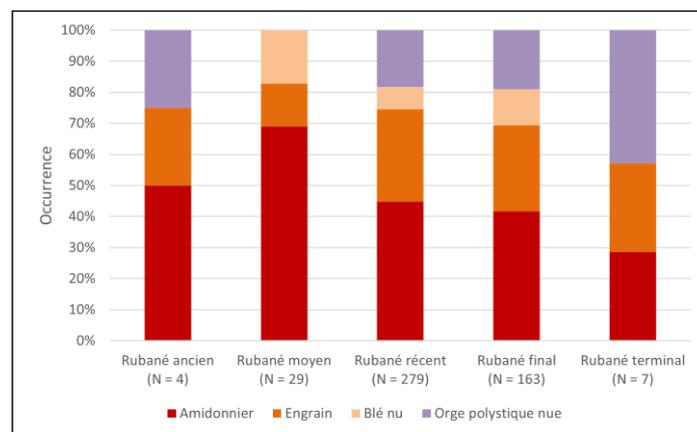


Fig. 320 - Occurrence des céréales par taxon en fonction des phases du Rubané. **N** : nombre total d'occurrences de céréales.

Au Rubané ancien, l'occurrence de l'amidonnier est majoritaire (50 %), celles de l'engrain et de l'orge polystique nue étant équivalentes (25 % chacune). Au Rubané moyen, l'occurrence de l'amidonnier augmente (69 %), celle de l'engrain diminue (14 %), le blé nu est attesté pour la première fois (17 %) et l'orge polystique nue est absente. Au Rubané récent, période la mieux représentée, l'occurrence de l'amidonnier et du blé nu diminue (respectivement 45 % et 7 %) tandis que celle de l'engrain et de l'orge polystique nue augmente (respectivement 30 % et 18%). Au Rubané final, l'occurrence de l'amidonnier et de l'engrain diminue (respectivement 42 % et 28 %) alors que celle du blé nu et de l'orge polystique nue augmente (respectivement 12 % et 19 %). Enfin, au Rubané terminal, l'occurrence de l'amidonnier diminue (29 %) tandis que celle de l'engrain et de l'orge polystique nue augmente (respectivement 29 % et 43 %), cette dernière devenant majoritaire. Le blé nu, quant à lui, est absent. Il est possible que l'absence de blé nu au Rubané ancien et terminal soit la conséquence du caractère faible de l'effectif de ces phases.

On constate que l'occurrence de l'amidonnier reste majoritaire entre les phases ancienne et finale du Rubané de la moyenne vallée de la Moselle. Ces résultats diffèrent de ceux issus des sites rubanés d'Europe centrale où l'engrain prédomine sur l'amidonnier (Kreuz *et al.*, 2005, p. 244 ; Kreuz, 2007, p. 271-273, 2012, p. 54-55).

#### La frontière du Rhin au Rubané : entre engrain et amidonnier

Rappelons qu'à l'est du Rhin, l'engrain est la céréale dominante (Kreuz *et al.*, 2005, p. 244 ; Kreuz, 2007, p. 271-273, 2012, p. 54-55), tandis qu'à l'ouest du Rhin, la représentation de l'amidonnier est dans l'ensemble supérieure à celle de l'engrain (Jadin, 2003, p. 355 ; Salavert, 2010a, p. 200-201 ; Berrio, 2012, p. 109, Fig. 42). La prédominance de l'engrain peut paraître étonnante si l'on prend en compte le fait que son rendement est environ moitié moindre que celui de l'amidonnier et que sa production de paille est moins importante (voir 5.2.5.1.2). En se basant sur ces aspects, l'engrain semble ne pas être le meilleur choix. Toutefois, comparé à l'amidonnier, l'engrain est plus résistant aux hivers rudes et à la verse. Cette dernière peut être due, entre autres, à des intempéries (p. ex. forte pluie, vent violent) et entraîne souvent une baisse importante du rendement ainsi qu'une dégradation de la qualité du grain. En cas de précipitations fortes et fréquentes pendant la période Atlantique (épisode 11 des fluctuations des lacs ; voir 1.4.2), le choix de l'engrain semble être le plus approprié (Kreuz *et al.*, 2005, p. 244 ; Kreuz, 2007, p. 271-273).

Cependant, cet aspect n'explique pas, à lui tout seul, la différence dans les choix de part et d'autre du Rhin. Une étude comparative portant sur le rendement de l'engrain dans divers

environnements, tels que Cologne (Allemagne), Milan, Ascoli Piceno et Foggia (Italie), offre une piste de réponse à cette question (Castagna *et al.*, 1995). Il semblerait, en effet, que le rendement de l'en grain soit déterminé par la durée de son cycle de vie, cette dernière variant en fonction des conditions environnementales (p. ex. altitude, température). Les résultats montrent que le long cycle de vie entraîné par une épiaison précoce dans les milieux méridionaux serait un facteur limitant le rendement de cette céréale. À Cologne, en revanche, un meilleur rendement serait lié à une phase d'épiaison tardive. Ces résultats confirment la préférence de l'en grain dans les zones avec un climat relativement froid (Castagna *et al.*, 1995, p. 371, 373, 377). Toutefois, il ne s'agit ici que d'une piste de travail qu'il faut prendre avec précaution puisque les conditions environnementales ne semblent pas être très différentes entre notre région d'étude et la zone d'occupation rubanée située à l'est du Rhin.

#### Du blé nu tétraploïde ou hexaploïde au Rubané en Lorraine ?

Tel qu'il a été évoqué précédemment (voir 5.2.5.1.3), les premières découvertes de fragments de rachis de blé nu dans notre région d'étude proviennent du site Rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot », notamment de la fosse 242 (maison M2) associée à la phase stylistique Marainville 2 (voir 2.1.5.2.2) ainsi que des trous de poteau du bâtiment M3, ce dernier n'ayant pas été daté avec précision à cause de l'absence de céramique décorée.

Le matériel carpologique a été soumis à l'expertise de quelques collègues carpologues lors de la session de laboratoire de l'IWGP qui s'est tenue à Thessalonique (Grèce) en 2013. D'après certaines caractéristiques morphologiques (p. ex. absence des glumes et des épaississements au niveau du nœud chez certains), ils ont été identifiés comme étant probablement l'espèce hexaploïde, soit le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Cependant, cette identification posait un problème étant donné la présence d'autres critères qui laissaient penser au groupe d'espèces tétraploïdes, soit le blé dur/barbu *Triticum durum/turgidum* (Fig. 321 et Fig. 322).

C'est pourquoi nous avons décidé de solliciter l'avis d'autres collègues ayant travaillé sur ce type de matériel, tels que F. Antolín, L. Bouby et C. Schaal. Cette fois-ci, la détermination fait consensus, penchant pour un type majoritairement tétraploïde (*Triticum* cf. *durum/turgidum*). En effet, la forme de trapèze et le caractère robuste de la plupart des entrenœuds, le bord inférieur de l'entrenœud (épais et arrondi lorsqu'il est visible) ainsi que la présence de glumes et d'épaississements chez certains confortent cette hypothèse. Seul un reste présente des caractéristiques plus proches du blé nu hexaploïde (Fig. 321-l.), à savoir un

entrenœud plutôt gracile, en forme de bouclier et des crêtes (sous chaque insertion de glume) qui se joignent (F. Antolín, communication personnelle, 2022). Toutefois, il est important de noter qu'au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'apex de l'épi, les entrenœuds se font généralement plus allongés et plus graciles, ce qui pourrait donner au blé nu tétraploïde une forme plus proche de l'hexaploïde (L. Bouby, communication personnelle, 2022). Nous préférons donc rester prudents et garder pour ce reste la même identification que pour les autres (*Triticum cf. durum/turgidum*), surtout car la présence de blé nu hexaploïde au Rubané en Lorraine va à l'encontre des résultats issus des dernières études en paléogénomique qui seront discutés ci-dessous.

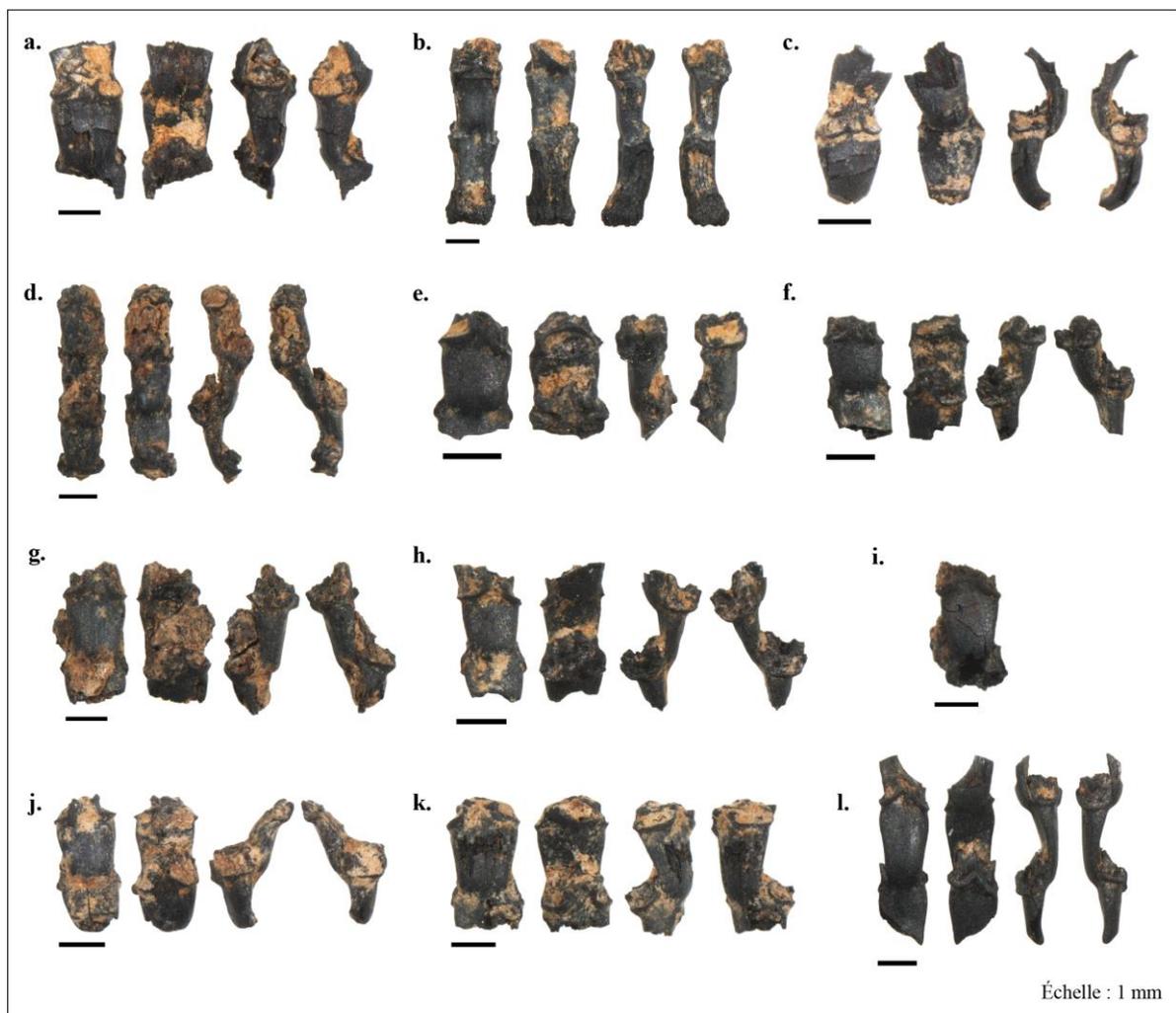


Fig. 321 - Planche des fragments de rachis de blé nu en provenance de la fosse 242 (maison M2) du site Rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **a.** à **k.** : blé nu de type tétraploïde (*Triticum cf. durum/turgidum*) ; **l.** : entrenœuds présentant des caractéristiques proches du blé nu hexaploïde. Clichés : L. Berrio.

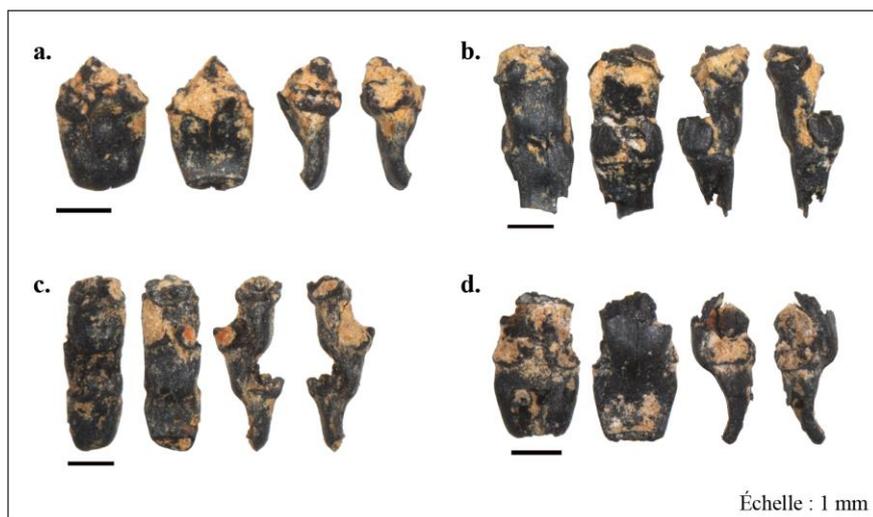


Fig. 322 - Planche des fragments de rachis de blé nu en provenance de la Maison M3 du site Rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». **a.** trou de poteau 325 ; **b.** trou de poteau 327 ; **c.** trou de poteau 328 ; **d.** trou de poteau 341 ; **a.** à **d.** : blé nu de type tétraploïde (*Triticum* cf. *durum/turgidum*). Clichés : L. Berrio.

### Sur les traces de l'origine du blé nu : l'apport de la paléogénomique

Le groupe des blés nus tétraploïdes (*Triticum durum/turgidum* type) a évolué au Proche-Orient à partir de l'amidonner domestique, moins de mille ans après l'apparition de ce dernier et à la suite de la sélection de variétés particulières à grains nus (Zohary *et al.*, 2012, p. 39, 45). Une étude récente a tenté de dater cet évènement à partir des données génétiques (horloge moléculaire) et les résultats montrent que les blés nus tétraploïdes ont divergé de l'amidonner domestique vers  $9269 \pm 98$  BP (Zhao *et al.*, soumis). Ce groupe de blés faisait partie du spectre de plantes cultivées introduites en Europe pendant le Néolithique. Ils sont présents à partir du début du VII<sup>e</sup> millénaire av. n. è. sur les sites néolithiques grecs ainsi que sur les sites de la vague de colonisation méditerranéenne (complexe Impresso-Cardial) en Italie, dans le sud de la France et en Espagne (Zohary *et al.*, 2012, p. 46).

En ce qui concerne le blé nu hexaploïde (*Triticum aestivum* l.s.), il existe des preuves génomiques fiables (Wang *et al.*, 2013 ; Zhou *et al.*, 2020) qui montrent que ce blé est issu d'une hybridation spontanée entre un blé nu tétraploïde (probablement le blé dur *Triticum durum*) et l'égilope de Tausch (*Aegilops tauschii*). Cet évènement s'est vraisemblablement produit dans l'aire de répartition primaire de l'égilope de Tausch, dans la côte sud-ouest de la mer Caspienne (Zohary *et al.*, 2012, p. 46 ; Zhao *et al.*, soumis). Il a été daté à partir des données génétiques (horloge moléculaire) vers  $8441 \pm 140$  BP (Zhao *et al.*, soumis).

Il est important de noter que cet évènement d'hexaploïdisation a pris un temps considérable. En effet, il a d'abord fallu que les blés nus tétraploïdes atteignent la côte sud-ouest de la mer Caspienne et ensuite qu'ils s'hybrident avec l'égilope de Tausch. Une fois la

nouvelle espèce (*Triticum aestivum* L.) apparue, elle a dû être « fixée » dans son aire d'origine : cela a probablement commencé avec quelques plantes où l'hybridation s'est produite, ces quelques plantes sont ensuite devenues un champ entier, puis de nombreux champs. Ce n'est que par la suite que ce blé s'est finalement propagé à d'autres régions où il a dû s'adapter à des environnements différents (hivers plus froids ou étés plus secs). Il est possible que sa diffusion vers l'Europe se soit produite par le Caucase puis par la steppe pontique au nord de la mer Noire, où il aurait été facilement adopté par les communautés agricoles étant donné qu'il est plus facile pour les plantes de s'adapter à des environnements similaires. En passant par l'Anatolie, il aurait dû s'adapter à un climat continental plus rude (H. Oliveira, communication personnelle, 2022). Toutefois, cette hypothèse reste à être confirmée ou infirmée par l'archéobotanique.

Sachant que la séparation entre le blé nu hexaploïde et le blé nu tétraploïde a été datée du milieu du VII<sup>e</sup> millénaire av. n. è., il est très peu probable que ce processus ait été si rapide que le blé nu hexaploïde soit cultivé en Europe centrale et nord-occidentale au Rubané, à peine mille ans après son apparition dans les côtes de la mer Caspienne. C'est pourquoi certains spécialistes considèrent que tous les blés nus en Europe sont tétraploïdes, au moins jusqu'au V<sup>e</sup> millénaire av. n. è. (H. Oliveira, communication personnelle, 2022).

Plus tard, très probablement en Europe, le blé nu hexaploïde s'est hybridé avec l'amidonner, donnant naissance à l'épeautre (*Triticum spelta*), un blé vêtu hexaploïde (H. Oliveira, communication personnelle, 2022). En effet, les études génomiques indiquent, d'une part, des origines différentes de l'épeautre européen et asiatique et, d'autre part, que l'épeautre européen provient de l'introgession d'un blé tétraploïde dans le génome du blé nu hexaploïde (Blatter *et al.*, 2004).

À la lumière de ces données, une piste intéressante à suivre afin de tracer l'arrivée du blé nu hexaploïde en Europe orientale serait de recenser les premières attestations d'épeautre, puisque cela implique la présence du blé nu hexaploïde sur le territoire. Cependant, cette piste ne sera pas creusée dans le cadre de cette thèse mais reste une perspective de travail. Pour l'instant, nous savons que les premières preuves connues de la culture de l'épeautre en Europe centrale proviennent du site Campaniforme de Cortaillod/Sur les Rochettes-est, ce qui a permis de proposer une date de début de la culture de l'épeautre dans certains endroits d'Europe nord-alpine aux alentours de 2300 av. n. è. (Akeret, 2005). En outre, dans notre région d'étude, un silo campaniforme en provenance du site de Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » ayant livré une dizaine de grains d'épeautre vient étoffer le corpus de données (L. Berrio, données inédites).

À ce stade, les données paléogénomiques ne soutiennent pas l'hypothèse d'une introduction du blé nu hexaploïde dans la sphère rubanée, bien qu'elle ne puisse être complètement exclue. Étant donné la rareté de preuves fiables de blé nu hexaploïde pour cette période (Knörzer, 1997, p. 677, Liste 2 ; Herbig, 2010 ; Kirleis et Willerding, 2008, p. 139, Tabl. 1 ; Knörzer, 1998 in Jacomet, 2014, p. 83), les quelques restes attribués à cette espèce ont probablement été mal identifiés et sont en fait des blés nus tétraploïdes ou des contaminations en provenance de couches plus récentes. Par conséquent, nous restons prudents concernant l'identification du fragment de rachis en provenance du site de Marainville qui présente des caractéristiques morphologiques proches du blé nu hexaploïde et restons dans l'attente de nouvelles données carpologiques qui nous permettraient de nourrir davantage cette discussion.

### 12.1.2. Les légumineuses

Pour la présentation des résultats, seuls les deux taxons de légumineuses les plus représentatifs des trois périodes du Néolithique étudiées ici ont été retenus, à savoir le pois (*Pisum sativum*) et la lentille (*Lens culinaris*).

#### L'évolution des légumineuses au Néolithique

L'analyse des données montre que le pois est la légumineuse la plus fréquemment attestée au Néolithique (Tabl. 80).

Tabl. 80 - Nombre d'échantillons où sont présentes les légumineuses par taxon en fonction des périodes du Néolithique.

Période	Échant. positifs	Nb. occurrences	Pois	Lentille
Néolithique ancien	460	194	117	77
Néolithique moyen	153	12	6	6
Néolithique récent	28	3	2	1

On observe qu'au cours du Néolithique, la fréquence relative du pois diminue drastiquement entre les périodes ancienne et moyenne et augmente légèrement au Néolithique récent (respectivement 25 %, 4 % et 7 %). La lentille, minoritaire au Néolithique ancien et récent (respectivement 17 % et 4 %), présente une fréquence relative similaire à celle du pois au Néolithique moyen (4 % ; Fig. 323). Cependant, il est possible que les données relatives à cette période soient biaisées. En effet, l'analyse carpologique de l'abri-sous-roche de Waldbillig « Karelslé », le site le plus représentatif de notre corpus daté du Néolithique moyen, nous montre que l'on est face très certainement à un stock nettoyé de céréales, ce qui contribue à la forte baisse de la fréquence relative des légumineuses pendant cette période.

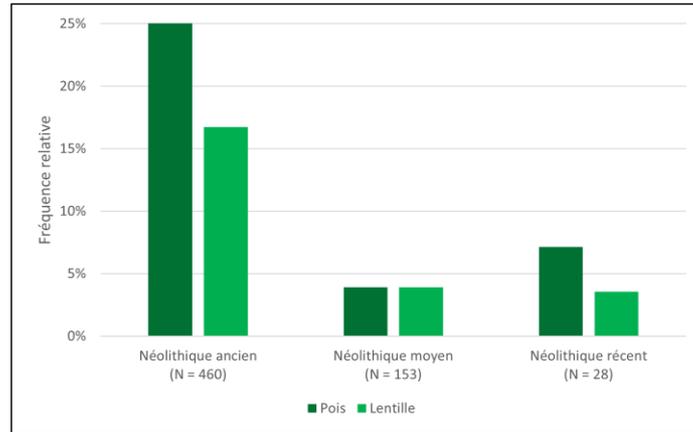


Fig. 323 - Fréquence relative des légumineuses par taxon en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de comparer plus facilement les données issues des trois périodes du Néolithique, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 322). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon (pois et lentille). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacun des taxons, on peut avoir jusqu'à deux occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons positifs.

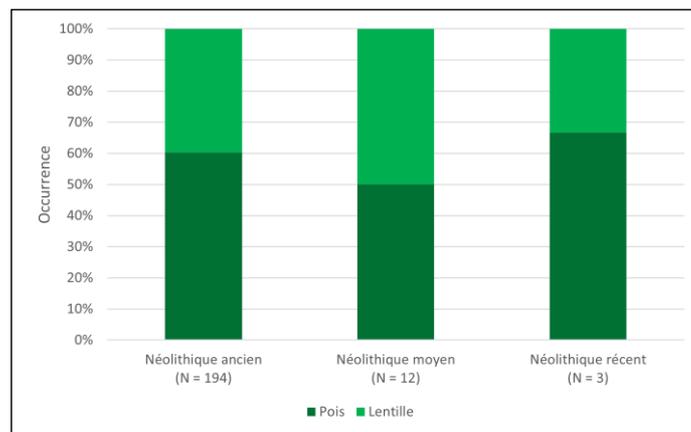


Fig. 324 - Occurrence des légumineuses par taxon en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'occurrences de légumineuses.

On constate qu'au Néolithique ancien, le pois est majoritaire (60 % de l'occurrence), suivi de la lentille (40 %). Ensuite, au Néolithique moyen, l'occurrence du pois et de la lentille devient équivalente (50 % chacune). Enfin, au Néolithique récent, l'occurrence du pois devient à nouveau majoritaire (67 %) et celle de la lentille diminue (33 %). On préfère

rester prudents face aux deux dernières observations étant donné le caractère faible de l'effectif de ces périodes.

Les résultats obtenus pour le Néolithique ancien et moyen dans notre région d'étude sont cohérents avec ceux publiés pour les régions voisines (voir 3.2.1). En effet, on constate qu'aussi bien pour le Rubané que pour le Néolithique moyen de l'Europe centrale et nord-occidentale les deux taxons de légumineuses attestés sont le pois et la lentille.

### L'évolution des légumineuses au Rubané

Si l'on analyse de plus près les différentes phases du Néolithique ancien, les résultats sont un peu mitigés (Tabl. 81).

Tabl. 81 - Nombre d'échantillons où sont présentes les légumineuses par taxon en fonction des phases du Rubané.

Période	Échant. positifs	Nb. occurrence	Pois	Lentille
Rubané ancien	27	2		2
Rubané moyen	29	5	3	2
Rubané récent	201	120	70	50
Rubané final	121	50	33	17
Rubané terminal	13	1		1

Au cours du Rubané, la fréquence relative du pois, majoritaire lorsqu'il est présent, fluctue de manière considérable (entre 0 % et 35 %). La lentille, quant à elle, est attestée dans toutes les phases, sa fréquence fluctue entre 7 % et 25 % (Fig. 325).

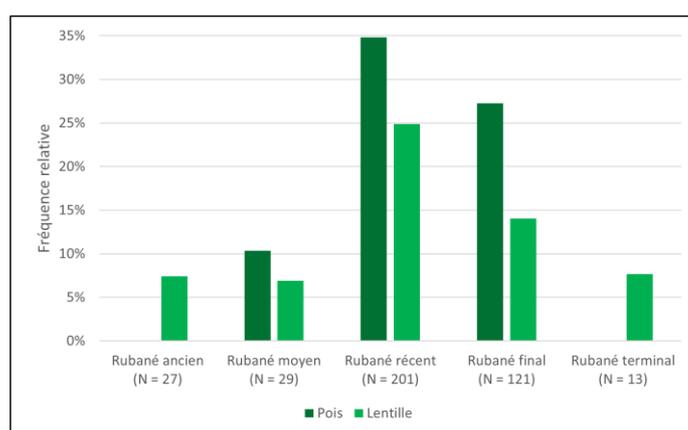


Fig. 325 - Fréquence relative des légumineuses par taxon en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'échantillons positifs.

Afin de comparer plus facilement les données issues des cinq phases du Rubané, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 336). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon (pois et lentille). Étant donné que dans un même

échantillon on peut avoir une occurrence pour chacun des taxons, on peut avoir jusqu'à deux occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque phase n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons positifs.

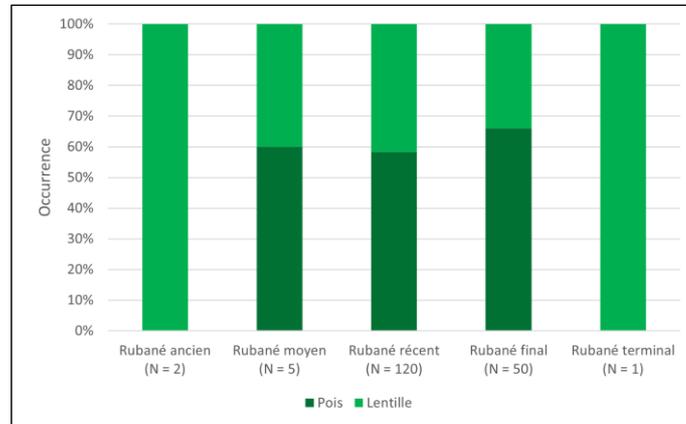


Fig. 326 - Occurrence des légumineuses par taxon en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'occurrences de légumineuses.

On constate que seule la lentille est attestée au Rubané ancien. Au Rubané moyen, l'occurrence du pois est majoritaire (60 %) et celle de la lentille diminue (40 %). Au Rubané récent, période la mieux représentée, l'occurrence du pois diminue légèrement (58 %) tandis que celle de l'engrain augmente légèrement (42%). Au Rubané final, l'occurrence du pois augmente (66 %) alors que celle de la lentille diminue (34 %). Enfin, au Rubané terminal, seule la lentille est attestée. Il est possible que l'absence de pois au Rubané ancien et terminal soit due au caractère faible de l'effectif de ces phases.

### 12.1.3. Les plantes oléagineuses/textiles

#### Le lin : des données très faibles pour le Rubané de la moyenne vallée de la Moselle

Bien que le lin (*Linum usitatissimum*) soit attesté dans certains sites rubanés de notre région d'étude, les données restent encore très faibles (au total 6 carporesses, Tabl. 82) et ne nous permettent pas d'établir une discussion par rapport à la culture de cette plante.

Tabl. 82 - Attestations de lin au Rubané de la moyenne vallée de la Moselle.

N° site	Site	Contexte	Datation	NMI
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	TP 81 (M28)	Phase régionale 5/6	1
5	Cattenom « Unterhausen »	Quarte 81 (M2)	Phase régionale 5	2
5	Cattenom « Unterhausen »	TP 108 (M2)	Phase régionale 5	1
5	Cattenom « Unterhausen »	Tierce 133 (M1)	Phase régionale 3-4	1
66	Bertrange « Kosenacker »	Fosse 2084 (M1)	Phase régionale 7	1

Le pavot : le grand absent du Rubané de la moyenne vallée de la Moselle ?

Longtemps considéré absent de la moyenne vallée de la Moselle, une étude relativement récente a permis de mettre en évidence la première attestation du pavot (*Papaver somniferum* L.) qui reste malgré tout, très anecdotique. C'est le cas d'une graine mise au jour sur le site de Cattenom « Acheren – RD 1 » (Moselle, fosse 35 US 16, phase régionale 3-4, analyse réalisée par J. Wiethold).

Sachant que la moyenne vallée de la Moselle constitue un maillon important reliant l'axe Rhône-Saône qui débouche sur la plaine de Troyes, le Rhin moyen et les confluent Rhin-Main et Rhin-Neckar, le Bassin parisien et les régions belgo-hollandaises, il est tout à fait pertinent de s'interroger sur la quasi-absence de cette plante dans les assemblages carpologiques du Néolithique ancien de la région.

Cette très faible représentativité du pavot en moyenne Moselle pourrait être expliquée par certains aspects. D'abord, des conditions particulières de carbonisation doivent être réunies pour que la graine soit conservée, car son contenu oléagineux ne la prédispose pas à la préservation. De plus, les procédés de transformation et de consommation du pavot et d'autres graines oléagineuses ne nécessitent pas forcément un contact avec le feu, ce qui affaiblit les chances pour les graines d'être carbonisées (Kreuz *et al.*, 2020, p. 104). Par ailleurs, les différents processus taphonomiques rendraient la conservation des carpolestes difficile à cause de la petite taille de graines. Concernant la méthode de tamisage, depuis la création du laboratoire d'archéobotanique à l'Inrap Grand Est nord en 2005, un protocole de tamisage bien encadré a été mis en place et le personnel a été formé (voir 5.1.2.2). Il paraît donc peu probable que la très faible représentativité de cette plante dans les assemblages carpologiques de la région soit due à un tamisage inadapté. Enfin, cette quasi-absence pourrait être expliquée par le fait que le pavot n'ait pas été une plante adoptée par les populations néolithiques de la région d'étude, la moyenne Moselle étant en dehors de la « zone à pavot » (Salavert, 2010a, p. 207-208). Toutefois, il ne faut pas oublier que l'absence de preuve n'est pas la preuve de l'absence et il faudrait davantage d'études afin d'étoffer nos connaissances à ce sujet.

## 12.2. Les plantes adventices, messicoles et autre végétation synanthrope

Tel qu'il a été évoqué précédemment, la pertinence des informations fournies par les plantes adventices, messicoles et autre végétation synanthrope en tant qu'indicateurs des pratiques agricoles n'est plus à démontrer (voir 3.2.2). Toutefois, cette approche doit être appliquée avec prudence, car seuls les ensembles qui n'auraient subi aucun traitement après la récolte sont susceptibles de refléter la réalité avec exactitude. Or, de tels assemblages sont extrêmement rares. Les assemblages détritiques, quant à eux, résultent le plus souvent de mélanges et établir une relation directe entre les plantes cultivées et les plantes adventices reste assez difficile (Bouby, 2003, p. 37-40).

Les analyses présentées ci-dessous ne prennent en compte ni les taxons valise (p. ex. *Bromus sterilis/tectorum*) ni les taxons identifiés au niveau du genre (p. ex. *Bromus* sp.) à cause de la difficulté de trancher sur leurs caractéristiques écologiques. En outre, lors du calcul du nombre de taxons, ceux dont l'identification reste incertaine (p. ex. *Galium* cf. *aparine*) ont été comptabilisés une seule fois avec ceux dont l'identification était précise (p. ex. *Galium aparine*), ceci évite les doublons étant donné que les caractéristiques écologiques attribuées sont identiques. Les données employées pour les analyses sont présentées dans les Annexe 7 et Annexe 8. En vue d'alléger la lecture, on parlera désormais de plantes adventices potentielles.

D'un autre côté, l'analyse des résultats sera faite en deux temps. Premièrement, les données seront présentées par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen et récent) en vue d'aborder l'évolution des pratiques agricoles tout au long du Néolithique. Deuxièmement, les données seront présentées par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent, final et terminal) afin d'élucider les changements au cours du Rubané. Pour cela, les contextes dont la fourchette chronologique chevauchait deux périodes ou deux phases (p. ex. Néolithique moyen-récent, Rubané récent-final) ont été exclus de l'analyse. De même, les échantillons dont la borne de fin dépassait le Néolithique récent ont été exclus de notre sélection ainsi que ceux dont la datation était incertaine.

### La représentativité des périodes du Néolithique

Dans notre corpus, certaines périodes du Néolithique sont sous-représentées à cause de l'état actuel de la recherche archéologique. C'est le cas pour le Néolithique moyen et surtout pour le Néolithique récent, le Néolithique ancien étant le mieux représenté (Tabl. 83).

Tabl. 83 - Nombre d'échantillons analysés, positifs, présentant des adventices et nombre de taxons d'adventices présentés en fonction des différentes périodes du Néolithique.

Période	Nombre d'échantillons analysés	Nombre d'échantillons positifs	Nombre d'échantillons présentant des adventices	Nombre de taxons d'adventices
Néolithique ancien	644	460	133	24
Néolithique moyen	219	153	40	12
Néolithique récent	62	28	7	6

La régression linéaire nous montre que 99,9 % du nombre d'échantillons présentant des adventices sont expliqués par le nombre d'échantillons positifs. Le coefficient de corrélation de Pearson ( $r = 1,0$  ;  $p\text{-valeur} = 0,019 < \alpha = 0,05$ ) indique une très forte corrélation positive entre ces deux variables (Fig. 327).

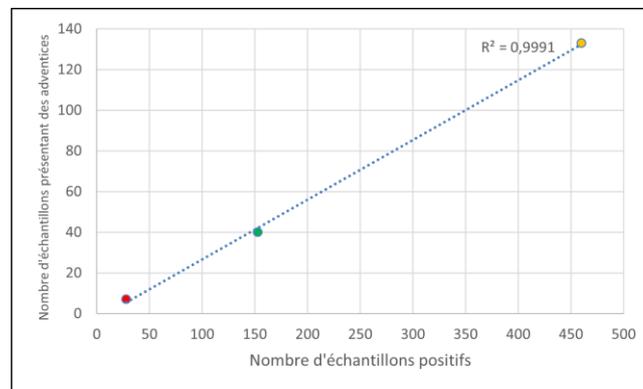


Fig. 327 - Diagramme de dispersion du nombre d'échantillons présentant des adventices en fonction du nombre d'échantillons positifs. **Jaune** : Néolithique ancien ; **Vert** : Néolithique moyen ; **Rouge** : Néolithique récent.

De même, la régression linéaire nous montre que 99,7 % du nombre de taxons d'adventices potentielles sont expliqués par le nombre d'échantillons positifs. Le coefficient de corrélation de Pearson ( $r = 0,999$  ;  $p\text{-valeur} = 0,031 < \alpha = 0,05$ ) indique une très forte corrélation positive entre ces deux variables (Fig. 328).

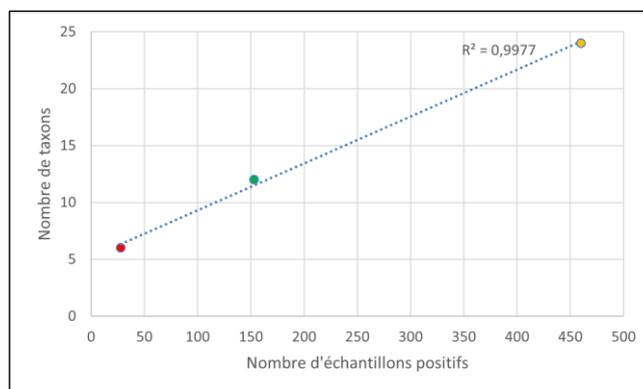


Fig. 328 - Diagramme de dispersion du nombre de taxons d'adventices en fonction du nombre d'échantillons positifs. **Jaune** : Néolithique ancien ; **Vert** : Néolithique moyen ; **Rouge** : Néolithique récent.

Comparons maintenant la fréquence relative avec l'abondance relative. Dans ce cas précis, on entend cette dernière comme le pourcentage de taxons d'adventices potentielles calculé pour chaque période sur la base du total de taxons attestés toutes périodes du Néolithique confondues (nombre total de taxons = 28 ; Annexe 7). En outre, on entend par fréquence relative le pourcentage d'échantillons dans lesquels les adventices potentielles sont présentes.

Contrairement à la fréquence relative qui reste assez stable entre le Néolithique ancien et récent (respectivement 29 %, 26 % et 25 %), l'abondance relative fluctue de manière importante (respectivement 86 %, 43 % et 21 % ; Fig. 329). Le coefficient de corrélation de Pearson ( $r = 0,999$  ;  $p\text{-valeur} = 0,031 < \alpha = 0,05$ ) nous montre une très forte corrélation positive entre l'abondance relative et le nombre d'échantillons positifs. Il en est de même pour ce qui est de la fréquence relative et le nombre d'échantillons positifs ( $r = 1,0$  ;  $p\text{-valeur} = 0,002 < \alpha = 0,05$ ). Grâce à la stabilité de la fréquence relative, cette valeur semble plus appropriée pour établir des comparaisons entre les différentes périodes chronologiques (voir 7.1.4).

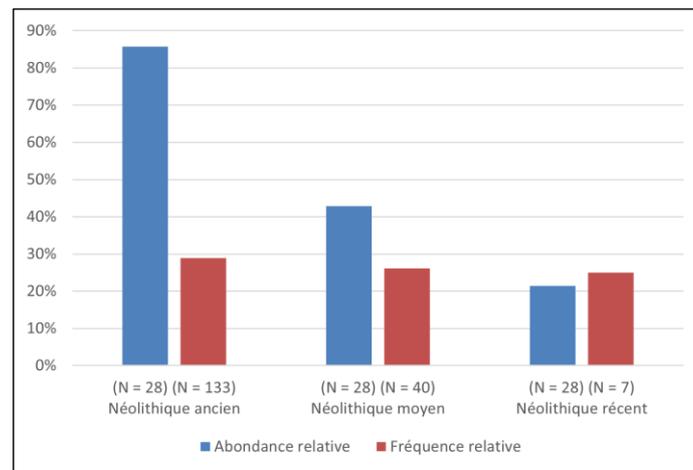


Fig. 329 - Rapport entre l'abondance relative (taxons) et la fréquence relative (ubiquité) des plantes adventices potentielles en fonction des périodes du Néolithique. **N (abondance relative)** : nombre total de taxons de plantes adventices attestées toutes périodes du Néolithique confondues. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices.

La sous-représentation du Néolithique moyen et surtout du Néolithique récent appelle à la plus grande prudence lors de l'interprétation des résultats, susceptibles d'être biaisés à cause de l'hétérogénéité des effectifs. Ainsi, pour ces périodes, les données sont présentées à titre informatif et ne permettent pas vraiment d'établir d'hypothèses sur l'évolution des pratiques agricoles. Davantage d'analyses seront nécessaires afin d'améliorer nos connaissances sur ces périodes.

### La représentativité des phases du Rubané

Si nous analysons de plus près le Néolithique ancien, les phases ancienne, moyenne et terminale du Rubané sont sous-représentées. La phase finale et notamment la phase récente sont, quant à elles, les mieux représentées (Tabl. 84).

Tabl. 84 - Nombre d'échantillons analysés, positifs, présentant des adventices et nombre de taxons d'adventices présentés en fonction des différentes phases du Rubané.

Phase	Nombre d'échantillons analysés	Nombre d'échantillons positifs	Nombre d'échantillons ayant livré des adventices	Nombre de taxons d'adventices
Rubané ancien	55	27	2	2
Rubané moyen	35	29	9	9
Rubané récent	241	201	69	17
Rubané final	213	121	32	13
Rubané terminal	20	13	3	3

La régression linéaire nous montre que 97,7 % du nombre d'échantillons présentant des adventices sont expliqués par le nombre d'échantillons positifs. Le coefficient de corrélation de Pearson ( $r = 0,989$  ;  $p\text{-valeur} = 0,001 < \alpha = 0,05$ ) indique une très forte corrélation positive entre ces deux variables (Fig. 330).

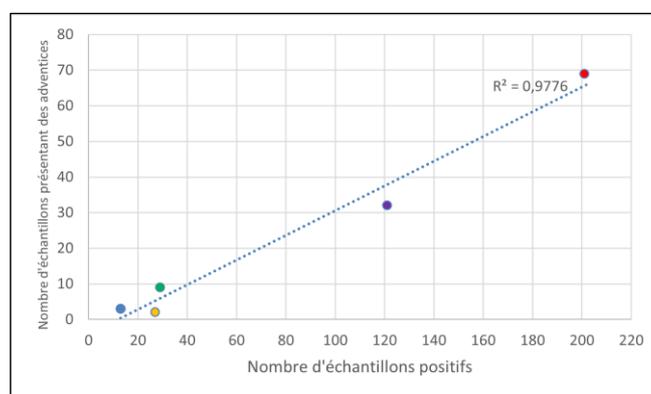


Fig. 330 - Diagramme de dispersion du nombre d'échantillons présentant des adventices en fonction du nombre d'échantillons positifs. **Jaune** : Rubané ancien ; **Vert** : Rubané moyen ; **Rouge** : Rubané récent ; **Violet** : Rubané final ; **Bleu** : Rubané terminal.

D'un autre côté, la régression linéaire nous montre que 83,8 % du nombre de taxons d'adventices potentielles sont expliqués par le nombre d'échantillons positifs. Le coefficient de corrélation de Pearson ( $r = 0,916$  ;  $p\text{-valeur} = 0,029 < \alpha = 0,05$ ) indique une très forte corrélation positive entre ces deux variables (Fig. 331).

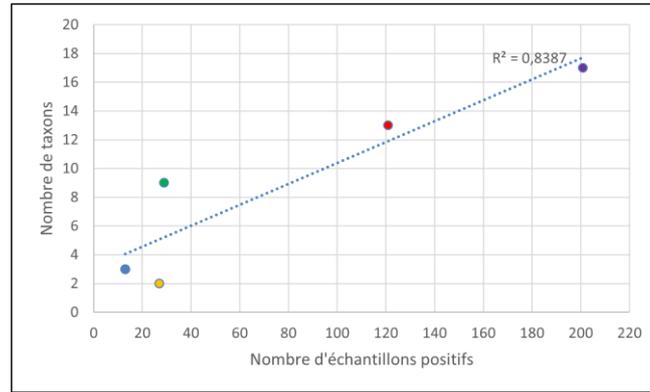


Fig. 331 - Diagramme de dispersion du nombre de taxons d'adventices en fonction du nombre d'échantillons positifs. **Jaune** : Rubané ancien ; **Vert** : Rubané moyen ; **Rouge** : Rubané récent ; **Violet** : Rubané final ; **Bleu** : Rubané terminal.

Comparons maintenant la fréquence relative avec l'abondance relative. Dans ce cas précis, on entend cette dernière comme le pourcentage de taxons d'adventices potentielles calculé pour chaque phase sur la base du total de taxons attestés toutes phases du Rubané confondues (nombre total de taxons = 24 ; Annexe 8). Il est à noter que l'écart de deux taxons par rapport à l'analyse faite précédemment concernant le Néolithique ancien (nombre total de taxons = 26) s'explique par le fait que ces deux taxons proviennent de quelques structures dont la datation n'est pas précise au niveau de la phase, ces données ont donc été écartées.

Contrairement à la fréquence relative qui reste assez stable entre le Rubané moyen et terminal (respectivement 31 %, 34 %, 26 % et 23 %), l'abondance relative fluctue de manière importante (respectivement 38 %, 71 %, 54 % et 13 % ; Fig. 332). Le coefficient de corrélation de Pearson ( $r = 0,916$  ;  $p\text{-valeur} = 0,029 < \alpha = 0,05$ ) nous montre une très forte corrélation positive entre l'abondance relative et le nombre d'échantillons positifs. En revanche, pour ce qui est de la fréquence relative et du nombre d'échantillons positifs, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  ( $r = 0,572$  ;  $p\text{-valeur} = 0,314 > \alpha = 0,05$ ) puisqu'il y a 31,6 % de probabilité qu'il n'y ait pas de lien entre ces deux variables. Au vu de ces résultats, la fréquence relative semble une valeur plus appropriée pour établir des comparaisons entre les différentes périodes chronologiques (voir 7.1.4).

En outre, un aspect qui attire notre attention est la différence importante que ce soit en termes d'abondance (8 %) ou de fréquence relatives (7 %) du Rubané ancien par rapport aux autres phases (Fig. 332). Trois interprétations sont possibles pour tenter d'expliquer la cause de ce phénomène : soit la méthode d'échantillonnage, soit des processus taphonomiques, soit une véritable évolution chronologique des pratiques agricoles.

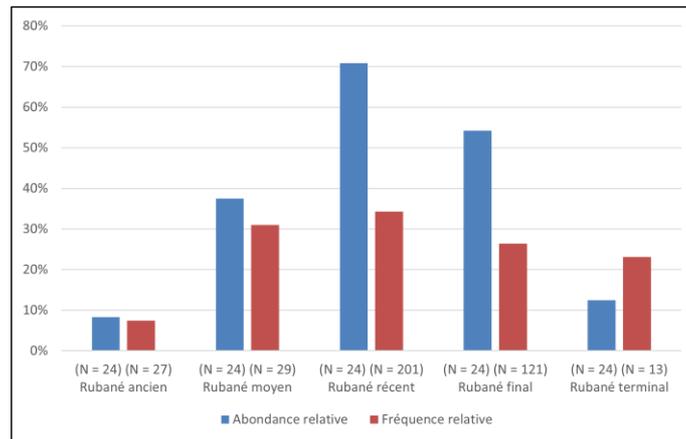


Fig. 332 - Rapport entre l'abondance relative (taxons) et la fréquence relative (ubiquité) des plantes adventices potentielles en fonction des phases du Rubané. **N (abondance relative)** : nombre total de taxons de plantes adventices attestées, toutes phases du Rubané confondues. **N (fréquence relative)** : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices.

On est conscient que l'hétérogénéité des effectifs risque de biaiser les résultats et que davantage d'analyses seront nécessaires afin d'élucider la problématique de l'évolution des pratiques agricoles au Rubané. Cependant, il semblerait que cet aspect n'explique pas, à lui tout seul, la fluctuation assez brusque observée entre le Rubané ancien et moyen en termes d'abondance et de fréquence relatives. À titre de comparaison, rappelons que malgré le faible nombre d'échantillons positifs datés du Rubané terminal (N = 13), la fréquence relative des adventices potentielles (23 %) est similaire à celle des autres phases du Rubané (entre 26 % et 31 %). En revanche, le nombre d'échantillons positifs ne varie pas significativement entre le Rubané ancien et moyen (respectivement N = 27 et N = 29) alors que la fréquence relative varie fortement entre les deux phases (respectivement 7 % et 31 %). Ces arguments laissent à penser que la cause de cette fluctuation est à chercher, en partie, ailleurs. Ainsi, on ne peut pas exclure que la faible représentativité des adventices potentielles au Rubané ancien soit le reflet, jusqu'à un certain point, de la mise en place d'une agriculture naissante dans laquelle la présence d'adventices dans les champs reste encore limitée. Il sera nécessaire d'étoffer le corpus de données avant de pouvoir confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Enfin, bien que nous n'ayons pas la possibilité de mesurer l'impact des processus taphonomiques qui auraient empêché davantage la conservation des carpores d'adventices potentielles au Rubané ancien et terminal, nous ne pouvons pas exclure cette hypothèse non plus. Bien évidemment, les hypothèses de travail évoquées sont à traiter avec prudence et sont susceptibles d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données.

Pour chaque problématique présentée ci-dessous, les données obtenues pour le Néolithique ancien dans la moyenne vallée de la Moselle seront comparées aux données en provenance d'Europe centrale (Kreuz *et al.*, 2005 ; Kreuz et Schäfer, 2011). Toutefois, il est

important de noter que les analyses publiées par nos collègues sont basées sur le nombre de taxons. Étant donné les arguments présentés précédemment, nous avons fait le choix de travailler sur la fréquence relative qui, contrairement au nombre de taxons, est corrélée d'une manière plus faible au nombre de taxons positifs. Par ailleurs, parmi les données publiées pour l'Europe centrale, certaines plantes ont des données écologiques manquantes que l'on a réussi à intégrer dans notre base de données (p. ex. origine, cycle de vie). Pour ce qui est de la taille de croissance maximale des plantes, nos collègues écartent les plantes dont la taille oscille entre 40 cm et 49 cm alors que nous avons décidé d'intégrer cette catégorie. Concernant les stratégies écologiques, nos collègues ont fait le choix de rassembler dans une même catégorie la stratégie tolérante au stress/rudérale et la stratégie rudérale alors que nous avons décidé de les traiter séparément. La comparaison extrarégionale des données carpologiques est donc à établir avec prudence.

### ***12.2.1. L'origine des adventices potentielles***

Rappelons qu'en fonction de l'origine des plantes, la flore d'Europe centrale et nord-occidentale peut être divisée en deux groupes : les apophytes et les anthropochores. Les premières sont des plantes indigènes capables de s'établir dans les milieux modifiés par l'Homme. Les anthropochores, quant à elles, sont des plantes introduites par l'Homme (voir 3.2.2). La catégorie attribuée à chaque taxon a été décidée à partir du croisement de plusieurs sources (BiolFlor, 2002 ; Kreuz et Schäfer, 2011 ; Bonassi *et al.*, 2015).

#### *L'origine des adventices potentielles au Néolithique*

L'analyse des données montre que les adventices potentielles le plus fréquemment attestées au Néolithique appartiennent à la catégorie des anthropochores, tandis que les plantes apophytes, provenant probablement de la végétation naturelle entourant les habitations et les champs, sont présentes dans moins d'échantillons (Tabl. 85). On peut s'attendre à ce que toutes les plantes anthropochores du Néolithique aient été introduites en même temps que les semences des plantes cultivées, s'agissant dans la plupart des cas, de mauvaises herbes des cultures (Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341). Au total, neuf taxons de plantes anthropochores, dix-huit de plantes apophytes et deux de plantes dont l'origine est incertaine sont attestés (Annexe 7).

Tabl. 85 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique.

Période	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Anthropochore	Apophyte	Origine incertaine
Néolithique ancien	133	168	110	58	3
Néolithique moyen	40	51	26	25	
Néolithique récent	7	7	4	3	1

On observe qu'au cours du Néolithique la fréquence relative des anthropochores, majoritaires, diminue constamment (respectivement 83 %, 65 % et 57 %). En revanche, la fréquence relative des apophytes augmente au Néolithique moyen et diminue par la suite (respectivement 44 %, 63 % et 43 % ; Fig. 333).

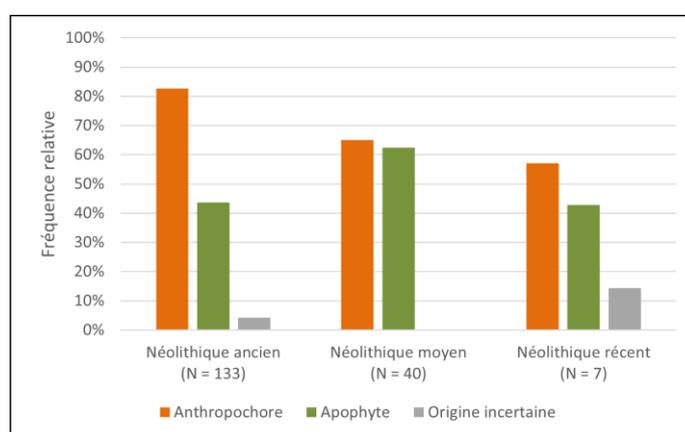


Fig. 333 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des trois périodes du Néolithique, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 334). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (anthropochores et apophytes). Les plantes dont l'origine est incertaine ne sont pas prises en compte du fait qu'elles n'apportent rien à l'analyse. Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à deux occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

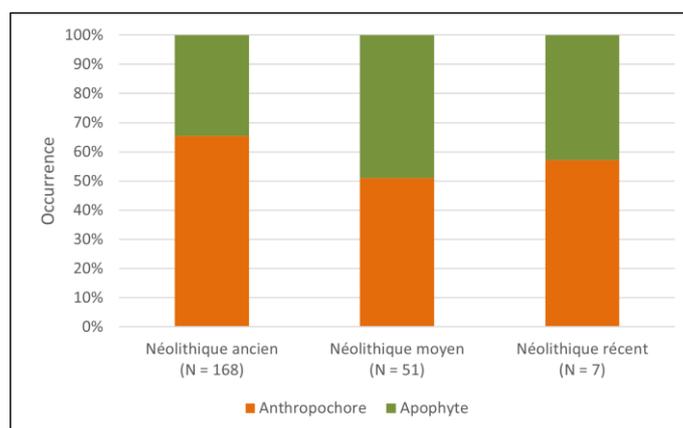


Fig. 334 - Occurrence des adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'occurrences de plantes adventices potentielles.

On constate que l'occurrence des plantes anthropochores, majoritaires au Néolithique ancien (65 %), diminue légèrement au Néolithique moyen alors que celle des plantes apophytes augmente légèrement pour atteindre presque la même proportion (respectivement 51 % et 49 %). Ensuite, au Néolithique récent, l'occurrence des anthropochores augmente légèrement (57 %), mais on préfère rester prudents face à cette dernière observation étant donné le caractère faible de l'effectif de cette période. Quoiqu'il en soit, il semblerait que l'occurrence des deux catégories de plantes reste assez stable tout au long du Néolithique.

### L'origine des adventices potentielles au Rubané

Si l'on analyse de plus près les différentes phases du Néolithique ancien, les résultats confirment la prépondérance des plantes anthropochores déjà observée (Tabl. 85). Au total, huit taxons de plantes anthropochores, quatorze de plantes apophytes et deux de plantes dont l'origine est incertaine sont attestés (Annexe 8).

Tabl. 86 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par origine en fonction des phases du Rubané.

Phase	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Anthropochore	Apophyte	Origine incertaine
Rubané ancien	2	2	1	1	
Rubané moyen	9	13	8	5	
Rubané récent	69	88	60	28	3
Rubané final	32	40	24	16	
Rubané terminal	3	3	2	1	

Au cours du Rubané, la fréquence relative des anthropochores, majoritaires, fluctue de manière considérable (entre 50 % et 89 %) tout en diminuant constamment entre le Rubané

moyen et terminal. En revanche, la fréquence d'apophytes reste à peu près stable (entre 33 % et 56 % ; Fig. 335).

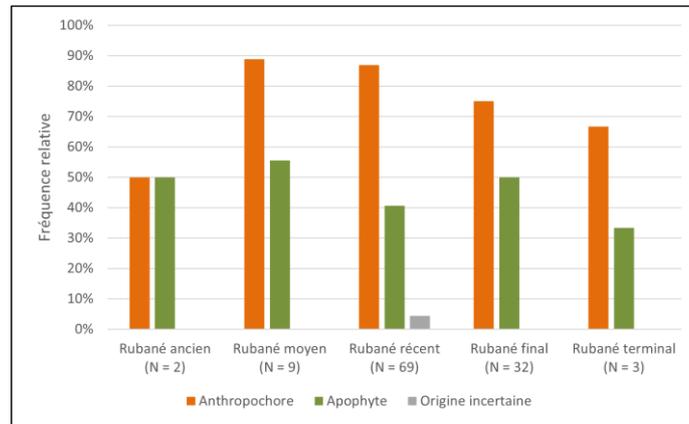


Fig. 335 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par origine en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des cinq phases du Rubané, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 336). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (anthropochores et apophytes). Les plantes dont l'origine est incertaine ne sont pas prises en compte du fait qu'elles n'apportent rien à l'analyse. Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à deux occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque phase n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

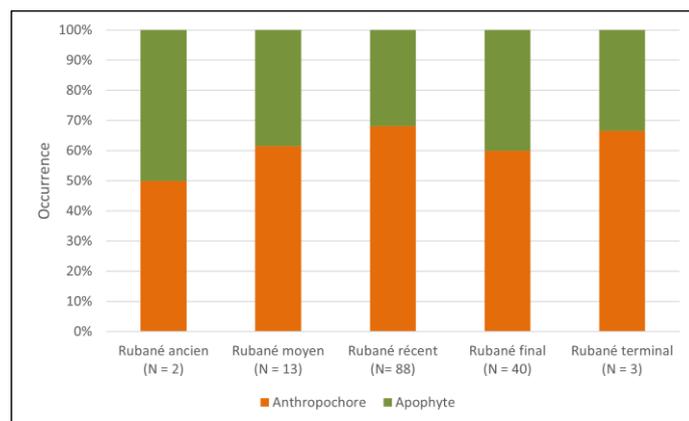


Fig. 336 - Occurrence des adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'occurrences de plantes adventices potentielles.

On constate que la proportion de l'occurrence des plantes anthropochores et apophytes est équivalente au Rubané ancien. Ensuite, l'occurrence des plantes anthropochores, majoritaires entre le Rubané moyen et terminal, fluctue légèrement (respectivement 62 %, 68 %, 60 % et 67 %). Logiquement, il en est de même pour les plantes apophytes (respectivement 38 %, 32 %, 40 % et 33 %). Toutefois, on préfère rester prudents concernant le Rubané ancien et terminal étant donné le caractère faible de l'effectif de ces phases. Quoiqu'il en soit, il semblerait que les l'occurrence des deux catégories de plantes reste assez stable tout au long du Rubané.

Les résultats obtenus dans notre région d'étude sont cohérents avec ceux issus des sites rubanés d'Europe centrale où les plantes anthropochores prédominent et les plantes apophytes restent minoritaires (Kreuz *et al.*, 2005, p. 246-249 ; Kreuz, 2007, p. 276 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341). D'après les chercheurs, la plupart de ces apophytes se trouvent de nos jours dans les plaines alluviales inondables, ils proposent alors l'hypothèse selon laquelle les graines de ces plantes auraient été apportées dans les champs par le bétail lors de l'épandage de fumier, après avoir pâture dans la plaine alluviale (Kreuz *et al.*, 2005, p. 248-249 ; Kreuz, 2007, p. 276 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341). En effet, certaines graines ne survivent pas à la digestion animale, mais peuvent être transportées en adhérant au pelage des animaux ou aux vêtements et vice versa (Bogaard *et al.*, 2020). Toutefois, nous ne pouvons pas écarter l'hypothèse selon laquelle les champs exploités se trouvaient dans les plaines alluviales.

### **12.2.2. La saisonnalité des cultures**

Afin d'aborder la problématique de la période de semis, nous avons choisi de suivre l'approche proposée par A. Kreuz *et al.* (2005, p. 250-251) et A. Kreuz et E. Schäfer (2011, p. 341-342), travaillant à partir du cycle de vie des adventices potentielles. Rappelons qu'en fonction du cycle de vie, quatre groupes ont été proposés (voir 3.2.2) : les pérennes ou vivaces (plantes pouvant vivre plus de deux ans), les annuelles d'été (annuelles à germination plutôt de printemps et/ou d'été), les annuelles d'hiver (annuelles à germination plutôt d'automne et/ou d'hiver) et les annuelles indifférentes (annuelles à germination toute l'année). Parmi ces dernières, lorsque certaines présentent une période de levée préférentielle (p. ex. plutôt l'hiver, plutôt l'été), elles ont été attribuées à la période de préférence. En revanche, lorsque l'on n'a pas de certitude sur la période de préférence, elles ont été attribuées à la catégorie des annuelles indifférentes. Ces dernières sont prises en compte dans le traitement statistique des données car elles font partie des résultats, mais ne sont pas évoquées lors de la discussion étant donné qu'elles ne peuvent être interprétées en ce qui concerne la problématique de la

saisonnalité des cultures. Il existe aussi les plantes bisannuelles (plantes accomplissant leur cycle de vie en deux ans), mais aucun taxon avec cette caractéristique n'a été attesté. La catégorie attribuée à chaque taxon a été décidée à partir du croisement de plusieurs sources (Kreuz et Schäfer, 2011 ; ITAB, 2012a, 2012b, 2012d, 2012c ; Bogaard *et al.*, 2020).

### L'évolution de la période de semis au Néolithique

L'analyse des données montre que les adventices potentielles le plus fréquemment attestées au Néolithique ancien et récent appartiennent à la catégorie des plantes annuelles d'été, alors qu'au Néolithique moyen ce sont les plantes annuelles d'hiver les plus fréquemment attestées (Tabl. 87). Au total, huit taxons de plantes pérennes, onze d'annuelles d'été, sept d'annuelles d'hiver et trois de plantes annuelles indifférentes ont été identifiés (Annexe 7).

Tabl. 87 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des périodes du Néolithique.

Période	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Pérennes	Annuelles d'été	Annuelles d'hiver	Annuelles indifférentes
Néolithique ancien	133	171	12	86	73	18
Néolithique moyen	40	49	9	18	22	3
Néolithique récent	7	7	1	5	1	

On observe qu'au cours du Néolithique la fréquence relative des annuelles d'été fluctue (entre 45 % et 71 %) avec notamment une baisse de la proportion au Néolithique moyen. La fréquence d'annuelles d'hiver reste stable entre le Néolithique ancien et moyen (55 % chacun), mais chute considérablement au Néolithique récent (14 %). En revanche, la fréquence relative des plantes pérennes reste assez stable tout au long du Néolithique (entre 9 % et 23 % ; Fig. 337).

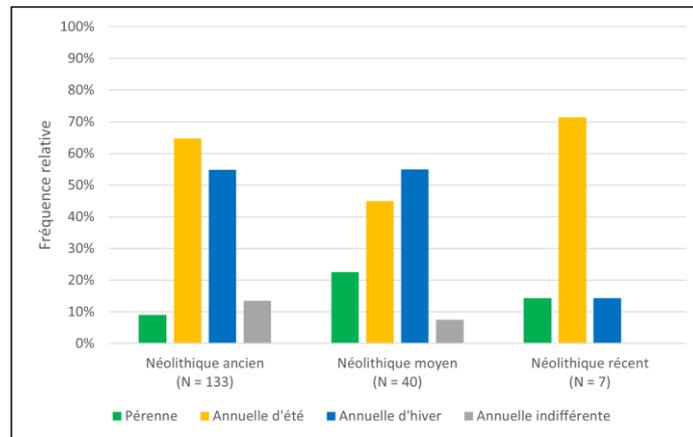


Fig. 337 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des trois périodes du Néolithique, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 338). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (pérennes, annuelles d'été et annuelles d'hiver). Les plantes annuelles indifférentes ne sont pas prises en compte du fait qu'elles n'apportent rien à l'analyse. Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à trois occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

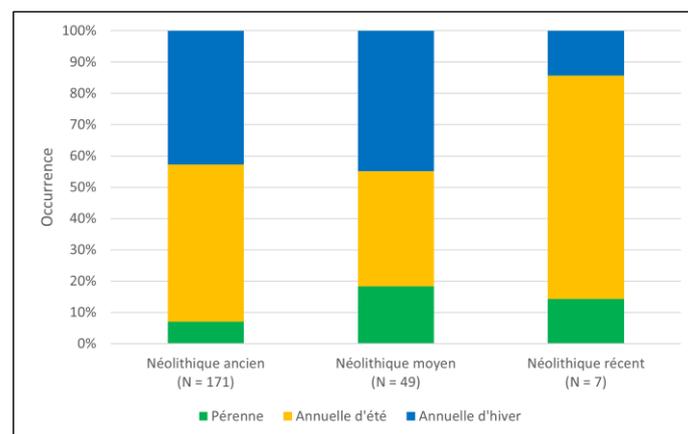


Fig. 338 - Occurrence des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'occurrences de plantes adventices potentielles.

On constate qu'au Néolithique ancien, les plantes annuelles d'été sont majoritaires (50 % de l'occurrence), suivies des plantes annuelles d'hiver (43 %) et des plantes pérennes (7 %). Ensuite, au Néolithique moyen, l'occurrence des plantes annuelles d'été diminue

(37 %) et celle des plantes annuelles d'hiver et des plantes pérennes augmente (respectivement 45 % et 18 %). Enfin, au Néolithique récent, l'occurrence des plantes annuelles d'été augmente (71 %) et celle des plantes annuelles d'hiver et des plantes pérennes diminue (14 % chacune), mais on préfère rester prudents face à cette dernière observation étant donné le caractère faible de l'effectif de cette période.

#### L'évolution de la période de semis au Rubané

Si l'on analyse de plus près les différentes phases du Néolithique ancien, les résultats sont un peu mitigés (Tabl. 88). Au total, sept taxons de plantes pérennes, neuf d'annuelles d'été, six d'annuelles d'hiver et deux de plantes annuelles indifférentes ont été identifiés (Annexe 8).

Tabl. 88 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané.

Période	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Pérennes	Annuelles d'été	Annuelles d'hiver	Annuelles indifférentes
Rubané ancien	2	2		1	1	
Rubané moyen	9	16	2	9	5	
Rubané récent	69	88	5	41	42	15
Rubané final	32	38	5	19	14	3
Rubané terminal	3	3		2	1	

Au cours du Rubané, la fréquence relative des plantes annuelles d'été augmente (entre 50 % et 100 %) tout en restant identique entre le Rubané récent et final (59 %), les phases les mieux représentées. On remarque un pic au Néolithique moyen. La fréquence relative des plantes annuelles d'hiver est en constante augmentation entre le Rubané ancien et récent, phase à partir de laquelle on constate une baisse (respectivement 50 %, 56 %, 61 %, 44 % et 33 %). Cette catégorie de plantes devient légèrement majoritaire au Rubané récent, la phase la mieux représentée. Les plantes pérennes, minoritaires, ne sont attestées qu'entre le Rubané moyen et final (Fig. 339).

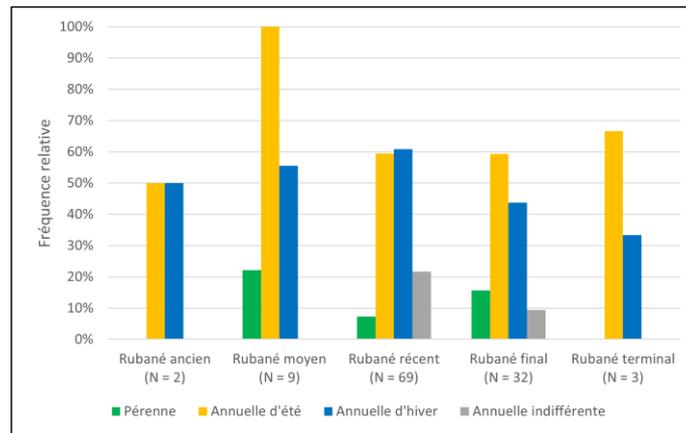


Fig. 339 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des cinq phases du Rubané, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 340). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (pérennes, annuelles d'été et annuelles d'hiver). Les plantes annuelles indifférentes ne sont pas prises en compte du fait qu'elles n'apportent rien à l'analyse. Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à trois occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

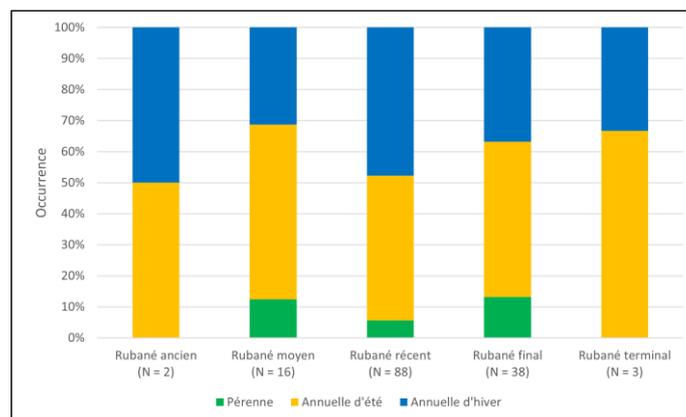


Fig. 340 - Occurrence des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'occurrences des plantes adventices potentielles.

On constate que la proportion de l'occurrence des plantes annuelles d'été et d'hiver est équivalente au Rubané ancien. Au Rubané moyen, l'occurrence des annuelles d'été augmente (56 %), celle des annuelles d'hiver diminue (31 %) et les plantes pérennes sont attestées pour

la première fois (13 %). Au Rubané récent, période la mieux représentée, l'occurrence des annuelles d'été diminue (47 %), celle des annuelles d'hiver augmente (48 %) devenant légèrement majoritaires et celle des plantes pérennes diminue (5 %). Au Rubané final, l'occurrence des annuelles d'été augmente (50 %), celle des annuelles d'hiver diminue (37 %), et celle des plantes pérennes augmente (13 %). Au Rubané terminal, seules les annuelles d'été et d'hiver sont représentées (respectivement 67 % et 33 %). Il est possible que l'absence de plantes pérennes au Rubané ancien et terminal soit la conséquence du caractère faible de l'effectif de ces phases.

Il est important de noter que les plantes pérennes, productives plusieurs années consécutives, utilisent une partie de leurs ressources pour des fonctions de persistance et de survie. Ce comportement se traduit généralement par un développement plus important de l'appareil végétatif et racinaire, entraînant parfois un type de reproduction par voie asexuée ou végétative (p. ex. à partir des rhizomes et des stolons). De telles espèces pourraient éventuellement survivre dans des conditions de traitement intensif du sol par binage, sarclage ou des activités similaires. Cet aspect mène à se questionner sur la possibilité de la pratique d'une culture intensive, au moins dans certaines parties des champs (Kreuz *et al.*, 2005, p. 251). Parmi les huit plantes pérennes attestées au Néolithique dans la moyenne vallée de la Moselle, seulement trois espèces sont en mesure de se reproduire par voie végétative, à savoir l'yèble (*Sambucus ebulus*), la petite oseille (*Rumex acetosella* agg.) et la saponaire officinale (*Saponaria officinalis*), les autres taxons se reproduisant exclusivement par voie sexuée (p. ex. par graines ; Annexe 7). Davantage d'analyses seront nécessaires avant de conclure si la présence des plantes pérennes dans les échantillons est vraiment un signe de l'intensité de la gestion des cultures. Un autre aspect important à retenir est le fait que parmi les plantes pérennes attestées, cinq d'entre elles poussent de préférence dans des milieux ouverts (p. ex. pelouses et prairies ; Annexe 7). Ceci permet de considérer l'hypothèse selon laquelle les graines de ces plantes auraient été apportées dans les champs par le bétail lors de l'épandage de fumier, après avoir pâture.

Les résultats obtenus pour notre région d'étude diffèrent de ceux issus des sites rubanés d'Europe centrale, où les données carpologiques ont conduit à l'hypothèse que seules des cultures d'été semées au printemps ont été cultivées par les populations rubanées (Kreuz *et al.*, 2005, p. 251 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341-342). Cette différence découle de la classification attribuée à certains taxons. Pour le Rubané, le corpus de la moyenne vallée de la Moselle compte six taxons ayant été attribués à la catégorie d'annuelles d'hiver : le gaillet gratteron (*Galium aparine*), la luzerne lupuline (*Medicago lupulina*), la lampane commune

(*Lapsana communis* agg.), la véronique à feuilles de lierre (*Veronica hederifolia* agg.), le brome seigle (*Bromus secalinus* agg.) et le brome stérile (*Bromus sterilis*). Les deux espèces de bromes sont des plantes anthropochores qui ont très probablement été introduites en même temps que les semences des plantes cultivées, s'agissant des messicoles des cultures d'hiver. Bien que les quatre autres taxons soient des plantes apophytes (indigènes), il est tout à fait possible qu'ils se soient adaptés rapidement en tant que plantes adventices des cultures d'hiver. Par conséquent, il semble très probable qu'aussi bien les cultures d'été que les cultures d'hiver ont été pratiquées au Rubané, du moins dans notre aire d'étude.

Tel qu'il a déjà été évoqué (voir 3.2.2), A. Kreuz et E. Schäfer (2011, p. 342) proposent que dans le cas des cultures d'été rubanées, les semis d'engrain, d'amidonnier et de pois aient débuté au début du mois de mars, en fonction des conditions météorologiques. Le lin aurait été semé fin mars, puis le pavot et enfin, à partir de la mi-avril, la lentille. Ainsi, la pratique des cultures d'été aurait eu pour conséquence positive de laisser l'automne libre pour la cueillette des fruits et noix sauvages et la chasse. Par ailleurs, le bétail pouvait pâturer dans les champs de l'automne jusqu'à la préparation des champs au début du printemps, en faisant des apports de fumier dans le sol. En revanche, pour A. Bogaard (2004, p. 164), les semis d'automne des céréales pouvaient être avantageux pour deux raisons. Premièrement, les semis d'automne impliquent une période de croissance plus longue (p. ex. tallage) et donc de rendements plus élevés que les semis de printemps. Deuxièmement, les semis d'automne auraient permis aux agriculteurs de répartir le travail de préparation du sol et des semis sur deux saisons si d'autres cultures (p. ex. légumineuses, lin, pavot) étaient semées au printemps. En effet, ces cultures ne prospèrent pas si elles sont semées à l'automne (Bakels, 2009, p. 39). Dans l'état actuel de la recherche dans la moyenne vallée de la Moselle, les données disponibles confortent l'hypothèse de l'alternance de semis d'automne et de printemps.

Concernant la culture de Michelsberg (Néolithique récent), A. Kreuz, T. Märkle *et al.* (2014, p. 88) affirment qu'il est possible que le système agricole de cette période, avec son cortège de plantes cultivées réduit, ait été basé sur la culture de céréales et légumineuses d'été. Ainsi, le blé nu tétraploïde, l'amidonnier et l'orge auraient été cultivés comme cultures d'été, à l'instar des légumineuses. L'engrain, quant à lui, aurait pu être cultivé comme céréale d'été ou d'hiver. Le corpus de données disponible pour la moyenne vallée de la Moselle étant très faible, on préfère rester prudents et ne pas avancer de conclusions.

### 12.2.3. Les techniques de récolte

Rappelons que les techniques de récolte, notamment la reconstitution de la hauteur de coupe des plantes cultivées, peuvent être inférées à partir de l'analyse de la hauteur de croissance des plantes adventices potentielles (voir 3.2.2). Nous avons retenu et adapté les catégories de plantes proposées par A. Kreuz *et al.* (2005, p. 249-250) en fonction de la hauteur maximale de croissance (Lambinon et Verloove, 2012 ; Vernier *et al.*, 2013) : faible ( $\leq 40$  cm), plutôt faible (41-50 cm), moyenne (51-80 cm) et élevée ( $\geq 81$  cm).

#### L'évolution des techniques de récolte au Néolithique

L'analyse des données montre que les adventices potentielles le plus fréquemment attestées au Néolithique appartiennent à la catégorie des plantes hautes, suivies des plantes moyennes. La présence des plantes basses est, quant à elle, minoritaire (Tabl. 89). Au total, onze taxons de plantes hautes, onze de plantes moyennes, trois de plantes plutôt basses et trois de plantes basses ont été identifiés (Annexe 7).

Tabl. 89 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des périodes du Néolithique.

Période	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Faible	Plutôt faible	Moyenne	Élevée
Néolithique ancien	133	152	11	5	19	117
Néolithique moyen	40	45	2		7	36
Néolithique récent	7	8			1	7

On observe qu'au cours du Néolithique la fréquence relative des plantes hautes, majoritaires, augmente légèrement (88 %, 90 % et 100 %) alors que celle de plantes moyennes fluctue légèrement (14 %, 18 % et 14 %). Les plantes basses sont attestées au Néolithique ancien et moyen (respectivement 8 % et 5 %) et les plantes plutôt basses sont attestées uniquement au Néolithique ancien (4 % ; Fig. 341).

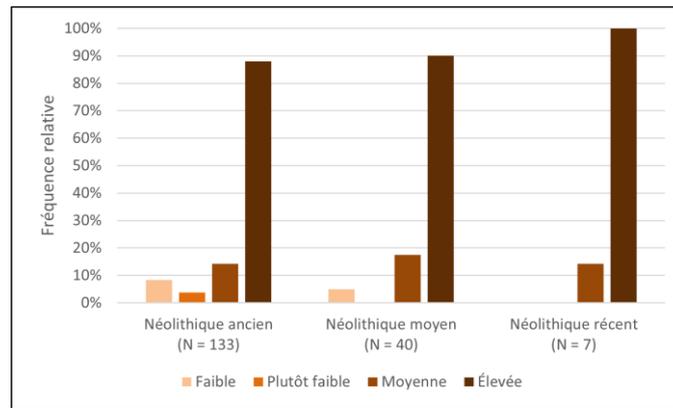


Fig. 341 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des périodes du Néolithique. **N** : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des trois périodes du Néolithique, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 338). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (faible, plutôt faible, moyenne et élevée). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à quatre occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

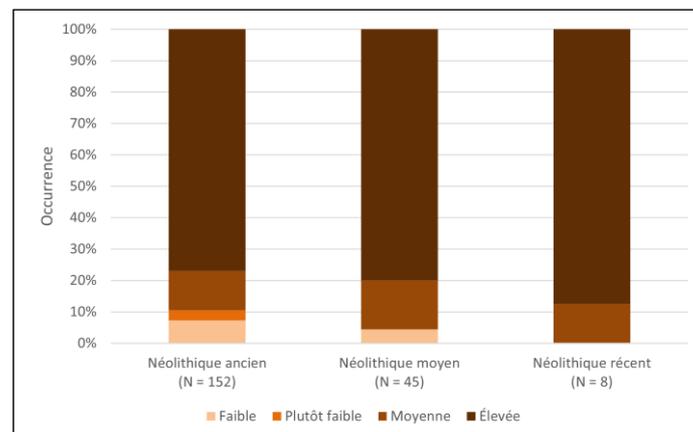


Fig. 342 - Occurrence des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des périodes du Néolithique. **N** : nombre total d'occurrences de plantes adventices potentielles.

On constate qu'au Néolithique ancien, toutes les catégories de plantes sont représentées, les plantes hautes, majoritaires (77 % de l'occurrence), étant suivies des plantes moyennes (13 %), des plantes basses (7 %) et des plantes plutôt basses (3 %). Ensuite, au Néolithique moyen, l'occurrence des plantes hautes et moyennes augmente (respectivement 80 % et 16 %), celle des plantes basses diminue (4 %) et les plantes plutôt basses ne sont plus

attestées. Enfin, au Néolithique récent, l'occurrence des plantes hautes augmente (88 %) et celle des plantes moyennes diminue (13 %), mais on préfère rester prudents face à cette dernière observation étant donné le caractère faible de l'effectif de cette période.

#### L'évolution des techniques de récolte au Rubané

Si l'on analyse de plus près les différentes phases du Néolithique ancien, les résultats montrent une prépondérance des plantes hautes, suivies des plantes moyennes. Les plantes basses et plutôt basses sont présentes à partir du Rubané récent (Tabl. 90). Au total, dix taxons de plantes hautes, neuf de plantes moyennes, trois de plantes plutôt basses et deux de plantes basses ont été identifiés (Annexe 8).

Tabl. 90 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des phases du Rubané.

Phase	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Faible	Plutôt faible	Moyenne	Élevée
Rubané ancien	2	2				2
Rubané moyen	9	11			3	8
Rubané récent	69	82	4	3	11	64
Rubané final	32	35	3	1	5	26
Rubané terminal	3	3		1		2

Au cours du Rubané, les plantes hautes prédominent malgré quelques fluctuations (respectivement 100 %, 89 %, 93 %, 81 % et 67 %). Les plantes moyennes sont attestées entre le Rubané moyen et final, montrant une légère baisse de fréquence (respectivement 33 %, 16 % et 16 %). La fréquence des plantes plutôt basses, attestées entre le Rubané récent et terminal, fluctue entre 3 et 33 %. Les plantes basses sont, quant à elles, présentes uniquement au Rubané récent et final et montrent une légère augmentation de la fréquence entre les deux phases (respectivement 6 % et 9 % ; Fig. 343).

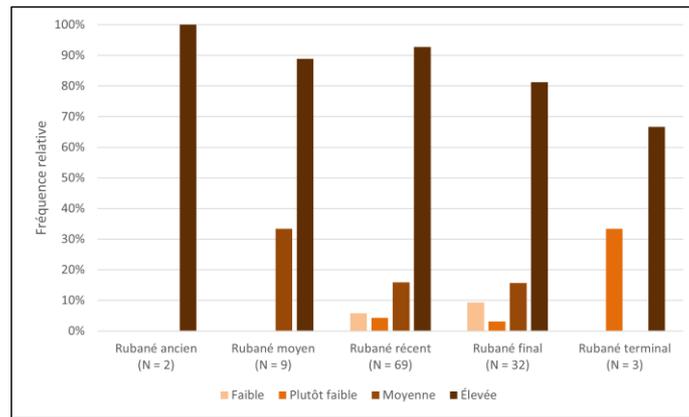


Fig. 343 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des cinq phases du Rubané, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 340). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (faible, plutôt faible, moyenne et élevée). Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à quatre occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

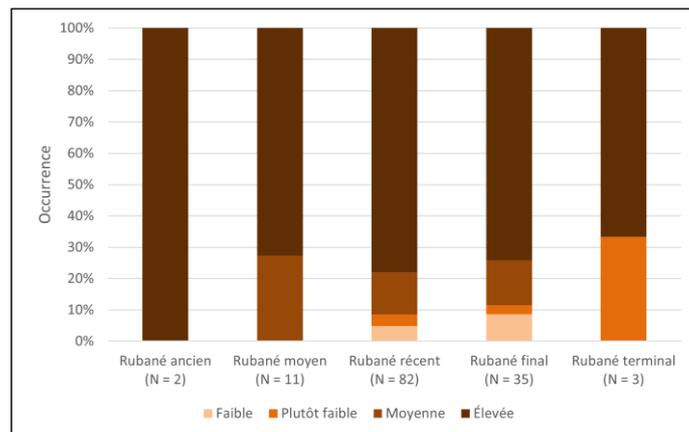


Fig. 344 - Occurrence des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'occurrences de plantes adventices potentielles.

On constate que seules les plantes hautes sont représentées au Rubané ancien. Au Rubané moyen, l'occurrence de ces plantes diminue (73 %) et les plantes moyennes sont attestées (27 %). Au Rubané récent, période la mieux représentée, l'occurrence des plantes hautes augmente (78 %), celle des plantes moyennes diminue (13 %) et les plantes plutôt

basses et basses sont attestées pour la première fois (respectivement 4% et 5 %). Au Rubané final l'occurrence des plantes hautes diminue (74 %), celle des plantes de moyennes augmente (14 %), celle des plantes plutôt basses diminue (3 %) et celle des plantes basses augmente (9 %). Au Rubané terminal, seules les plantes hautes et plutôt basses sont représentées (respectivement 67 % et 33 %). Il est possible que l'absence de certaines catégories au Rubané ancien et terminal soit la conséquence du caractère faible de l'effectif de ces phases. On ne peut cependant pas exclure qu'elle reflète un changement des pratiques agricoles, du moins au Rubané ancien. Si tel est le cas, la présence exclusive de plantes hautes lors de cette phase résulterait de la mise en place d'une agriculture naissante dans laquelle la récolte des céréales par érusage des épis était privilégiée.

Les données carpologiques montrent une évolution chronologique tout au long du Rubané. Le cortège de plantes adventices potentielles du Rubané ancien est assez pauvre. Il comporte deux taxons d'une hauteur de croissance élevée. Au Rubané moyen, l'assemblage se diversifie un peu avec la présence d'adventices à hauteur moyenne et élevée. Ce n'est qu'à partir du Rubané récent que sont attestées des adventices dont la hauteur est faible (le gaillet bâtard *Galium aparine* ; Fig. 345) et plutôt faible (la véronique à feuilles de lierre *Veronica hederifolia*). Le cortège du Rubané final est semblable à celui de la phase précédente : prédominance de plantes hautes suivies des plantes moyennes. Sont également attestées des adventices basses (la petite oseille *Rumex acetosella* et le gaillet bâtard) et plutôt basses (le trèfle des prés *Trifolium pratense*). Au Rubané terminal, on constate un appauvrissement de l'assemblage, résultant visiblement du nombre d'échantillons positifs analysés plutôt que reflétant un véritable changement dans les techniques de récolte. Un taxon à hauteur plutôt faible a toutefois été identifié, il s'agit de la luzerne lupuline (*Medicago lupulina*).

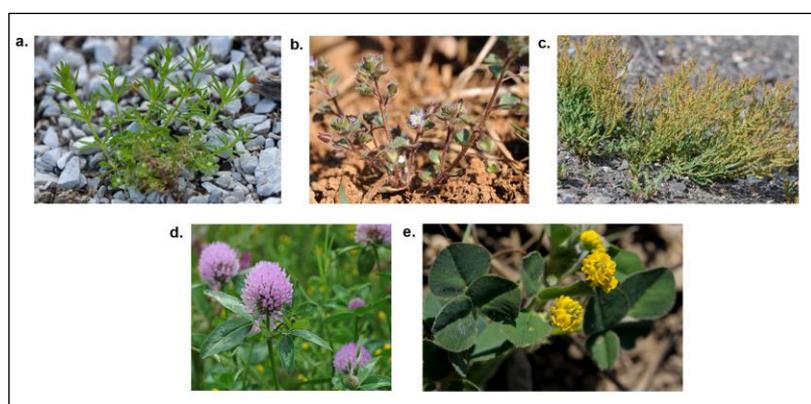


Fig. 345 - Plantes adventices potentielles attestées à partir du Rubané récent et dont la hauteur de croissance est faible ou plutôt faible. **a.** gaillet bâtard (*Galium aparine*) ; **b.** : véronique à feuilles de lierre (*Veronica hederifolia*) ; **c.** : petite oseille (*Rumex acetosella*) ; **d.** : trèfle des prés (*Trifolium pratense*) ; **e.** : luzerne lupuline (*Medicago lupulina*). Clichés : F. Le Driant (2023).

Il est important de noter que des résultats similaires ont été obtenus pour les sites rubanés d'Europe centrale (voir 3.2.2), où une différence nette a été attestée entre la phase la plus ancienne du Rubané (LBK I) et la période comprise entre la phase ancienne et la phase finale (LBK II-V). En effet, dans la seconde moitié du Rubané, la quantité d'espèces augmente considérablement, notamment à partir de la phase moyenne (LBK III). Les « nouvelles » adventices des dernières phases du Rubané sont pour la plupart des espèces de petite taille dont la hauteur ne dépasse pas 40 cm. Ce phénomène pourrait être un indicateur de changement dans les techniques de récolte, témoignant probablement du passage d'une récolte des épis par érusage vers une récolte en coupe basse à la faucille (Kreuz *et al.*, 2005, p. 249 ; Kreuz, 2007, p. 276-280 ; Kreuz et Schäfer, 2011, p. 341). En effet, il a été démontré que beaucoup plus de plantes adventices peuvent être récoltées par coupe à la faucille qu'en pratiquant l'érusage des épis (Kreuz, 2007, p. 276).

Dans l'état actuel de la recherche dans la moyenne vallée de la Moselle, il semblerait qu'à partir du Rubané récent on assiste à une évolution des techniques de récolte qui aurait entraîné l'apparition de plantes adventices basses et plutôt basses dans l'assemblage carpologique. Contrairement à ce qui a été observé en Europe centrale, dans notre zone d'étude, les plantes adventices de petite taille n'augmentent pas considérablement au point de devenir majoritaires (Kreuz *et al.*, 2005, p. 249, Fig. 7). Le fait que dans notre région d'étude les plantes adventices hautes continuent à être majoritaires peut être interprété de deux manières différentes. D'une part, il est possible que la technique de récolte des épis par érusage n'ait pas été complètement remplacée par une récolte en coupe basse à la faucille, mais plutôt que cette dernière ait été adoptée graduellement tout en restant secondaire. Une autre possibilité est que la technique de récolte en coupe basse à la faucille ait remplacé assez rapidement celle de la récolte des épis par érusage sans que cela ait forcément entraîné une chute du nombre d'adventices potentielles de taille haute récoltées. En effet, une récolte en coupe basse conduit non seulement à l'apparition d'adventices de petite taille dans l'assemblage, elle entraîne également la récolte de la plupart d'adventices potentielles de taille haute présentes dans le champ. Au regard des données dont on dispose actuellement, il n'est pas possible d'aller plus loin dans l'interprétation des techniques de récolte au Rubané.

#### **12.2.4. La gestion des cultures**

Afin d'aborder la problématique de la gestion des cultures, nous avons choisi de suivre l'approche proposée par A. Kreuz et E. Schäfer (2011, p. 342-346), travaillant à partir du type de stratégie écologique des adventices potentielles, caractéristique fixée génétiquement.

La théorie des stratégies écologiques C-S-R (*competitors – tolerant to stresses – ruderals*) est un modèle élaboré par J. Ph. Grime (1974) pour expliquer la composition des communautés végétales. Elle postule l'existence de deux gradients écologiques limitant la production de biomasse végétale : un gradient de perturbations que l'on entend comme les destructions partielles ou totales de la biomasse (p. ex. les dommages physiques tels que l'herbivorie, les pathogènes, les perturbations d'origine anthropique, le feu, le gel, l'érosion) et un gradient de stress que l'on entend comme les phénomènes réduisant la production photosynthétique (p. ex. contraintes abiotiques telles que le manque de lumière, le manque d'eau, le manque de nutriments, les températures suboptimales). La combinaison de niveaux élevés ou faibles de ces gradients est à l'origine de trois stratégies écologiques chez les plantes : compétitive (C), tolérante au stress (S) et rudérale (R ; Tabl. 91). La théorie C-S-R considère qu'il n'existe pas de stratégie viable pour les plantes dans les environnements très perturbés et très stressants, tandis que lorsque l'intensité des perturbations et l'intensité du stress sont faibles, la compétition entre individus devient le processus principal, autrement dit, les plantes compétitrices envahiront la population (Jacquemart *et al.*, 2019).

Tabl. 91 - Classifications des types de végétaux en fonction des intensités de stress et de perturbations (d'après Jacquemart *et al.*, 2019).

		Intensité du stress	
		Basse	Élevée
Intensité des perturbations	Basse	Plantes compétitrices	Plantes tolérantes au stress
	Élevée	Plantes rudérales	-

Chaque stratégie est caractérisée par des compromis concernant l'allocation des ressources entre la croissance (p. ex. tiges, feuilles, racines), la reproduction (p. ex. graines principalement) et à la maintenance des organes déjà en place.

La stratégie compétitive est adaptée aux environnements peu stressants et peu perturbés. Dans ces cas, la sélection naturelle favorisera des individus caractérisés par un feuillage très dense, un fort taux de croissance, une durée de vie relativement courte des feuilles et racines avec une mise en place rapide de ces organes lorsque de nouvelles ressources deviennent

disponibles ainsi que par des exigences nutritionnelles élevées (p. ex. lumière, nutriments). Les plantes compétitrices se caractérisent également par une faible production de graines. En revanche, elles allouent une forte proportion de leur biomasse à la construction de nouveaux organes d'acquisition de ressources tels que les feuilles et les racines (Tabl. 92). Lorsque des conditions de faible intensité de stress et de perturbations sont réunies, la surface du sol est occupée par une biomasse dense, en expansion rapide. Un couvert s'étend, la mortalité est élevée pour les individus plus faibles ou ne supportant pas l'ombrage, ils seront par exemple également plus facilement attaqués par des pathogènes.

La stratégie tolérante au stress est adaptée aux environnements stressants, mais peu perturbés. Dans ces cas, la sélection naturelle favorisera des individus caractérisés par un cycle de vie long (p. ex. faible taux de croissance, capacité élevée à conserver les ressources, feuilles persistantes à longue durée de vie) et une faible plasticité phénotypique en réponse aux variations de la disponibilité en ressources. Les plantes tolérantes au stress allouent une faible proportion de leur biomasse à la reproduction (p. ex. production d'un petit nombre de grosses graines) afin de privilégier la maintenance de leurs organes et les mécanismes de défense (p. ex. épines et toxines contre l'herbivorie ; Tabl. 92).

La stratégie rudérale est adaptée aux environnements peu stressants, mais fréquemment et sévèrement perturbés. Dans ces cas, la sélection naturelle favorisera des individus caractérisés par une petite taille, un cycle de vie court (p. ex. annuelles ou bisannuelles avec un fort taux de croissance et une floraison précoce) et des exigences nutritionnelles élevées (p. ex. lumière, nutriments). Les plantes rudérales allouent une forte proportion de leur biomasse à la reproduction (p. ex. production d'un grand nombre de petites graines afin de maintenir leur capacité germinative sur une longue période ; Tabl. 92).

D'autres espèces exploitent des conditions intermédiaires qui correspondent à un équilibre particulier entre stress, perturbation et compétition (Jacquemart *et al.*, 2019). Ces stratégies intermédiaires (C-R, C-S, S-R, C-S-R) sont prises en compte dans le traitement statistique des données car elles font partie des résultats, mais ne sont pas évoquées lors de la discussion étant donné qu'elles ne peuvent être interprétées en ce qui concerne la problématique de la gestion des cultures.

Tabl. 92 - Quelques caractéristiques des plantes compétitrices, tolérantes au stress et rudérales (d'après Jacquemart *et al.*, 2019).

Caractéristiques	Plantes compétitrices	Plantes tolérantes au stress	Plantes rudérales
<i>Morphologie</i>			
Morphologie à la tige	Feuillage très dense. Extension latérale importante tant aérienne que racinaire.	Très variable.	Petite taille, extension latérale limitée.
Taille des feuilles	Taille moyenne.	Souvent petite ou aiguilles.	Variable, souvent moyenne.
<i>Cycle de vie</i>			
Longévité des adultes	Longue ou assez courte.	Longue à très longue.	Très courte.
Longévité des racines	Relativement courte.	Longue.	Courte.
Phénologie des feuilles	Pics bien définis de production coïncidant avec périodes de productivité maximale.	Sempervirentes avec production variable des feuilles.	Courte phase de production en période de grande productivité.
Phénologie de la floraison	Fleurs produites après (rarement avant) périodes de productivité maximale.	Pas de relation entre saison et floraison.	Fleurs produites tôt dans le cycle de vie.
Fréquence de la floraison	Annuelle.	Intermittente durant une longue vie.	Haute fréquence.
Proportion de la production allouée aux graines	Faible.	Faible.	Forte.
Proportion de la production allouée aux organes (feuille, racine)	Forte.	Forte.	Faible.
Pérennité	Graines et bourgeons dormants.	Feuilles et racines tolérantes au stress.	Graines dormantes.
<i>Physiologie</i>			
Taux de croissance	Élevé.	Faible.	Élevé.
Exigences nutritionnelles	Élevés.	Faibles.	Élevés.
Réponse à un manque de ressources	Réponses phénotypiques rapides dans la forme et distribution des feuilles et racines.	Réponses phénotypiques faibles et lentes.	Arrêt de croissance végétative et de floraison.
Stockage des assimilats (ressources)	Très rapidement incorporés aux structures végétatives avec proportion stockée.	Stockage dans tous les types d'organes (feuilles, tiges et racines).	Stockage dans graines uniquement.
Acclimatation aux changements saisonniers	Faible.	Forte.	Faible.

### L'évolution de la gestion des cultures au Néolithique

L'analyse des données montre que, si l'on écarte les stratégies intermédiaires, les adventices potentielles le plus fréquemment attestées au Néolithique sont caractérisées par une stratégie compétitive, suivie de la stratégie rudérale. La stratégie tolérante au stress est, quant à elle, minoritaire (Tabl. 93). Au total, cinq taxons de plantes compétitrices, six de plantes rudérales, un de plantes tolérantes au stress et seize de plantes ayant des stratégies intermédiaires ont été identifiés (Annexe 7).

Tabl. 93 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par type de reproduction en fonction des périodes du Néolithique.

Période	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Compétitive	Rudérale	Tolérante au stress	Stratégies intermédiaires
Néolithique ancien	133	23	9	12	2	123
Néolithique moyen	40	13	9	4		33
Néolithique récent	7	2	1		1	5

On observe qu'au cours du Néolithique la fréquence relative des plantes compétitrices fluctue légèrement (entre 7 % et 22 %) avec notamment une hausse de la proportion au Néolithique moyen. La fréquence des plantes rudérales, attestées uniquement au Néolithique ancien et moyen, subit une légère augmentation (respectivement 9 % et 10 %). Enfin, les plantes tolérantes au stress ne sont attestées qu'au Néolithique ancien et récent et montrent une augmentation de la fréquence (respectivement 2 % et 14 % ; Fig. 346).

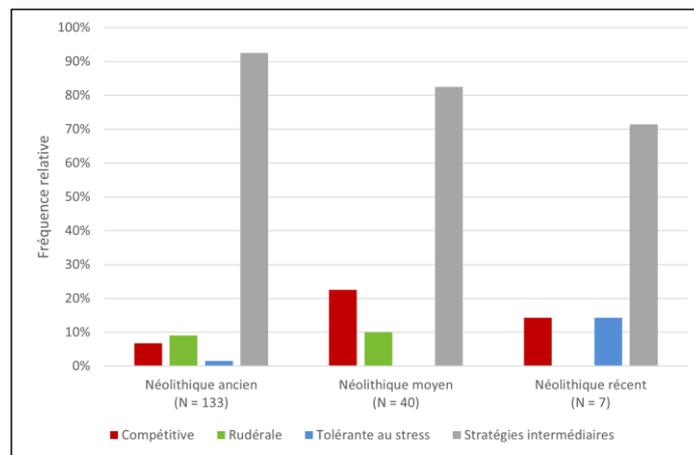


Fig. 346 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des trois périodes du Néolithique, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 347). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (compétitive, rudérale et tolérante au stress). Les stratégies intermédiaires ne sont pas prises en compte du fait qu'elles n'apportent rien à l'analyse. Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à trois occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

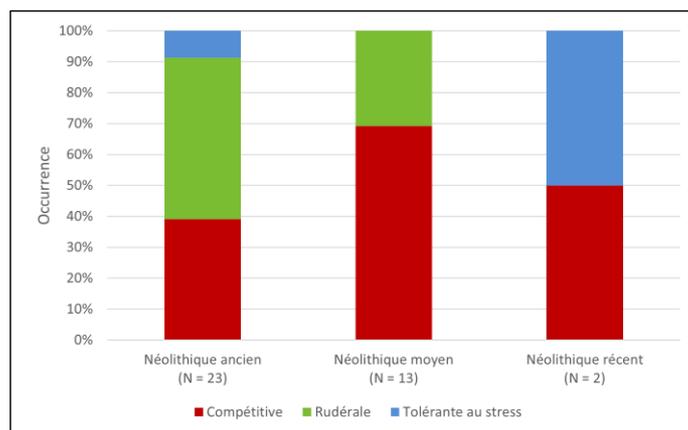


Fig. 347 - Occurrence des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des périodes du Néolithique. N : nombre total d'occurrences de plantes adventices potentielles.

On constate qu'au Néolithique ancien, les plantes rudérales sont majoritaires (52 % de l'occurrence), suivies des plantes compétitrices (39 %) et des plantes tolérantes au stress (9 %). Ensuite, au Néolithique moyen, l'occurrence des plantes compétitrices augmente (69 %), celle des plantes rudérales diminue (31 %) et les plantes tolérantes au stress ne sont pas attestées. Enfin, au Néolithique récent, l'occurrence des plantes compétitrices baisse (50 %), celle des plantes tolérantes au stress subit une forte hausse (50 %) et les plantes rudérales ne sont pas attestées. Toutefois, on préfère rester prudents face à cette dernière observation étant donné le caractère très faible de l'effectif de cette période.

### L'évolution de la gestion des cultures au Rubané

Si l'on analyse de plus près les différentes phases du Néolithique ancien, les résultats montrent une prépondérance des plantes rudérales, suivies des plantes compétitrices (Tabl. 94). Au total, quatre taxons de plantes compétitrices, quatre de plantes rudérales, un de plantes tolérantes au stress et quinze de plantes ayant des stratégies intermédiaires ont été identifiés (Annexe 8).

Tabl. 94 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané.

Phase	Nb. échantillons présentant des adventices	Nb. occurrences	Compétitive	Rudérale	Tolérante au stress	Stratégies intermédiaires
Rubané ancien	2					2
Rubané moyen	9	5	2	3		8
Rubané récent	69	14	5	7	2	63
Rubané final	32	4	2	2		29
Rubané terminal	3					3

Au cours du Rubané, la fréquence relative des plantes compétitrices, attestées uniquement du Rubané moyen au Rubané final, diminue (respectivement 22 %, 7 % et 6 %). Il en est de même pour les plantes rudérales (respectivement 33 %, 10 % et 6 %). Les plantes tolérantes au stress, minoritaires, ne sont attestées qu'au Rubané récent (3 %), période la mieux représentée (Fig. 348).

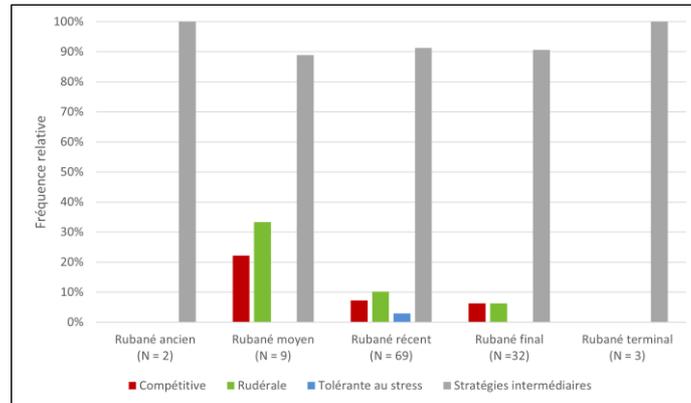


Fig. 348 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des phases du Rubané. **N** : nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

Afin de comparer plus facilement les données issues des cinq phases du Rubané, on présente un graphique à barres empilées dont l'axe vertical est l'occurrence exprimée en pourcentage (Fig. 349). Dans ce cas précis, on entend par occurrence le nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque catégorie retenue (compétitive, rudérale et tolérante au stress). Les stratégies intermédiaires ne sont pas prises en compte du fait qu'elles n'apportent rien à l'analyse. Étant donné que dans un même échantillon on peut avoir une occurrence pour chacune des catégories, on peut avoir jusqu'à trois occurrences par échantillon. Alors l'effectif (N) pour chaque période n'est pas forcément identique au nombre total d'échantillons présentant des plantes adventices potentielles.

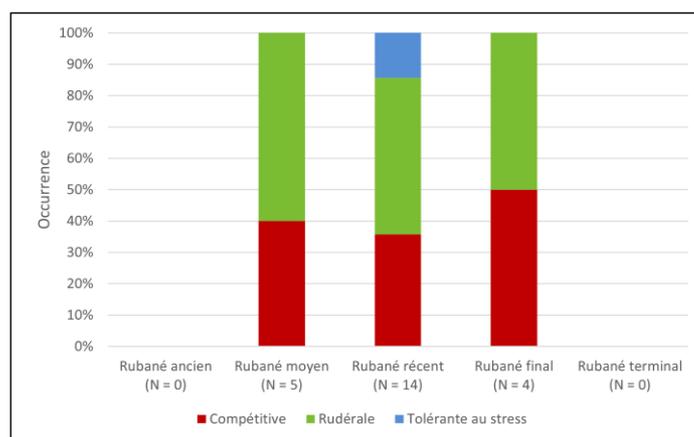


Fig. 349 - Occurrence des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des phases du Rubané. N : nombre total d'occurrences de plantes adventices potentielles.

On constate que les plantes avec des stratégies écologiques différentielles (compétitive, rudérale, tolérante au stress) ne sont pas attestées au Rubané ancien. Au Rubané moyen, les plantes compétitrices sont minoritaires (40 % de l'occurrence) alors que les plantes rudérales prédominent (60 % de l'occurrence). Au Rubané récent, période la mieux représentée, l'occurrence des compétitrices diminue (36 %), celle des rudérales diminue également (50 %) tout en restant majoritaires, et les plantes tolérantes au stress sont attestées pour la seule fois (14 %). Au Rubané final, l'occurrence des compétitrices augmente pour devenir équivalente avec celle des rudérales (50 % chacune). À l'instar de la phase ancienne, la phase terminale du Rubané n'a pas livré de taxons avec des stratégies écologiques différentielles. Il est possible que l'absence de tels taxons soit la conséquence du caractère faible de l'effectif de ces phases.

Il est important de noter que toutes les plantes compétitrices attestées au Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle sont des plantes pérennes poussant de préférence dans des milieux ouverts (p. ex. pelouses et prairies) ou des milieux de défrichement des bois. En revanche, toutes les plantes rudérales sont des plantes annuelles, dont certaines sont considérées comme des plantes messicoles poussant dans les cultures (Annexe 7). Rappelons que l'intensité d'une culture dépend du niveau de l'apport de main-d'œuvre par unité de surface travaillée (Bogaard, Hodgson *et al.*, 2016, p. 71). Une gestion permanente et intensive des cultures peut ainsi être inférée à partir de la présence de plantes rudérales annuelles nécessitant un degré important de perturbation des sols. En effet, en l'absence de sols labourés de manière plutôt intensive, les plantes rudérales annuelles peuvent être rapidement envahies par des plantes pérennes compétitrices.

Les résultats obtenus pour le Rubané de la moyenne vallée de la Moselle montrent que les plantes rudérales sont majoritaires. Ces résultats plaident en faveur d'une gestion plutôt intensive des cultures avec la présence de sols labourés. Ces derniers résultats sont comparables avec ceux issus des sites rubanés d'Europe centrale qui montrent une présence de plantes compétitrices et rudérales pendant toutes les phases (LBK I et LBK II-V), ces dernières semblant devenir majoritaires dans les phases LBK II-V. Cette hausse dans le nombre de taxons a été interprétée par les chercheuses comme un signe de l'intensification de la gestion des cultures dans le temps (Kreuz et Schäfer, 2011, p. 344-346).

Il nous semble intéressant de faire référence aux observations réalisées par H. Ellenberg (1950 *in* Kreuz et Schäfer, 2011, p. 344) qui lui ont permis de démontrer que le nombre d'espèces poussant dans un champ « normalement géré » est sept fois plus élevé que dans un champ « négligé ». Ceci est dû au fait que dans ces derniers, les plantes adventices hautes prospèrent et se répandent en masse, supprimant ainsi les plantes basses ne supportant pas l'ombrage. Partant de ce postulat, A. Kreuz et E. Schäfer (2011, p. 344) n'écartent pas la possibilité que le nombre limité d'adventices potentielles au LBK I soit la conséquence d'une gestion des champs très sommaire combinée à une récolte des épis par érusage. Étant donné que nous avons démontré que le nombre de taxons est tributaire du nombre d'échantillons positifs, on préfère attendre à ce que les données du Néolithique ancien de la moyenne vallée de la Moselle soient étoffées avant de pouvoir nous prononcer sur ce point.

Rappelons que dans le cadre des études intrasite sur les sites lacustres suisses du Néolithique récent et final, S. Jacomet *et al.* (2016, p. 4) ont interprété les fréquences élevées de certaines plantes adventices annuelles comme indicateurs de la présence de champs permanents, plutôt intensément labourés. En effet, sans un degré important de perturbation des sols résultant d'une gestion intensive des parcelles, les plantes adventices annuelles n'auraient pas survécu et auraient rapidement été envahies par des espèces d'adventices compétitrices, principalement pérennes ou des taxons de défrichement des bois. Cependant, les données palynologiques et anthracologiques en provenance du lac de Constance pour le Néolithique récent montrent un changement du couvert forestier et des teneurs importantes de charbons de bois. Ces données ont été interprétées comme la preuve d'une agriculture extensive itinérante sur abattis-brûlis (Rösch *et al.*, 2002, p. 144). À l'occasion de la synthèse sur les données carpologiques de la culture de Michelsberg, A. Kreuz *et al.* (2014, p. 92) ont constaté la présence extrêmement rare des plantes adventices et autre végétation synanthrope, contrairement à ce qui a été observé sur les sites lacustres suisses du Néolithique récent (Jacomet *et al.*, 2016, p. 3-4). Ces données pourraient être expliquées par la pratique d'une

agriculture itinérante sur brûlis qui réduit considérablement la quantité de mauvaises herbes la première année (voir 3.2.2). Nos données datées du Néolithique récent sont malheureusement très limitées et nous empêchent d'établir toute discussion sur cette problématique. Cependant, il nous semble intéressant de noter une piste à creuser à l'avenir, il s'agit de la présence dans l'assemblage d'une plante tolérante au stress, à savoir l'arroche étalée (*Atriplex patula*). En effet, si jamais d'autres taxons ayant cette stratégie écologique sont attestés plus tard, leur présence dans les assemblages carpologiques pourrait témoigner des périodes de péjoration climatique déjà mises en évidence par d'autres disciplines. Rappelons que le début et la fin du Néolithique récent (environ 4200-3500 av. n. è) sont marqués par deux épisodes de hausse du niveau des eaux (épisodes 10 et 9), l'un vers 4400-3950 av. n. è. et l'autre vers 3700-3250 av. n. è. Aussi, les données issues des analyses menées dans les lacs de cratère attestent un refroidissement pendant cette période, les températures moyennes de juillet ayant diminué ~1 °C. Par ailleurs, l'étude palynologique de la région montagneuse du Vogelsberg (Hesse) montre une probable baisse des températures estivales et hivernales (voir 1.4.2.).

#### La taille des surfaces cultivées au Rubané

Nous avons constaté que le modèle d'une agriculture intensive permanente, proposé pour la période Rubané, semble faire consensus parmi les spécialistes (voir 3.2.2). Rappelons que pour A. Bogaard (2002, p. 163, 2004, p. 159, 2005, p. 183), le modèle d'agriculture intensive de type « jardin », proposé par P. Halstead (1989a *in* Bogaard, 2004, p. 159) pour la période Rubané, apparaît comme la pratique la plus plausible et la plus répandue pendant cette période. Cette agriculture intensive de type « jardin » consiste dans la gestion de parcelles de taille assez restreinte exploitées sur le long terme, pour lesquelles le travail d'entretien investi était considérable. Ce modèle suggère une relation étroite avec l'élevage à petite échelle ou « élevage intensif » (p. ex. production de fumier et pâturage des résidus de cultures) ainsi que des rendements de surface élevés et donc des aires de culture par maisonnées assez petites (voir 3.2.2). Il a toutefois été démontré que ces pratiques ne peuvent pas être généralisées, car en réalité les populations ont adopté une approche flexible de la gestion des terres en réponse à la variabilité des conditions telles que la disponibilité de la main-d'œuvre et du fumier, ce qui aurait entraîné une productivité agricole assez différente d'un site à l'autre (Bogaard *et al.*, 2013, p. 12590-12591 ; Bogaard, Hodgson *et al.*, 2016, p. 71). C'est le cas des résultats obtenus dans les études pédologiques menées sur les sites rubanés de Moyenne Belgique où il a été démontré que sur les sols pauvres en éléments nutritifs, les petites parcelles de type « jardin » auraient été privilégiées et maintenues grâce à

un apport important en engrais, alors que sur les sols un peu plus fertiles, la taille des parcelles serait plutôt de type « champ » et l'ajout de nutriments aurait été plus limité (Fechner, 2021, p. 382-383).

Les résultats ethnographiques obtenus par R. Ebersbach (2002, p. 131, Fig. 108 ; p. 227) ont montré qu'en fonction de la quantité d'engrais épandue sur les parcelles, le rendement des céréales pouvait osciller entre moins de 800 kg/ha et 2 000 kg/ha. D'une part, A. Kreuz (2012, p. 123-124) retient un rendement minimal moyen de 800 kg/ha et estime à 0,5 ha l'aire de culture nécessaire par personne et par an (Kreuz et Schäfer, 2011, p. 334), soit 25 ha pour un village de 50 personnes. D'autre part, A. Bogaard (2004, p. 159) retient un rendement d'environ 1 500 kg/ha et suppose qu'une personne consomme environ 300 kg/an (acceptant que les céréales fournissent l'essentiel de l'alimentation), elle estime alors qu'une maisonnée de cinq personnes aurait besoin de cultiver seulement environ 1 ha, soit 0,2 ha par personne et 10 ha pour un village d'une cinquantaine de personnes.

Revenons à la moyenne vallée de la Moselle. Bien que l'on considère que le modèle le plus plausible pour le Rubané est celui d'une agriculture permanente et non pas itinérante, l'état actuel de la recherche ne nous permet pas de nous prononcer de manière catégorique sur le niveau d'intensité du travail des sols. Pour l'instant, nos données carpologiques laissent à penser que le niveau de l'apport de main-d'œuvre par unité de surface travaillée était plutôt important. Par ailleurs, la prédominance des plantes rudérales, caractérisées par des sols perturbés et par des exigences nutritionnelles élevées, pourrait indiquer la présence de sols assez fertiles. Si l'on prend en compte les résultats des travaux de K. Fechner (2021, p. 381-382), à Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille » (57), par exemple, la fertilité chimique des sols a toujours été bonne et on peut envisager une agriculture permanente sans aucune contrainte majeure, mis à part un apport régulier de fumier. En revanche, à Cattenom « Acheren - RD 1 » (57), la légère acidité actuelle des sols peut être extrapolée au Néolithique. En effet, il est vraisemblable que la décarbonatation des horizons qui affecte la mise en culture était déjà très avancée à cette période. Une agriculture permanente à haut rendement y est envisageable à condition d'un apport régulier de fumier et également d'engrais minéraux (tout produit fin à haute teneur en calcaire tel que les cendres, la marne ou la craie), sans lesquels ces sols ne pouvaient pas produire un rendement satisfaisant au-delà de quelques années de culture. Il est à noter que, dans notre région d'étude, les sols non décarbonatés sont tous situés sur les hauts de versants et les sommets de plateaux. Étant plus fertiles, ces sols ne nécessitent pas d'ajouts pour rester cultivables (Fechner, 2021, p. 385).



---

## Conclusions

### Chapitre 9 - Faisons parler les trous de poteau !

Le chapitre 9 a permis de présenter les résultats de l'étude carpologique de treize maisons rubanées. L'analyse des données issues des trous de poteau a été le point de départ d'une démarche novatrice d'analyse spatiale qui avait pour objectif de proposer une interprétation fonctionnelle de l'espace domestique rubané. La validité de cette démarche est à chercher dans les travaux de P. Reynolds (1995) qui suggèrent que les objets trouvés dans les trous de poteau ne correspondent pas forcément à la phase de destruction ou d'abandon du bâtiment, mais qu'ils sont plutôt liés à la phase d'occupation et sont donc susceptibles de nous transmettre des informations sur les activités réalisées à proximité. Par ailleurs, ce chapitre a été l'occasion de montrer l'intérêt de ce type de prélèvement et de sensibiliser les archéologues de terrain à la mise en place d'un protocole d'échantillonnage systématique.

Les résultats obtenus mettent en évidence quelques caractéristiques récurrentes suggérant que certains éléments de l'aménagement pourraient être liés à des préférences culturelles. Nous constatons ainsi que la partie avant garde parfois les traces d'une zone d'activité de décorticage des céréales, d'écosage des légumineuses et de nettoyage. La partie centrale, quant à elle, remplissait vraisemblablement la fonction d'une zone d'activité domestique de préparation d'aliments. Il semblerait que, dans la plupart de cas, ces activités se concentraient dans la moitié sud du secteur (axe longitudinal). Enfin, la partie arrière a probablement accompli une fonction de zone de stockage temporaire.

Toutefois, la diversité globale observée démontre qu'il n'est pas pertinent de proposer un modèle statique « taille unique » de la distribution des activités au sein des bâtiments, puisque chaque maisonnée disposait vraisemblablement d'une marge de manœuvre pour appréhender son espace de vie.

### Chapitre 10 - Une occupation en grotte à Waldbillig

Le chapitre 10 a été l'occasion d'appliquer la démarche méthodologique de l'analyse spatiale des données carpologiques sur un sol d'occupation daté du Néolithique moyen à Waldbillig « Karelslé » (Luxembourg). L'analyse conjointe du mobilier archéologique (céramique, meule et faune) et des secteurs de répartition des espèces de céréales a permis de mettre en évidence une zone de préparation d'aliments à l'ouest du sol d'occupation, dont une zone de décorticage et de broyage des céréales au nord-ouest et une zone de préparation d'aliments d'origine animale au sud-ouest. Par ailleurs, le secteur nord-est du sol

d'occupation semble avoir été destiné au stockage des céréales et notamment de l'orge polystyque nue, à l'aide de vases céramiques.

### Chapitre 11 - Analyse spatiale diachronique du site à la région

Le chapitre 11 présente l'analyse spatiale diachronique à deux échelles. À l'échelle du site, seul le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges) a été retenu.

L'analyse de la totalité du matériel carpologique du site de Marainville, en provenance aussi bien des trous de poteau que des fosses, montre qu'au cours de l'occupation rubanée du site, l'amidonnier reste majoritaire, suivi de l'engrain. Cependant, leur fréquence relative augmente entre l'occupation des maisons M5 et M2 pour ensuite diminuer lors de deux dernières phases d'occupation (M3 et M4). En outre, la fréquence relative du blé nu, de l'orge polystyque nue, du pois et de la lentille augmente entre l'occupation des maisons M5 et M1 et diminue par la suite. Le pois est la légumineuse prédominante. Si l'on accepte l'hypothèse selon laquelle le bâtiment M3 correspond au plan partiellement conservé (partie arrière) d'un bâtiment d'habitation, afin de pouvoir réaliser des comparaisons pondérées fiables, il s'est avéré nécessaire de comparer le bâtiment M3 exclusivement à la partie arrière des autres maisons. On observe que pendant les trois premières phases d'occupation du site (maisons M5, M1 et M2), la céréale prédominante dans la partie arrière des bâtiments est l'orge polystyque nue, suivie de l'amidonnier, de l'engrain et du blé nu. Aux côtés de l'orge polystyque nue, le pois présente une fréquence relative très importante, suivi de la lentille. Lors de deux dernières phases d'occupation (maisons M3 et M4 ou vice versa), la fréquence relative de toutes les plantes cultivées diminue considérablement, devenant alors l'amidonnier la céréale principale, suivie de l'engrain, de l'orge polystyque nue et du blé nu. Si l'on suit le patron d'évolution progressive du spectre de plantes cultivées observé entre les maisons M5, M1, M2 et M4 du site de Marainville, il serait tentant de placer la construction et l'occupation du bâtiment M3 après celle de la maison M4. Ce type de succession non linéaire est connu sur d'autres sites suivant un modèle d'organisation spatiale « en rangées » comme c'est le cas notamment à Cuiry-lès-Chaudardes « Les Fontinettes » (Aisne). Dans le même sens, si le bâtiment M3 correspond à l'arrière d'une maison, il s'agit bien du plan le plus trapézoïdal reconnu sur le site, l'avant de la maison pourrait alors être recherché dans les quelques trous de poteau relevés sous le tumulus en 1986.

À l'échelle de la région d'étude, les données ont été analysées par période et sur deux aspects : le cortège de plantes cultivées par site archéologique et par unité géomorphologique.

Dans un premier moment, 19 sites comportant des occupations datées du Néolithique ancien ont été retenus. Parmi eux, le site de Kœnigsmacker (site 22) a été temporairement écarté étant donné la difficulté de pouvoir assurer que les prélèvements ont bien été réalisés dans les parties non remaniées des structures néolithiques. Ainsi, un total de 18 sites ont été retenus. Nous pouvons souligner la particularité de certains sites. Le site d'Ennery (site 6), daté du Rubané terminal, est le seul où l'orge polystique nue est majoritaire. À Ennery (site 56) et à Malling (site 63), la fréquence relative de cette céréale la place en deuxième position, derrière l'amidonnier. À Terville (site 23), la fréquence relative de cette céréale la place en deuxième position, derrière l'amidonnier, mais au même niveau que l'engrain. Enfin, un dernier site qui ressort par sa particularité est le site de Marainville (site 100). Il s'agit d'un site de référence pour la période grâce à l'ampleur de l'étude carpologique (129 échantillons positifs). Par ailleurs, il présente la plus importante fréquence du blé nu parmi tous les sites rubanés de la région d'étude. Sur ce site, le blé nu est plus fréquemment représenté que l'orge polystique nue, il en est de même pour le site de Cattenom (site 5). Bien que nous n'ayons pas inclus dans l'analyse les données relatives aux plantes oléagineuses/textiles, il est important de citer les sites ayant livré du lin, à savoir Ay-sur-Moselle (site 2), Cattenom (site 5) et Bertrange (site 66). Par ailleurs, le seul site ayant livré du pavot somnifère est Cattenom (site 4).

En outre, on constate que l'orge polystique nue et la lentille semblent fonctionner ensemble. En effet, la fréquence relative de ces deux plantes est similaire que ce soit sur les sites implantés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, dans la vallée alluviale à lœss ou en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire. Au vu de ces données, il est tentant d'avancer l'hypothèse d'une complantation de la lentille et de l'orge polystique nue. En effet, il a été démontré que la lentille en association avec l'orge de printemps permet d'optimiser les espaces et de limiter les adventices, de faire un effet tuteur entre les espèces (p. ex. limite la verse et encourage la croissance), d'aérer les cultures et de limiter les maladies. Il s'agit, à ce stade, d'une hypothèse de travail qui devra être vérifiée à l'avenir.

Dans un premier moment, douze sites comportant des occupations datées du Néolithique moyen ont été étudiés, parmi lesquels deux ont été écartés, pour un total de dix sites retenus. Si nous comparons la fréquence relative globale de céréales avec celle de légumineuses, on constate que les taxons de légumineuses ont une place secondaire dans les assemblages. Le site de Coincy (site 201) fait figure d'exception, les légumineuses et notamment le pois étant au même niveau que la céréale principale, mais le caractère faible de l'effectif de ce site pourrait être à l'origine de ces résultats. Nous pouvons souligner la

particularité du site de Waldbillig (site 222). Il s'agit d'un site de référence pour la période grâce à l'ampleur de l'étude carpologique (91 échantillons positifs). Par ailleurs, il présente la plus importante fréquence du blé nu (92 %) parmi tous les sites du Néolithique moyen de la région d'étude. Sur ce site, le blé nu est la céréale principale, suivie de l'orge polystique nue, de l'amidonnier et de l'engrain.

Sur les sites localisés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias, une évolution se dessine par rapport au Néolithique ancien, notamment avec l'essor du blé nu. Par ailleurs, sur les sites implantés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, il semblerait que l'ordre d'importance des plantes cultivées change pas vis-à-vis du Néolithique ancien. En effet, on remarque la prédominance de l'engrain suivi de l'amidonnier. En outre, l'amidonnier et l'engrain semblent fonctionner ensemble. En effet, la fréquence relative de ces deux céréales est similaire que ce soit sur les sites implantés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias ou dans la diaclase gréseuse du Hettangien. Il en est de même pour le blé nu et l'orge polystique nue, dont les fréquences relatives sont similaires que ce soit sur les sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses ou dans la diaclase gréseuse du Hettangien. Dans l'état actuel de la recherche, il n'est pas possible d'interpréter ces données. S'agit-il d'un reflet des pratiques agricoles telles qu'une complantation de ces céréales ? Davantage d'études seront nécessaires afin d'élucider cette question.

Dans un premier moment, douze sites comportant des occupations datées du Néolithique récent ont été étudiés, parmi lesquels quatre ont été écartés, pour un total de huit sites retenus. Si nous comparons la fréquence relative globale de céréales avec celle de légumineuses, on constate que les taxons de légumineuses ont une place secondaire dans les assemblages. Les sites de Hettange-Grande (site 14) et de La Maxe (site 205) font figure d'exception, les légumineuses et notamment le pois étant soit au même niveau que la céréale principale, soit majoritaire, mais le caractère faible de l'effectif de ces sites pourrait être à l'origine de ces résultats. Parmi tous les sites comportant des occupations datées du Néolithique récent, le site de Saint-Julien-lès-Metz (site 215) est, dans l'état actuel de la recherche, celui ayant livré le plus grand nombre d'échantillons positifs, qui reste tout de même assez faible (11 échantillons positifs). Pour l'instant, c'est un site de référence pour la période dans la région d'étude. Le blé nu y est la céréale principale, suivie de l'amidonnier, de l'engrain et de l'orge polystique nue.

Sur les sites localisés dans la vallée alluviale à alluvions siliceuses, l'engrain est majoritaire. La fréquence relative de l'amidonnier et du pois est identique, suivis du blé nu.

L'orge polystyque nu et la lentille y sont absentes. Sur les sites implantés en bordure orientale du Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias, l'amidonnier est majoritaire, suivi du blé nu et de l'engrain. La fréquence relative de l'orge polystyque nue et de la lentille est identique. Le pois y est absent. Par ailleurs, d'après le test du Khi-deux réalisé, il n'existe pas de dépendance significative entre les unités géomorphologiques et les taxons. Le caractère faible des échantillons positifs datés de cette période ne nous permet pas d'avancer d'hypothèses basées sur ces résultats. Nous espérons que le corpus de données sera étoffé à l'avenir.

Dans le cadre de ce travail, les comparaisons interrégionales avec des régions telles que l'Alsace, la Belgique et le Bassin parisien n'ont pas été abordées. Il sera intéressant d'aborder ce sujet à l'avenir à l'aide de la base de données BDRAB<sup>©</sup>.

### Chapitre 12 – Analyse diachronique de l'évolution du cortège de plantes

Le chapitre 12 expose l'évolution diachronique du cortège de plantes cultivées ainsi que des pratiques agricoles à partir des résultats des analyses statistiques des données carpologiques à deux échelles : l'échelle du Néolithique et l'échelle du Néolithique ancien (Rubané). Dans notre corpus, certaines périodes du Néolithique (moyenne, surtout récente) sont sous-représentées à cause de l'état actuel de la recherche archéologique, le Néolithique ancien est, quant à lui, le mieux représenté. Si nous analysons de plus près ce dernier, les phases ancienne, moyenne et terminale du Rubané sont sous-représentées. La phase finale et notamment la phase récente sont, quant à elles, les mieux représentées. Cet aspect appelle à la plus grande prudence lors de l'analyse des résultats et nous rappelle que des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de mieux connaître ces périodes et phases.

Parmi les plantes cultivées, la catégorie des céréales est la mieux connue. Les quatre espèces les plus représentatives sont l'amidonnier (*Triticum dicoccon*), l'engrain (*Triticum monococcum*), le taxon blé nu (*Triticum aestivum* Ls./*durum/turgidum*) et l'orge polystyque nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*). On constate qu'au Néolithique ancien, l'occurrence de l'amidonnier reste majoritaire entre les phases ancienne et finale. Ces résultats diffèrent de ceux issus des sites rubanés d'Europe centrale où l'engrain prédomine sur l'amidonnier. La prédominance de l'engrain peut paraître étonnante si l'on prend en compte le fait que son rendement est environ moitié moindre que celui de l'amidonnier et que sa production de paille est moins importante. En revanche, comparé à l'amidonnier, l'engrain est plus résistant aux hivers rudes et à la verse (p. ex. forte pluie, vent violent). Cependant, cet aspect n'explique pas, à lui tout seul, la différence dans les choix par rapport à la frontière du Rhin. Une étude comparative portant sur le rendement de l'engrain dans divers environnements a démontré

que le rendement de l'engrain semble être déterminé par la durée de son cycle de vie, tributaire des conditions environnementales (p. ex. altitude, température). Les résultats montrent que le long cycle de vie entraîné par une épiaison précoce dans les milieux méridionaux serait un facteur limitant le rendement de cette céréale. À Cologne, en revanche, un meilleur rendement serait lié à une phase d'épiaison tardive. Ces résultats confirment la préférence de l'engrain pour des zones avec un climat relativement froid.

Dans la moyenne vallée de la Moselle, la présence non négligeable de blé nu, essentiellement en provenance du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges) interpelle. Par ailleurs, les premières découvertes de fragments de rachis de blé nu dans notre région d'étude proviennent de ce site et le matériel a été soumis à l'expertise de plusieurs collègues. Au début, le matériel a été identifié comme étant probablement l'espèce hexaploïde, soit le blé tendre (*Triticum aestivum* l.s). Cependant, cette identification posait un problème étant donné la présence de critères qui laissaient penser au groupe d'espèces tétraploïdes, soit le blé dur/barbu (*Triticum durum/turgidum*). C'est pourquoi nous avons décidé de solliciter l'avis d'autres collègues ayant travaillé sur ce type de matériel, et cette fois-ci, la détermination fait consensus, penchant pour un type majoritairement tétraploïde (*Triticum* cf. *durum/turgidum*). Nous préférons donc rester prudents et retenir cette dernière identification, surtout car qu'à ce stade, les données paléogénomiques ne soutiennent pas l'hypothèse d'une introduction du blé nu hexaploïde dans la sphère rubanée, bien qu'elle ne puisse être complètement exclue. En effet, sachant que la séparation entre le blé nu hexaploïde et le blé nu tétraploïde a été datée du milieu du VII<sup>e</sup> millénaire av. n. è., il est très peu probable que ce processus ait été si rapide que le blé nu hexaploïde soit cultivé en Europe centrale et nord-occidentale au Rubané, à peine mille ans après son apparition dans les côtes de la mer Caspienne. C'est pourquoi certains spécialistes considèrent que tous les blés nus en Europe sont tétraploïdes, au moins jusqu'au V<sup>e</sup> millénaire av. n. è.

Les résultats obtenus dans notre région d'étude confirment que le spectre de plantes cultivées par les groupes culturels du Néolithique moyen partage certains traits avec celui de la culture rubanée qui les précède, par exemple, les deux céréales vêtues (amidonnier et engrain) continuent à être cultivées. Ils confirment également la prépondérance du blé nu déjà observée en Europe nord-occidentale à cette période. En revanche, contrairement aux autres régions, dans la moyenne vallée de la Moselle l'orge polystique nue ne devient pas une céréale majoritaire au Néolithique moyen. Bien que notre corpus de données daté du Néolithique récent reste faible, il confirme la culture d'amidonnier, de blé nu, d'engrain et d'orge polystique nue déjà observée dans les régions voisines.

Parmi les plantes cultivées, la catégorie des légumineuses reste secondaire. Les deux espèces connues sont le pois (*Pisum sativum*) et la lentille (*Lens culinaris*). Les résultats obtenus pour le Néolithique ancien et moyen dans notre région d'étude sont cohérents avec ceux publiés pour les régions voisines. En effet, aussi bien pour le Rubané que pour le Néolithique moyen de l'Europe centrale et nord-occidentale les deux taxons de légumineuses attestés sont le pois et la lentille.

La catégorie de plantes oléagineuses et/ou textiles reste, quant à elle, assez mal connue. Les deux espèces attestées sont le lin (*Linum usitatissimum*) et le pavot (*Papaver somniferum* l.s.). Bien que le lin soit attesté dans certains sites rubanés de notre région d'étude, les données restent encore très faibles (huit carporestes) et ne nous permettent pas d'établir une discussion par rapport à la culture de cette plante. Pour ce qui est du pavot, longtemps considéré absent de la moyenne vallée de la Moselle, des analyses récentes ont permis de mettre en évidence la première attestation de cette plante dans la région, elle reste toutefois très anecdotique (un carporeste). La quasi-absence du pavot pourrait être expliquée par le fait que cette plante n'ait pas été adoptée par les populations néolithiques de la région d'étude, la moyenne Moselle étant en dehors de la « zone à pavot ». Des études supplémentaires sont nécessaires afin d'étoffer nos connaissances à ce sujet.

La pertinence des informations fournies par les plantes adventices, messicoles et autre végétation synanthrope en tant qu'indicateurs des pratiques agricoles n'est plus à démontrer. Toutefois, cette approche doit être appliquée avec prudence, car seuls les ensembles qui n'auraient subi aucun traitement après la récolte sont susceptibles de refléter la réalité avec exactitude. Or, de tels assemblages sont extrêmement rares. La problématique des pratiques agricoles est traitée sous quatre angles différents : l'origine de plantes adventices potentielles (indigènes ou importées), la saisonnalité des cultures (période de semis), la technique de récolte (hauteur de coupe) et la gestion des cultures (intensive ou extensive).

Pour ce qui est de l'origine des plantes, les résultats obtenus dans notre région d'étude sont cohérents avec ceux issus des sites rubanés d'Europe centrale où les plantes anthropochores (importées) prédominent et les plantes apophytes (indigènes) restent minoritaires. L'occurrence des deux catégories de plantes reste assez stable tout au long du Néolithique. On peut s'attendre à ce que toutes les plantes anthropochores du Néolithique aient été introduites en même temps que les semences des plantes cultivées. Les plantes apophytes, quant à elles, proviennent probablement de la végétation naturelle entourant les habitations et les champs. Il est possible que les graines de ces plantes aient été apportées

dans les champs par le bétail lors de l'épandage de fumier, après avoir pâturé dans la plaine alluviale.

En Europe centrale, les données carpologiques ont conduit à l'hypothèse que seules des cultures d'été semées au printemps ont été cultivées par les populations rubanées. En revanche, les résultats obtenus pour notre région d'étude montrent qu'il semble très probable qu'aussi bien les cultures d'été que les cultures d'hiver ont été pratiquées au Rubané. Pour certaines chercheuses, les semis d'automne des céréales pouvaient être avantageux pour deux raisons. Premièrement, ils impliquent une période de croissance plus longue (p. ex. tallage) et donc de rendements plus élevés que les semis de printemps. Deuxièmement, les semis d'automne auraient permis aux agriculteurs de répartir le travail de préparation du sol et des semis sur deux saisons. Parmi les huit plantes pérennes attestées, cinq d'entre elles poussant de préférence dans des milieux ouverts (p. ex. pelouses et prairies), il est possible de considérer l'hypothèse selon laquelle les graines de ces plantes auraient été apportées dans les champs par le bétail lors de l'épandage de fumier. L'occurrence des plantes pérennes, annuelles d'été et d'hiver reste assez stable entre le Néolithique ancien et moyen. En revanche, au Néolithique récent, les plantes annuelles d'été prennent une place très importante dans l'assemblage. Ces résultats vont dans le même sens de ce qui a déjà été observé dans les régions voisines et qui a mené à proposer un système agricole basé sur la culture de céréales et de légumineuses d'été. Le corpus de données disponible pour notre région d'étude étant très faible, on préfère rester prudents et ne pas avancer de conclusions.

Dans l'état actuel de la recherche dans la moyenne vallée de la Moselle, il semblerait qu'à partir du Rubané récent on assiste à une évolution des techniques de récolte qui aurait entraîné l'apparition de plantes adventices basses et plutôt basses dans l'assemblage carpologique. Contrairement à ce qui a été observé en Europe centrale, dans notre zone d'étude, les plantes adventices de petite taille n'augmentent pas considérablement au point de devenir majoritaires. Le fait que les plantes adventices hautes continuent à être majoritaires peut être interprété de deux manières différentes. D'une part, il est possible que la technique de récolte des épis par érusage n'ait pas été complètement remplacée par une récolte en coupe basse à la faucille, mais plutôt que cette dernière ait été adoptée graduellement tout en restant secondaire. Une autre possibilité est que la technique de récolte en coupe basse à la faucille ait remplacé assez rapidement celle de la récolte des épis par érusage sans que cela ait forcément entraîné une chute du nombre d'adventices potentielles de taille haute récoltées. En effet, une récolte en coupe basse conduit non seulement à l'apparition d'adventices de petite taille dans l'assemblage, elle entraîne également la récolte de la plupart d'adventices

potentielles de taille haute présentes dans le champ. Au regard des données dont on dispose actuellement, il n'est pas possible d'aller plus loin dans l'interprétation des techniques de récolte au Rubané. Au Néolithique moyen et récent, l'occurrence des plantes hautes augmente, entraînant progressivement l'absence de plantes basses et plutôt basses, mais ces données sont à interpréter avec prudence étant donné le caractère faible de l'échantillon de ces périodes.

L'intensité d'une culture dépend du niveau de l'apport de main-d'œuvre par unité de surface travaillée. Une gestion permanente et intensive des cultures peut ainsi être inférée à partir de la présence de plantes rudérales annuelles nécessitant un degré important de perturbation des sols. En effet, en l'absence de sols labourés de manière plutôt intensive, les plantes rudérales annuelles peuvent être rapidement envahies par des plantes pérennes compétitrices. Toutes les plantes compétitrices attestées au Néolithique de la moyenne vallée de la Moselle sont des plantes pérennes poussant de préférence dans des milieux ouverts (p. ex. pelouses et prairies) ou des milieux de défrichement des bois. En revanche, toutes les plantes rudérales sont des plantes annuelles, dont certains sont considérées comme des plantes messicoles poussant dans les cultures. Les résultats obtenus pour le Rubané montrent une prépondérance des plantes rudérales. Si l'on analyse les évolutions au sein du Rubané, on constate la prédominance des plantes rudérales au Rubané moyen et récent. Au Rubané final, la fréquence relative des deux catégories de plantes devient équivalente. Ces résultats plaident en faveur d'une gestion plutôt intensive des cultures avec la présence de sols labourés. Ces derniers résultats sont comparables avec ceux issus des sites rubanés d'Europe centrale qui montrent une présence de plantes compétitrices et rudérales pendant toutes les phases (LBK I et LBK II-V), ces dernières semblant devenir majoritaires dans les phases LBK II-V. Cette hausse dans le nombre de taxons a été interprétée par les chercheuses comme un signe de l'intensification de la gestion des cultures dans le temps.

Bien que l'on considère que le modèle le plus plausible pour le Rubané est celui d'une agriculture permanente et non pas itinérante, l'état actuel de la recherche ne nous permet pas de nous prononcer de manière catégorique sur le niveau d'intensité du travail des sols. Pour l'instant, nos données carpologiques laissent à penser que le niveau de l'apport de main-d'œuvre par unité de surface travaillée était plutôt important. Par ailleurs, la prédominance des plantes rudérales, caractérisées par des sols perturbés et par des exigences nutritionnelles élevées, pourrait indiquer la présence de sols assez fertiles, en partie grâce à l'apport des engrais organiques et minéraux.



## CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

### Principaux résultats

Ce travail de recherche portant sur l'étude du matériel carpologique néolithique en provenance de la moyenne vallée de la Moselle avait trois enjeux principaux : un méthodologique, un documentaire et un analytique. Le travail a été structuré autour de trois axes de recherche.

Premièrement, l'enjeu méthodologique a été structuré autour de deux axes de recherche. Le premier axe s'attachait à trouver un moyen efficace d'archiver et d'exploiter les données obtenues. L'analyse d'un outil déjà disponible, qui ne répondait malheureusement pas aux besoins de notre recherche, nous a encouragés à concevoir et développer un nouvel outil de gestion de données archéobotaniques (BDRAB 1.0<sup>©</sup>) qui avait pour objectif d'optimiser le temps de travail du spécialiste ainsi que de permettre l'exploitation poussée des données tout en limitant le risque d'erreur. Cet objectif a été atteint avec succès puisque BDRAB 1.0<sup>©</sup> a réussi la phase de test et nous a permis d'exploiter nos données de manière efficiente. Nous pouvons enfin laisser de côté les innombrables fichiers Microsoft Excel<sup>®</sup> élaborés manuellement et devant être manipulés un par un en cas d'erreur ou de modification majeure. Le deuxième axe avait pour ambition de proposer une approche innovante notamment en ce qui concerne l'étude de la distribution des activités au sein de l'unité domestique rubanée. Cet objectif a également été atteint avec succès puisque non seulement nous avons montré l'intérêt de la mise en place d'un protocole d'échantillonnage systématique, mais en plus, les résultats obtenus mettent en lumière quelques caractéristiques récurrentes nous permettant d'avancer des hypothèses sur l'aménagement de l'espace domestique rubané au sein des treize maisons étudiées. Toutefois, la diversité globale observée démontre qu'il n'est pas pertinent de proposer un modèle statique « taille unique » de la distribution des activités au sein des bâtiments, puisque chaque maisonnée disposait vraisemblablement d'une marge de manœuvre pour appréhender son espace de vie. Ce travail a également été l'occasion d'appliquer cette démarche méthodologique à un sol d'occupation en grotte daté du Néolithique moyen sur le site de Waldbillig « Karelsé ».

Deuxièmement, l'enjeu analytique a été structuré autour du troisième axe de recherche qui abordait la question de l'évolution du cortège de plantes cultivées par les populations néolithiques du point de vue diachronique (Néolithique ancien, moyen et récent) et spatial. Du point de vue diachronique, l'évolution du cortège de plantes cultivées et des pratiques

agricoles a été explorée à deux échelles : l'échelle du Néolithique et l'échelle du Néolithique ancien (Rubané). Dans notre corpus, certaines périodes du Néolithique (moyenne, surtout récente) sont sous-représentées à cause de l'état actuel de la recherche archéologique, le Néolithique ancien est, quant à lui, le mieux représenté. Si nous analysons de plus près ce dernier, les phases ancienne, moyenne et terminale du Rubané sont sous-représentées. La phase finale et notamment la phase récente sont, quant à elles, les mieux représentées. Cet aspect appelle à la plus grande prudence lors de l'analyse des résultats. Du point de vue spatial, l'analyse à l'échelle du site a permis d'explorer l'importance relative des taxons au sein de chaque bâtiment du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot, le seul site dans notre région d'étude qui présente à la fois une occupation diachronique représentée par cinq bâtiments, un nombre conséquent d'échantillons analysés et positifs ainsi qu'un nombre élevé de carporesses. L'analyse à l'échelle de la région a permis d'explorer l'importance relative des taxons par site archéologique et par unité géomorphologique. Le but était de mettre en évidence d'éventuelles préférences, adoptions ou abandons de certains taxons. L'objectif de cet axe a été atteint puisque nous avons apporté des éléments de réflexion sur les données obtenues et proposons des questions pour de futures recherches.

Enfin, l'enjeu documentaire s'attachait à rendre accessibles toutes les données carpologiques néolithiques disponibles actuellement dans la région d'étude. Cet objectif a été atteint puisque ces données sont désormais accessibles en ce qui concerne la fourchette chronologique de ce travail de recherche (Néolithique ancien au Néolithique récent).

### Perspectives

Ce travail s'inscrit parfaitement dans les axes de recherche développés depuis plusieurs années par certains archéologues lorrains, notamment en ce qui concerne le Néolithique ancien (Blouet et al., 2013a) ainsi que la transition entre le Néolithique final et le Bronze ancien (Blouet *et al.*, 2019). Nous souhaitons alors poursuivre notre travail afin de pouvoir analyser les données et aborder les problématiques issues de la transition entre le Néolithique final et le Bronze ancien. Il faut noter qu'une partie conséquente de ces données a déjà été saisie dans BDRAB 1.0<sup>©</sup>.

Par ailleurs, nous souhaitons mettre BDRAB 1.0<sup>©</sup> à disposition du laboratoire d'archéobotanique de l'Inrap Grand Est afin de rassembler, dans un seul outil, toutes les données obtenues grâce au travail consciencieux de J. Wiethold depuis 2006. Ce travail rendra plus simple la mise en place d'éventuelles synthèses régionales à l'avenir. Les données très récentes qui n'ont pas encore été saisies, telles que celles en provenance de la maison du

site de Contz-les-Bains « Wampersbongert » (Moselle, Roessen moyen), devront être ajoutées afin d'étoffer le corpus de données déjà disponible.

Par ailleurs, nous envisageons de mettre en place les premiers tests avec d'autres utilisateurs dont le retour d'expériences permettra d'améliorer les versions suivantes. Enfin, l'étape suivante consistera dans le développement d'une application web open source (p. ex. Postgres) afin d'assurer la pérennité de l'outil.



# GLOSSAIRE

## **Abaxial**

Ce terme indique une direction tournée à l'opposé de l'axe ou de la tige, ou pour un organe, la face dorsale ou la face inférieure. Son opposé est adaxial.

## **Adaxial**

Ce terme indique une direction tournée vers l'axe ou la tige, ou pour un organe, la face ventrale ou la face supérieure. Son opposé est abaxial.

## **Adventice**

Ensemble des plantes poussant dans une culture sans y avoir été semées, aussi couramment appelées « mauvaises herbes ».

## **Adsorption**

Processus au cours duquel des molécules d'un fluide (gaz ou liquide) viennent se fixer sur la surface d'un solide.

## **Aérobiose**

En biologie, vie des microorganismes conditionnée par la présence d'oxygène.

## **Agrégation**

En botanique, une agrégation réside dans un rassemblement de plantes dites agrégées en groupes assez denses.

## **Akène**

Fruit sec, indéhiscent et dont la graine n'est pas soudée à la paroi interne du fruit (Lambinon et Verloove, 2012).

## **Aleurone**

L'aleurone est une protéine végétale de réserve présente sous forme de grains dans l'albumen de nombreuses graines. Ces grains protéiques se trouvent dans la couche à aleurone des caryopses de graminées, dans l'albumen à aleurone des graines oléagineuses, et dans les cotylédons des autres graines.

### **Allèle**

Chacune des versions existantes d'un même gène.

### **Alluvion**

Dépôt sédimentaire constitué de matériaux solides tels du sable, de l'argile, des cailloux, des galets, du limon et des graviers, transportés par les cours d'eau. Les dépôts alluviaux se réalisent lorsque le débit devient insuffisant pour transporter la matière, typiquement dans un cours d'eau intermittent. Les alluvions existent en eau douce et dans les estuaires marins.

### **Anaérobiose**

En biologie, vie des microorganismes en l'absence d'oxygène.

### **Anagenèse**

Processus de spéciation menant à l'évolution lente et continue d'une lignée qui se transforme progressivement pour donner naissance à une nouvelle espèce, sans qu'il y ait ramification. Dans ce cas, une espèce descendante remplace une espèce ancestrale dans la continuité, formant une lignée évolutive (Fig. 350).

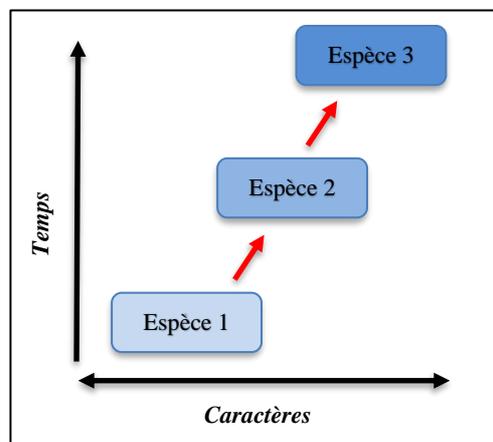


Fig. 350 - Schéma de l'anagenèse au cours de l'évolution.

### **Annuelle (plante)**

Plante dont le cycle végétatif (de la germination à la grenaison) est inférieur à un an. Elle ne fleurit qu'une fois et passe l'hiver uniquement sous forme de graines.

### **Anthropochore (plante)**

Qualifie les espèces de plantes disséminées par l'être humain.

**Apophyte (plante)**

Qualifie les plantes indigènes qui colonisent les milieux modifiés par les pratiques anthropiques à travers le système agropastoral (p. ex. cultures, prairies, pâtures, jachères et tout autre lieu touché par l'Homme). On parle de plantes messicoles et des plantes rudérales.

**Balle**

Ensemble de glumes et de glumelles qui renferment le caryopse (enveloppe).

**Base d'épillet**

Élément constitutif de l'épillet de céréale composé de deux bases de glumes.

**Base de glume**

Partie inférieure et la plus solide de la glume.

**Battage**

Technique d'égrenage consistant à frapper les gerbes étalées sur une aire à l'aide d'un bâton souple ou articulé (fléau). Le fléau a l'avantage de donner des résultats même en milieu humide, car il a une très grande force de frappe. Les épillets, dans le cas des céréales vêtues, et les caryopses, dans le cas des céréales nues, restent sur le sol, mêlés à divers débris et à la paille dont il faudra les séparer. Pour que le travail soit efficace, deux personnes au moins doivent être mises à contribution. Leur rôle est de frapper alternativement les gerbes à une cadence rapide et régulière (Llaty, 1997, p. 87). Chez les légumineuses, le battage vise à extraire les graines de leurs gousses.

**Binage**

Technique agricole consistant à ameublir la couche superficielle du sol, en vue de l'aérer, autour des plantes cultivées à l'aide d'outils manuels tels que la binette.

**Biosphère**

Terme qui désigne l'ensemble d'organismes vivants, donc d'écosystèmes, présents à la surface de la Terre.

**Caryopse**

Fruit sec, propre à la famille des Poacées, ressemblant à un akène, mais dont la graine est soudée à la paroi interne du fruit (Lambinon et Verloove, 2012).

### **Céréale nue/vêtue**

Le caractère nu ou vêtu des céréales fait référence au degré de solidité du rachis et de la balle enveloppant le caryopse. Cet aspect est développé de manière détaillée dans la section 5.2.8.2.

### **Chaubage**

Technique d'égrenage consistant à saisir des deux mains une gerbe non déliée puis à en frapper les épis sur un corps solide (p. ex. un plan incliné ou une paroi) afin de les faire éclater. Les épillets, dans le cas des céréales vêtues, et les caryopses, dans le cas des céréales nues, tombent sur le sol ou dans un récipient et sont donc directement séparés de la paille. Le chaubage est un procédé assez rudimentaire, car il faut traiter les gerbes une par une. Il a l'avantage cependant de pouvoir être réalisé par une seule personne (Llaty, 1997, p. 88).

### **Chaulage**

Technique agricole reposant sur l'apport d'un amendement calcique ou calco-magnésien à un sol pour en corriger l'acidité. Ce terme désigne aussi tout apport de calcaire autre que la chaux.

### **Chronozone**

Une chronozone est une subdivision chronologique utilisée en sciences de la Terre, elle est basée sur une biozone (p. ex. palynozone) utilisée comme unité stratigraphique. Elles ont servi notamment à élaborer une subdivision chronologique du Tardiglaciaire et de l'Holocène.

### **Cicatrice de désarticulation**

Chez les céréales, marque résultant d'une fragmentation naturelle ou artificielle (p. ex. égrenage). Les cicatrices sont visibles sur le rachis et sur les parties basales des épillets.

### **Cladogenèse**

Processus de spéciation menant à la séparation d'une lignée ancestrale en plusieurs groupes distincts ou clades comme conséquence de l'isolement génétique (Fig. 351). À la différence de l'anagenèse, il s'agit d'un processus évolutif relativement rapide. On distingue quatre modes de spéciation par cladogenèse dans la nature : allopatrique, péripatrique ou par effet fondateur, parapatric et sympatrique (Fig. 352).

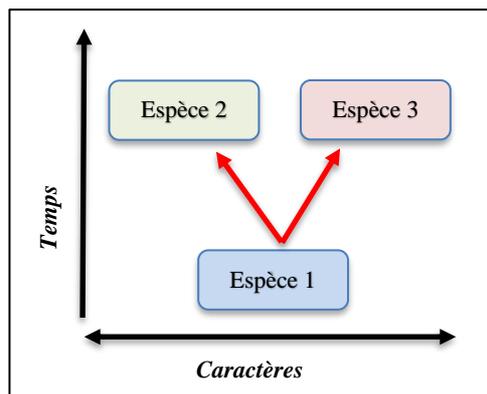


Fig. 351 - Schéma de la cladogenèse au cours de l'évolution.

	Allopatrique	Péripatrique (effet fondateur)	Parapatricque	Sympatricque
Première étape de la spéciation				
Accroissement de l'isolement reproductif				

Fig. 352 - Schéma comparatif des différents modes de spéciation par cladogenèse. **Allopatricque** (formation d'une barrière physique) ; **Péripatricque ou par effet fondateur** (colonisation d'une nouvelle aire de répartition isolée) ; **Parapatricque** (colonisation d'une nouvelle aire de répartition adjacente) ; **Sympatricque** (dans la même aire de répartition).

### Coléoptile

Petite membrane protectrice qui recouvre la gemmule et les premières ébauches foliaires de la plantule des Poacées.

### Coléorhize

Formation équivalente au coléoptile recouvrant la racine.

### Colluvion

Une colluvion ou un dépôt de pente est un dépôt meuble sur un versant, mis en place par gravité. Les colluvions reflètent la lithologie du haut du versant.

### Complantation

Pratique agricole consistant à cultiver plusieurs espèces en même temps dans la même parcelle (p. ex. des céréales avec des légumineuses). Celles-ci peuvent être ensuite récoltées, traitées ou stockées ensemble ou séparément.

### **Cotylédon**

Premier ou premiers organes foliacés de la plante mis en place à une étape précoce de l'embryogenèse. Leur forme est souvent très différente de celle des feuilles normales.

### ***Cribra orbitalia***

Il s'agit d'un type de lésion osseuse qui consiste en des porosités ou des structures criblées du toit de la cavité orbitaire (orbite).

### **Cytogénétique**

Discipline qui étudie le nombre et la structure des chromosomes (établissement du caryotype).

### **Décarbonatation**

Phénomène par lequel les carbonates contenus dans un sol sont progressivement dissous par des eaux chargées de gaz carbonique et exportés.

### **Déflation**

Processus éolien d'érosion qui affecte les sédiments meubles des climats désertiques (p. ex. limon, sable), les particules fines étant arrachées par le vent. Ce mécanisme permet des déplacements de particules pouvant atteindre plusieurs centaines de kilomètres.

### **Déhiscence**

Ouverture spontanée d'organes végétaux clos (p. ex. anthères, fruits, etc.) pour libérer leur contenu (p ex. graines, pollen, spores, etc.).

### **Dépôt éolien**

Un dépôt éolien consiste en une accumulation des fines particules transportées par les vents. Le Lœss est un dépôt éolien.

### **Dérive génétique**

La dérive génétique est une modification aléatoire et imprévisible de la fréquence des allèles au sein d'une population, au fil des générations. Ce phénomène consiste typiquement en une perte des allèles les moins fréquents et la fixation des plus fréquents, ce qui entraîne une perte de la diversité génétique de la population. Plus la population est petite, plus la dérive génétique est importante, car les écarts observés par rapport aux fréquences alléliques y sont plus perceptibles.

## Diagenèse

Ensemble des transformations physiques, chimiques et biochimiques que subissent les sédiments après leur dépôt, menant à la formation de roches sédimentaires consolidées.

## Diagénétique

En géologie, relatif à la diagenèse.

## Diploïde

Se dit d'une cellule qui possède deux copies d'un même chromosome (chromosomes homologues), chacune de ces copies venant d'un géniteur. C'est le cas des cellules somatiques de la plupart des plantes et des animaux.

Les cellules des blés diploïdes possèdent un seul génome exprimé « A<sup>m</sup>A<sup>m</sup> » chez *Triticum monococcum* (Cappers et Neef, 2012, p. 292 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 23). Il contient sept paires de chromosomes homologues :  $2n = 2x = 14$  chromosomes, où n est le nombre de copies de chaque chromosome au sein d'un génome et x est le nombre d'exemplaires de chaque chromosome dans une cellule somatique (Fig. 353).

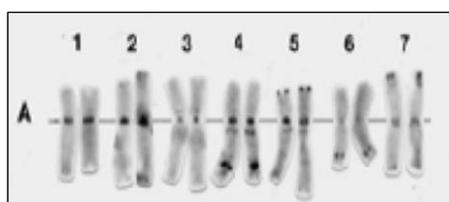


Fig. 353 - Caryotype de l'engrain *Triticum monococcum* (Institut français de l'éducation, 2016).

## Diversité génétique

Terme qui désigne l'ensemble des variations des gènes au sein d'une même espèce.

## Duramen

Appelé également « bois de cœur » ou « bois parfait », c'est la partie interne du bois, correspondant aux zones d'accroissement les plus anciennement formées, qui ne comportent plus de cellules vivantes. Il s'agit d'un bois dur, compact, dense, sec et imputrescible résultant d'une transformation progressive de l'aubier (« bois périphérique ») qui le rend très résistant aux décomposeurs.

## Effet de paroi

Il s'agit des alignements et des vides correspondant à la présence d'un obstacle ayant disparu, tel que les parois en matière périssable (Giligny, 2009, p. 176).

## Épiaison

Phase du cycle de vie des graminées durant laquelle l'épi achève son extraction de la gaine de la dernière feuille. C'est le début du stade reproductif.

## Épicotyle

L'épicotyle désigne la section de la tige située entre les cotylédons et les feuilles suivantes (feuilles primaires) de la plante. Il est situé au-dessus de l'hypocotyle.

## Épillet

Inflorescence élémentaire caractéristique de la famille des Poacées. Les épillets sont rassemblés au sommet de la tige formant l'épi. Chaque épillet est constitué du caryopse enfermé dans sa balle (Fig. 354), dont le nombre varie en fonction de l'espèce (p. ex. généralement un caryopse chez *Triticum monococcum* et deux caryopses chez *Triticum dicoccon*).

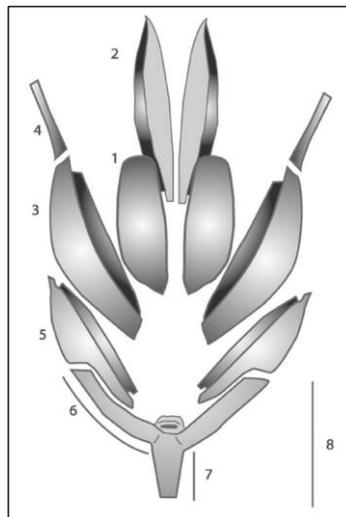


Fig. 354 - Constitution d'un épillet de blé. 1. Caryopse ; 2. Palea ; 3. Lemma ; 4. Barbe ou arête ; 5. Glume ; 6. Base de glume ; 7. Fragment de rachis (entrenœud et nœud) ; 8. Furca (d'après Jones et al., 1986, p. 102 in Pradat, 2015, p. 55, Fig. 3).

## Érussage

Ce mot provient d'un terme dialectal repris par F. Sigaut (1985b in Roux, 2015, p. 95). Il s'agit d'une technique de moisson qui permet de récolter les épis. Dans les Asturies (Espagne), il s'effectue avec une paire de baguettes de bois, les *mesorias*.

## Flottation

Procédé de séparation solide-liquide qui s'applique à des agrégats dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient, ces agrégats étant recueillis sous

---

forme de boues flottées à la surface supérieure du seau. Le tamisage par flottation permet ainsi l'extraction des éléments carbonisés du fait de la différence de densité avec l'eau.

**Forçage orbital**

Processus physique affectant le climat de la Terre causé par des changements dans l'inclinaison de l'axe de rotation de la planète (excentricité, obliquité et précession). Ces changements influencent la répartition du rayonnement solaire atteignant la Terre.

**Forêt de conifères**

Appelée aussi forêt de résineux. Qualifie une forêt dont les arbres ne perdent généralement pas leurs aiguilles et produisent de la résine. En France, les essences les plus représentées sont le charme, le châtaignier, le chêne, le frêne, le hêtre et le mérisier.

**Forêt caducifoliée**

Appelée aussi forêt de feuillus. Qualifie une forêt dont les arbres perdent leurs feuilles de manière périodique. En France, les essences les plus représentées sont l'épicéa, le mélèze, les différentes espèces de pins (d'Alep, maritime, sylvestre, cembro, à crochets) et le sapin des Vosges.

**Forêt mixte**

Qualifie une forêt constituée à la fois de feuillus et de conifères.

**Foulage ou dépiquage**

Technique d'égrenage consistant à étendre les gerbes sur une aire afin d'être piétinées par l'homme (foulage) ou par des animaux (dépiquage). Le dépiquage se fait à l'aide du rouleau à dépiquer ou du traîneau à dépiquer appelé *tribulum*. Cette technique demande la coopération de plusieurs personnes : pendant que l'une d'entre elles guide les bêtes, les autres (leur nombre peut être très variable) retournent et secouent régulièrement les gerbes à l'aide de fourches. De cette façon, les épillets, dans le cas des céréales vêtues, et les caryopses, dans le cas des céréales nues, tombent sur le sol et la paille est homogènement hachée (Llaty, 1997, p. 87).

**Funicule**

Cordon reliant l'ovule, et ensuite la graine, au placenta.

### **Furca**

Élément constitutif de l'épillet de céréale composé de deux bases de glumes et d'un segment de rachis (entrenœud).

### **Gemmule**

Premier bourgeon apparaissant à la base des cotylédons qui donne naissance à la tige.

### **Glume**

Bractée située à la base de l'épillet chez les Poacées.

### **Glumelle**

Une des bractées situées à la base de la fleur chez les Poacées. La glumelle inférieure est appelée « lemme » (*lemma*) et la supérieure « paléole » (*palea*).

### **Gousse**

Fruit sec s'ouvrant généralement par deux fentes en deux valves portant chacune les graines.

### **Graine**

Chez les spermatophytes (« plantes à graines »), la graine est la structure qui contient et protège l'embryon végétal. Elle est souvent contenue dans un fruit qui permet sa dissémination.

### **Haplogroupe**

Un haplogroupe est un regroupement de signatures (haplotypes). Pour la génétique humaine, on étudie généralement des haplogroupes du chromosome Y (ADN-Y, lignée patrilinéaire) et des haplogroupes de l'ADN mitochondrial (ADN mt, lignée matrilinéaire).

### **Haplotype**

Les haplotypes sont des séries d'allèles situés à des sites spécifiques dans un chromosome. Ils sont définis par des variations (polymorphisme).

### **Héliophile**

Un végétal héliophile (ou plus rarement photophile) est un organisme ayant d'importants besoins en lumière pour se développer.

## Hétérocycle aromatique

Les hétérocycles forment une classe de composés organiques comportant un cycle constitué d'atomes d'au moins deux éléments différents. Il s'agit généralement de carbone et d'un hétéroatome tel que l'oxygène, l'azote, le phosphore ou le soufre.

## Hexaploïde

Se dit d'une cellule qui possède six copies d'un même chromosome (chromosomes homologues). En effet, dans certaines conditions, il peut y avoir une agrégation des génomes au cours de croisements ou hybridation entre espèces donnant des cellules polyploïdes.

Les cellules des blés hexaploïdes possèdent trois génomes différents exprimés « BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>DD » chez *Triticum aestivum* l.s. (Cappers et Neef, 2012, p. 292 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 23-24). Chaque génome contient sept paires de chromosomes homologues :  $2n = 6x = 42$  chromosomes, où  $n$  est le nombre de copies de chaque chromosome au sein d'un génome et  $x$  est le nombre d'exemplaires de chaque chromosome dans une cellule somatique (Fig. 355). Les blés hexaploïdes sont issus de deux évènements successifs d'hybridation : le premier impliquant deux espèces diploïdes a conduit à l'apparition des espèces tétraploïdes, le second impliquant une espèce tétraploïde et une diploïde a conduit à l'apparition des espèces hexaploïdes.

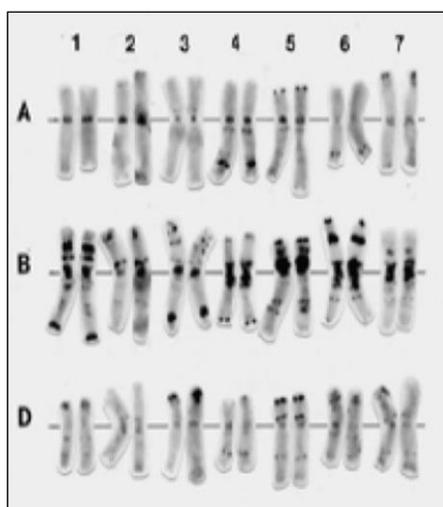


Fig. 355 - Caryotype du blé tendre *Triticum aestivum* (Institut français de l'éducation, 2016).

## Hygroscopique

Substance ou matériau qui ont tendance à retenir l'humidité de l'air, par absorption ou par adsorption.

## **Hile**

Cicatrice laissée par le funicule sur la graine.

## **Horloge moléculaire**

Technique de datation qui utilise le taux de mutation d'un gène ou d'un génome pour calculer le moment où deux ou plusieurs espèces (ou populations) ont divergé. Elle nécessite la comparaison de la séquence d'ADN chez deux espèces étroitement apparentées pour lesquelles le temps de divergence est connu. En outre, elle suppose que les mutations génétiques s'accumulent à un taux constant dans le temps, qu'elles sont neutres et les mêmes dans tout le génome. Bien que cette méthode de datation moléculaire ne soit pas très précise étant donné que le taux de mutation n'est pas le même dans le génome (certaines parties du génome mutent plus facilement que d'autres), lorsqu'elle est appliquée à de riches échantillonnages tant taxonomiques que génomiques, elle donne une bien meilleure estimation des taux de mutation, ce qui permet de calculer les temps de divergence avec une plus grande précision (H. Oliveira, communication personnelle, 2022).

## **Hypocotyle**

L'hypocotyle désigne la section de la tige située entre les cotylédons et la racine germinale (radicule).

## **Inlandsis**

Glacier recouvrant une surface continentale importante (quelques milliers de kilomètres carrés). Ce terme est synonyme de calotte glaciaire.

## ***Lemma***

En français « lemme », elle désigne la glumelle inférieure chez les Poacées.

## **Lessivage**

Dans un sol, migration d'argile ou de limon vers un horizon inférieur sous l'action de l'eau météorologique. Par extension, ce terme est parfois utilisé pour d'autres éléments (p. ex. fer, manganèse, humus, phosphore).

## **Mélanoïdines**

Polymères bruns à haut poids moléculaire produits lors de l'étape finale de la réaction de Maillard et qui résultent de la polymérisation de composés carbonylés en présence d'amines. Les composés carbonylés, produits au cours de la deuxième étape de la réaction,

sont en effet très réactifs. Les mélanoidines sont responsables du brunissement/noircissement de la matière.

### **Messicole**

Terme qui désigne étymologiquement les plantes « habitant les moissons ». Le plus souvent annuelles, elles poussent de façon préférentielle dans les cultures d'hiver (p. ex. le bleuet, la nielle des blés, etc.). Appartenant à la catégorie d'adventices, elles constituent un groupe restreint d'espèces dépendantes de certaines pratiques agricoles et ne parvenant que difficilement à se maintenir dans d'autres conditions, ce qui fait leur particularité (Sellenet, 2012).

### **Micropyle**

Le micropyle est une discontinuité des téguments de l'ovule par lequel rentre le tube pollinique en général. Il forme une ouverture (petit orifice) près de la région apicale du nucelle.

### **Nucelle**

Le nucelle est le tissu végétal formant l'intérieur de l'ovule dans lequel une cellule va subir la méiose.

### ***Palea***

En français « paléole », elle désigne la glumelle supérieure chez les Poacées.

### **Phénologie**

Étude de l'influence des variations climatiques sur certains phénomènes périodiques de la vie des plantes (germination, floraison) et des animaux (migration, hibernation).

### **Pentosane**

Polysaccharide formé par l'union de plusieurs pentoses. Les pentoses sont des oses (monosaccharides) qui comportent cinq atomes de carbone. On utilise fréquemment le terme pentosane pour faire référence aux fibres alimentaires.

### **Pérenne (plante)**

Aussi appelée plante vivace ou pluriannuelle, il s'agit d'une plante pouvant vivre plusieurs années. Elle subsiste l'hiver sous forme d'organes spécialisés souterrains protégés du froid et chargés en réserve.

### **Phylogénétique moléculaire**

Discipline qui a pour but d'obtenir des informations sur l'histoire évolutive des organismes vivants et notamment sur leurs liens de parenté, grâce au séquençage des macromolécules biologiques (nucléotides, acides aminés, etc.).

### **Poïkilothermes**

Animaux dits à « sang froid ». Il s'agit des animaux ayant une température corporelle qui varie avec celle de leur milieu.

### **Rachis**

Axe central de l'épi.

### **Radicule**

Partie inférieure de l'axe d'un embryon qui, en se développant, deviendra la racine de la plante.

### **Réactions de Maillard ou glycation**

Il s'agit d'un ensemble très varié de réactions chimiques entre les acides aminés et les sucres des aliments lors de leur cuisson à haute température, bien qu'il existe également des exemples de réaction « à froid » qui ont lieu sans nécessiter de chauffage, donc en dehors de toute cuisson. Cet ensemble de réactions entre le groupe carbonyle du sucre et le groupe amine de l'acide aminé est constitué de trois étapes. C'est notamment lors de la troisième étape que se forment des composés aromatiques et que sont produites les mélanoidines, responsables du brunissement de la matière.

### **Rouissage**

Macération que l'on fait subir aux plantes textiles telles que le lin, afin de dissoudre la pectose qui soude les fibres à la partie ligneuse sous l'action enzymatique des microorganismes, ce qui facilite ensuite l'extraction des fibres lors du teillage. Il se pratique soit par immersion plus ou moins prolongée (rouissage à l'eau), soit par exposition à la chaleur et à l'humidité au sol (rouissage à terre).

### **Sarclage**

Technique agricole consistant à ameublir le sol et à détruire les plantes adventices présentes dans une culture à l'aide d'outils manuels tels que le sarcloir.

**Semence**

Terme n'ayant aucune valeur botanique, il indique seulement la fonction de dissémination qui peut être assurée soit par la graine, soit par le fruit. On parle de semence pour faire référence à l'appareil disséminateur semé (Ducreux, 2002).

**Spéciation**

Processus d'évolution par lequel de nouvelles espèces se forment à partir d'ancêtres communs. L'anagenèse et la cladogenèse sont les deux principales façons dont la spéciation se produit.

**Syntaxon**

Un syntaxon est, dans la classification phytosociologique, une unité taxinomique (c'est-à-dire un groupement végétal) de rang indéterminé (association, alliance, ordre, classe et leurs sous-unités).

**Taxon**

Terme utilisé pour désigner toute entité systématique concrète, quel que soit son rang (ordre, famille, genre, espèce, sous-espèce, variété, etc.).

**Tchernoziom**

Ce mot d'origine russe traduit littéralement « terre noire ». Il s'agit d'un type de sol riche en humus (3 à 15 %) à l'origine de sa couleur caractéristique. Cette terre noire est par ailleurs riche en potasse, phosphore et oligoéléments. L'impasse d'engrais de fond azoté est donc possible. C'est un sol caractéristique de certaines parties du biome des prairies, des steppes et des steppes boisées sous climat tempéré continental et il est souvent considéré comme le meilleur sol au monde pour l'agriculture.

**Tégument**

En botanique, le tégument désigne un tissu différencié formant une enveloppe autour de divers organes, notamment l'ovule et la graine.

**Tallage**

Phénomène naturel qui permet d'obtenir plusieurs tiges à partir d'une seule. On les appelle les talles. C'est la 4<sup>ème</sup> et dernière étape du cycle végétatif après les semis, la germination et la levée. Plus il y aura de talles, plus il y aura d'épis et de grains de blé. Cette étape est déterminante pour le rendement puisqu'elle doit se dérouler sans risque de gel. En

effet, l'épi en cours de développement risque d'être détérioré, voire détruit, si les températures sont trop basses.

### Teillage

Le teillage désigne la séparation des fibres du bois de la plante. En effet, les fibres de lin sont contenues dans l'enveloppe externe de la tige. Pour pouvoir les exploiter, il est nécessaire de les extraire et de les débarrasser du bois présent au centre de la tige. Il s'agit d'une extraction mécanique des fibres réalisées par broyage puis par battage. Les fibres obtenues se classent en deux catégories : fibre longue (la filasse) et fibre courte (les étoupes).

### Tétraploïde

Se dit d'une cellule qui possède quatre copies d'un même chromosome (chromosomes homologues). En effet, dans certaines conditions, il peut y avoir une agrégation des génomes au cours de croisements entre espèces (polyploïdes).

Les cellules des blés tétraploïdes possèdent deux génomes différents exprimés « BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup> » chez *Triticum dicoccon*, *Triticum durum* et *Triticum turgidum*, et « GGA<sup>u</sup>A<sup>u</sup> » chez *Triticum timopheevii* (Cappers et Neef, 2012, p. 292 ; Zohary *et al.*, 2012, p. 23-24). Ils contiennent chacun sept paires de chromosomes homologues :  $2n = 4x = 28$  chromosomes, où  $n$  est le nombre de copies de chaque chromosome au sein d'un génome et  $x$  est le nombre d'exemplaires de chaque chromosome dans une cellule somatique (Fig. 356). Les blés tétraploïdes sont issus d'un événement d'hybridation impliquant deux espèces diploïdes.

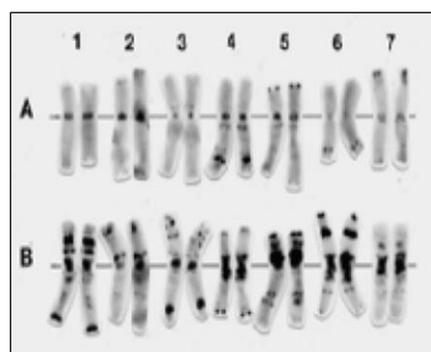


Fig. 356 - Caryotype de l'amidonnier *Triticum dicoccon* (Institut français de l'éducation, 2016).

### Trous de poteau

Traces laissées dans le sol par les supports d'un édifice en bois disparu, qui permettent d'en reconstituer la structure (Académie française, 2023).

**Vannes**

Ensemble d'éléments constitutifs de l'épi de céréale hors caryopses (balle, barbe, *furca*, paille, rachis).

**Variable continue**

Les variables continues sont des variables quantitatives pouvant prendre un nombre infini de valeurs réelles à l'intérieur d'un intervalle donné. Par exemple, le nombre de valeurs possibles que peut prendre la taille est théoriquement infini. Une personne pourrait mesurer 1,632 174 mètres.

**Variable discrète**

Les variables discrètes sont des variables quantitatives ne pouvant prendre qu'un nombre fini de valeurs réelles à l'intérieur d'un intervalle donné. Par exemple, la taille du ménage est une valeur finie, puisque l'on sait qu'il n'est pas possible pour un ménage d'inclure un nombre de personnes qui serait une fraction d'un nombre entier.

**Varve**

Une varve est une couche sédimentaire qui s'est déposée en une année, au fond d'un lac. Cette stratification est due à des variations annuelles du climat (saisons). L'étude des varves est utile pour dater par le biais du calcul du nombre des étés (couches claires) et des hivers (couches foncées).

**Vernalisation**

Période de froid subie par une plante, nécessaire pour la faire passer du stade végétatif au stade reproductif, c'est-à-dire pour enclencher la floraison.



## BIBLIOGRAPHIE

ACADÉMIE FRANÇAISE (2023) – Poteau, *Dictionnaire de l'Académie française, 9e édition*. [En ligne] <https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9P3666> (consulté le 16 janvier 2023).

AGRIDEA (2017) – Amidonnier, engrain, épeautre : recueil d'expériences, *Recueil d'expérience AAE, Projet CerQual*. [En ligne] <https://www.bioactualites.ch/fileadmin/documents/bafr/production-vegetale/grandes-cultures/CERQUAL-experiences-2017-11-17.pdf> (consulté le 10 juillet 2023).

AKERET Ö. (2005) – Plant remains from a Bell Beaker site in Switzerland, and the beginnings of *Triticum spelta* (spelt) cultivation in Europe, *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, 4, p. 279-286.

ALLARD P., HAMON C., BONNARDIN S., CAYOL N., CHARTIER M., COUDART A., DUBOULOZ J., GOMART L., HACHEM L., ILETT M., MEUNIER K., MONCHABLON C., THEVENET C. (2013) – Linear Pottery domestic space: taphonomy, distribution of finds and economy in the Aisne valley settlements, in C. Hamon, P. Allard, et M. Ilett (dir.), *The Domestic Space in LBK Settlements*, The Domestic Space in LBK Settlements, Maison Archéologie & Ethnologie, Nanterre, 7-8 Octobre 2010, (Internationale Archäologie - Arbeitsgemeinschaft, Symposium, Tagung, Kongress, 17), Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf GmbH, p. 9-28.

ANTOLÍN F. (2008) – *Aproximació a l'estudi de la percepció i la interacció amb l'entorn vegetal en societats caçadores recollectores i agricultores*, Bachelor Thesis, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelone, 289 p.

ANTOLÍN F. (2013) – *Of cereals, poppy, acorns and hazelnuts. Plant economy among early farmers (5500-2300 cal BC) in the NE of the Iberian Peninsula. An archaeobotanical approach.*, PhD Thesis, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelone, 496 p.

ANTOLÍN F., BOUBY L., MARTIN L., ROTTOLI M., JESUS A. (2021) – Archaeobotanical Evidence of Plant Food Consumption among Early Farmers (5700-4500 BC) in the Western Mediterranean Region, *Food and History*, 19, 1-2, p. 235-253.

ANTOLÍN F., SABANOV A., NAUMOV G., SOTERAS R. (2020) – Crop choice, gathered plants and household activities at the beginnings of farming in the Pelagonia Valley of North Macedonia, *Antiquity*, 94, 376, E21. [En ligne] <https://doi.org/10.15184/aqy.2020.119> (consulté le 16 mai 2022).

APG III (2009) – An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, p. 105-121.

APG IV (2016) – An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, p. 1-20.

APPERT J. (1985) – *Le stockage des produits vivriers et semenciers*, vol. 1 : Dégâts, pertes et moyens de stockage, Paris, Éditions Maisonneuve et Larose, (Le technicien d'agriculture tropicale, 4), 113 p.

ARBOGAST R.-M. (1989) – IV. Les animaux domestiques des fosses-silos, Le village Michelsberg des Hautes Chanvières à Mairy (Ardennes), *Gallia Préhistoire*, tome 31, p. 139-158.

ARBOGAST R.-M. (1993) – 14. Les données archéozoologiques des sites chasséens et Michelsberg du nord de la France et des marges orientales : remarques préliminaires, in C. Guillaume (dir.), *Le Néolithique du nord-est de la France et des régions limitrophes*, actes du XIIIe colloque interrégional sur le Néolithique, Metz, 10-12 octobre 1986, (Documents d'Archéologie française), Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, p. 151-154.

ARBOGAST R.-M. (1994) – *Premiers élevages néolithiques du Nord-Est de la France*, ERAUL 67, Liège, Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 165 p.

ARBOGAST R.-M. (2000) – L'habitat rubané de Rosheim « Lotissement Sainte-Odile » (Bas-Rhin) - Étude de la faune, *Cahiers de l'Association pour la Promotion de la recherche Archéologique*, 16, p. 51-65.

ARBOGAST R.-M. (2001) – Variabilité de la représentation des animaux sauvages et statut de la chasse sur les sites du Rubané du Nord de la France, in R.-M. Arbogast, C. Jeunesse, et J. Schibler (dir.), *Rôle et statut de la chasse dans le Néolithique ancien danubien (5500 - 4900 av. J.-C.)*, actes des premières rencontres danubiennes, Strasbourg, 20-21 novembre 1996, Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf GmbH, p. 77-90.

ARBOGAST R.-M. (2007) – Archéozoologie des occupations rubanées de Moselle : Résultats préliminaires, in V. Blouet, E. Decker, T. Klag, M.-P. Petitdidier, et L. Thomashausen (dir.), *Le Néolithique ancien en Lorraine, Action collective de recherche*, vol. I : Texte, Metz, Service régional de l'Archéologie de Lorraine, p. 255-262.

ARBOGAST R.-M. (2008) – Annexe 2 : Étude des restes de macrofaune des fosses 1003 et 1004, in J. Franck (dir.), *Pouilly (Moselle) « ZAC Chèvre Haie »*, rapport final d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est nord, p. 125-134.

ARBOGAST R.-M. (2010) – La chasse au cerf au Néolithique : un gibier par excellence, *Archéopages : Chasses*, 28, p. 16-19.

ARBOGAST R.-M., JEUNESSE C., DENAIRE A., LEFRANC P. (2013) – Les dépôts d'animaux en fosse circulaire du Néolithique récent dans la Plaine du Rhin supérieur : les données des fouilles récentes, in G. Auxiette et P. Méniel (dir.), *Les dépôts d'ossements d'animaux en France, de la fouille à l'interprétation*, actes de la table ronde de Bibracte, Bibracte, 15-17 octobre 2012, (Archéologie des plantes et des animaux, 4), Montagnac, Éditions Monique Mergoïl, p. 191-200.

ARVALIS (2012) – Le lin fibre de printemps : assurer une structure favorable, *Arvalis-Institut du végétal*. [En ligne] <https://www.arvalis-infos.fr/lin-travail-du-sol-assurer-une-structure-favorable-@/view-10366-arvarticle.html> (consulté le 26 juillet 2021).

ASCOUGH P.L., BIRD M.I., FRANCIS S.M., THORNTON B., MIDWOOD A.J., SCOTT A.C., APPERLEY D. (2011) – Variability in oxidative degradation of charcoal: Influence of

production conditions and environmental exposure, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75, 9, p. 2361-2378.

BACCEGA S., BLOUET V., FAYE C., MERVELET P., KLAG T. (1987) – *Frouard (Meurthe-et-Moselle) « ZAC du Saule Gaillard »*, rapport de fouille archéologique, Metz, Direction des Antiquités préhistoriques et historiques de Lorraine, 36 p.

BACCINI A. (2010) – *Statistique Descriptive Multidimensionnelle (pour les nuls)*, Toulouse, Publications de l'Institut de Mathématiques de Toulouse, 33 p. [En ligne] <https://www.math.univ-toulouse.fr/~baccini/zpedago/asdm.pdf> (consulté le 30 mars 2022).

BAKELS C.C. (1978) – *Four Linearbandkeramik settlements and their environment: a paleoecological study of Sittard, Stein, Elsloo and Hienheim*, Leiden, Leiden University Press, (Analecta Praehistorica Leidensia, XI), 152 p.

BAKELS C.C. (1983) – Pflanzenreste aus Niederbayern - Beobachtungen in rezenten Ausgrabungen, *Bericht der Bayerischen Bodendenkmalpflege*, 24/25, p. 157-166.

BAKELS C.C. (1984a) – Anhang. Abdrücke von Pflanzenresten aus der Siedlung Frauenhofen, Ried Milchtaschen, *Archaeologia Austriaca*, 68, p. 47.

BAKELS C.C. (1984b) – Carbonized seeds from Northern France, in P. W. van den Broeke et W. A. B. van der Sande (dir.), *Collection of papers*, (Analecta Praehistorica Leidensia, 17), Leiden, Leiden University Press, p. 1-27.

BAKELS C.C. (1986a) – Anhang. Pflanzenresten aus der Siedlung Frauenhofen, Neue Breiten, *Archaeologia Austriaca*, 70, p. 176.

BAKELS C.C. (1986b) – Früchte und Samen, in P. J. R. Modderman (dir.), *Die Neolithische Besiedlung bei Hienheim, Ldkr. Kelheim*, (Analecta Praehistorica Leidensia, 19), Leiden, Leiden University Press, p. 108-109.

BAKELS C.C. (1990) – The crops of the Rössen culture: significantly different from their Bandkeramik predecessors - French influence?, in D. Cahen et M. Otte (dir.), *Rubané et Cardial. Néolithique ancien en Europe moyenne*, actes du Colloque International de Liège, Liège, novembre 1988, (ERAUL, 39), Liège, Éditions ERAUL, p. 83-87.

BAKELS C.C. (1992a) – Fruits and seeds from the Linearbandkeramik settlement at Meindling, Germany, with special reference to *Papaver somniferum*, in C. C. Bakels (dir.), *The end of our third decade*, (Analecta Praehistorica Leidensia, 25), Leiden, Leiden University Press, p. 55-68.

BAKELS C.C. (1992b) – The botanical shadow of two early Neolithic settlements in Belgium: carbonized seeds and disturbances in a pollen record, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 73, 1-4, p. 1-19.

BAKELS C.C. (1995) – Les restes carbonisés de graines et de fruits, in M. Ilett et M. Plateaux (dir.), *Le site néolithique de Berry-au-Bac « Le Chemin de La Pêcherie » (Aisne)*, (Monographie du CRA, 15), Paris, CNRS Éditions, p. 124-143.

BAKELS C.C. (1997) – Le blé dans la culture de Cerny, in C. Constantin, C. Mordant, et D. Simonin (dir.), *La Culture de Cerny. Nouvelle économie, nouvelle société au Néolithique*,

actes du colloque international de Nemours, Nemours, 9-11 mai 1994, (Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île de France, 6), Nemours, Éditions A.P.R.A.I.F., p. 315-317.

BAKELS C.C. (1999) – Archaeobotanical investigations in the Aisne valley, northern France, from the neolithic up to the early Middle Ages, *Vegetation History and Archaeobotany*, 8, p. 71-77.

BAKELS C.C. (2007) – 6. Aspects of crops and crop processing in the Linearbandkeramik settlement of Geleen-Janskamperveld, The Netherlands, in P. van de Velde (dir.), *Excavations at Geleen-Janskamperveld 1990/1991*, (Analecta Praehistorica Leidensia, 39), Leiden, Leiden University Press, p. 91-97.

BAKELS C.C. (2008) – Maastricht-Vogelzang, the Netherlands, a Michelsberg site in the valley of the Meuse seen from a botanical angle, in H. Fokkens, B. Coles, A. Van Gijn, J. P. Kleijne, H. H. Ponjee, et C. G. Slappendel (dir.), *Between foraging and farming. An extended broad spectrum of papers presented to Leendert Louwe Kooijmans*, (Analecta Praehistorica Leidensia, 40), Leiden, Leiden University Press, p. 111-122.

BAKELS C.C. (2009) – *The Western European Loess Belt. Agrarian history, 5300 BC - AD 1000*, Dordrecht, Springer, 295 p.

BAKELS C.C., ALKEMADE M.J., VERMEEREN C.E. (1993) – Botanische Untersuchungen in der Rössener Siedlung Maastricht-Randwijck, *Archaeo-Physika*, 13, p. 35-48.

BAKELS C.C., CONSTANTIN C., HAUZEUR A. (1992) – Utilisation de graines de pavot comme dégraissant dans un vase du Groupe de Blicquy, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 22, p. 473-479.

BAKELS C.C., ROUSSELLE R. (1985) – Restes botaniques et agriculture du Néolithique ancien en Belgique et aux Pays-Bas, *Helinium*, XXV, p. 37-57.

BÁNFFY E. (2004) – *The 6th millennium BC boundary in Western Transdanubia and its role in the Central European Transition (The Szentgyörgyvölgyi-Pityerdomb settlement)*, Budapest, Publicationes Instituti Archaeologici Academiae Scientiarum Hungaricae, (Varia Archaeologica Hungarica, XV), 451 p.

BÁNFFY E. (2013) – Chapter 6. Tracing the Beginning of Sedentary Life in the Carpathian Basin. The Formation of the LBK House, in D. Hofmann et J. Smyth (dir.), *Tracking the Neolithic House in Europe. Sedentism, Architecture and Practice*, (One World Archaeology), New York, Springer Verlag, p. 117-149.

BARCLAY G.J., BROPHY K., MACGREGOR G. (2002) – Claish, Stirling: an early Neolithic structure in its context, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, 132, p. 65-137.

BAREIL N. (2015) – Deuxième palier de ventilation : abaisser la température des grains à 12°C, *Arvalis-Institut du végétal*. [En ligne] <https://www.arvalis-infos.fr/une-baisse-des-temperatures-propice-au-deuxieme-palier-de-ventilation-@/view-11240-arvarticle.html> (consulté le 18 janvier 2022).

BAREIL N. (2016) – Stockage des céréales. Lutter par le froid contre les insectes, *Perspectives agricoles*, 436, p. 14-18.

BARRON C., ABÉCASSIS J., CHAURAND M., LULLIEN-PELLERIN V., MABILLE F., ROUAU X., SADOUDI A., SAMSON M.F. (2012) – Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche, *Innovations Agronomiques*, 19, p. 51-62.

BATTIAU-QUENEY Y. (1993) – *Le relief de la France. Coupes et croquis*, Paris, Éditions Masson, 252 p.

BEAU A., RIVOLLAT M., RÉVEILLAS H., PEMONGE M.-H., MENDISCO F., THOMAS Y., LEFRANC P., DEGUILLOUX M.-F. (2017) – Multi-scale ancient DNA analyses confirm the western origin of Michelsberg farmers and document probable practices of human sacrifice, *PLOS ONE*, 12, 7, e0179742. [En ligne] <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179742> (consulté le 10 janvier 2021).

BEDAULT L., HACHEM L. (2008) – Recherches sur les sociétés du Néolithique danubien à partir du Bassin parisien : approche structurelle des données archéozoologiques, in L. Burnez-Lanotte, M. Ilett, et P. Allard (dir.), *Fin des traditions danubiennes dans le Néolithique du Bassin parisien et de la Belgique, 5100-4700 av. J.-C. : autour des recherches de Claude Constantin*, Mémoire XLIV, Paris, Namur, Société préhistorique française, Presses universitaires de Namur, p. 221-243.

BENSETTITI F., RAMEAU J.-C., CHEVALLIER H. (2001) – « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*, vol. 1, Paris, Éditions La Documentation française, 339 p.

BERRIO L. (2012) – *Économie végétale et alimentation en Lorraine au Néolithique ancien. Étude carpologique du site rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (Vosges)*, vol. 1 : Texte, Mémoire de master 2, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UFR Histoire de l'art et archéologie, Archéologie environnementale, Paris, 170 p.

BERRIO L., BLOUET V., WIETHOLD J. (2018) – Une interprétation fonctionnelle des habitats rubanés. L'apport de l'étude des comblements de trous de poteau, *Archéopages : Maisons*, 46, p. 6-15.

BERT F. (2017) – Le lin fibre : une valorisation de toutes les composantes de la plante, *Arvalis-Institut du végétal*. [En ligne] <https://www.arvalis-infos.fr/une-valorisation-de-toutes-les-composantes-de-la-plante-@/view-25819-arvarticle.html> (consulté le 26 juillet 2021).

BERZSÉNYI B.K., DÁLNOKI O. (2005) – Plant Cultivation and Crop Processing at the Formative LBK Settlement of Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb in Transdanubia (6th Millennium BC), *Antaeus, Communicationes ex Instituto Archaeologico Academiae Scientiarum Hungaricae*, 28, p. 261-270.

BICKLE P. (2013) – Chapter 7. Of Time and the House: the Early Neolithic Communities of the Paris Basin and Their Domestic Architecture, in D. Hofmann et J. Smyth (dir.), *Tracking the Neolithic House in Europe. Sedentism, Architecture and Practice*, (One World Archaeology), New York, Springer Verlag, p. 151-181.

BICKLE P. (2016) – Chapter Four. Capturing Diversity in Neolithic Diets, in L. Amkreutz, F. Haack, D. Hofmann, et I. van Wijk (dir.), *Something Out of the Ordinary? Interpreting*

*Diversity in the Early Neolithic Linearbandkeramik and Beyond*, Newcastle upon Tyne, Cambridge Scholars Publishing, p. 89-119.

BICKLE P., CHAN B., CZERNIAK L., PYZEL J., TSORAKI C. (2016) – At Home in the Neolithic: Understanding Diversity in Neolithic Houses and Households, *Open Archaeology*, 2, p. 410-416.

BIENIEK A. (2002) – Archaeobotanical analysis of some early Neolithic settlements in the Kujawy region, central Poland, with potential plant gathering activities emphasised, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 1-2, p. 33-40.

BIENIEK A. (2007) – Chapter 18. Neolithic plant husbandry in the Kujawi region of central Poland, in S. Colledge et J. Conolly (dir.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*, Walnut Creek, University College London Institute of Archaeology Publications, p. 327-342.

BILLARD M., JOLY F., LUNDSTRÖM-BAUDAIS K., MAÎTRE A., MIGNOT C., MONNIER J.-L., PÉTREQUIN P. (1997) – Environnement végétal et sélection des bois d'œuvre, in P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura). III : Chalain station III, 3200-2900*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, p. 171-185.

BINOIS-ROMAN A. (2020) – *Deux variables quantitatives : régression linéaire et corrélation*, Cours de Licence 3, Statistiques et traitement des données en archéologie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

BIO 82, FRAB MIDI-PYRÉNÉES (2011) – Petit épeautre. Une céréale ancienne pleine d'avenir, *Les Fiches Cultures Bio. Des agriculteurs bio partagent leur savoir-faire*. [En ligne] <https://www.aveyron-bio.fr/fr/produisez-bio/documents/Fiche-Petit-epeautre.pdf> (consulté le 19 mai 2022).

BIOLFLOR (2002) – Search and information system on vascular plants in Germany, *Database BiolFlor Version 1.1 (Web-Service)*, UFZ - Centre for Environmental Research. [En ligne] [www.biolflor.de](http://www.biolflor.de) (consulté le 10 avril 2023).

BISHOP R.R. (2021) – Hunter-gatherer carbohydrate consumption: plant roots and rhizomes as staple foods in Mesolithic Europe, *World Archaeology*, 53, 2. [En ligne] <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00438243.2021.2002715> (consulté le 17 juin 2022).

BLACHE J., BLAIS R., BRUNEAU C., CAPOT-REY R., CORROY G., GAIN A., GROSIDIER DES MATONS M., HÉLIOT Y., LABASTE A., LUCAS A., MAROT P., MATTENET F., MILLET E., TROUX A. (1937) – *Géographie lorraine*, Nancy, Société lorraine des études locales dans l'enseignement public, Éditions Berger-Levréau, 475 p.

BLATTER R.H.E., JACOMET S., SCHLUMBAUM A. (2004) – About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW Glutenin B1-1 and A1-2 subunit genes, *Theoretical and Applied Genetics*, 108, 2, p. 360-367.

BLOUET V. (1996) – *Les débuts de l'agriculture en Lorraine. Projet collectif de recherche*, Metz, Service régional de l'Archéologie de Lorraine, 50 p.

BLOUET V. (2006) – Du Néolithique au Bronze ancien entre Pont-à-Mousson et Thionville. Bilan sommaire de vingt-cinq ans d'archéologie préventive dans un terroir du bassin de la Moselle, in P. Brun, C. Marcigny, et J. Vanmoerkerke (dir.), *Une archéologie des réseaux locaux. Quelles surfaces étudier pour quelle représentativité ?*, actes de la table ronde des 14 et 15 juin 2005 à Châlons-en-Champagne, (Les Nouvelles de l'Archéologie, 104-105), Paris, Éditions Errance, p. 29-34.

BLOUET V. (2009) – 13. Le développement de l'archéologie préventive en Lorraine, in J.-P. Demoule et C. Landes (dir.), *La fabrique de l'archéologie en France*, (Hors collection Sciences Humaines), Paris, La Découverte, p. 200-209.

BLOUET V. (2017) – Ni anges ni démons : de la violence chez les premiers agriculteurs de l'Europe du Nord-Ouest, in E. by L. Manolakakis, N. Schlanger, et A. Coudart (dir.), *European Archaeology: Identities & Migrations. Archéologie européenne : Identités & Migrations, hommages à Jean-Paul Demoule*, Leiden, Sidestone Press, p. 339-370. [En ligne] <https://www.sidestone.com/books/european-archaeology-identities-migrations> (consulté le 19 mars 2018).

BLOUET V. dir. (en cours) – *Projet d'activité scientifique sur les structures d'habitats du Néolithique en Lorraine*.

BLOUET V., BOSQUET D., CONSTANTIN C., FOCK H., ILETT M., JADIN I., KLAG T., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L. (2021) – Le Rubané en Belgique : nouvelle chronologie céramique et synchronisation avec les régions voisines, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 118, 2, p. 277-322.

BLOUET V., BOUR J.-Y., GANARD V., KLAG T., LAFFITE J.-D., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L., VANMOERKERKE J. (2007) – Le Néolithique moyen de la moyenne Moselle française, in F. Le Brun-Ricalens, F. Valotteau, et A. Hauzeur (dir.), *Relations interrégionales au Néolithique entre Bassin parisien et Bassin rhénan*, actes du 26e Colloque interrégional sur le Néolithique, Luxembourg, 8-9 novembre 2003, (Archaeologia Mosellana, 7), Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art du Luxembourg, Service régional de l'Archéologie de Lorraine et Landesdenkmalamt, p. 319-342.

BLOUET V., BRÉNON J.-C., FRANK J., KLAG T., KOENIG M.-P., PERNOT P., PETITDIDIER M.-P., THIÉRIOT F., THOMASHAUSEN L., VANMOERKERKE J. (2019) – Le troisième millénaire entre la Sarre et la Meuse française, in C. Montoya, J.-P. Fagnart, et J.-L. Loch (dir.), *Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest : mobilités, climats et entités culturelles*, XXVIIIe Congrès préhistorique de France, Amiens, 30 mai - 4 juin 2016, vol. 3 : Néolithique-Âge du Bronze, Paris, Société préhistorique française, p. 321-344.

BLOUET V., DECKER E., KLAG T., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L. (2012) – Population dynamics and ancient Neolithic occupation in Lorraine, in R. Smolnik, S. Wolfram, H. Stäuble, M. Cladders, et Th. Tischendorf (dir.), *Siedlungsstruktur und Kulturwandel in der Bandkeramik*, Beiträge der internationalen Tagung „Neue Fragen zur Bandkeramik oder alles beim Alten?!“ Leipzig, 23. bis 24. September 2010, (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege), vol. 25, Dresden, Landesamt für Archäologie Sachsen Geschichte, p. 91-106.

BLOUET V., DECKER E., KLAG T., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L., ARBOGAST R.-M., BONNARDIN S., RUFFALDI P. (2007) – *Le Néolithique ancien en*

Lorraine, *Rapport d'Action collective de recherche*, vol. I: Texte, Metz, Service régional de l'Archéologie de Lorraine, 291 p.

BLOUET V., DECKER E., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L. (2007) – L'approvisionnement en matériaux siliceux du Rubané Lorrain, in F. Le Brun-Ricalens, F. Valotteau, et A. Hauzeur (dir.), *Relations interrégionales au Néolithique entre Bassin parisien et Bassin rhénan*, actes du 26e Colloque interrégional sur le Néolithique, Luxembourg, 8-9 novembre 2003, (Archaeologia Mosellana, 7), Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art du Luxembourg, Service régional de l'Archéologie de Lorraine et Landesdenkmalamt, p. 89-97.

BLOUET V., GÉBUS L., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L. (2016) – Historique et objectifs scientifiques de la mécanisation en Lorraine, in A. Koehler et C. Marcille (dir.), *La fouille mécanisée: enjeux méthodologiques et scientifiques*, actes du séminaire méthodologique des 5 et 6 décembre 2007, (Les Cahiers de l'Inrap, 4), Paris, Inrap, p. 31-35.

BLOUET V., GUILLAUME C. (1984) – Le Michelsberg en Lorraine, *Revue archéologique de Picardie*, 1-2, p. 125-145.

BLOUET V., KLAG T., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L. (2013a) – *Le Néolithique ancien en Lorraine*, vol. I: Etude typochronologique de la céramique, Paris, Société préhistorique française, (Mémoire, 55), 377 p.

BLOUET V., KLAG T., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L. (2013b) – *Le Néolithique ancien en Lorraine*, vol. II: Inventaire des sites et planches céramique, Paris, Société préhistorique française, (Mémoire, 55), 360 p.

BLOUET V., KLAG T., PETITDIDIER M.-P., THOMASHAUSEN L. (2013c) – Synchronisation des séquences du Rubané de Lorraine et du Bassin parisien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 110, n°3, p. 513-537.

BLOUET V., VANMOERKERKE J., BRÉNON J.-C., FRANCK J., FRAUCIEL M., GALLAND S., JACQUEMOT S., KLAG T., KOENIG M.-P., LEFEBVRE A., PERNOT P., PETITDIDIER M.-P., THIÉRIOT F., THOMASHAUSEN L., VÉBER C., WIETHOLD J. (2009) – *Culture, population et occupation du sol. La Lorraine et la frange orientale de la Champagne-Ardenne entre 2500 et 1500 avant notre ère. Projet collectif de recherche*, vol. 1 : Bilan et perspectives, rapport 2008, Metz, Ministère de la Culture et de la Communication, 30 p.

BOARDMAN S., JONES G. (1990) – Experiments on the effects of charring on cereal plant components, *Journal of Archaeological Science*, 17, 1, p. 1-11.

BOELICKE U. (1982) – Gruben und Häuser: Untersuchungen zur Struktur bandkeramischer Hofplätze, in J. Pavúk (dir.), *Siedlungen der Kultur mit Linearkeramik in Europa*, Nitra, Archäologisches Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, p. 17-28.

BOELICKE U. (1988) – Die Gruben, in U. Boelicke, D. von Brandt, J. Lüning, P. Stehli, et A. Zimmermann (dir.), *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8: Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren*, (Beiträge zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte III; Rheinische Ausgrabungen, 28), vol. 2, Köln, Rheinland-Verlag, p. 300-394.

- BOGAARD A. (2002) – Questioning the relevance of shifting cultivation to Neolithic farming in the loess belt of Europe: evidence from the Hambach Forest experiment, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 1-2, p. 155-168.
- BOGAARD A. (2004) – *Neolithic farming in Central Europe: an archaeobotanical study of crop husbandry practices*, London, Routledge, 209 p.
- BOGAARD A. (2005) – ‘Garden agriculture’ and the nature of early farming in Europe and the Near East, *World Archaeology*, 37, 2, p. 177-196.
- BOGAARD A. (2011) – *Plant use and crop husbandry in an early Neolithic village: Vaihingen an der Enz, Baden-Württemberg*, Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, (Frankfurter Archäologische Schriften, 16, 391 p.
- BOGAARD A., ARBOGAST R.-M., EBERSBACH R., FRASER R., KNIPPER C., KRAHN C., SCHÄFER M., STYRING A., KRAUSE R. (2016) – The Bandkeramik settlement of Vaihingen an der Enz, Kreis Ludwigsburg (Baden-Württemberg): an integrated perspective on land use, economy and diet, *Germania*, 94, 1-2, p. 1-60.
- BOGAARD A., FRASER R., HEATON T.H.E., WALLACE M., VAIGLOVA P., CHARLES M., JONES G., EVERSHERD R.P., STYRING A.K., ANDERSEN N.H., ARBOGAST R.-M., BARTOSIEWICZ L., GARDEISEN A., KANSTRUP M., MAIER U., MARINOVA E., NINOV L., SCHÄFER M., STEPHAN E. (2013) – Crop manuring and intensive land management by Europe’s first farmers, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 31, p. 12589-12594.
- BOGAARD A., HEATON T.H.E., POULTON P., MERBACH I. (2007) – The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices, *Journal of Archaeological Science*, 34, 3, p. 335-343.
- BOGAARD A., HODGSON J., NITSCH E., JONES G., STYRING A., DIFFEY C., POUNCETT J., HERBIG C., CHARLES M., ERTUĞ F., TUGAY O., FILIPOVIC D., FRASER R. (2016) – Combining functional weed ecology and crop stable isotope ratios to identify cultivation intensity: a comparison of cereal production regimes in Haute Provence, France and Asturias, Spain, *Vegetation History and Archaeobotany*, 25, 1, p. 57-73.
- BOGAARD A., HODGSON J., WHITLAM J., AUMEERUDDY-THOMAS Y., DELAUGE J., HUC S., VANDERPERT H., SAATKAMP A., PAVON D. (2020) – *Adventices des champs céréaliers en agriculture biologique sur le territoire de Sault, en Haute-Provence : Identification et écologie*, Oxford, School of Archaeology, University of Oxford, 98 p. [En ligne] <https://archit.web.ox.ac.uk/files/frenchlanguageversionpdf-0> (consulté le 20 mai 2023).
- BOGAARD A., JONES G. (2007) – Neolithic farming in Britain and central Europe: contrast or continuity?, in A. Whittle et V. Cummings (dir.), *Going over: the Mesolithic-Neolithic transition in North-West Europe*, (Proceedings of the British Academy, 144), New York, Oxford University Press, p. 357-375.
- BOGAARD A., JONES G., CHARLES M., HODGSON J.G. (2001) – On the Archaeobotanical Inference of Crop Sowing Time using the FIBS Method, *Journal of Archaeological Science*, 28, 11, p. 1171-1183.

BONASSI J., CARTIER D., COURTE C., DARDAINE P., GODÉ L., MAHÉVAS T., MILLARAKIS P., MULLER S., RAGUÉ J.-C., RICHARD P., SEZNEC G., VERNIER F., VOIRIN M., WEISS J.-M. (2015) – Inventaire de la flore vasculaire de Lorraine : indigénats, raretés, menaces, protections, *Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne et du nord-est de la France*, 13, p. 3-44.

BORRELLO M., MAIER U., SCHLICHOTHERLE H. (2015) – Céréales, mauvaises herbes et faucilles : à la recherche des premiers agriculteurs au nord des Alpes, *Le Globe. Revue genevoise de géographie*, 155, L'invention de l'agriculture, p. 47-64.

BOUBY L. (2003) – De la récolte au stockage : éclairages carpologiques, in P. C. Anderson, L. S. Cummings, T. K. Schippers, et B. Simonel (dir.), *Le Traitement des récoltes : un regard sur la diversité du Néolithique au présent*, XXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes, 17-19 octobre 2002, Antibes, Éditions APDCA, p. 21-46.

BOUR J.-Y., ADAM F., ADAMI F., BLOUET V., BRETON C., COLLING D., FAYE C., GLAD A., JUDE R., KUC M., THOMASHAUSEN L. (2002) – *Uckange (Moselle) « Cité des Sports »*, document final de synthèse de fouille préventive, Metz, Afan et Service régional de l'Archéologie de Lorraine, 215 p.

BRAADBAART F. (2008) – Carbonisation and morphological changes in modern dehusked and husked *Triticum dicoccum* and *Triticum aestivum* grains, *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, p. 155-166.

BRAADBAART F., POOLE I., VAN BRUSSEL A.A. (2009) – Preservation potential of charcoal in alkaline environments: an experimental approach and implications for the archaeological record, *Journal of Archaeological Science*, 36, 8, p. 1672-1679.

BRADLEY R. (2001) – Orientations and origins: a symbolic dimension to the long house in Neolithic Europe, *Antiquity*, 75, 287, p. 50-56.

BRINKKEMPER O., KOOISTRA L.I., KUIJPER W.J., VERMEEREN C. (2008) – Editorial. A tribute to Corrie Bakels on the occasion of her 65th birthday, *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, p. 1-2.

BRUNET V., AUXIETTE G., BACCEGA S., BRUNET P., DAUX B., DOLATA J., GALLAND S., LE SAINT QUINIO T., PROUTEAU R. (2006) – *Saint-Julien-lès-Metz (Moselle) « Ferme de Grimont »*. Site d'habitat Großgartach/épi-Rössen, 24 juin - 7 août 1998, document final de synthèse de fouille de sauvetage urgent, Metz, Service régional de l'Archéologie de Lorraine, 129 p.

BRUNET V., AUXIETTE G., BERRIO L., BONNARDIN S., CAYOL N., CUBAS M., DUBOULOZ J., HACHEM L., MARÉCHAL D., MONCHABLON C., ROLET J., PAILLER Y., PROUTEAU R., SALAVERT A., WIETHOLD J., ANDRÉ M.-F. (soumis) – L'habitat néolithique moyen et final de Saint-Julien-lès-Metz (Moselle, Lorraine). Structuration, culture matérielle, ressources animales et végétales : un corpus inédit, *Gallia Préhistoire*.

BRYCHOVA V., ROFFET-SALQUE M., PAVLŮ I., KYSELKA J., KYJAKOVA P., FILIP V., IVO S., EVERSLED R.P. (2021) – Animal exploitation and pottery use during the early LBK phases of the Neolithic site of Bylany (Czech Republic) tracked through lipid residue analysis, *Quaternary International*, 574, p. 91-101.

- BURGER J., THOMAS M.G. (2011) – 15. The Palaeopopulationgenetics of Humans, Cattle and Dairying in Neolithic Europe, in R. Pinhasi et J. T. Stock (dir.), *Human Bioarchaeology of the Transition to Agriculture*, John Wiley & Sons Ltd, p. 371-384.
- BUTTLER W., HABEREY W. (1936) – *Die Bandkeramische Ansiedlung bei Köln-Lindenthal*, vol. 1: Text, Berlin, Leipzig, Verlag von Walter De Gruyter, (Römisch-germanische Forschungen, 11), 178 p.
- CAPPERS R.T.J., BEKKER R.M. (2013) – *A Manual for the Identification of Plant Seeds and Fruits*, Groningen, Barkhuis Publishing, (Groningen archaeological studies, 23)
- CAPPERS R.T.J., BEKKER R.M., JANS J.E.A. (2012) – *Digitale zadenatlas van Nederland. Digital seed atlas of the Netherlands*, 2nd edition, Groningen, Barkhuis Publishing, (Groningen archaeological studies, 4), 502 p.
- CAPPERS R.T.J., NEEF R. (2012) – *Handbook of plant palaeoecology*, Groningen, Barkhuis Publishing, (Groningen archaeological studies, 19), 475 p.
- CAPPERS R.T.J., NEEF R., BEKKER R.M. (2006) – Repository, *Digital Plant Atlas*. [En ligne] <https://www.plantatlas.eu/repository> (consulté le 20 janvier 2021).
- CARPENTIER C. (2019) – ArboDat : base de données internationale en archéobotanique, *Carnet du GDR 3644 Bioarcheodat*. [En ligne] <https://bioarcheodat.hypotheses.org/3154> (consulté le 24 mars 2022).
- CASTAGNA R., BORGHINI B., DI FONZO N., HEUN M., SALAMINI F. (1995) – Yield and related traits of einkorn (*T. monococcum* ssp. *monococcum*) in different environments, *European Journal of Agronomy*, 4, 3, p. 371-378.
- CASTILLON P., BOUTHIER A. (2011) – Principes et mécanismes. Pourquoi les sols s'acidifient ?, *Perspectives agricoles*, 374, p. 20-22.
- CATT J.A. (2001) – The agricultural importance of loess, *Earth-Science Reviews*, 54, 1-3, p. 213-229.
- CETIOM (2011) – Lin graine d'hiver, *Arvalis-Institut du végétal*. [En ligne] [https://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/81/eb/8b/ed/lin\\_hiver\\_8171971210617154766.pdf](https://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/81/eb/8b/ed/lin_hiver_8171971210617154766.pdf) (consulté le 26 juillet 2021).
- CHESTER G. (2014) – *Identifying and interpreting doors in Linearbandkeramik longhouses*, Dissertation submitted towards MA in Later European Prehistory, Newcastle University, School of History, Classics and Archaeology, Newcastle upon Tyne, 103 p.
- CHOSEROT J.-M. (2020) – Un parfum de Méditerranée en Lorraine, *BLE Lorraine*. [En ligne] <https://www.blelorraine.fr/2020/06/un-parfum-de-mediterranee-en-lorraine/> (consulté le 12 septembre 2022).
- CHRZAVZEZ J. (2013) – *Approche expérimentale de la conservation des charbons de bois dans les gisements paléolithiques : processus post-dépositionnels, fragmentation et représentativité des assemblages anthracologiques*, Thèse de doctorat, Université de Nice - Sophia Antipolis, Nice, 459 p.

CIBOIS P. (2007) – *Les méthodes d'analyse d'enquêtes*, Paris, Presses universitaires de France, (« Que sais-je ? », n°3782), 128 p.

CIBOIS P. (2021) – Introduction à la classification, *Hypothèses*. [En ligne] <https://quanti.hypotheses.org/2186> (consulté le 24 mars 2022).

CIPMS-IKSMS (1998) – Protection contre les inondations dans le bassin de la Moselle et de la Sarre. État des lieux, *Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS-IKSMS)*. [En ligne] [http://www.iksms-cipms.org/servlet/is/20228/Etat\\_des\\_lieux\\_Protection\\_contre\\_les\\_inondations.pdf?command=downloadContent&filename=Etat\\_des\\_lieux\\_Protection\\_contre\\_les\\_inondations.pdf](http://www.iksms-cipms.org/servlet/is/20228/Etat_des_lieux_Protection_contre_les_inondations.pdf?command=downloadContent&filename=Etat_des_lieux_Protection_contre_les_inondations.pdf) (consulté le 13 janvier 2021).

COHEN K.M., FINNEY S.C., GIBBARD P.L., FAN J.-X. (2013) – The ICS International Chronostratigraphic Chart, *Episodes*, 36, 3, p. 199-204.

COHEN K.M., HARPER D.A.T., GIBBARD P.L., FAN J.-X. (2018) – International Chronostratigraphic Chart v 2018/08, *International Commission on Stratigraphy*. [En ligne] <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-08.pdf> (consulté le 16 avril 2021).

COHEN K.M., HARPER D.A.T., GIBBARD P.L., FAN J.-X. (2020) – International Chronostratigraphic Chart v 2020/03, *International Commission on Stratigraphy*. [En ligne] <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2020-03.pdf> (consulté le 16 avril 2021).

COHEN-OFRI I., WEINER L., BOARETTO E., MINTZ G., WEINER S. (2006) – Modern and fossil charcoal: aspects of structure and diagenesis, *Journal of Archaeological Science*, 33, 3, p. 428-439.

CONOLLY J., COLLEDGE S., SHENNAN S. (2008) – Founder effect, drift, and adaptive change in domestic crop use in early Neolithic Europe, *Journal of Archaeological Science*, 35, 10, p. 2797-2804.

CONSTANTIN C. (2007) – Exemples d'utilisations de dégraissants organiques dans la céramique du Néolithique ancien et moyen de France et de Belgique : l'os, la mousse et le pavot, in C. Oberweiler et B. van Doosselaere (dir.), *Thème VII Outils et méthodes de la recherche*, Dégraissants organiques : identifications, nomenclatures et référentiels, 1 avril 2006, Nanterre, Cahier des thèmes transversaux ArScAn, vol. VII, 2005/2006, p. 96-100.

CONSTANTIN C., ALLARD P., DEMAREZ L. (2010) – Le site rubané d'Aubechies « Coron-Maton » (Hainaut). Fouilles de 1984 à 2002, in L. Burnez-Lanotte, C. Constantin, et A. Hauzeur (dir.), *Le Néolithique ancien de Belgique. Sites du Hainaut et de Hesbaye*, (Bulletin du Cercle archéologique Hesbaye-Condruz, XXX), Amay, p. 5-111.

CONSTANTIN C., DERAMAIX G., DEMAREZ L. (2010) – Le site rubané de Ormeignies-Blicqy « La Petite Rosière » (Hainaut), in L. Burnez-Lanotte, C. Constantin, et A. Hauzeur (dir.), *Le Néolithique ancien de Belgique. Sites du Hainaut et de Hesbaye*, (Bulletin du Cercle archéologique Hesbaye-Condruz, XXX), Amay, p. 113-174.

COPERNICUS PROGRAMME (2021) – EU-Hydro - River Network Database, *Copernicus. Europe's eyes on Earth*. [En ligne] <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro/eu-hydro-river-network-database> (consulté le 3 avril 2021).

CORDIER S. (2004) – *Les niveaux alluviaux quaternaires de la Meurthe et de la Moselle entre Baccarat et Coblence : étude morphosédimentaire et chronostratigraphique, implications climatiques et tectoniques*, Thèse de doctorat, Université Paris-XII, Université Paris-Est-Créteil-Val-de-Marne, Paris, 455 p.

COUDART A. (1989) – Tradition, uniformity and variability in the architecture of the danubian Neolithic, in Archaeological Institute of the Czechoslovak Academy of Science (dir.), *Bilany seminar 1987*, Neolithic site of Bylany: International Seminar, from 6 to 10 April 1987, Praha, Archaeological Institute of the Czechoslovak Academy of Science, p. 199-223.

COUDART A. (1991) – Social Structure and Relationships in Prehistoric Small-Scale Sedentary Societies: The Bandkeramik Groups in Neolithic Europe, in S. A. Gregg (dir.), *Between Bands and States*, (Occasional Papers, 9), Carbondale, Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, p. 395-420.

COUDART A. (1998) – *Architecture et société néolithique : l'unité et la variance de la maison danubienne*, Paris, Maison des sciences de l'homme, (Documents d'Archéologie française, 67), 239 p.

COUDART A. (2010) – XII. La maison néolithique : métaphore matérielle, sociale et mentale des petites sociétés sédentaires, in J.-P. Demoule (dir.), *La révolution néolithique dans le monde*, La révolution néolithique dans le monde. Aux origines de l'emprise humaine sur le vivant, Institut national de recherches archéologiques préventives et la Cité des sciences et de l'industrie, Paris, 2-4 octobre 2008, Paris, CNRS éditions, p. 215-235.

COUDART A. (2011) – La maison européenne des populations néolithiques « rubanées », in A. Hauzeur, I. Jadin, et C. Jungels (dir.), *5000 ans avant J.-C., la grande migration ? : Le Néolithique ancien dans la collection Louis Éloy*, (Collections du patrimoine culturel de la Fédération Wallonie-Bruxelles, 3), Bruxelles, Service du Patrimoine culturel, p. 27-32.

COUDART A. (2013) – The Reconstruction of the Danubian Neolithic House and the Scientific Importance of Architectural Studies, *EXARC Journal*, 2013, 3. [En ligne] <https://exarc.net/issue-2013-3/ea/reconstruction-danubian-neolithic-house-and-scientific-importance-architectural-studies> (consulté le 10 septembre 2021).

COUDART A. (2015) – The Bandkeramik Longhouses: A Material, Social, and Mental Metaphor for Small-Scale Sedentary Societies, in C. Fowler, J. Harding, et D. Hofmann (dir.), *The Oxford Handbook of Neolithic Europe*, Oxford, Oxford University Press, p. 309-325.

COURTIN J., ERROUX J. (1974) – Aperçu sur l'agriculture préhistorique dans le Sud-Est de la France, *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 71, fasc. 1, p. 321-334.

CRAIG O.E., CHAPMAN J., HERON C., WILLIS L.H., BARTOSIEWICZ L., TAYLOR G., WHITTLE A., COLLINS M. (2005) – Did the first farmers of central and eastern Europe produce dairy foods?, *Antiquity*, 79, 306, p. 882-894.

CRAMP L.J.E., ETHIER J., UREM-KOTSOU D., BONSALL C., BORIĆ D., BORONEANȚ A., EVERSLED R.P., PERIĆ S., ROFFET-SALQUE M., WHELTON H.L., IVANOVA M. (2019) – Regional diversity in subsistence among early farmers in Southeast Europe revealed by archaeological organic residues, *Proceedings of the Royal Society B*:

*Biological Sciences*, 286, 20182347. [En ligne] <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2018.2347> (consulté le 11 juin 2022).

CRÉPON K., CABACOS M. (2020) – Méthodes de lutte physique dans un itinéraire de stockage sans insecticide : intérêts et limites, in *Phloème - Les biennales de l'innovation céréalière*, 2<sup>ème</sup> édition, Paris, 29 et 30 janvier 2020, Session thématique 2 : Produire des qualités adaptées à la diversité des attentes des consommateurs, Arvalis-Institut du végétal, p. 157-166. [En ligne] [https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2020-12/2020\\_Phloeme\\_Stockage%20Sans%20Insecticide.pdf](https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2020-12/2020_Phloeme_Stockage%20Sans%20Insecticide.pdf) (consulté le 18 janvier 2022).

CRIVELLARO M. (2010) – La Région Lorraine : Les vignobles de Lorraine, *Vins, vignes, vigneron*. [En ligne] <https://www.vinsvignesvignerons.com/Regions/Lorraine/La-Region-Lorraine/Les-vignobles-de-Lorraine> (consulté le 10 février 2022).

CRONQUIST A. (1968) – *The Evolution and Classification of Flowering Plants*, London, Thomas Nelson & Sons, (Riverside Studies in Biology), 396 p.

CRONQUIST A. (1981) – *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*, New York, Columbia University Press, 1262 p.

CRUZ J.-F., HOUNHOUGAN D.J., FLEURAT-LESSARD F. (2016) – *La conservation des grains après récolte*, Wageningen, Versailles, Gembloux, Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, (Agricultures tropicales en poche), 231 p.

CRUZ J.-F., HOUNHOUGAN D.J., HAVARD M., FERRÉ T. (2019) – *La transformation des grains*, Wageningen, Versailles, Gembloux, Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, (Agricultures tropicales en poche), 182 p.

CURRY A. (2021) – How ancient people fell in love with bread, beer and other carbs, *Nature*. [En ligne] <https://www.nature.com/articles/d41586-021-01681-w> (consulté le 15 juin 2022).

CURTIS J.T., MCINTOSH R.P. (1950) – The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters., *Ecology*, 31, 3, p. 434-455.

CZAJKOWSKA B.I., BOGAARD A., CHARLES M., JONES G., KOHLER-SCHNEIDER M., MUELLER-BIENIEK A., BROWN T.A. (2020) – Ancient DNA typing indicates that the “new” glume wheat of early Eurasian agriculture is a cultivated member of the *Triticum timopheevii* group, *Journal of Archaeological Science*, 123, 105258. [En ligne] <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105258> (consulté le 13 novembre 2020).

DECKER E. (1978) – *Montenach (57) « Kirchsgasse », 1978, rapport de fouille programmée*, Metz, Afan, Direction des Antiquités préhistoriques et historiques de Lorraine, 6 p.

DEDECKER D., LANGOHR R. (1989) – *Aéroport régional de Lorraine : Rapport pédologique*, vol. 8, rapport de fouille de sauvetage programmé, Metz, Direction des Antiquités préhistoriques et historiques de Lorraine, 112 p.

DEFAUT B. (2001) – Carte de la végétation de la France, *Matériaux Entomocénétiques*, 6, p. 113-121.

- DELABY M.-N. (2013) – Pourquoi les calories pourraient être mal comptées, *Le Figaro*. [En ligne] <https://sante.lefigaro.fr/actualite/2013/02/22/19913-pourquoi-calories-pourraient-etre-mal-comptees#:~:text=2%20kcal%20par%20gramme%20de%20fibre> (consulté le 15 juin 2022).
- DELVOIE S. (2017) – *Caractérisation multiéchelle du lœss de Hesbaye (Belgique) par une approche couplée géologique et géotechnique*, Thèse de doctorat, Université de Liège, Liège, 287 p.
- DEMOULE J.-P. (2017) – *Les dix millénaires oubliés qui ont fait l'Histoire*, Paris, Fayard, 320 p.
- DEMOULE J.-P., DUBOULOZ J., MANOLAKAKIS L. (2007) – Chapitre III. L'émergence des premières sociétés complexes (4500-3500), in J.-P. Demoule (dir.), *La révolution néolithique en France*, Paris, Éditions La Découverte, p. 61-95.
- DENAIRE A. (2009) – *Le Néolithique moyen du sud de la plaine du Rhin supérieur et du nord de la Franche-Comté*, Strasbourg, Université de Strasbourg, (Rhin, Meuse, Moselle. Monographies d'archéologie du Grand-Est, 3), 655 p.
- DENAIRE A., LEFRANC P. (2017) – La chronologie absolue du Néolithique alsacien (53e-20e siècles avant J.-C.), *Cahiers Alsaciens d'Archéologie, d'Art et d'Histoire*, LX, p. 5-15.
- DESHAIES M. (2017) – Lecture des paysages lorrains, *Université de Lorraine et UOH (Université Ouverte des Humanités)*. [En ligne] [http://rpn.univ-lorraine.fr/UOH/LEPALOR/co/module\\_lepalor.html](http://rpn.univ-lorraine.fr/UOH/LEPALOR/co/module_lepalor.html) (consulté le 10 février 2022).
- DIETSCH-SELLAMI M.-F. (2002) – Carpologie de la fosse 4.26 (campagne 2000) du site néolithique ancien « Le Domaine militaire » à Alleur (Province de Liège, Belgique), *Notae Praehistoricae*, 22, p. 109-115.
- DIETSCH-SELLAMI M.-F. (2004) – Étude carpologique sur le site rubané d'Alleur - À l'Arbre de la Mère Dieu (Province de Liège, Belgique), *Notae Praehistoricae*, 24, p. 129-133.
- DJINDJIAN F. (1985) – La sériation en archéologie : un état de l'art. Méthodes et applications, in H. Ducasse (dir.), *Panorama 1985 des traitements de données en archéologie*, Juan-les-Pins, Éditions APDCA, p. 9-46.
- DJINDJIAN F. (1991) – *Méthodes pour l'archéologie*, Paris, Armand Colin, Collection U), 401 p.
- DOHRN-IHMIG M. (1973) – Gruppen in der jüngeren nordwestlichen Linearbandkeramik, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 3, p. 279-287.
- DREXLER J. (2017) – *Movimiento*, Salvavidas de hielo, Madrid, Warner Music Spain S.L., (enregistrement sonore, durée 0:03:51).
- DRIES M. VAN DEN, FOKKENS H. (2020) – A life dedicated to science. Portrait of professor emerita Corrie Bakels, pioneer of paleoeconomy, in M. V. Klinkenberg, R. M. R. van Oosten, et C. van Driel-Murray (dir.), *A Human Environment. Studies in honour of 20 years Analecta editorship by prof. dr. Corrie Bakels*, (Analecta Praehistoria Leidensia, 50), Leiden, Sidestone Press, p. 11-19.

DUBOULOZ J. (1998) – Réflexions sur le Michelsberg ancien en Bassin Parisien, in J. Biel, H. Schlichtherle, M. Strobel, et A. Zeeb (dir.), *actes du colloque de Hemmenhofen, février 1997, Die Michelsberger Kultur und ihre Randgebiete - Probleme der Entstehung, Chronologie und des Siedlungswesens*, Stuttgart, Kommissionsverlag, Konrad Theiss Verlag, p. 9-20.

DUBOULOZ J. (2008) – Impacts of the Neolithic Demographic Transition on Linear Pottery Culture Settlement, in J.-P. Bocquet-Appel et O. Bar-Yosef (dir.), *The Neolithic Demographic Transition and its Consequences*, New York, Springer, p. 207-235.

DUBOULOZ J. (2012) – À propos d'implantation, de démographie et de scission villageoises au Néolithique rubané, *Les nouvelles de l'archéologie*, 127, Autour d'une agitatrice de l'archéologie, Anick Coudar, p. 30-34.

DUCREUX G. (2002) – *Introduction à la botanique*, Paris, Éditions Belin, (Belin Sup Sciences), 256 p.

DURAND F. (2014) – Étude carpologique, in M. Michler (dir.), *Rosheim, Bas-Rhin, Rittergass, Boerschweg : occupations multiphasées du Néolithique ancien à la période gallo-romaine*, rapport d'opération, fouille archéologique, Dijon, Inrap Grand Est sud, p. 104-107.

DURAND F. (2016a) – 2.6 Étude des carporestes du site néolithique ancien d'Olwisheim-Hintergaertel, -Krautstuecke, in D. Baudais (dir.), *Olwisheim, Bas-Rhin, Hintergaertel, Krautstuecke LGV EE, Tronçon H — site 10-7. Nouvelle occupation Rubané récent dans le Kochersberg*, rapport final d'opération, fouille archéologique, Dijon, Inrap Grand Est sud, p. 138-142.

DURAND F. (2016b) – 4.6 Analyse carpologique, in Y. Thomas (dir.), *Gougenheim (67) « Gingsheimer Feld » / LGV EE - 9.2. Habitat et inhumations en fosses circulaires du Néolithique récent et occupations du Néolithique ancien au second âge du Fer*, vol. vol 1 : Texte, rapport d'opération, fouille archéologique, Dijon, Inrap Grand Est sud, p. 184-191.

DURAND F. (2017) – Étude carpologique, in C. Véber (dir.), *Deux occupations du Néolithique moyen, des fosses Grossgartach; une enceinte Bischeim/Bruebach-Oberbergen; un silo du Néolithique récent, Munzingen; quelques fosses de l'âge du Bronze ancien/moyen; des silos de La Tène A; un fossé en agarfe et des cabanes semi-enterrées de La Tène finale : Duntzenheim, Rainwasen, Langgasse, Frauenabwand, Ebenheit, Bas-Rhin : LGV EE, site 8-4*, rapport d'opération, fouille archéologique, Dijon, Inrap Grand Est sud, p. 355-378.

DURANSIA (2022) – Association de culture de la lentille avec une céréale, *La coopération agricole*. [En ligne] <https://solutions.lacooperationagricole.coop/action/association-de-culture-de-la-lentille-avec-une-cereale> (consulté le 10 juillet 2023).

EBERSBACH R. (2002) – *Von Bauern und Rindern. Eine Ökosystemanalyse zur Bedeutung der Rinderhaltung in bäuerlichen Gesellschaften als Grundlage zur Modellbildung im Neolithikum*, Basel, Schwabe & Co. AG. Verlag, (Basler Beiträge zur Archäologie, 15), 263 p.

ERROUX J. (1976) – Les débuts de l'agriculture en France : les céréales, in J. Guilaine (dir.), *La Préhistoire française. Tome II. Les civilisations néolithiques et protohistoriques de la France*, Paris, Éditions du CNRS, p. 186-191.

EVERSHED R.P., PAYNE S., SHERRATT A.G., COPLEY M.S., COOLIDGE J., UREM-KOTSU D., KOTSAKIS K., ÖZDOĞAN M., ÖZDOĞAN A.E., NIEUWENHUYSE O., AKKERMANS P.M.M.G., BAILEY D., ANDEESCU R.-R., CAMPBELL S., FARID S., HODDER I., YALMAN N., ÖZBAŞARAN M., BIÇAKCI E., GARFINKEL Y., LEVY T., BURTON M.M. (2008) – Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding, *Nature*, 455, p. 528-531.

FAIRWEATHER A.D., RALSTON I.B.M. (1993) – The Neolithic timber hall at Balbridie, Grampian Region, Scotland: the building, the date, the plant macrofossils, *Antiquity*, 67, 255, p. 313-323.

FECHNER K. (2021) – *Contribution de l'archéopédologie et de la stratigraphie à l'interprétation fonctionnelle et environnementale*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 1201 p.

FECHNER K., DE LIL A., CLAVEL V., HUS J., TEHEUX E., BROES F., DUGOIS F., ELLEBOODE E., FOURNAND S., GAILLARD D., HELLER F., JULIEN M., LEROY-LANGELIN E., LORIN Y., MARCHAL J.-P., NATON H.-G., POIRIER C., PRAUD I., SLACHMUYLDER J.-L. (2011) – Cartographie du phosphore dans des bâtiments allongés du Néolithique dans le Nord de la France, en Belgique et au Luxembourg, in F. Bostyn, E. Martial, et I. Praud (dir.), *Le Néolithique du Nord de la France dans son contexte européen : habitat et économie aux 4e et 3e millénaires avant notre ère*, actes du 29e colloque interrégional sur le Néolithique, Villeneuve-d'Ascq, 2-3 octobre 2009, *Revue archéologique de Picardie*, 28, p. 275-298.

FECHNER K., DEVOS Y., MIKKELSEN J.H., BAES R., SLACHMUYLDER J.-L., HUS J., VRYDAGHS L. (2007) – Les cartographies de phosphates dans quatre maisons néolithiques du Nord de la France, de Belgique et du Luxembourg, in F. Le Brun-Ricalens, F. Valotteau, et A. Hauzeur (dir.), *Relations interrégionales au Néolithique entre Bassin parisien et Bassin rhénan*, actes du 26e Colloque interrégional sur le Néolithique, Luxembourg, 8-9 novembre 2003, (*Archaeologia Mosellana*, 7), Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art du Luxembourg, Service régional de l'Archéologie de Lorraine et Landesdenkmalamt, p. 83-88.

FECHNER K., FOUBERT R. (2022) – « Terres noires », horizons très sombres et activités agropastorales au Néolithique ancien : premiers éléments issus d'une synthèse des données archéopédologiques entre Moselle et Seine (FR-BE-LU), *Notae Praehistoricae*, 42, p. 145-159.

FECHNER K., LANGOHR R. (1994) – Résultats et problématique de l'étude pédologique de trois sites néolithiques en bordure de Moselle, *Notae Praehistoricae*, 13, p. 115-117.

FECHNER K., MARCHAL J.-P., DEGRYSE H., DOUTRELEPONT H., VRYDAGHS L. (2003) – Bilan d'une étude pédologique et micromorphologique approfondie : Le site rubané d'Alleur - Domaine militaire (campagne de fouille 1998), *Notae Praehistoricae*, 23, p. 109-128.

FEILLET P. (2000) – *Le grain de blé. Composition et utilisation*, Paris, INRA éditions, 308 p.

FERNANDEZ M.-H. (2002) – *Etude de la carbonisation et de l'activation de précurseurs végétaux durs et mous*, Thèse de doctorat, Université de Neuchâtel, Neuchâtel, 147 p.

FIELDS P. (2006) – KPS7-1. Alternatives to chemical control of stored-product insects in temperate regions, in I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J. P. dos Santos, J. D. Biagi, J. C. Celaro, L. R. D'A. Faroni, L. de O. F. Bortolini, M. R. Sartori, M. C. Elias, R. N. C. Guedes, R. G. da Fonseca, et V. M. Scussel (dir.), *Science and Technology on Post-harvest*, Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15 to 18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil. Plenary Session 7. Alternative Methods to Chemical Control, Passo Fundo, Brazilian Post-harvest Association - ABRAPOS, p. 653-662.

FIELDS P.G. (1992) – The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures, *Journal of Stored Products Research*, 28, 2, p. 89-118.

FILIPOVIĆ D. (2014) – Southwest Asian founder- and other crops at Neolithic sites in Serbia, *Bulgarian e-Journal of Archaeology*, 4, 2, p. 195-215.

FRANTZ L.A.F., HAILE J., LIN A.T., SCHEU A., GEÖRG C., BENECKE N., ALEXANDER M., LINDERHOLM A., MULLIN V.E., DALY K.G., BATTISTA V.M., PRICE M., GRON K.J., ALEXANDRI P., ARBOGAST R.-M., ARBUCKLE B., BĂLĂȘESCU A., BARNETT R., BARTOSIEWICZ L., BARYSHNIKOV G., BONSALE C., BORIĆ D., BORONEANȚ A., BULATOVIĆ J., ÇAKIRLAR C., CARRETERO J.-M., CHAPMAN J., CHURCH M., CROOIJMANS R., DE CUPERE B., DETRY C., DIMITRIJEVIĆ V., DUMITRAȘCU V., DU PLESSIS L., EDWARDS C.J., EREK C.M., ERİM-ÖZDOĞAN A., ERVYNCK A., FULGIONE D., GLIGOR M., GÖTHERSTRÖM A., GOURICHON L., GROENEN M.A.M., HELMER D., HONGO H., HORWITZ L.K., IRVING-PEASE E.K., LEBRASSEUR O., LESUR J., MALONE C., MANASERYAN N., MARCINIAK A., MARTLEW H., MASHKOUR M., MATTHEWS R., MATUZEVICIUTE G.M., MAZIAR S., MEIJAARD E., MCGOVERN T., MEGENS H.-J., MILLER R., MOHASEB A.F., ORSCHIEDT J., ORTON D., PAPATHANASIOU A., PEARSON M.P., PINHASI R., RADMANOVIĆ D., RICAUT F.-X., RICHARDS M., SABIN R., SARTI L., SCHIER W., SHEIKHI S., STEPHAN E., STEWART J.R., STODDART S., TAGLIACOZZO A., TASIĆ N., TRANTALIDOU K., TRESSET A., VALDIOSERA C., VAN DEN HURK Y., VAN POUCKE S., VIGNE J.-D., YANEVICH A., ZEEB-LANZ A., TRIANTAFYLIDIS A., GILBERT M.T.P., SCHIBLER J., ROWLEY-CONWY P., ZEDER M., PETERS J., CUCCHI T., BRADLEY D.G., DOBNEY K., BURGER J., EVIN A., GIRDLAND-FLINK L., LARSON G. (2019) – Ancient pigs reveal a near-complete genomic turnover following their introduction to Europe, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 35, p. 17231-17238.

FRASER R.A., BOGAARD A., HEATON T., CHARLES M., JONES G., CHRISTENSEN B.T., HALSTEAD P., MERBACH I., POULTON P.R., SPARKES D., STYRING A.K. (2011) – Manuring and stable nitrogen isotope ratios in cereals and pulses: towards a new archaeobotanical approach to the inference of land use and dietary practices, *Journal of Archaeological Science*, 38, 10, p. 2790-2804.

FU Y.-B., ALLABY R.G. (2010) – Phylogenetic network of *Linum* species as revealed by non-coding chloroplast DNA sequences, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, p. 667-677.

GAMERO-GAMERO A.M., DELGADILLO-MARTÍNEZ J., CORTÉS-FLORES J.I., VELASCO-VELASCO J., VELASCO-CRUZ C. (2020) – Propiedades del suelo afectadas por el tiempo de descanso en un sistema de roza-tumba-quema, *Ecosistemas y recursos*

*agropecuarios*, 7, 1, e2098. [En ligne] <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2098> (consulté le 15 juin 2022).

GANARD V. (1999) – Augny (Moselle) « Lotissement d'activité Augny 2000 », in *Bilan scientifique régional Lorraine 1998*, (Direction régionale des Affaires culturelles Lorraine, Service régional de l'Archéologie), Paris, Ministère de la Culture et de la Communication, p. 55.

GAUDIN L. (2019) – Analyses palynologiques de la grotte-diaclase de la « Karelslé » (Waldbillig). Reprise et interprétation des observations effectuées par J. Heim en 1992, *Archaeologia Luxemburgensis*, n°5, p. 20-53.

GAUDIN L. (2021) – *Analyses palynologiques de 27 prélèvements réalisés en stratigraphie sur la coupe « témoin » de la grotte-diaclase de la « Karelslé » sur la commune de Waldbillig (Luxembourg)*, rapport d'étude palynologique, destinataire public : Centre National de Recherche Archéologique, Service d'archéologie préhistorique, Dir. F. Le Brun-Ricalens, 39 p.

GEBHARDT-EVEN A., OCCHIETTI S., FECHNER K. (2014) – Grandes phases de pédogenèse, d'érosion et d'anthropisation des sols au cours de la seconde moitié de l'Holocène en Lorraine (France), *ArcheoSciences, revue d'archéométrie*, 38, p. 7-29.

GEISLITZ S., WIESER H., SCHERF K.A., KOEHLER P. (2018) – Gluten protein composition and aggregation properties as predictors for bread volume of common wheat, spelt, durum wheat, emmer and einkorn, *Journal of Cereal Science*, 83, p. 204-212.

GÉNI'ALP (2012) – Partie 3. Guide des espèces, *Génie végétal en rivière de montagne*. [En ligne] <https://www.geni-alp.org/ouvrage/especes/12-territoire-concern%C3%A9> (consulté le 15 janvier 2022).

GHESSQUIÈRE E. (2018) – Le Mésolithique de la France, in F. Djindjian (dir.), *La Préhistoire de la France*, (Histoire et Archéologie), Paris, Éditions Hermann, p. 397-425.

VAN GIJN A. (2021) – Investigating domestic crafts and subsistence activities through experiments and material analysis, *Putting Life into Late Neolithic Houses*. [En ligne] <https://www.puttinglife.com/> (consulté le 6 mai 2023).

GILIGNY F. (2009) – 4. De la fouille à l'interprétation : le traitement des données, in J.-P. Demoule, F. Giligny, A. Lehoërff, et A. Schnapp (dir.), *Guide des méthodes de l'archéologie*, (Repères), Troisième édition, Paris, La Découverte, p. 142-199.

GILLIS R.E., KOVAČIKOVÁ L., BRÉHARD S., GUTHMANN E., VOSTROVSKÁ I., NOHÁLOVÁ H., ARBOGAST R.-M., DOMBORÓCZKI L., PECHTL J., ANDERS A., MARCINIÁK A., TRESSET A., VIGNE J.-D. (2017) – The evolution of dual meat and milk cattle husbandry in Linearbandkeramik societies, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284, 1860, 20170905. [En ligne] <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2017.0905> (consulté le 6 septembre 2021).

GLESER R. (1995) – *Die Epi-Rössener Gruppen in Südwestdeutschland. Untersuchungen zur Chronologie, stilistischen Entwicklung und kulturellen Einordnung*, Bonn, Dr. Rudolf Habelt GmbH, (Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde, 61), 408 p.

GOEPFERT S., BONTE M.-L., BOLOU M., FABRE M., FISCHBACH T., FLOTTES L., HENRY N., HOUSSIER J., ORGEVAL M., PERRIN B., PHILIPPE M., SCHOTT-TOULLEC L., VERGNAUD L. (2022) – *Richemont « Devant le Pont ». Site 1.4 (fouille 2020) et synthèse site 1 (fouille 2013-2020)*, vol. 1 : Texte, rapport final d'opération d'archéologie préventive, Habsheim et Metz, Antéa Archéologie, Service régional de l'Archéologie Grand Est, 548 p.

GOMART L. (2014) – *Traditions techniques et production céramique au Néolithique ancien. Étude de huit sites rubanés du nord est de la France et de Belgique*, Leiden, Sidestone Press, 348 p.

GONZÁLEZ-URQUIJO J., BEYRIES S., IBÁÑEZ J.J. (2015) – Chapter 3. Ethnoarchaeology and Functional Analysis, in J. M. Marreiros, J. F. Gibaja Bao, et N. Ferreira Bicho (dir.), *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, (Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique), Cham, Springer, p. 27-40.

GOUJON T. (2021) – L'art du lin, *Terre de Lin*. [En ligne] <http://www.terredelin.com/internet/lart-du-lin/culture-du-lin/culture-du-lin-1152.aspx> (consulté le 26 juillet 2021).

GREGG S.A. (1989) – Paleo-Ethnobotany of the Bandkeramik phases, in C.-J. Kind (dir.), *Ulm-Eggingen: Die Ausgrabungen 1982 bis 1985 in der bandkeramischen Siedlung und der mittlalterlichen Wüstung*, (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, 34), Stuttgart, Kommissionsverlag, p. 367-399.

GRIME J.P. (1974) – Vegetation classification by reference to strategies, *Nature*, 250, 5461, p. 26-31.

DE GROOT I. (2004) – *Protection des céréales et des légumineuses stockées*, Wageningen, Fondation Agromisa, (Agrodok, 18), 74 p.

DE GROOTH M.E.TH., LAUWERIER R.C.G.M., TER SCHEGGET M.E. (2011) – New 14C dates from the Neolithic flint mines at Rijckholt-St. Geertruid, the Netherlands, in M. Capote, C. Susana, P. Díaz-del-Río, et X. Terradas (dir.), *Proceedings of the 2nd International Conference of the UISPP Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric Times, Madrid (14-17 October 2009)*, (BAR International Series, 2260), Oxford, Archaeopress, p. 77-89.

GUILLAUME C., COUDROT J.-L., DEYBER A. (1992) – 5. Les cultures du Néolithique lorrain, in G. Cabourdin (dir.), *Encyclopédie illustrée de la Lorraine. Les temps anciens. De la pierre au fer*, (Histoire de la Lorraine, 1), Metz, Nancy, Éditions Serpenoise, Presses universitaires de Nancy, p. 65-74.

HAAK W., LAZARIDIS I., PATTERSON N., ROHLAND N., MALLICK S., LLAMAS B., BRANDT G., NORDENFELT S., HARNEY E., STEWARDSON K., FU Q., MITTNIK A., BÁNFFY E., ECONOMOU C., FRANCKEN M., FRIEDERICH S., PENA R.G., HALLGREN F., KHARTANOVICH V., KHOKHLOV A., KUNST M., KUZNETSOV P., MELLER H., MOCHALOV O., MOISEYEV V., NICKLISCH N., PICHLER S.L., RISCH R., ROJO GUERRA M.A., ROTH C., SZÉCSÉNYI-NAGY A., WAHL J., MEYER M., KRAUSE J., BROWN D., ANTHONY D., COOPER A., ALT K.W., REICH D. (2015) –

Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe, *Nature*, 522, p. 207-211.

HACHEM L. (2010) – XI. Élevage, chasse et société : exemples dans le Danubien du Nord de la France, in J.-P. Demoule (dir.), *La révolution néolithique dans le monde*, La révolution néolithique dans le monde. Aux origines de l'emprise humaine sur le vivant, Institut national de recherches archéologiques préventives et la Cité des sciences et de l'industrie, Paris, 2-4 octobre 2008, Paris, CNRS éditions, p. 197-213.

HACHEM L. (2011a) – *Le site néolithique de Cuiry-lès-Chaudardes -I. De l'analyse de la faune à la structuration sociale*, Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf GmbH, (Internationale Archäologie, 120), 602 p.

HACHEM L. (2011b) – Les faunes du Néolithique moyen dans le Nord de la France : bilan et pistes de recherches, *Revue archéologique de Picardie*, n° spécial 28, p. 313-329.

HACHEM L. (2021) – La place de l'animal dans les sociétés néolithiques, *Inrap*. [En ligne] <https://www.inrap.fr/la-place-de-l-animal-dans-les-societes-neolithiques-16144> (consulté le 10 juin 2022).

HAJNALOVÁ E. (1988) – Analýza a hodnotenie rastlinných zvyškov z neolitických objektov v blatnom, *Študijné Zvesti*, 24, p. 11-28.

HAJNALOVÁ M. (2007) – Chapter 16. Early farming in Slovakia: an archaeobotanical perspective, in S. Colledge et J. Conolly (dir.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*, Walnut Creek, University College London Institute of Archaeology Publications, p. 295-313.

HAMMER K., FRITSCH R. (1977) – Zur Frage nach der Ursprungsart des Kulturmoehns Papaver somniferum L., *Die Kulturpflanze*, 25, 1, p. 113-124.

HAMON C. (2005) – Quelle signification archéologique pour les dépôts de meules néolithiques dans la vallée de l'Aisne ?, *Revue archéologique de Picardie*, , 22, p. 39-48.

HAMON C., ALLARD P., ILETT M. dir. (2013) – *The Domestic Space in LBK Settlements*, Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf GmbH, (Internationale Archäologie - Arbeitsgemeinschaft, Symposium, Tagung, Kongress, 17), 245 p.

HAMON C., EMERY-BARBIER A., MESSENGER E. (2011) – Quelle fonction pour les meules du Néolithique ancien de la moitié Nord de la France ? Apports et limites de l'analyse phytolithique, *Revue archéologique de Picardie*, n° spécial 28, p. 515-521.

HAMON C., GOMART L. (2021) – Social Rules and Household Interactions Within the LBK: Long-Standing Debates, New Perspectives, *Open Archaeology*, 7, 1, p. 690-704.

HARMAND D. (2006) – Partie 3 : la Lorraine géographique. Les paysages actuels de la Lorraine sédimentaire et des Vosges, in A. Lexa-Chomard et C. Pautrot (dir.), *Géologie et géographie de la Lorraine*, Metz, Éditions Serpenoise, p. 134-152.

HARMAND D., LE ROUX J. (2006a) – Partie 3 : la Lorraine géographique. Introduction, in A. Lexa-Chomard et C. Pautrot (dir.), *Géologie et géographie de la Lorraine*, Metz, Éditions Serpenoise, p. 133.

HARMAND D., LE ROUX J. (2006b) – Partie 3 : la Lorraine géographique. L'évolution géologique depuis la fin du Mésozoïque, in A. Lexa-Chomard et C. Pautrot (dir.), *Géologie et géographie de la Lorraine*, Metz, Éditions Serpenoise, p. 153-167.

HAUZEUR A. (2006a) – *Le Rubané au Luxembourg. Contribution à l'étude du Rubané du Nord-Ouest européen*, ERAUL 114, Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art, (Dossiers d'archéologie, X), 668 p.

HAUZEUR A. (2006b) – Houses of the Linear Pottery Culture: Orientation and use of landscape in cultural context. Case studies of the Great-Duchy of Luxembourg, in A. Guerci, S. Consigliere, et S. Castagno (dir.), *Il processo di umanizzazione*, Atti del XVI Congresso degli Antropologi Italiani (Genova, 29-31 ottobre 2005), Milano, Edicolors Publishing, p. 561-570.

HAUZEUR A. (2007) – Première approche de l'étude des structures d'habitat du Rubané du Luxembourg : les maisons bipartites, in O. Agogué, D. Leroy, et C. Verjux (dir.), *Camps, enceintes et structures d'habitat néolithique en France septentrionale*, actes du 24e colloque interrégional sur le néolithique, Orléans 1999, (Supplément à la Revue archéologique du centre de la France, 27), Tours, Fédération pour l'édition de la Revue archéologique du Centre de la France, p. 21-38.

HAUZEUR A., JADIN I. (2011) – Le Néolithique ancien de Belgique, autrement..., in N. Cauwe, A. Hauzeur, I. Jadin, C. Polet, et B. Vanmontfort (dir.), *5200-2000 av. J.-C. Premiers agriculteurs en Belgique*, (Guides Archéologiques du Malgré-Tout), Treignes, Éditions du CEDARC, p. 19-48.

HEDGES R.E.M., BENTLEY R.A., BICKLE P., CULLEN P., DALE C., FIBIGER L., HAMILTON J., HOFMANN D., NOWELL G., WHITTLE A. (2013) – The supra-regional perspective, in P. Bickle et Alasdair Whittle (dir.), *The first farmers of central Europe: diversity in LBK lifeways*, Oxford, Oxbow Books, p. 343-384.

HEDGES R.E.M., REYNARD L.M. (2007) – Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology, *Journal of Archaeological Science*, 34, 8, p. 1240-1251.

HEIM J. (1979) – Recherches paléobotaniques au site néolithique (Roessen) de la « Bosse de l'Tombe » à Givry, *Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 1, 90, p. 65-78.

HEIM J., HAUZEUR A. (2002) – Paysage paléobotanique des sites du Rubané et du groupe de Blicquy à Vaux-et-Borsset « Gibour » (Hesbaye, Belgique). Culture du blé nu et récolte de pommes en contexte blicquien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 99, n°2, p. 289-305.

HEIM J., JADIN I. (1992) – Paléobotanique des sites rubanés de Weiller-La-Tour - Holzdreich et Alzingen-Grossfeld (Grand-Duché de Luxembourg), *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 13, 1991, p. 37-58.

HERBIG C. (2010) – Fruits and ears. Another well from the Linear Pottery culture: Schkeuditz-Altscherbitz, Sachsen, Germany, in Poster session A (Tuesday, June 1): Regional and Historical Archaeobotany, 15th Conference of the International Work Group for Palaeoethnobotany, Wilhelmshaven (Germany), 31st May-5th June 2010.,

HERBIG C., MAIER U., STÄUBLE H., ELBURG R. (2012) – „Neolithische Füllhörner“ Archäobotanische Untersuchungen in fünf linienbandkeramischen Brunnen in Westsachsen, *Offa*, 69/70, p. 265-293.

HILLMAN G.C. (1981) – Reconstructing Crop Husbandry Practices from Charred Remains of Crops, in R. Mercer (dir.), *Farming Practice in British Prehistory*, Edinburgh, Edinburgh University Press, p. 123-162.

HILLMAN G.C. (1984) – Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey, in W. van Zeist et W. A. Casparie (dir.), *Plants and Ancient Man. Studies in palaeoethnobotany*, Proceedings of the 6th Symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany, Groningen, Netherlands, 30 May-3 June 1983, Rotterdam, A. A. Balkema Publishers, p. 1-41.

HILLMAN G.C. (2001) – Archaeology, Percival, and the problems of identifying wheat remains, *The Linnean*, 3, p. 27-36.

HILLMAN G.C., DAVIES M.S. (1999) – Domestication Rate in Wild Wheats and Barley Under Primitive Cultivation. Preliminary Results and Archaeological Implications of Field Measurements of Selection Coefficient, in P. C. Anderson (dir.), *Prehistory of Agriculture. New Experimental and Ethnographic Approaches*, (Monograph, 40), University of California, Los Angeles, p. 70-102.

DE HINGH A. (2000) – *Food Production and food procurement in the Bronze Age and Early Iron Age (2000-500 BC). (à compléter)*, Leiden, Leiden University, Faculty of Archaeology, (Archaeological Studies Leiden University, 7), 235 p.

HOFMANN D. (2013) – 2. Narrating the house. The transformation of longhouses in early Neolithic Europe, in A. Chadwick et C. Gibson (dir.), *An offprint of Memory, Myth and Long-term Landscape Inhabitation*, Oxford, Oxbow Books, p. 32-54.

HOFMANN D., AMKREUTZ L., HAACK F., WIJK I. VAN (2016) – Chapter One. Introduction: Diversity and Uniformity in LBK Studies, in L. Amkreutz, F. Haack, D. Hofmann, et I. van Wijk (dir.), *Something Out of the Ordinary? Interpreting Diversity in the Early Neolithic Linearbandkeramik and Beyond*, Newcastle upon Tyne, Cambridge Scholars Publishing, p. 3-30.

HOFMANN D., LENNEIS E. (2017) – Size matters? Exploring exceptional buildings in the central European early Neolithic, in P. Bickle, V. Cummings, D. Hofmann, et J. Pollard (dir.), *The Neolithic of Europe. Papers in honour of Alasdair Whittle*, Oxford, Oxbow Books, p. 145-158.

HOFMANN R., MÜLLER-SCHEESSEL N. (2020) – Orientation of Neolithic dwellings in Central and Southeast Europe: Common denominator between the Vinča and Linearbandkeramik worlds, *Quaternary International*, 560-561, p. 142-153.

HOFMANOVÁ Z., KREUTZER S., HELLENTHAL G., SELL C., DIEKMANN Y., DÍEZ-DEL-MOLINO D., VAN DORP L., LÓPEZ S., KOUSATHANAS A., LINK V., KIRSANOW K., CASSIDY L.M., MARTINIANO R., STROBEL M., SCHEU A., KOTSAKIS K., HALSTEAD P., TRIANTAPHYLLOU S., KYPARISSI-APOSTOLIKA N., UREM-KOTSOU D., ZIOTA C., ADAKTYLOU F., GOPALAN S., BOBO D.M., WINKELBACH L., BLÖCHER J., UNTERLÄNDER M., LEUENBERGER C.,

ÇILINGIROĞLU Ç., HOREJS B., GERRITSEN F., SHENNAN S.J., BRADLEY D.G., CURRAT M., VEERAMAH K.R., WEGMANN D., THOMAS M.G., PAPAGEORGOPOULOU C., BURGER J. (2016) – Early farmers from across Europe directly descended from Neolithic Aegeans, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 25, p. 6886-6891.

HÖLTKEMEIER S., HACHEM L. (2013) – Les dépôts de faune dans les enceintes néolithiques Michelsberg dans le nord de la France et en Allemagne, in G. Auxiette et P. Méniel (dir.), *Les dépôts d'ossements d'animaux en France, de la fouille à l'interprétation*, actes de la table ronde de Bibracte, Bibracte, 15-17 octobre 2012, (Archéologie des plantes et des animaux, 4), Montagnac, Éditions Monique Mergoïl, p. 177-189.

HOPF M. (1975) – Étude carpologique des fosses Néolithiques d'Entzheim, *Revue archéologique de l'Est*, 27, p. 115-117.

HOPF M. (1976) – Dreschrückstände in Hüttenlehm von Deiringsen/Ruploh, in K. Günther (dir.), *Die jungsteinzeitliche Siedlung Deiringsen / Ruploh in der Soester Börde*, (Bodenaltertümer Westfalens, 16), Münster, Aschendorff Verlag, p. 48-50.

HOPF M. (1977) – VI. Anhang. Pflanzenreste aus der linearbandkeramischen Siedlung Poigen, Ger.-Bez. Horn, NÖ, in E. Lenneis (dir.), *Siedlungsfunde aus Poigen und Frauenhofen bei Horn*, (Prähistorische Forschungen, 8), Horn, Wien, Verlag Ferdinand Berger & Sohne Ohg, p. 97-99.

HOPF M. (1980) – Getreideabdrücke in Hüttenlehm von Pulkau, *Archaeologia Austriaca*, 64, p. 108.

HOPF M. (1981) – Die Pflanzenreste aus Schernau, Ldkr. Kitzingen, in J. Lüning (dir.), *Eine Siedlung der Mittelneolithischen Gruppe Bischheim in Schernau, Ldkr. Kitzingen*, (Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte, 44), Kallmünz, M. Lassleben, p. 152-160.

IGN (2012) – France métropolitaine et DOM : Répertoire géographique des communes (RGC®), [Geo.data.gouv.fr](https://geo.data.gouv.fr). [En ligne] <https://geo.data.gouv.fr/fr/datasets/46b097d0785395859b4079be0a67a18bb3d91a66> (consulté le 20 janvier 2021).

IGN (2019) – Carte, *Géoportail*. [En ligne] <https://www.geoportail.gouv.fr/> (consulté le 20 janvier 2021).

ILETT M. (2010) – Le Néolithique ancien dans le nord de la France, in J. Clottes (dir.), *La France préhistorique. Un essai d'histoire*, Paris, Gallimard, p. 281-307.

ILETT M., CONSTANTIN C., FARRUGGIA J.-P., BAKELS C. (1995) – Bâtiments voisins du Rubané et du groupe de Villeneuve-Saint-Germain sur le site de Bucy-le-Long « La Fosse Tounise » (Aisne), *Revue archéologique de Picardie*, 9, 1, p. 17-39.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION (2016) – Génétique moléculaire et évolution. Caryotypes, *Plateforme ACCESS*. [En ligne] <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/accompagnement-pedagogique/accompagnement-au-lycee/terminale-2012/diversification-genetique-des-etres-vivants/hybridation-suiwie-de-polyplodisation/polyplodisation-du-ble/caryotypes> (consulté le 2 mai 2021).

ITAB (2012a) – Annuelles, germination de printemps, *Programme CASDAR Désherbage mécanique, Institut technique de l'agriculture biologique*. [En ligne] [http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices\\_4\\_printemps.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices_4_printemps.pdf) (consulté le 26 avril 2023).

ITAB (2012b) – Annuelles, germination d'été, *Programme CASDAR Désherbage mécanique, Institut technique de l'agriculture biologique*. [En ligne] [http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices\\_6\\_ete.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices_6_ete.pdf) (consulté le 26 avril 2023).

ITAB (2012c) – Annuelles, germination plutôt automnale, *Programme CASDAR Désherbage mécanique, Institut technique de l'agriculture biologique*. [En ligne] [http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices\\_5\\_automne.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices_5_automne.pdf) (consulté le 26 avril 2023).

ITAB (2012d) – Annuelles, germination toute l'année, *Programme CASDAR Désherbage mécanique, Institut technique de l'agriculture biologique*. [En ligne] [http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices\\_3\\_tte-annee.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices_3_tte-annee.pdf) (consulté le 26 avril 2023).

ITAN Y., POWELL A., BEAUMONT M.A., BURGER J., THOMAS M.G. (2009) – The Origins of Lactase Persistence in Europe, *PLOS Computational Biology*, 5, 8, e1000491. [En ligne] <https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1000491> (consulté le 11 juin 2022).

IVANOVA M., CUPERE B.D., ETHIER J., MARINOVA E. (2018) – Pioneer farming in southeast Europe during the early sixth millennium BC: Climate-related adaptations in the exploitation of plants and animals, *PLOS ONE*, 13, 5, e0197225. [En ligne] <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197225> (consulté le 15 mai 2022).

JACOMET S. (2006) – *Identification of cereal remains from archaeological sites*, 2nd edition, Bâle, IPAS Université de Bâle, 59 p.

JACOMET S. (2014) – 3.4. Crop Diversity in Southwestern Central Europe from the Neolithic onwards, in A. Chevalier, E. Marinova, et L. Peña-Chocarro (dir.), *Plants and people: choices and diversity through time*, (Early agricultural remnants and technical heritage - EARTH, 1), Oxford, Oxbow books, p. 82-95.

JACOMET S., EBERSBACH R., AKERET Ö., ANTOLÍN F., BAUM T., BOGAARD A., BROMBACHER C., BLEICHER N.K., HEITZ-WENIGER A., HÜSTER-PLOGMANN H., GROSS E., KÜHN M., RENTZEL P., STEINER B.L., WICK L., SCHIBLER J.M. (2016) – On-site data cast doubts on the hypothesis of shifting cultivation in the late Neolithic (c. 4300–2400 cal. BC): Landscape management as an alternative paradigm, *The Holocene*, 26, 11, p. 1858-1874.

JACOMET S., SCHIBLER J. (1985) – Die Nahrungsversorgung eines jungsteinzeitlichen Pfynerdorfes am unteren Zürichsee, *Archäologie der Schweiz*, 8, p. 125-141.

JACQUEMART A.-L., LOBET G., QUINET M., DESCAMPS C. (2019) – Stratégies d'allocation des ressources et traits d'histoire de vie, *Biologie végétale - UC Louvain*. [En ligne] <https://biologievegetale.be/ecologie-vegetale/individus/individus-sous-section-1-1/> (consulté le 19 mai 2023).

JADIN I. (1996) – Le Rubané de la Moselle : trait d'union entre la Rhénanie et le Bassin parisien ? Questions et réponses après deux campagnes de fouilles au Grand-Duché de Luxembourg, in P. Duhamel (dir.), *La Bourgogne entre les Bassins rhénan et parisien : carrefour ou frontière ?*, actes du XVIIe Colloque interrégional sur le Néolithique Dijon, 25-27 octobre 1991, (Suppléments à la Revue archéologique de l'Est, 14), Dijon, Ministère de la Culture, Comité Régional de la Recherche Archéologique de Bourgogne, p. 101-117.

JADIN I. (2003) – *Trois petits tours et puis s'en vont... La fin de la présence danubienne en Moyenne Belgique*, ERAUL 109, Liège, Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 721 p.

JADIN I. (2007) – Datations radiocarbone du Néolithique ancien entre Bassin parisien et Bassin rhénan. Prolégomènes théoriques, applications pratiques et après..., in F. Le Brun-Ricalens, F. Valotteau, et A. Hauzeur (dir.), *Relations interrégionales au Néolithique entre Bassin parisien et Bassin rhénan*, actes du 26e Colloque interrégional sur le Néolithique, Luxembourg, 8-9 novembre 2003, (Archaeologia Mosellana, 7), Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art du Luxembourg, Service régional de l'Archéologie de Lorraine et Landesdenkmalamt, p. 113-129.

JADIN I., HEIM J. (2003) – Sur la voie de l'orge et du pavot. Macrorestes végétaux et agriculture rubanée du Haut Geer dans un cadre européen, in *Trois petits tours et puis s'en vont... : la fin de la présence danubienne en Moyenne Belgique*, ERAUL 109, Liège, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, p. 345-392.

JEANDEMANGE S., FRANCK J., PETITNICOLAS F. (2017) – *Du Bronze ancien à la Seconde Guerre mondiale : Bures, Meurthe-et-Moselle, Les Grands Champs*, rapport final d'opération, diagnostic archéologique, Metz, Inrap Grand Est, 89 p.

JEUNESSE C. (1998) – Pour une origine occidentale de la culture de Michelsberg ?, in J. Biel, H. Schlichtherle, M. Strobel, et A. Zeeb (dir.), *Die Michelsberger Kultur und ihre Randgebiete - Probleme der Entstehung, Chronologie und des Siedlungswesens*, actes du colloque de Hemmenhofen, février 1997, Stuttgart, Kommissionsverlag, Konrad Theiss Verlag, p. 29-45.

JEUNESSE C. (2007) – Bischheim, Michelsberg, Chasséen. La relation Bassin parisien - Rhin dans la seconde moitié du Ve millénaire, in F. Le Brun-Ricalens, F. Valotteau, et A. Hauzeur (dir.), *Relations interrégionales au Néolithique entre Bassin parisien et Bassin rhénan*, actes du 26e Colloque interrégional sur le Néolithique, Luxembourg, 8-9 novembre 2003, (Archaeologia Mosellana, 7), Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art du Luxembourg, Service régional de l'Archéologie de Lorraine et Landesdenkmalamt, p. 343.

JEUNESSE C., ARBOGAST R.-M. (1997a) – A propos du statut de la chasse au Néolithique moyen. La faune sauvage dans les déchets domestiques et dans les mobiliers funéraires, in C. Jeunesse (dir.), *Le Néolithique danubien et ses marges entre Rhin et Seine*, actes du 22ème colloque interrégional sur le Néolithique, Strasbourg, 27-29 octobre 1995, Zimmersheim, Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace, supplément n° 3, p. 81-102.

JEUNESSE C., ARBOGAST R.-M. (1997b) – L'habitat Néolithique moyen (cultures de Grossgartach et de Roessen de Rosheim « Mittelweg » et « Sangrube » (Bas-Rhin) (Fouilles 1992 et 1993) dans le cadre du Néolithique moyen du sud de la Plaine du Rhin supérieur,

*Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace*, 13, p. 27-84.

JEUNESSE C., LEFRANC P., DENAIRE A. (2004) – *Groupe de Bischheim, origine du Michelsberg, genèse du groupe d'Entzheim. La transition entre le Néolithique moyen et le Néolithique récent dans les régions rhénanes.*, Zimmersheim, Association pour la Promotion de la Recherche Archéologie en Alsace, (Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace, t. 18/19, 2002/2003), 280 p.

JONES G., VALAMOTI S., CHARLES M. (2000) – Early crop diversity: a « new » glume wheat from northern Greece, *Vegetation History and Archaeobotany*, 9, 3, p. 133-146.

JUAN-TRESSERRAS J., VILLALBA M.J. (1999) – Consumo de la adormidera (*Papaver somniferum* L.) en el Neolítico peninsular: el enterramiento M28 del complejo minero de Can Tintorer, in J. Bernabeu Aubán et T. Orozco Köhler (dir.), *SAGUNTUM EXTRA-2*, II Congrès del Neolític a la Península Ibèrica, València 7-9 d'Abril, 1999, Valencia, Departament de Prehistòria i Arqueologia de la Universitat de València, p. 397-404.

KILIAN B., MAMMEN K., MILLET E., SHARMA R., GRANER A., SALAMINI F., HAMMER K., ÖZKAN H. (2011) – *Aegilops*, in C. Kole (dir.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Cereals*, Berlin, Springer Verlag, p. 1-76.

KILIAN B., ÖZKAN H., WALTHER A., KOHL J., DAGAN T., SALAMINI F., MARTIN W. (2007) – Molecular diversity at 18 loci in 321 wild and 92 domesticate lines reveal no reduction of nucleotide diversity during *Triticum monococcum* (Einkorn) domestication: implications for the origin of agriculture, *Molecular Biology and Evolution*, 24, 12, p. 2657-2668.

KIRBY M. (2011) – Lockerbie Academy: Neolithic and Early Historic timber halls, a Bronze Age cemetery, an undated enclosure and a post-medieval corn-drying kiln in south-west Scotland, *Scottish Archaeological Internet Report*, 46, p. 67.

KIRLEIS W., WILLERDING U. (2008) – Die Pflanzenreste aus der linienbandkeramischen Siedlung von Rosdorf-Mühlengrund, Ldkr. Göttingen, im südöstlichen Niedersachsen, *Præhistorische Zeitschrift*, 83, 2, p. 133-178.

KLAG T., BLOUET V., LANSIVAL R., MICHEL K., OLLIVE V., PERNOT P., PETITDIDIER M.-P., VIDAL P., WIETHOLD J. (2016) – *Metz, Moselle, Chemin de la Corvée, rue de la Folie, ZAC du Sansonnet. Un habitat du Bronze final et sa nécropole*, rapport d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est nord, 625 p.

KNÖRZER K.-H. (1971a) – Pflanzliche Großreste aus der rössenerzeitlichen Siedlung bei Langweiler, Kreis Jülich, *Bonner Jahrbücher*, 171, p. 9-33.

KNÖRZER K.-H. (1971b) – Urgeschichtliche unkräuter im Rheinland. Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der segetalgesellschaften, *Vegetatio*, 23, 1-2, p. 89-111.

KNÖRZER K.-H. (1972) – Subfossile Pflanzenreste aus der bandkeramischen Siedlung Langweiler 3 und 6, Kreis Jülich, und ein urnenfelderzeitlicher Getreidefund innerhalb dieser Siedlung, *Bonner Jahrbücher*, 172, p. 395-403.

KNÖRZER K.-H. (1973) – 4.3.1. Pflanzliche Großreste, in J.-P. Farruggia, R. Kuper, R. Kuper, J. Lüning, et P. Stehli (dir.), *Der Bandkeramische Siedlungsplatz, Langweiler 2: Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren*, (Beiträge zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte I; Rheinische Ausgrabungen, 13), Bonn, Rheinland-Verlag, p. 139-152.

KNÖRZER K.-H. (1974) – Bandkeramische Pflanzenfunde von Bedburg-Garsdorf, Kreis Bergheim/Erft, in C. Andree, H.-E. Joachim, et M. Ludwig (dir.), *Beiträge zur Urgeschichte des Rheinlandes I*, (Rheinische Ausgrabungen, 15), Köln, Rheinland-Verlag, p. 173-192.

KNÖRZER K.-H. (1977) – 4.4. Pflanzliche Großreste des bandkeramischen Siedlungsplatzes Langweiler 9, in R. Kuper, H. Lühr, J. Lüning, P. Stehli, et A. Zimmermann (dir.), *Der Bandkeramische Siedlungsplatz, Langweiler 9: Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren*, (Beiträge zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte II; Rheinische Ausgrabungen, 18), Bonn, Rheinland-Verlag, p. 279-303.

KNÖRZER K.-H. (1980) – Pflanzliche Großreste des bandkeramischen Siedlungsplatzes Wanlo (Stad Mönchengladbach), *Archaeo-Physika*, 7, p. 7-20.

KNÖRZER K.-H. (1988) – Untersuchungen der Früchte und Samen, in U. Boelicke, D. von Brandt, J. Lüning, P. Stehli, et A. Zimmermann (dir.), *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8: Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren*, (Beiträge zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte III; Rheinische Ausgrabungen, 28), vol. 2, Köln, Rheinland-Verlag, p. 813-852.

KNÖRZER K.-H. (1997) – Botanische Untersuchung von 16 neolithischen Siedlungsplätzen im Bereich der Aldenhovener Platte, Kr. Düren und Aachen, in J. Lüning (dir.), *Studien zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte und ihrer Umgebung*, (Beiträge zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte VI; Rheinische Ausgrabungen, 43), Köln, Rheinland-Verlag, p. 647-684.

KNÖRZER K.-H. (1998) – Botanische Untersuchungen am bandkeramischen Brunnen von Erkelenz-Kückhoven, in H. Koschik (dir.), *Brunnen der Jungsteinzeit*, Internationales Symposium Erkelenz, 27. bis 29. Oktober 1997, (Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland, 11), Cologne, Rheinland-Verlag GmbH, p. 229-246.

KOHLER-SCHNEIDER M. (2007) – Chapter 13. Early agriculture and subsistence in Austria: a review of neolithic plant records, in S. Colledge et J. Conolly (dir.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*, Walnut Creek, University College London Institute of Archaeology Publications, p. 209-219.

KÖNIG M. (1990) – Linearbandkeramische Kulturpflanzenfunde aus Wehlen, *Funde und Ausgrabungen im Bezirk Trier*, 22, p. 3-12.

KOZŁOWSKI J.K. (2004) – La néolithisation de la zone balkano-danubienne et l'occupation du territoire, *Civilisations*, 52, 1, p. 9-24.

KRAUSS R., MARINOVA E., DE BRUE H., WENINGER B. (2018) – The rapid spread of early farming from the Aegean into the Balkans via the Sub-Mediterranean-Aegean Vegetation Zone, *Quaternary International*, 496, p. 24-41.

KREUZ A. (1995) – On-site and off-site data - Interpretative tools for a better understanding of Early Neolithic environments, in H. Kroll et R. Pasternak (dir.), *Res Archaeobotanicae*,

Proceedings of the ninth Symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany, Kiel, 1992, Kiel, p. 117-134.

KREUZ A. (2007) – Chapter 15. Archaeobotanical perspectives on the beginning of agriculture north of the Alps, in S. Colledge et J. Conolly (dir.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*, Walnut Creek, University College London Institute of Archaeology Publications, p. 259-294.

KREUZ A. (2008) – Closed forest or open woodland as natural vegetation in the surroundings of Linearbandkeramik settlements?, *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, p. 51-64.

KREUZ A. (2012) – Die Vertreibung aus dem Paradies? Archäobiologische Ergebnisse zum Frühneolithikum im westlichen Mitteleuropa, *Berichte der Römisch-Germanischen Kommission*, 91, 2010, p. 23-196.

KREUZ A., BOENKE N. (2002) – The presence of two-grained einkorn at the time of the Bandkeramik culture, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 3, p. 233-240.

KREUZ A., MARINOVA E. (2017) – Archaeobotanical evidence of crop growing and diet within the areas of the Karanovo and the Linear Pottery Cultures: a quantitative and qualitative approach, *Vegetation History and Archaeobotany*, 26, p. 639-657.

KREUZ A., MARINOVA E., SCHÄFER E., WIETHOLD J. (2005) – A comparison of early Neolithic crop and weed assemblages from the Linearbandkeramik and the Bulgarian Neolithic cultures: differences and similarities, *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, 4, p. 237-258.

KREUZ A., MÄRKLE T., MARINOVA E., RÖSCH M., SCHÄFER E., SCHAMUHN S., ZERL T. (2014) – The Late Neolithic Michelsberg culture – just ramparts and ditches? A supraregional comparison of agricultural and environmental data, *Praehistorische Zeitschrift*, 89, 1, p. 72-115.

KREUZ A., POMÁZI P., BÁNFFY E. (2020) – Hungarian Neolithic landscapes, crops and diet – Signs of cultural decisions?, *Quaternary International*, 560-561, p. 102-118.

KREUZ A., SCHÄFER E. (2002) – A new archaeobotanical database program, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 1-2, p. 177-180.

KREUZ A., SCHÄFER E. (2011) – Weed finds as indicators for the cultivation regime of the early Neolithic Bandkeramik culture?, *Vegetation History and Archaeobotany*, 20, p. 333-348.

KREUZ A., SCHÄFER E., MARINOVA E. (2014) – *Archaeobotanical Database Program ArboDat 2013. Manual. English version*, Wiesbaden, Bruxelles, Deutsche Forschungsgemeinschaft et hessenARCHÄOLOGIE, 101 p.

KÜHL N., MOSCHEN R. (2012) – A combined pollen and  $\delta^{18}\text{O}$ Sphagnum record of mid-Holocene climate variability from Dürres Maar (Eifel, Germany), *The Holocene*, 22, 10, p. 1075-1085.

KVĚTINA P. (2010) – The spatial analysis of non-ceramic refuse from the Neolithic site at Bylany, Czech Republic, *European Journal of Archaeology*, 13, 3, p. 336-367.

KVĚTINA P., HRNČÍŘ V. (2013) – Between Archaeology and Anthropology: Imagining Neolithic Settlements, *L'Anthropologie*, 51, 2, p. 323-347.

LAMBINON J., VERLOOVE F. (2012) – *Nouvelle flore de la Belgique, du G.-D. de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines*, 6ème édition, Meise, Éditions du Jardin botanique national de Belgique, 1195 p.

LANGOHR R. (1990) – L'Homme et les processus d'érosion des sols limoneux de Belgique et du Nord-Ouest de la France, in *Les Celtes en France du Nord et en Belgique - VIe-Ier siècle avant J.-C.*, Catalogue d'exposition, Musée des Beaux-Arts de Valenciennes, Bruxelles, Crédit Communal de Belgique, p. 211-222.

LARMARANGE J. (2019) – Classification ascendante hiérarchique (CAH), *analyse-R*. [En ligne] <https://larmarange.github.io/analyse-R/classification-ascendante-hierarchique.html> (consulté le 24 mars 2022).

LAURELUT C. (2011) – Mairy (Ardennes françaises) : un site d'habitat ... ou pas ? Premiers éléments de réflexion sur la fonction du site, *Revue archéologique de Picardie*, 28, Le Néolithique du Nord de la France dans son contexte européen, p. 139-165.

LAUTRIDOU J.-P. (1993) – L'eau dans le loess de Normandie, *Quaternaire*, 4, 2-3, p. 91-96.

LE BRUN-RICALENS F. (1992) – *Grotte-diaclase Karelslé « Heringerboesch »*, commune de Waldbillig, rapport de fouilles de sauvetage 1991, Luxembourg, Musée National d'Histoire et d'Art, Service archéologique, section Préhistoire, 51 p.

LE BRUN-RICALENS F. (2005) – La grotte-diaclase « Karelslé » à Waldbillig, in F. Le Brun-Ricalens, L. Brou, F. Valotteau, J. Metzler, et C. Gaeng (dir.), *Préhistoire et Protohistoire au Luxembourg*, (Les collections du Musée national d'Histoire et d'Art, 1), Luxembourg, Saint-Paul Luxembourg, p. 108-114.

LE BRUN-RICALENS F., VALOTTEAU F. (2007) – Le Néolithique moyen luxembourgeois, regards croisés entre le bassin rhénan et le Bassin parisien, in F. Le Brun-Ricalens, F. Valotteau, et A. Hauzeur (dir.), *Relations interrégionales au Néolithique entre Bassin parisien et Bassin rhénan*, actes du 26e Colloque interrégional sur le Néolithique, Luxembourg, 8-9 novembre 2003, (Archaeologia Mosellana, 7), Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art du Luxembourg, Service régional de l'Archéologie de Lorraine et Landesdenkmalamt, p. 297-317.

LE DRIANT F. (2023) – À la découverte de la flore montagnarde et provençale, *FloreAlpes*. [En ligne] <https://www.florealpes.com/index.php> (consulté le 20 mai 2023).

LE ROUX J. (2006a) – Partie 2 : la Lorraine géologique. Le bassin de Paris : un bassin sédimentaire intracontinental, in A. Lexa-Chomard et C. Pautrot (dir.), *Géologie et géographie de la Lorraine*, Metz, Éditions Serpenoise, p. 65-67.

LE ROUX J. (2006b) – Partie 2 : la Lorraine géologique. Les principales structures de l'Est du bassin de Paris, in A. Lexa-Chomard et C. Pautrot (dir.), *Géologie et géographie de la Lorraine*, Metz, Éditions Serpenoise, p. 67-69.

LEFRANC P. (2013) – Les relations entre les groupes rubanés d’Alsace et du bassin de la Seine : l’apport des styles céramiques, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 110, 3, p. 495-512.

LEFRANC P. (2014) – Les villages du Néolithique ancien en Alsace. Un état de la recherche, *Archéopages : Villages*, 40, p. 18-25.

LEFRANC P., CHENAL F. (2018) – De nouveaux habitats et un ensemble funéraire du Michelsberg ancien à Vendenheim « Les portes de Kochersberg » et à Achenheim « Strasse 2 » (Bas-Rhin), *Cahiers Alsaciens d’Archéologie, d’Art et d’Histoire*, 61, p. 19-36.

LEFRANC P., CHENAL F., DENAIRE A., GUTHMANN E., SCHNEIDER-SCHWIEN N. (2017) – L’habitat et les sépultures du Néolithique ancien Rubané d’Entzheim « Les Terres de la Chapelle » (Bas-Rhin), *Revue archéologique de l’Est*, 66, p. 17-74.

LEFRANC P., SERRURIER A., MICHLER M. (2012) – Un ensemble mixte Bruebach-Oberbergen/Bischheim occidental sur le site de Rosheim « Rittergass » (Bas-Rhin) : premiers impacts occidentaux sur le sud de la plaine du Rhin supérieur à la fin du 5<sup>e</sup> millénaire, *Revue archéologique de l’Est*, 61, 184, p. 21-34.

LENNEIS E. (2013a) – Die Einrichtung des rekonstruierten bandkeramischen Großbaus von Schwechat im Freilichtmuseum von Asparn an der Zaya. Die Realisierung einer Hypothese, in E. Lauer mann (dir.), *Das « jungsteinzeitliche » Langhaus in Asparn an der Zaya. Urgeschichte zwischen Befund und Experiment*, (Archäologische Forschungen in Niederösterreich, 11), Sankt Pölten, Niederösterreichisches Institut für Landeskunde, p. 168-185.

LENNEIS E. (2013b) – Reconstruction of domestic units from distribution analysis and study of finds density in pit fills, in C. Hamon, P. Allard, et M. Ilett (dir.), *The Domestic Space in LBK Settlements*, The Domestic Space in LBK Settlements, Maison Archéologie & Ethnologie, Nanterre, 7-8 Octobre 2010, (Internationale Archäologie - Arbeitsgemeinschaft, Symposium, Tagung, Kongress, 17), Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf GmbH, p. 43-50.

LENNEIS E., TREBSCHKE P. (2013) – Die Dokumentation des nachgebauten linearbandkeramischen Langhauses von 1964. Ein Beitrag zur Diskussion der möglichen Lebensdauer, in E. Lauer mann (dir.), *Das « jungsteinzeitliche » Langhaus in Asparn an der Zaya. Urgeschichte zwischen Befund und Experiment*, (Archäologische Forschungen in Niederösterreich, 11), Sankt Pölten, Niederösterreichisches Institut für Landeskunde, p. 87-145.

LICHARDUS J. (1976) – *Rössen, Gatersleben, Baalberge. Ein Beitrag zur Chronologie des mitteldeutschen Neolithikums und zur Entstehung der Trichterbecher-Kulturen*, Bonn, Dr. Rudolf Habelt GmbH, (Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde, 17), 2 vol., 296 et 320 p.

LIPSON M., SZÉCSÉNYI-NAGY A., MALLICK S., PÓSA A., STÉGMÁR B., KEERL V., ROHLAND N., STEWARDSON K., FERRY M., MICHEL M., OPPENHEIMER J., BROOMANDKHOSHBAKHT N., HARNEY E., NORDENFELT S., LLAMAS B., GUSZTÁV MENDE B., KÖHLER K., OROSS K., BONDÁR M., MARTON T., OSZTÁS A., JAKUCS J., PALUCH T., HORVÁTH F., CSENGERI P., KOÓS J., SEBŐK K., ANDERS A., RACZKY P., REGENYE J., BARNÁ J.P., FÁBIÁN S., SERLEGI G., TOLDI Z., GYÖNGYVÉR NAGY E., DANI J., MOLNÁR E., PÁLFI G., MÁRK L., MELEGH B.,

BÁNFAI Z., DOMBORÓCZKI L., FERNÁNDEZ-ERASO J., ANTONIO MUJIKALUSTIZA J., ALONSO FERNÁNDEZ C., JIMÉNEZ ECHEVARRÍA J., BOLLONGINO R., ORSCHIEDT J., SCHIERHOLD K., MELLER H., COOPER A., BURGER J., BÁNFFY E., ALT K.W., LALUEZA-FOX C., HAAK W., REICH D. (2017) – Parallel palaeogenomic transects reveal complex genetic history of early European farmers, *Nature*, 551, p. 368-372.

LITT T., SCHÖLZEL C., KÜHL R., BRAUER A. (2009) – Vegetation and climate history in the Westeifel Volcanic Field (Germany) during the past 11000 years based on annually laminated lacustrine maar sediments, *Boreas*, 38, 4, p. 679-690.

LITYŃSKA-ZAJĄC M. (2007) – Chapter 17. Early neolithic agriculture in south Poland as reconstructed from archaeobotanical plant remains, in S. Colledge et J. Conolly (dir.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*, Walnut Creek, University College London Institute of Archaeology Publications, p. 315-326.

LITYŃSKA-ZAJĄC M., CZEKAJ-ZASTAWNY A. (2021) – Utilisation of plant materials in houses of the Linear Pottery Culture. A case study of Brzezie, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, 102710. [En ligne] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X20305010> (consulté le 21 octobre 2021).

LLATY C. (1997) – Le fléau, la planche et le mulet. L'égrenage des céréales dans les Alpes du Sud, *Le Monde alpin et rhodanien*, 1, p. 83-100.

LOBISSER W.F.A. (2013) – Der Neubau des Langhausmodells. Nach einem linearbandkeramischen Befund aus Schwechat, in E. Lauer mann (dir.), *Das « jungsteinzeitliche » Langhaus in Asparn an der Zaya. Urgeschichte zwischen Befund und Experiment*, (Archäologische Forschungen in Niederösterreich, 11), Sankt Pölten, Niederösterreichisches Institut für Landeskunde, p. 146-167.

LOGEL T., SCHAAL C. (2010) – Apports des données archéologiques et carpologiques d'une maison rubanée (Soultz-Florival, Haut Rhin, Alsace, France), in M. Besse et I. Praud (dir.), *Internéo 8 - 2010*, Journée d'information du 20 novembre 2010, Paris, Paris, Association InterNéo, Société préhistorique française, p. 23-34.

LÖHR H. (1994) – Linksflügler und Rechtsflügler in Mittel-und Westeuropa. Der Fortbestand der Verbreitungsgebiete asymmetrischer Pfeilspitzenformen als Kontinuitätsbeleg zwischen Meso-und Neolithikum, *Trierer Zeitschrift*, t. 57, p. 9-127.

LUNDSTRÖM-BAUDAIS K. (1977) – *Étude des macro-fossiles des sites littoraux d'Auvergnier « Brise-Lames » (CH), Clairvaux (Jura) et Charavines (Isère)*, Mémoire de maîtrise, Université de Franche-Comté, Besançon, 377 p.

LUNDSTRÖM-BAUDAIS K. (1988) – 15. Les semences carbonisées, in C. Jeunesse (dir.), *Wettolsheim-Ricoh du Néolithique à l'ère post-industrielle : un sauvetage archéologique dans la plaine d'Alsace*, Zimmersheim, Association pour la promotion de la recherche archéologique en Alsace, p. 3.

LÜNING J. (1968) – Die Michelsberger Kultur. Ihre Funde in zeitlicher und räumlicher Gliederung, *Berichte der Römisch-Germanischen Kommission*, 48, 1967, p. 1-350.

LÜNING J. (1982) – Research into the Bandkeramik Settlement of the Aldenhover Platte in the Rhineland, in C. C. Bakels, M. E. T. de Grooth, L. P. Louwe Kooijmans, et G. J. Verwers (dir.), *Prehistoric Settlement Patterns around the southern North Sea*, (Analecta Praehistorica Leidensia, XV), Leiden, Leiden University Press, p. 1-30.

LÜNING J. (1998) – L'organisation régionale des habitats rubanés : sites centraux et sites secondaires (groupements de sites), in N. Cauwe et P.-L. Van Berg (dir.), *Organisation néolithique de l'espace en Europe du Nord-Ouest, Actes du XXIIIe Colloque interrégional sur le Néolithique*, XXIIIe Colloque interrégional sur le Néolithique, 24-26 octobre 1997, (Anthropologie et préhistoire, 109), Bruxelles, Société royale belge, p. 163-185.

MADESCLAIRE A., RAMEAU J.C. (1991) – *Le choix des essences forestières sur les plateaux calcaires de Lorraine. Guide pour l'identification des stations*, Metz, Conseil Régional de Lorraine, 39 p.

MAGNY M. (2004) – Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements, *Quaternary International*, 113, 1, p. 65-79.

MAGNY M. (2012) – Paléoclimats et sociétés. Du local au global, du passé au futur, in S. de Beaune et H.-P. Francfort (dir.), *L'archéologie à découvert, (À découvert)*, Paris, CNRS Éditions, p. 136-143.

MAGNY M. (2013) – Orbital, ice-sheet, and possible solar forcing of Holocene lake-level fluctuations in west-central Europe: A comment on Bleicher, *The Holocene*, 23, 8, p. 1202-1212.

MAIER U. (1996) – Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany, and the history of the naked wheats, *Vegetation History and Archaeobotany*, 5, 1/2, p. 39-55.

MAIRE E., ASSELIN G., BONNAIRE E., LEMOINE K., MARQUIÉ S., NATON H.-G. (2012) – *Marly (57) « sur le chemin de Grosyeux - Aire d'accueil des gens du voyage »*. Une occupation du Néolithique moyen et final, rapport de fouille, Metz, Metz Métropole, Pôle Archéologie Préventive, 162 p.

MAIRE E., ASSELIN G., BONNAIRE E., MARQUIÉ S. (2012) – Une occupation du Grossgartach à Marly « sur le chemin de Grosyeux » (Moselle), *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 109, n°3, p. 571-580.

MANEN C., MAZURIÉ DE KEROUALIN K. (2003) – Les concepts « La Hoguette » et « Limbourg » : un bilan des données, in M. Besse, L.-I. Stahl-Gretsch, et P. Curdy (dir.), *ConstellaSion, hommage à Alain Gallay*, (Cahiers d'archéologie romande, 95), Lausanne, p. 115-145. [En ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00721017>.

MAPTILER TEAM (2019) – Transform coordinates, *Epsg.io*. [En ligne] [http://epsg.io/transform#s\\_srs=4326&t\\_srs=2154&x=6.1756550&y=48.4012520](http://epsg.io/transform#s_srs=4326&t_srs=2154&x=6.1756550&y=48.4012520) (consulté le 20 janvier 2021).

MARGARIT X., ADAM F., LEFEBVRE A. (2007) – Les sépultures mégalithiques de Lorraine. Bilan documentaire et nouvelles données, in F. Le Brun-Ricalens, F. Valotteau, et A. Hauzeur (dir.), *Relations interrégionales au Néolithique entre Bassin parisien et Bassin*

rhénan, actes du 26e Colloque interrégional sur le Néolithique, Luxembourg, 8-9 novembre 2003, (Archaeologia Mosellana, 7), Luxembourg, Musée national d'Histoire et d'Art du Luxembourg, Service régional de l'Archéologie de Lorraine et Landesdenkmalamt, p. 551-565.

MARGUERIE M. (2017) – Culture de l'orge en bio, *Fiches techniques. Grandes cultures biologiques PACA*, 4. [En ligne] [https://www.bio-provence.org/IMG/pdf/bio\\_de\\_paca\\_orge.pdf](https://www.bio-provence.org/IMG/pdf/bio_de_paca_orge.pdf) (consulté le 14 juillet 2022).

MARINVAL P. (1990) – Relations Cardial-Rubané, les apports de la carpologie, in D. Cahen et M. Otte (dir.), *Rubané et Cardial. Néolithique ancien en Europe moyenne*, actes du Colloque International de Liège, Liège, novembre 1988, (ERAUL, 39), Liège, Éditions ERAUL, p. 401-404.

MARINVAL P. (1999) – Les graines et les fruits : la carpologie, in A. Ferdière (dir.), *La botanique*, (Collection « Archéologiques »), Paris, Éditions Errance, p. 105-137.

MARINVAL P. (2001) – Travaux carpologiques et bibliographiques de Jean Erroux, in P. Marinval (dir.), *Histoires d'Hommes. Histoires de Plantes. Hommages au professeur Jean Erroux*, Rencontres d'Archéobotanique de Toulouse, (Mémoire de Plantes, (1)), Montagnac, Centre d'Anthropologie Toulouse/éd. Monique Mergoïl, p. 9-23.

MARINVAL P., RUAS M.-P. (1985) – La paléocarpologie archéologique, *Les Nouvelles de l'archéologie*, 18, p. 27-32.

MÄRKLE T., RÖSCH M. (2008) – Experiments on the effects of carbonization on some cultivated plant seeds, *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, Suppl 1, p. S257-S263.

MAROLLE C. (1989) – Le village Michelsberg des Hautes Chanvières à Mairy (Ardennes). I. Étude préliminaire des principales structures, *Gallia Préhistoire*, 31, p. 93-118.

MARSHALL A. (1981) – Environmental Adaptation and Structural Design in Axially-Pitched Longhouses from Neolithic Europe, *World Archaeology*, 13, 1, p. 101-121.

MASSON E., BOUTHIER A., SOENEN B. (2017) – Chaulage : une décision qui repose sur le besoin de corriger plus ou moins rapidement le pH acide du sol, *Arvalis-Institut du végétal*. [En ligne] <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/le-chaulage-depend-du-besoin-de-corriger-plus-ou-moins-rapidement-le-ph-acide-dune> (consulté le 26 juillet 2021).

MASSY J.-L., GUILLAUME C., BOURA F. (1985) – Circonscription de Lorraine, *Gallia Préhistoire*, 28, fasc. 2, p. 307-329.

MAYEWSKI P.A., ROHLING E.E., CURT STAGER J., KARLÉN W., MAASCH K.A., DAVID MEEKER L., MEYERSON E.A., GASSE F., VAN KREVELD S., HOLMGREN K., LEE-THORP J., ROSQVIST G., RACK F., STAUBWASSER M., SCHNEIDER R.R., STEIG E.J. (2004) – Holocene climate variability, *Quaternary Research*, 62, 3, p. 243-255.

MCNEILL J., BARRIE F.R., BURDET H.M., DEMOULIN V., HAWKSWORTH D.L., MARHOLD K., NICOLSON D.H., PRADO J., SILVA P.C., SKOG J.E., WIERSEMA J.H., TURLAND N.J. (2006) – International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code), *International Association For Plant Taxonomy*. [En ligne] <https://www.iapt-taxon.org/icbn/main.htm> (consulté le 6 juillet 2021).

- MEIER-ARENDE W. (1966) – *Die Bandkeramische Kultur im Unterraingebiet*, Bonn, Rudolf Habelt GmbH, (Veröffentlichungen des Amtes für Bodendenkmalpflege im Regierungsbezirk Darmstadt, 3), 147 p.
- MÉNIEL P. (1984) – Contribution à l’histoire de l’élevage en Picardie. Du Néolithique à la fin de l’âge du Fer, *Revue archéologique de Picardie*, n° spécial 3, p. 1-56.
- MENKE H. (1973) – Zwei Karten zum Neolithikum und zur frühen Bronzezeit im Rhein-Main-Gebiet, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 3, p. 413-416.
- MEUNIER K. (2013) – Chronologie de la céramique rubanée dans le Sud-Est du Bassin parisien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 110, 3, p. 447-462.
- MEUNIER K., SIDÉRA I., ARBOGAST R.-M. (2003) – Rubané et groupe d’Entzheim à Pfulgriesheim « Langgarten » et « Buetzel » (Bas-Rhin), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 100, 2, p. 267-292.
- MEURERS-BALKE J., LÜNING J. (1992) – Some aspects and experiments concerning the processing of glume wheats, in P. C. Anderson (dir.), *Préhistoire de l’agriculture. Nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*, (Monographie du CRA, 6), Paris, Éditions du CNRS, p. 341-362.
- MODDERMAN P.J.R. (1958) – Bandkeramische Siedlungsspuren in Elsloo (Grabung 1950), *Palaeohistoria*, 6/7, p. 27-31.
- MODDERMAN P.J.R. (1970) – *Linearbandkeramik aus Elsloo und Stein*, vol. I: Textband, ’s-Gravenhage, Publikationen des Instituts für Prähistorie der Universität zu Leiden, Staatsverlag, (Analecta Praehistorica Leidensia, III), 218 p.
- MODDERMAN P.J.R. (1988) – The Linear Pottery Culture: Diversity in Uniformity, in W. A. van Es, W. C. Mank, J. F. van Regteren Altena, G. H. Scheepstra, W. J. H. Willems, et P. J. Woltering (dir.), *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, vol. 38, Amersfoot, Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, p. 63-139.
- MOIGNET L. (2022) – Les reconstitutions d’habitats, *Samara. Parc naturel et archéologique*. [En ligne] <https://www.samara.fr/les-reconstitutions-dhabitats> (consulté le 6 juillet 2023).
- MONNIER J.-L., PÉTREQUIN P., RICHARD A., PÉTREQUIN A.-M., GENTIZON A.-L. (1991) – *Construire une maison 3000 ans avant J.-C. Le lac de Chalain au Néolithique*, Paris, Éditions Errance, 75 p.
- MUELLER-BIENIEK A., BOGUCKI P., PYZEL J., KAPCIA M., MOSKAL-DEL HOYO M., NALEPKA D. (2019) – The role of Chenopodium in the subsistence economy of pioneer agriculturalists on the northern frontier of the Linear Pottery culture in Kuyavia, central Poland, *Journal of Archaeological Science*, 111, 105027. [En ligne] <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.105027> (consulté le 21 juin 2022).
- MUELLER-BIENIEK A., NOWAK M., STYRING A., LITYŃSKA-ZAJĄC M., MOSKAL-DEL HOYO M., SOJKA A., PASZKO B., TUNIA K., BOGAARD A. (2019) – Spatial and temporal patterns in Neolithic and Bronze Age agriculture in Poland based on the stable carbon and nitrogen isotopic composition of cereal grains, *Journal of Archaeological Science*:

*Reports*, 27, 101993. [En ligne] <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.101993> (consulté le 21 juin 2022).

MÜLLER H.-H. (1964) – *Die haustiere der mitteldeutschen Bandkeramiker*, Berlin, Akademie Verlag, (Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Schriften der Sektion für Vor und Frühgeschichte, 17), 181 p.

MULLER S. (2006) – *Les plantes protégées de Lorraine. Distribution, écologie, conservation*, Metz, Biotope, (Parthénope), 376 p.

MÜLLER-SCHEESSEL N., MÜLLER J., CHEBEN I., MAINUSCH W., RASSMANN K., RABEL W., CORRADINI E., FURHOLT M. (2020) – A new approach to the temporal significance of house orientations in European Early Neolithic settlements, *PLOS ONE*, 15, 1, e0226082. [En ligne] <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0226082> (consulté le 6 septembre 2021).

MURRAY H.K., MURRAY J.C., FRASER S.M. (2009) – *A Tale of the Unknown Unknowns: a Mesolithic pit alignment and a Neolithic timber hall at Warren Field, Crathes, Aberdeenshire*, Oxford, Oxbow books, 132 p.

NASA JPL (2013) – SRTMGL1 v003. NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second, *NASA EOSDIS Land Processes DAAC*. [En ligne] <https://lpdaac.usgs.gov/products/srtmgl1v003/> (consulté le 3 avril 2021).

NAVE M., TAŞ M., RAUPP J., TIWARI V.K., OZKAN H., POLAND J., HALE I., KOMATSUDA T., DISTELFELD A. (2021) – The Independent Domestication of Timopheev's Wheat: Insights from Haplotype Analysis of the Brittle rachis 1 (BTR1-A) Gene, *Genes*, 12, 338. [En ligne] <https://doi.org/10.3390/genes12030338> (consulté le 15 mai 2021).

NEEF R., CAPPERS R.T.J., BEKKER R.M. (2012) – *Digital atlas of economic plants in archaeology*, Groningen, Barkhuis Publishing, (Groningen archaeological studies, 17), 760 p.

NESBITT M., SAMUEL D. (1996) – From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats, in S. Padulosi, K. Hammer, et J. Heller (dir.), *Hulled wheats*, Proceedings of the first international workshop on hulled wheats, 21-22 July 1995, Castelveccchio Pascoli, Tuscany, (Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 4), Rome, International Plant Genetic Resources Institute, p. 40-99.

NIELSEN A.B., GIESECKE T., THEUERKAUF M., FEESER I., BEHRE K.-E., BEUG H.-J., CHEN S.-H., CHRISTIANSEN J., DÖRFLER W., ENDTMANN E., JAHNS S., DE KLERK P., KÜHL N., LATAŁOWA M., ODGAARD B.V., RASMUSSEN P., STOCKHOLM J.R., VOIGT R., WIETHOLD J., WOLTERS S. (2012) – Quantitative reconstructions of changes in regional openness in north-central Europe reveal new insights into old questions, *Quaternary Science Reviews*, 47, p. 131-149.

NIKITIN A.G., STADLER P., KOTOVA N., TESCHLER-NICOLA M., PRICE T.D., HOOVER J., KENNETT D.J., LAZARIDIS I., ROHLAND N., LIPSON M., REICH D. (2019) – Interactions between earliest Linearbandkeramik farmers and central European hunter gatherers at the dawn of European Neolithization, *Scientific Reports*, 9, 19544. [En ligne] <http://www.nature.com/articles/s41598-019-56029-2> (consulté le 5 septembre 2021).

- NITSCH E.K., CHARLES M., BOGAARD A. (2015) – Calculating a statistically robust  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  offset for charred cereal and pulse seeds, *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 1, 1. [En ligne] <https://doi.org/10.1179/2054892315Y.0000000001> (consulté le 25 avril 2022).
- OFFICE DES PUBLICATIONS DE L'UNION EUROPÉENNE (2008) – Directive 2008/100/CE de la commission du 28 octobre 2008 modifiant la directive 90/496/CEE du Conseil relative à l'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires en ce qui concerne les apports journaliers recommandés, les coefficients de conversion pour le calcul de la valeur énergétique et les définitions, *Journal officiel de l'Union européenne*, p. 9-12.
- OLIVIER L. (1987) – Le tumulus à tombe à char de Marainville-sur-Madon (Vosges) : premiers résultats, *Bulletin de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer*, 5, p. 9-15.
- OPELKA J. (2021) – Fleur de pavot (*Papaver somniferum*). ID : PHC03G, *Alamy Banque d'images*. [En ligne] <https://www.alamyimages.fr/fleur-de-pavot-papaver-somniferum-image217237092.html> (consulté le 15 juillet 2022).
- OPENSTREETMAP FRANCE (2021) – Fonds de carte, *OpenStreetMap France La carte coopérative libre*. [En ligne] <https://www.openstreetmap.fr/fonds-de-carte/> (consulté le 3 avril 2021).
- OROSS K., BÁNFFY E. (2009) – Three successive waves of Neolithisation: LBK development in Transdanubia, *Documenta Praehistorica*, 36, p. 175-189.
- OROSS K., BÁNFFY E., OSZTÁS A., MARTON T., NYERGES É.Á., KÖHLER K., SZÉCSÉNYI-NAGY A., ALT K.W., RAMSEY C.B., GOSLAR T., KROMER B., HAMILTON D. (2016) – The early days of Neolithic Alsónyék: the Starčevo occupation, *Berichte der Römisch-Germanischen Kommission*, 94, 2013, p. 93-121.
- PAPETTI A., PRUZZO C., DAGLIA M., GRISOLI P., BACCIAGLIA A., REPETTO B., DACARRO C., GAZZANI G. (2007) – Effect of Barley Coffee on the Adhesive Properties of Oral Streptococci, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 2, p. 278-284.
- PARET O. (1942) – Vorgeschichtliche Wohngruben?, *Germania*, 26, p. 84-103.
- PASTERNAK R. (1991) – Hafer aus dem mittelalterlichen Schleswig, *Offa*, 48, p. 363-380.
- PAUTROT C. (2011) – Formations superficielles en Lorraine, *Mémoires de l'Académie nationale de Metz*, p. 65-77.
- PAVLŮ I. (2000) – *Life on a Neolithic site Bylany: Situational Analysis of Artefacts - Život na sídlišti kultury s lineární keramikou v Bylanech u Kutné Hory: situační analýza artefaktů*, Praha, Institute of Archaeology CAS, 340 p.
- PAVLŮ I., ZÁPOTOCKÁ M. (2013) – *The Prehistory of Bohemia 2. The Neolithic*, Praha, Archeologický ústav AV ČR, 136 p.
- PECHTL J., LAND A. (2019) – Tree rings as a proxy for seasonal precipitation variability and Early Neolithic settlement dynamics in Bavaria, Germany, *PLOS ONE*, 14, 1, e0210438.

PEDEL L., FABRI M.-C. (2012) – *Etat de l'art sur les indices existants concernant l'Etat Ecologique des habitats benthiques du domaine profond*, Rapport final, La Seyne sur Mer, Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources (LER), 70 p.

PEÑA-CHOCARRO L. (2014) – 4.4. The use of mesorias to harvest hulled wheat by stripping: an ancient tool?, in A. van Gijn, J. Whittaker, et P. C. Anderson (dir.), *Exploring and Explaining Diversity in Agricultural Technology*, (Early agricultural remnants and technical heritage - EARTH, 2), Oxford, Oxbow Books, p. 103-105.

PEÑA-CHOCARRO L., ZAPATA L. (2003) – Post-harvesting processing of hulled wheats. An ethnoarchaeological approach, in P. C. Anderson, L. S. Cummings, T. K. Schippers, et B. Simonel (dir.), *Le Traitement des récoltes : un regard sur la diversité du Néolithique au présent*, XXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes, 17-19 octobre 2002, Antibes, Éditions APDCA, p. 99-114.

PÉREZ-LOSADA J., FORT J. (2011) – Spatial dimensions increase the effect of cultural drift, *Journal of Archaeological Science*, 38, 6, p. 1294-1299.

PERNAUD J.-M. (2001) – Postglacial vegetation history in Luxembourg: new charcoal data from the cave of la Karelslé (Waldbillig, eastern Gutland), *Vegetation History and Archaeobotany*, 10, 4, p. 219-225.

PERRIN T. (2002) – La fin du Mésolithique dans l'arc jurassien : approche statistique des industries lithiques taillées, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 99, 3, p. 487-499.

PETITDIDIER M., CHAMPOUGNY A. (2019a) – *Terville, Moselle, Grand Est, Beckergraben, ZAC du Parc d'Activités Technologiques. Habitat du Néolithique ancien*, vol. 1 : Texte, rapport d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est, 234 p.

PETITDIDIER M., CHAMPOUGNY A. (2019b) – *Terville, Moselle, Grand Est, Beckergraben, ZAC du Parc d'Activités Technologiques. Habitat du Néolithique ancien*, vol. 2 : Planches du mobilier et figures du catalogue, rapport d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est, 340 p.

PETITDIDIER M.-P., ADAM F., ADAMY F., BOUR J.-Y., LOGEL T., PAIMAN Z., SCHEMBRI F., THOMASHAUSEN L. (1998) – *Ennery « Pôle industriel » (Moselle), novembre 1995 et avril-mai 1996*, document final de synthèse de fouille d'archéologie préventive, Metz, Service régional de l'Archéologie de Lorraine, 127 p.

PETITDIDIER M.-P., ADAM F., ARBOGAST R.-M., BLOUET V., DECHEZLEPRÊTRE T., DEFFRESSIGNE-TIKONOFF S., GUILLAUME J., DE HINGH A., TEGEL W. (2010) – *Flévy, Trémery (57) / ZAC de la Fontaine des Saints « Projet Massey Ferguson » et « Zone 20 »*. *Ennery (57) / Pôle Industriel Eurotransit « Site 28 »*, vol. 1. Données administratives et de synthèse, rapport final d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est nord et Service régional de l'Archéologie de Lorraine, 203 p.

PETITDIDIER M.-P., BLOUET V., THOMASHAUSEN L., WIETHOLD J. (2007) – *Malling (Moselle) « Schlammlengt » Le Domaine des Primevères, 2002*, rapport de fouille, Metz, Inrap Grand Est nord, 187 p.

PETITDIDIER M.-P., CHAMPOUGNY A., LEDUC C., WIETHOLD J. (2018) – *Ay-sur-Moselle, Moselle, Grand Est, Rue de la Tournaille. Une maison de la fin du Rubané moyen ou*

*du début du Rubané récent*, rapport d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est nord, 140 p.

PETRASCH J. (2020) – Settlements, migration and the break of tradition: The settlement patterns of the Earliest Bandkeramik and the LBK and the formation of a neolithic lifestyle in Western Central Europe, *Quaternary International*, 560-561, p. 248-258.

PÉTREQUIN P., PÉTREQUIN A.-M. (2000) – *Chalain et Clairvaux. 4000 ans d'habitat lacustre Jura*, Franche-Comté, Éditions du Patrimoine, Éditions Maé-Erti, (Itinéraires du patrimoine, 224), 32 p.

PICHON F. (2016) – Une moisson expérimentale de céréales, Séranon (août 2016), *ArchéOrient - Le Blog*. [En ligne] <https://archeorient.hypotheses.org/6667> (consulté le 28 janvier 2022).

PIENING U. (1979) – Neolithische Nutz- und Wildpflanzenreste aus Endersbach, Rems-Murr-Kreis, und Ilsfeld, Kreis Heilbronn, *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 4, p. 1-17.

PIENING U. (1982) – Botanische Untersuchungen an verkohlten Pflanzenreste aus Nordwürttemberg, *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 7, p. 239-271.

PIENING U. (1998) – Die Pflanzenreste aus Gruben der Linearbandkeramik und der Rössener Kultur von Ditzingen, Kr. Ludwigsburg, *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 22, 1, p. 125-160.

PLUS SAINTE LA VIE (2022) – 10 bienfaits des petits pois pour la santé, *Plus Saine La Vie*. [En ligne] <https://www.plus-saine-la-vie.com/alimentation/10-bienfaits-des-petits-pois-pour-la-sante/> (consulté le 15 juillet 2022).

PNRL (2020) – Unités paysagères, *Observatoire du Parc naturel régional de Lorraine*. [En ligne] <https://observatoire.pnr-lorraine.com/connaissance-et-evolution/paysages/unites-paysageres/> (consulté le 10 février 2022).

PRADAT B. (2015) – Le comptage des céréales et des légumineuses en carpologie. Recensement des méthodes utilisées et France et essais comparatifs sur des assemblages archéobotaniques, *ArcheoSciences*, 39, p. 51-68.

PRESSAC J.-B., MELL L. (2017) – Analyse factorielle des correspondances sous R - Partie I, *Les outils du quanti en sciences humaines et sociales - Hypothèses*. [En ligne] <https://outiquanti.hypotheses.org/224> (consulté le 26 avril 2022).

PROCOPIOU H. (2003) – Les techniques de décorticage dans le monde égéen. Étude ethnoarchéologique dans les Cyclades, in P. C. Anderson, L. S. Cummings, T. K. Schippers, et B. Simonel (dir.), *Le Traitement des récoltes : un regard sur la diversité du Néolithique au présent*, XXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes, 17-19 octobre 2002, Antibes, Éditions APDCA, p. 115-136.

QUITTA H. (1960) – Zur Frage der ältesten Bandkeramik in Mitteleuropa, *Praehistorische Zeitschrift*, 38, 3-4, p. 153-188.

REBOLLO N.R., COHEN-OFRI I., POPOVITZ-BIRO R., BAR-YOSEF O., MEIGNEN L., GOLDBERG P., WEINER S., BOARETTO E. (2008) – Structural Characterization of

Charcoal Exposed to High and Low pH: Implications for <sup>14</sup>C Sample Preparation and Charcoal Preservation, *Radiocarbon*, 50, 2, p. 289-307.

REIMER P.J., AUSTIN W.E.N., BARD E., BAYLISS A., BLACKWELL P.G., RAMSEY C.B., BUTZIN M., CHENG H., EDWARDS R.L., FRIEDRICH M., GROOTES P.M., GUILDERSON T.P., HAJDAS I., HEATON T.J., HOGG A.G., HUGHEN K.A., KROMER B., MANNING S.W., MUSCHELER R., PALMER J.G., PEARSON C., PLICHT J. VAN DER, REIMER R.W., RICHARDS D.A., SCOTT E.M., SOUTHON J.R., TURNEY C.S.M., WACKER L., ADOLPHI F., BÜNTGEN U., CAPANO M., FAHRNI S.M., FOGTMANN-SCHULZ A., FRIEDRICH R., KÖHLER P., KUDSK S., MIYAKE F., OLSEN J., REINIG F., SAKAMOTO M., SOOKDEO A., TALAMO S. (2020) – The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP), *Radiocarbon*, 62, 4, p. 725-757.

RELINA L.I., BOGUSLAVSKYI R.L., VECHERSKA L.A., DIDENKO S.Y., GOLIK O.V., SHELIAKINA T.A., POZDNIakov V.V. (2018) – Grain quality of tetraploid wheat *Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk., *Plant Breeding and Seed Production*, 114, p. 106-119.

RÉMOND D., WALRAND S. (2017) – Les graines de légumineuses : caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé, *Innovations Agronomiques*, 60, p. 133-144.

REYNOLDS P.J. (1995) – Chapter 4: The Life and Death of a Post-Hole, in E. Shepherd (dir.), *Interpreting Stratigraphy 5, Proceedings of a Conference held at Norwich Castle Museum on 16th June 1994 and supported by the Norfolk Archaeological Unit*, Interpreting Stratigraphy 5, Norwich, Norfolk Museum Services, p. 21-25.

RIVOLLAT M., JEONG C., SCHIFFELS S., KÜÇÜKKALIPÇI İ., PEMONGE M.-H., ROHRLACH A.B., ALT K.W., BINDER D., FRIEDERICH S., GHESQUIÈRE E., GRONENBORN D., LAPORTE L., LEFRANC P., MELLER H., RÉVEILLAS H., ROSENSTOCK E., ROTTIER S., SCARRE C., SOLER L., WAHL J., KRAUSE J., DEGUILLOUX M.-F., HAAK W. (2020) – Ancient genome-wide DNA from France highlights the complexity of interactions between Mesolithic hunter-gatherers and Neolithic farmers, *Science Advances*, 6, 22, eaaz5344. [En ligne] <https://advances.sciencemag.org/content/6/22/eaaz5344> (consulté le 22 mars 2021).

RÖSCH M. (2010) – Landnutzung, Pflanzenproduktion und Sammelwirtschaft, in C. Lichter (dir.), *Jungsteinzeit im Umbruch, Die „Michelsberger Kultur“ und Mitteleuropa vor 6000 Jahren*, Darmstadt, Badisches Landesmuseum Karlsruhe / Primus Verlag GmbH, p. 164-168.

RÖSCH M. (2014) – Pflanzenreste vom Viesenhäuser Hof, Stadtteil Mühlhausen, Stuttgart, *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 34, 1, p. 143-176.

RÖSCH M., BIESTER H., BOGENRIEDER A., ECKMEIER E., EHRMANN O., GERLACH R., HALL M., HARTKOPF-FRÖDER C., HERRMANN L., KURY B., LECHTERBECK J., SCHIER W., SCHULZ E. (2017) – Late Neolithic Agriculture in Temperate Europe. A Long-Term Experimental Approach, *Land*, 6, 1, p. 11.

RÖSCH M., EHRMANN O., HERRMANN L., SCHULZ E., BOGENRIEDER A., GOLDAMMER J.P., HALL M., PAGE H., SCHIER W. (2002) – An experimental approach to Neolithic shifting cultivation, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 1-2, p. 143-154.

RÖSCH M., KLEINMANN A., LECHTERBECK J., WICK L. (2014) – Botanical off-site and on-site data as indicators of different land use systems: a discussion with examples from Southwest Germany, *Vegetation History and Archaeobotany*, 23, 1, p. S121-S133.

ROTHMALER W. (1955) – Die neolithischen Getreidefunde von Wahlitz aus den Jahren 1951/52, *Beiträge zur Frühgeschichte der Landwirtschaft*, 2, p. 35-50.

ROUSSELET O. (2015) – 2.2.4. Etude carpologique des restes végétaux découverts dans les fosses néolithiques : L'alimentation végétale au Néolithique récent, in C. Leprovost (dir.), *Reiningue, Haut-Rhin, « Krebsacker » et « Am Muhlenweg » Construction de la LGV Rhin-Rhône. Silos néolithiques et ligne de front allemande de la Première Guerre Mondiale*, rapport de fouille préventive, Sélestat, Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, p. 52-59.

ROUSSELET O. (2019) – 2.7 - Étude carpologique, in A. Denaire et B. Perrin (dir.), *Koenigsmacker « Blosberger, rue Benassay »*, vol. 1 : Texte, rapport final d'opération d'archéologie préventive, Habsheim et Metz, Antéa Archéologie, Service régional de l'Archéologie Grand Est, p. 264-279.

ROUSSELET O., NOCUS N. (2013) – *Mittelhausen, Bas-Rhin, « Liesbuehl, Gimbretter Weg »*, construction de la LGV Est Européenne, Tronçon H – Site 10-1. Rapport complémentaire. Données sur l'économie et l'environnement : les études carpologique et anthracologique., Rapport final d'opération, Sélestat, Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, 40 p.

ROUX P. (2015) – *Moisson, battage, vannage, stockage des céréales aux périodes protohistorique et antique dans le monde égéen : Histoire des techniques, Vol. 1/2*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 290 p.

RUAS M.-P. (2010) – Des grains, des fruits et des pratiques : la carpologie historique en France, in J. Chapelot (dir.), *Trente ans d'archéologie médiévale en France. Un bilan pour un avenir*, IXe congrès international de la Société d'archéologie médiévale, Vincennes, 16-18 juin 2006, Caen, Publications du CRAHM, p. 55-70.

RUAS M.-P., BOUBY L. (2010) – Carbonisation, conservation et déformation des restes carpologiques, in I. Théry-Parisot, L. Chabal, et S. Costamagno (dir.), *Taphonomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique*, actes de la table ronde, CEPAM, Valbonne, 27-29 mai 2008, P@lethnologie, 2, p. 69-79.

RUAS M.-P., ZECH-MATTERNE V. (2012) – Les avoines dans les productions agropastorales du nord-ouest de la France, données carpologiques et indications textuelles, in V. Carpentier et C. Marcigny (dir.), *Des hommes aux champs. Pour une archéologie des espaces ruraux du Néolithique au Moyen Âge*, (Archéologie et Culture), Rennes, Presses Universitaires de Rennes, p. 327-365.

RÜCK O. (2008) – New aspects and models for Bandkeramik settlement research, in D. Hofmann et P. Bickle (dir.), *Creating communities. New advances in Central European Neolithic research*, Oxford, Oxbow Books, p. 158-184.

RUFFALDI P. (1999) – Premières traces polliniques de néolithisation des zones de basse altitude de Lorraine (France), *Quaternaire*, 10, 4, p. 263-270.

RUFFALDI P. (2007) – 1. Premières traces polliniques de néolithisation des zones de basse altitude de Lorraine (France), in V. Blouet, E. Decker, T. Klag, M.-P. Petitdidier, et L. Thomashausen (dir.), *Le Néolithique ancien en Lorraine, Action collective de recherche*, vol. I : Texte, Metz, Service régional de l'Archéologie de Lorraine, p. 220-255.

SALAMINI F., ÖZKAN H., BRANDOLINI A., SCHÄFER-PREGL R., MARTIN W. (2002) – Genetics and geography of wild cereal domestication in the Near East, *Nature Reviews Genetics*, 3, p. 429-441.

SALAVERT A. (2010a) – *Apport de l'archéobotanique à la compréhension des sociétés néolithiques. Analyses anthracologiques et carpologiques de neuf sites rubanés de Moyenne-Belgique (5200-5000 av. J.-C.)*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 304 p.

SALAVERT A. (2010b) – Le pavot (*Papaver somniferum*) à la fin du 6e millénaire av. J.-C. en Europe occidentale, *Anthropobotanica*, 1, 3, p. 3-16.

SALAVERT A. (2011) – Plant economy of the first farmers of central Belgium (Linearbandkeramik, 5200–5000 B.C.), *Vegetation History and Archaeobotany*, 20, 5, p. 321-332.

SALAVERT A. (2021) – Histoire ancienne du pavot somnifère en Europe et Asie du Sud-Ouest, *Agence nationale de la recherche*. [En ligne] <https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE27-0006> (consulté le 7 janvier 2023).

SALAVERT A., ZAZZO A., MARTIN L., ANTOLÍN F., GAUTHIER C., THIL F., TOMBRET O., BOUBY L., MANEN C., MINEO M., MUELLER-BIENIEK A., PIQUÉ R., ROTTOLI M., ROVIRA N., TOULEMONDE F., VOSTROVSKÁ Y. (2020) – Direct dating reveals the early history of opium poppy in western Europe, *Scientific reports*, 10, 20263. [En ligne] <https://www.nature.com/articles/s41598-020-76924-3> (consulté le 19 janvier 2021).

SALQUE M., BOGUCKI P.I., PYZEL J., SOBKOWIAK-TABAKA I., GRYGIEL R., SZMYT M., EVERSLED R.P. (2013) – Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe, *Nature*, 493, p. 522-525.

SCHAAL C. (2011a) – La carpologie, in C. Croutsch (dir.), *Ingenheim, Bas-Rhin, « Hungerberg », construction de la LGV Est Européenne, Tronçon H – Site 7-3. Une occupation du Néolithique récent et des sépultures du Haut Moyen Âge*, Rapport de fouille, Sélestat, Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, p. 79-88.

SCHAAL C. (2011b) – La carpologie, in C. Croutsch (dir.), *Mittelschaeffolsheim, Bas-Rhin « Gute Abwand », construction de la LGV Est Européenne, tronçon H, site 10-4*, Rapport final d'opération, Sélestat, Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, p. 50.

SCHAAL C. (2012a) – 4.2. Données sur les pratiques agricoles au Néolithique ancien : Étude carpologique du site Rubané de Soultz « Florival », in T. Logel (dir.), *Soultz, Haut-Rhin, Aire d'activités du Florival - Tranche 1. Un bâtiment du Néolithique ancien, des occupations de l'âge du Fer et de la période moderne (XVIe siècle)*, rapport de fouille préventive, Sélestat, Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, p. 142-151.

SCHAAL C. (2012b) – La carpologie, in C. Croutsch (dir.), *Mittelschaeffolsheim, Bas-Rhin « Beim Berstetter Weg », construction de la LGV Est Européenne, tronçon H, site 10-5*, Rapport final d’opération, Sélestat, Pôle d’Archéologie Interdépartemental Rhénan, p. 46-47.

SCHEU A., POWELL A., BOLLONGINO R., VIGNE J.-D., TRESSET A., ÇAKIRLAR C., BENECKE N., BURGER J. (2015) – The genetic prehistory of domesticated cattle from their origin to the spread across Europe, *BMC genetics*, 16, 54. [En ligne] <https://bmcgenomdata.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12863-015-0203-2> (consulté le 20 mars 2021).

SCHIEMANN E. (1954) – Die Pflanzenreste der Rössener Siedlung Ur-Fulerum bei Essen, *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*, 1, p. 1-14.

SCHIER W. (1990) – *Die vorgeschichtliche Besiedlung im südlichen Maindreieck*, vol. 1: Text und Tafeln, Kallmünz/Opf., Verlag Michael Lassleben, (Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte, Reihe A, 60), 210 p.

SCHIER W. (1993) – Das westliche Mitteleuropa an der Wende vom 5. zum 4. Jahrtausend: Kulturwandel durch Kulturkontakt?, in A. Lang, H. Parzinger, et H. Küster (dir.), *Kulturen zwischen Ost und West: Das Ost-West-Verhältnis in vor- und frühgeschichtlicher Zeit und sein Einfluß auf Werden und Wandel des Kulturraums Mitteleuropa*, Berlin, Akademie Verlag, p. 19-59.

SCHLICHOTHERLE H. (2012) – Histoire des occupations palustres du bassin du Federsee (Bade- Wurtemberg, Allemagne), in M. Honegger et C. Mordant (dir.), *L’Homme au bord de l’eau. Archéologie des zones littorales du Néolithique à la Protohistoire*, actes du 135e congrès national des sociétés historiques et scientifiques du CTHS « Paysages », Neuchâtel, 6-11 avril 2010, Lausanne, Paris, Cahiers d’archéologie romande 132, Documents préhistoriques 30, p. 285-298.

SCHLUMBAUM A., NEUHAUS J.-M., JACOMET S. (1998) – Coexistence of Tetraploid and Hexaploid Naked Wheat in a Neolithic Lake Dwelling of Central Europe: Evidence from Morphology and Ancient DNA, *Journal of Archaeological Science*, 25, 11, p. 1111-1118.

SCHMIDT B., GRUHLE W., RÜCK O., FRECKMANN K. (2005) – Zur Dauerhaftigkeit bandkeramischer Häuser im Rheinland (5300-4950 v. Chr.) Eine Interpretation dendrochronologischer und bauhistorischer Befunde, in D. Gronenborn (dir.), *Klimaveränderung und Kulturwandel in neolithischen Gesellschaften Mitteleuropas, 6700-2200 v. Chr. Climate variability and cultural change in neolithic societies of Central Europe, 6700-2200 cal BC*, vol. 1, Mainz, Römisch-Germanischen Zentralmuseums, p. 151-170.

SCHMIDT B., HÖFS E., KHALESSI M., SCHEIMAINDA P., KOSCHIK H. (1998) – Dendrochronologische Befunde zur Datierung des Brunnens von Erkelenz-Kückhoven in das Jahr 5090 vor Christus, in *Brunnen der Jungsteinzeit.*, Internationales Symposium, Erkelenz, 27. bis 29. Oktober 1997, (Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland, 11), Köln, Rheinland-Verlag, p. 279-289.

SCHOCH W., PAWLIK B., SCHWEINGRUBER F. (1988) – *Macrorestes botaniques*, Berne, Stuttgart, Paul Haupt, 227 p.

SCOLLAR I. (1959) – Regional Groups in the Michelsberg Culture: A Study in the Middle Neolithic of West Central Europe, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 25, p. 52-134.

SELLENET P. (2012) – Les messicoles, c'est quoi ?, *Fiches Connaissance*, 1. [En ligne] [https://messicoles.org/files/fichierressource\\_Sellenet\\_2012\\_FichesConnaissance.pdf](https://messicoles.org/files/fichierressource_Sellenet_2012_FichesConnaissance.pdf) (consulté le 15 mai 2021).

SERVICE GÉOLOGIQUE DU LUXEMBOURG (2021) – Aperçu géologique du Luxembourg, *Geologie.lu. Portail luxembourgeois des sciences de la Terre*. [En ligne] <http://www.geologie.lu/index.php/geologie-du-luxembourg/aperçu-geologique/9-aperçu-geologique-du-luxembourg> (consulté le 25 avril 2021).

SHENNAN S. (2018) – *The First Farmers of Europe. An Evolutionary Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, (Cambridge World Archaeology), 254 p.

SIDÉRA I. (2000) – Animaux domestiques, bêtes sauvages et objets en matières animales du Rubané au Michelsberg : de l'économie aux symboles, des techniques à la culture, *Gallia Préhistoire*, 42, p. 107-194.

SOMMER U. (2001) – 'Hear the instruction of thy father, and forsake not the law of thy mother': Change and persistence in the European early Neolithic, *Journal of Social Archaeology*, 1, 2, p. 244-270.

SOUDSKÝ B. (1962) – The Neolithic Site of Bylany, *Antiquity*, XXXVI, 143, p. 190-200.

SOUDSKÝ B. (1966) – *Bylany. Osada nejstarsich zemedelcu z mladsi doby kamanné*, Praha, Ceskoslovenská akademie věd, 84 p.

SOUDSKÝ B. (1969) – Étude de la maison néolithique, *Slovenská Archeológia*, XVII, 1, p. 5-96.

SPATZ H. (1996) – *Beiträge zum Kulturenkomplex Hinkelstein – Großgartach – Rössen. Der keramische Fundstoff des Mittelneolithikums aus dem mittleren Neckarland und seine zeitliche Gliederung*, Stuttgart, Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, (Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg, 37), 2 vol., 610 et 171 p.

STADLER P., KOTOVA N. (2010) – Early Neolithic Settlement from Brunn Wolfholz in Lower Austria and the problem of the Origin of the (Western) LBK, in J. K. Kozłowski et P. Raczky (dir.), *Neolithisation of the Carpathian Basin: northernmost distribution of the Starčevo/Körös culture*, Symposium organized by the EU Project FEPRE. The Formation of Europe: Prehistoric Population Dynamics and the Roots of Socio-Cultural Diversity, Kraków, Polska Akademia Umiejętności, p. 307-330.

STARTIN W. (1978) – Linear Pottery Culture houses: Reconstruction and Manpower, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 44, p. 143-159.

STÄUBLE H., ELBURG R. (2011) – Les puits rubanés : distribution, construction et signification, in A. Hauzeur, I. Jadin, et C. Jungels (dir.), *5000 ans avant J.-C., la grande migration ? : Le Néolithique ancien dans la collection Louis Éloy*, (Collections du patrimoine culturel de la Fédération Wallonie-Bruxelles, 3), Bruxelles, Service du Patrimoine culturel, p. 49-54.

STEHLI P. (1994) – Chronologie der Bandkeramik im Merzbachtal, in U. Boelicke, C. Frirdich, J. Gaffrey, J. Lünig, P. Stehli, P. Vaughn, et A. Zimmermann (dir.), *Die Bandkeramik im Merzbachtal auf der Aldenhovener Platte. Beiträge zur neolithischen*

*Besiedlung der Aldenhovener Platte*, V., (Rheinische Ausgrabungen, 36), Köln, Rheinland-Verlag, p. 79-192.

STIKA H.-P. (1991) – Die paläoethnobotanische Untersuchung der linearbandkeramischen Siedlung Hilzingen, Kreis Konstanz, *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 16, p. 63-104.

STIKA H.-P. (1996) – Cultivated plant remains of the late Neolithic Michelsberg Culture at Heilbronn-Klingenberg (southwest Germany) - a comparison of different features, find assemblages and preservation conditions relating to the representation of archaeobotanical remains, *Vegetation History and Archaeobotany*, 5, 1-2, p. 57-64.

STYRING A., MAIER U., STEPHAN E., SCHLICHTHERLE H., BOGAARD A. (2016) – Cultivation of choice: new insights into farming practices at Neolithic lakeshore sites, *Antiquity*, 90, 349, p. 95-110.

STYRING A.K., MANNING H., FRASER R.A., WALLACE M., JONES G., CHARLES M., HEATON T.H.E., BOGAARD A., EVERSLED R.P. (2013) – The effect of charring and burial on the biochemical composition of cereal grains: investigating the integrity of archaeological plant material, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 4767-4779.

SÜMEGI P., KERTÉSZ R. (2001) – Palaeogeographic characteristics of the Carpathian Basin. An ecological trap during the Early Neolithic?, in R. Kertész et J. Makkay (dir.), *From the Mesolithic to the Neolithic*, Proceedings of the International Archaeological Conference held in the Damjanich Museum of Szolnok, September 22–27, 1996, (Archaeolingua, 11), Budapest, Archaeolingua Foundation, p. 405-415.

SURGET A., BARRON C. (2005) – Histologie du grain de blé, *Industries des céréales*, 145, p. 3-7.

SZÉCSÉNYI-NAGY A., BRANDT G., HAAK W., KEERL V., JAKUCS J., MÖLLER-RIEKER S., KÖHLER K., MENDE B.G., OROSS K., MARTON T., OSZTÁS A., KISS V., FECHER M., PÁLFI G., MOLNÁR E., SEBŐK K., CZENE A., PALUCH T., ŠLAUS M., NOVAK M., PEĆINA-ŠLAUS N., ŐSZ B., VOICSEK V., SOMOGYI K., TÓTH G., KROMER B., BÁNFFY E., ALT K.W. (2015) – Tracing the genetic origin of Europe's first farmers reveals insights into their social organization, *Proceedings of the Royal Society B*, 282, 20150339. [En ligne] <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2015.0339> (consulté le 15 mars 2021).

TEGEL W., ELBURG R., HAKELBERG D., STÄUBLE H., BÜNTGEN U. (2012) – Early Neolithic Water Wells Reveal the World's Oldest Wood Architecture, *PLOS ONE*, 7, 12, e51374. [En ligne] <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051374> (consulté le 3 mai 2021).

TEGEL W., VANMOERKERKE J. (2011) – Contribution des bois subfossiles à la chronologie et à l'environnement en France orientale : état de la recherche, in C. Billard, A. Denaire, et C. Renard (dir.), *Internéo 11 - 2016*, Journée d'information du 26 novembre 2016, Saint-Germain-en-Laye, Paris, Association InterNéo, Société préhistorique française, p. 35-39.

THÉVENIN A. (1970) – Circonscription d'Alsace, *Gallia Préhistoire*, XIII, 2, p. 393-410.

THÉVENIN A. (1983) – Circonscription de Lorraine, *Gallia Préhistoire*, 26, 2, p. 397-418.

THÉVENIN A. (1995) – Mésolithique récent, Mésolithique final, Néolithique ancien dans le quart nord-est de la France : pour une réinterprétation des données, *Revue archéologique de Picardie*, Numéro spécial 9, p. 3-15.

THOMASHAUSEN L. (1993) – Ay-sur-Moselle « La Tournaille », in *Bilan scientifique régional Lorraine 1992*, (Direction régionale des Affaires culturelles Lorraine, Service régional de l'Archéologie), Paris, Ministère de la Culture et de la Communication, p. 40.

THOMASHAUSEN L., ADAM F., BLOUET V., DELNEF H., FRAUCIEL M., GEBHARDT A., LEROY M., MERLUZZO P., PETITDIDIER M.-P., TEGEL W., WIETHOLD J. (2013) – *Illange-Bertrange, Moselle, « Mégazone » Zones 2, 3, 4 et 12 Habitat rural du Néolithique ancien, de la fin de l'âge du Fer et du haut Moyen Âge*, vol. I. Données administratives et synthèse, rapport final d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est nord, 273 p.

THOMASHAUSEN L., DELNEF H., WIETHOLD J. (2011) – *Cattenom, Moselle, « Unterhausen, Lotissement les tanneurs »*. *Habitat rural du Néolithique ancien et de la fin de l'âge du Bronze*, rapport final d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est nord, 148 p.

TOULEMONDE F. (2011) – Un nouveau blé vêtu en Île-de-France au Bronze final : première découverte du « new » glume wheat sur le site de Jaulnes « Le Bas des Hauts Champs-Ouest » (Seine-et- Marne), *Bulletin de l'APRAB*, 8, p. 15-17.

TOULEMONDE F., DURAND F., BERRIO L., BONNAIRE E., DAOULAS G., WIETHOLD J. (2014) – Records of “new” glume wheat in France: a review, *Vegetation History and Archaeobotany*, 24, 1, p. 197-206.

TROY C.S., MACHUGH D.E., BAILEY J.F., MAGEE D.A., LOFTUS R.T., CUNNINGHAM P., CHAMBERLAIN A.T., SYKES B.C., BRADLEY D.G. (2001) – Genetic evidence for Near-Eastern origins of European cattle, *Nature*, 410, p. 1088-1091.

TSCHANZ-HOFMANN H. (2008) – Heilpflanze Lein Flachs *Linum usitatissimum* lin lin commun des plantes médicinales *Linum usitatissimum*, ID : B3CJ47, *Alamy Banque d'images*. [En ligne] <https://www.alamyimages.fr/photo-image-heilpflanze-lein-flachs-linum-usitatissimum-lin-lin-commun-des-plantes-medicinales-linum-usitatissimum-19331991.html> (consulté le 15 juillet 2022).

TTSZ (2017) – Anatomie d'une graine de haricot, Référence de l'illustration : 659173176, *iStock*. [En ligne] <https://www.istockphoto.com/fr/vectoriel/anatomie-dune-graine-de-haricot-gm659173176-120508391> (consulté le 3 juillet 2022).

TUFFERY C. (2015) – Connexion entre une BD Access 2003 et QGis 2.2 et supérieures sous Windows 7, *GéoInformations - Espace interministériel de l'information géographique*. [En ligne] [http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/fichier/pdf/Connexion\\_a\\_une\\_BD\\_Access\\_dans\\_QGis\\_2\\_sous\\_Windows\\_7\\_cle73515a.pdf?arg=177833518&cle=99520bea1e99654939fbc1f8a2db965e9776e46a&file=pdf%2FConnexion\\_a\\_une\\_BD\\_Access\\_dans\\_QGis\\_2\\_sous\\_Windows\\_7\\_cle73515a.pdf](http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/fichier/pdf/Connexion_a_une_BD_Access_dans_QGis_2_sous_Windows_7_cle73515a.pdf?arg=177833518&cle=99520bea1e99654939fbc1f8a2db965e9776e46a&file=pdf%2FConnexion_a_une_BD_Access_dans_QGis_2_sous_Windows_7_cle73515a.pdf) (consulté le 13 avril 2021).

VALAY J.-G. (2011) – L'étagement de la végétation en montagne, *Station alpine Joseph Fourier - Jardin du Lautaret*. [En ligne] <https://www.jardinalpindulautaret.fr/jardin/cadre-naturel-exceptionnel/letagement-vegetation-en-montagne> (consulté le 15 janvier 2022).

VALOTTEAU F., HAUZEUR A., LE BRUN-RICALENS F. (2016) – Le Néolithique du Luxembourg – Point des connaissances. Supplément aux atlas des éditions ERAUL, *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 38-39-40, p. 87-114.

VAN GIJN A. (2019) – *Vlaardingen Cultuurhuis in de Broekpolder*, Chaîne Youtube Annelou van Gijn (enregistrement vidéo, durée 0:32:00). [En ligne] <https://www.youtube.com/watch?v=kVkiEMAB6cU&t=29s> (consulté le 6 mai 2023).

DE VAREILLES A., FILIPOVIĆ D., OBRADOVIĆ D., VANDER LINDEN M. (2022) – Along the Rivers and into the Plain: Early Crop Diversity in the Central and Western Balkans and Its Relationship with Environmental and Cultural Variables, *Quaternary*, 5, 6. [En ligne] <https://doi.org/10.3390/quat5010006> (consulté le 17 janvier 2022).

VAN DE VELDE P. (1990) – Bandkeramik Social Inequality - A case study, *Germania*, 68, 1, p. 19-38.

VERMARD L., DELAUNAY L., LEDUC C., WIETHOLD J. (2016) – *Découverte d'un site complexe d'occupations domestiques du Néolithique moyen, du Bronze final, et d'enclos funéraires protohistoriques: Verdun, Meuse, Site Miribel*, rapport final d'opération, diagnostic archéologique, Metz, Inrap Grand Est nord, 229 p.

VERNIER F., ROTH A., MONTAGNE P., ANTOINE S., BOULAY F., BRULÉ H., CARTIER D., HOLVECK P., GAMA G., GAYE G., GODARD J., LILBERT M., LOUIS M., MAHEVAS T., MILLARAKIS P., WEISS J.-M. (2013) – *Floraine. Atlas de la flore lorraine*, Strasbourg, France, Vent d'Est, 1241 p.

VIDAL (2019a) – Comment mettre en pratique ces recommandations ?, *Vidal. L'intelligence médicale au service du soin*. [En ligne] <https://www.vidal.fr/sante/nutrition/equilibre-alimentaire-adulte/recommandations-nutritionnelles-adulte/en-pratique.html> (consulté le 12 juin 2022).

VIDAL (2019b) – Les recommandations nutritionnelles chez les enfants plus âgés, *Vidal. L'intelligence médicale au service du soin*. [En ligne] <https://www.vidal.fr/sante/nutrition/equilibre-alimentaire-enfant-adolescent/recommandations-nutritionnelles-enfants/tout-savoir.html> (consulté le 12 juin 2022).

VIDAL (2019c) – Les recommandations nutritionnelles de 18 à 75 ans, *Vidal. L'intelligence médicale au service du soin*. [En ligne] <https://www.vidal.fr/sante/nutrition/equilibre-alimentaire-adulte/recommandations-nutritionnelles-adulte.html> (consulté le 12 juin 2022).

VONDROVSKÝ V. (2018) – Let the Sunshine In: The Issue of Neolithic Longhouse Orientation, *European Journal of Archaeology*, 21, 4, p. 528-549.

WANG J., LUO M.-C., CHEN Z., YOU F.M., WEI Y., ZHENG Y., DVORAK J. (2013) – *Aegilops tauschii* single nucleotide polymorphisms shed light on the origins of wheat D-genome genetic diversity and pinpoint the geographic origin of hexaploid wheat, *The New Phytologist*, 198, 3, p. 925-937.

WANNER H., BEER J., BÜTIKOFER J., CROWLEY T.J., CUBASCH U., FLÜCKIGER J., GOOSSE H., GROSJEAN M., JOOS F., KAPLAN J.O., KÜTTEL M., MÜLLER S.A., PRENTICE I.C., SOLOMINA O., STOCKER T.F., TARASOV P., WAGNER M., WIDMANN M. (2008) – Mid- to Late Holocene climate change: an overview, *Quaternary Science Reviews*, 27, 19-20, p. 1791-1828.

WATERBOLK H.T., MODDERMAN P.J.R. (1958) – Die Grossbauten der Bandkeramik, *Palaeohistoria*, 6/7, p. 163-171.

WENINGER B., CLARE L., ROHLING E.J., BAR-YOSEF O., BÖHNER U., BUDJA M., BUNDSCHUH M., FEURDEAN A., GEBEL H.-G., JÖRIS O., LINSTÄDTER J., MAYEWSKI P., MÜHLENBRUCH T., REINGRUBER A., ROLLEFSON G., SCHYLE D., THISSEN L., TODOROVA H., ZIELHOFER C. (2009) – The Impact of Rapid Climate Change on prehistoric societies during the Holocene in the Eastern Mediterranean, *Documenta Praehistorica*, XXXVI, p. 7-59.

WHITE T.E. (1953) – A Method of Calculating the Dietary Percentage of Various Food Animals Utilized by Aboriginal Peoples, *American Antiquity*, 18, 4, p. 396-398.

WHITTLE A. (2016) – Preface, in L. Amkreutz, F. Haack, D. Hofmann, et I. van Wijk (dir.), *Something Out of the Ordinary? Interpreting Diversity in the Early Neolithic Linearbandkeramik and Beyond*, Newcastle upon Tyne, Cambridge Scholars Publishing, p. ix-x.

WIETHOLD J. (2005) – Einkorn, Emmer, Roggentrespe – Archäobotanische Untersuchungen in bandkeramischen Siedlungen im Amöneburger Becken, *HessenArchäologie*, 2004, 1, p. 45-48.

WIETHOLD J. (2020) – 2.1.3.1.3 Stocks des céréales carbonisées provenant des remplissages de deux silos du Michelsberg ancien (MK II), in A. Carbillet (dir.), *Berstett, Bas-Rhin, Rive droite du Muhlbaechel, A355, Contournement Ouest de Strasbourg - tronçon 5 - site 5.9*, rapport d'opération, fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est, p. 88-101.

WILDLIFE GMBH (2008) – La lentille, Daal, impulsion (Lens culinaris), vrille avec les gousses, studio photo. ID: B6PXKF, *Alamy Banque d'images*. [En ligne] <https://www.alamyimages.fr/photo-image-la-lentille-daal-impulsion-lens-culinaris-vrille-avec-les-gousses-studio-photo-21402179.html> (consulté le 15 juillet 2022).

WILLCOX G. (2002) – Morphologie des céréales et données archéobotaniques, in H. Procopiou et R. Treuil (dir.), *Moudre et broyer*, (CTHS Sciences, 3), vol. I. Méthodes, Paris, Éditions du CTHS, p. 227-235.

ZANOTTI A. (2016) – *Modélisation de type multi-agents en archéologie : l'expansion des premiers agriculteurs Balkaniques. Adaptation du modèle OBRESOC ; manipulation et exploration des données simulées*, Thèse de doctorat, École Pratique des Hautes Études, Paris, 300 p.

ZAPATA L., PEÑA-CHOCARRO L., PÉREZ-JORDÁ G., STIKA H.-P. (2004) – Early Neolithic Agriculture in the Iberian Peninsula, *Journal of World Prehistory*, 18, 4, p. 283-325.

ZECH-MATTERNE V., WIETHOLD J., PRADAT B., TOULEMONDE F. (2014) – L'essor des blés nus en France septentrionale : systèmes de culture et commerce céréalier autour de la

conquête césarienne et dans les siècles qui suivent, in X. Deru et R. González Villaescusa (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule Romaine*, actes du Xe congrès de l'Association AGER, (Collection Art et Archéologie), vol. 21 hors série, Chauvigny, Revue du Nord, p. 23-49.

ZHAO X., GUO Y., KANG L., BI A., XU D., ZHANG Z., ZHANG J., YANG X., XU J., XU S., SONG X., ZHANG M., LI Y., KEAR P., WANG J., YIN C., LIU Z., FU X., LU F. (soumis) – Population genomics unravels the Holocene history of *Triticum-Aegilops* species, *Nature Plants*. [En ligne] <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.04.07.487499v1> (consulté le 6 juillet 2022).

ZHOU Y., ZHAO X., LI Y., XU J., BI A., KANG L., XU D., CHEN H., WANG YING, WANG YUAN-GE, LIU S., JIAO C., LU H., WANG J., YIN C., JIAO Y., LU F. (2020) – *Triticum* population sequencing provides insights into wheat adaptation, *Nature Genetics*, 52, 12, p. 1412-1422.

ZIMMERMANN A., WENDT K.P., FRANK T., HILPERT J. (2009) – Landscape Archaeology in Central Europe, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 75, p. 1-53.

ZOHARY D., HOPF M., WEISS E. (2012) – *Domestication of Plants in the Old World. The origin and spread of domesticated plants in south-west Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*, Fourth Edition, New York, Oxford University Press, 243 p.



## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

<b>Afan</b>	Association pour les fouilles archéologiques nationales
<b>agg.</b>	<i>aggregatio</i> (agrégation)
<b>ACR</b>	Action collective de recherche
<b>ANR</b>	Agence nationale de la recherche
<b>AOC</b>	Appellation d'origine contrôlée
<b>APG</b>	<i>Angiosperm Phylogeny Group</i>
<b>av. n. è.</b>	avant notre ère
<b>BRGM</b>	Bureau de recherches géologiques et minières
<b>cf.</b>	<i>confer</i> (détermination incertaine)
<b>CCEL</b>	Centre de conservation et d'étude de Lorraine
<b>MNHA-CNRA</b>	Musée national d'histoire et d'art - Centre national de recherche archéologique du Grand-Duché de Luxembourg
<b>CRAVA</b>	Centre de recherche archéologique de la Vallée de l'Ain
<b>CRAVO</b>	Centre de recherche archéologique de la Vallée de l'Oise
<b>CSV</b>	<i>Comma Separated Values</i>
<b>DAHL</b>	Direction des Antiquités historiques de Lorraine
<b>DAPHL</b>	Direction des Antiquités préhistoriques et historiques de Lorraine
<b>DAO</b>	Dessin assisté par ordinateur
<b>DAPL</b>	Direction des Antiquités préhistoriques de Lorraine
<b>DRAC</b>	Direction Régionale des Affaires Culturelles
<b>ED</b>	École doctorale
<b>IBC</b>	<i>International Botanical Congress</i>
<b>ICBN</b>	<i>International Code of Botanical Nomenclature</i>
<b>ICS</b>	<i>International Commission on Stratigraphy</i>
<b>IGN</b>	Institut national de l'information géographique et forestière
<b>INRA</b>	Institut national de recherches archéologiques du Grand-Duché de Luxembourg
<b>Inrap</b>	Institut national de recherches archéologiques préventives
<b>IPNA</b>	<i>Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie</i>
<b>IWGP</b>	<i>International Work Group for Palaeoethnobotany</i>
<b>l.s.</b>	<i>lato sensu</i> (au sens large)
<b>MAN</b>	Musée d'Archéologie nationale
<b>MSH Mondes</b>	Maison des Sciences de l'Homme Mondes
<b>NMI</b>	Nombre minimum d'individus
<b>NR</b>	Nombre de restes
<b>PCR</b>	Projet collectif de recherche
<b>SIG</b>	Système d'information géographique
<b>sp.</b>	<i>species</i> (espèce)
<b>SRA</b>	Service régional de l'Archéologie
<b>UMR</b>	Unité mixte de recherche
<b>subsp.</b>	<i>subspecies</i> (sous-espèce)
<b>var.</b>	variété



## LISTE DES FIGURES

Fig. 1 - Zone d'étude. ....	28
Fig. 2 - Coupes schématiques présentant l'évolution structurale et morphologique de la fin du Crétacé à nos jours en Lorraine. ....	36
Fig. 3 - Carte du paysage de côtes de la Lorraine sédimentaire. ....	39
Fig. 4 - Coupe synthétique d'un relief de côte. ....	40
Fig. 5 - Vue des trois formes de relief qui rythment le paysage lorrain à Autreville-sur-Moselle en 1993. ....	40
Fig. 6 - Coupe géologique schématique de la Lorraine du nord-ouest au sud-est. ....	41
Fig. 7 - Vue de la vallée de la Moselle à Pagny-sur-Moselle. Au fond on observe le front de la Côte de Moselle. ....	42
Fig. 8 - Coupe d'un sol argilo-calcaire très caillouteux à Lessy. ....	46
Fig. 9 - Comparaison entre les variations de <sup>14</sup> C résiduel atmosphérique, les phases de haut niveau des lacs et les phases de développement des habitats lacustres en France et Suisse. ....	52
Fig. 10 - Reconstitution des précipitations de la saison printemps-été dans le sud de l'Allemagne pour le Néolithique ancien entre 5700 et 4800 av. n. è. ....	54
Fig. 11 - Schéma des territoires phytogéographiques de la Lorraine. ....	59
Fig. 12 - Carte des districts phytogéographiques de la Lorraine. ....	59
Fig. 13 - Hêtraie du revers de la Côte de Moselle (plateau calcaire) à Commercy. ....	60
Fig. 14 - Zone de distribution de la culture Starčevo final et de l'étape formative du Rubané en Transdanubie. ....	66
Fig. 15 - Schéma des différents systèmes chronologiques proposés pour le Rubané. ....	70
Fig. 16 - Corrélation des séquences chronologiques régionales du Néolithique ancien. ....	74
Fig. 17 - Zone de peuplement rubané en Europe nord-occidentale. ....	75
Fig. 18 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 1. ....	76
Fig. 19 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 2. ....	76
Fig. 20 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 3. ....	77
Fig. 21 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 4. ....	77
Fig. 22 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 5. ....	78
Fig. 23 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 5/6. ....	78
Fig. 24 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 6. ....	79
Fig. 25 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 6/7. ....	79
Fig. 26 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 7. ....	80
Fig. 27 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 8. ....	80
Fig. 28 - Planche synthétique de la céramique de la phase régionale 9. ....	81

Fig. 29 - Planche synthétique de la céramique de la phase Marainville 1.....	82
Fig. 30 - Planche synthétique de la céramique de la phase Marainville 2.....	83
Fig. 31 - Modèle d'une ferme rubanée, <i>Hofplatz</i> . .....	87
Fig. 32 - Modèle d'organisation « en rangées » ( <i>Zeilensiedlungsmodell</i> ).....	88
Fig. 33 - Proposition de restitution d'un système parcellaire orthonormé du site d'Entzheim « Les Terres de la Chapelle ».....	89
Fig. 34 - Proposition de reconstitution de la maison rubanée à partir du plan au sol.....	94
Fig. 35 - Les principales pièces de charpente d'une maison rubanée.....	95
Fig. 36 - Vue intérieure d'une maison rubanée reconstituée à l' <i>Archeopark pravěku Všešary</i> en République tchèque. ....	95
Fig. 37 - Plan de la maison 15 de Postoloprty en République tchèque. ....	97
Fig. 38 - Reconstruction hypothétique d'une maison rubanée avec un sol surélevé. ....	98
Fig. 39 - Modèle virtuel d'une maison néolithique avec une toiture en planches de bois.....	100
Fig. 40 - Les types de maisons rubanées selon Modderman. ....	103
Fig. 41 - La partition de la maison rubanée.....	104
Fig. 42 - Les différentes options d'aménagement de la maison rubanée. ....	105
Fig. 43 - Orientation des maisons néolithiques des Balkans au Bassin parisien. ....	107
Fig. 44 - Taux d'ensoleillement annuel des maisons longues et de leurs abords. ....	110
Fig. 45 - Modèle d'interaction lumière-ombre des maisons 679 de Bylany et 380 de Cuiry-lès-Chaudardes. ....	111
Fig. 46 - Position relative du soleil par rapport aux quatre points cardinaux.....	112
Fig. 47 - L'effet de la « pseudonégligence » lors du test de bissection de ligne. ....	112
Fig. 48 - Fréquence des carpestes dans les fosses des maisons avec et sans partie sud-est du site de Langweiler 8.....	118
Fig. 49 - Vase de stockage mis au jour dans la maison 96 du site de Bylany. ....	121
Fig. 50 - Corrélation des séquences chronologiques régionales du Néolithique moyen et récent. ....	127
Fig. 51 - Planche synthétique de la céramique du Grossgartach de la moyenne vallée de la Moselle. ....	128
Fig. 52 - Planche synthétique de la céramique du Roessen de la moyenne vallée de la Moselle.....	129
Fig. 53 - Planche synthétique de la céramique du groupe de Bischheim de la moyenne vallée de la Moselle. ....	130
Fig. 54 - Planche synthétique de la céramique du Roessen en provenance du site de Waldbillig « Karelslé ».....	132
Fig. 55 - Planche synthétique de la céramique du groupe d'Entzheim/Menneville au « décor réduit » en Lorraine. ....	136
Fig. 56 - Planche synthétique de la céramique du Michelsberg en provenance de la grotte sépulcrale d'Arnaville « Rudemont ».....	137

Fig. 57 - Cycle du modèle d'agriculture itinérante sur abattis-brûlis.....	165
Fig. 58 - Les techniques, les produits et les sous-produits de la récolte.....	174
Fig. 59 - Répartition en pourcentage des kcal journalières disponibles par personne en fonction du groupe d'aliments.....	187
Fig. 60 - Répartition en pourcentage des protéines journalières disponibles par personne en fonction du groupe d'aliments.....	188
Fig. 61 – Schéma de la flottation manuelle.....	225
Fig. 62 - Carte des sites.....	226
Fig. 63 - Exemple des étiquettes employées pour marquer les boîtes de la carpothèque.....	228
Fig. 64 - Schéma d'un caryopse de blé en coupe longitudinale et proportion relative des principaux tissus.....	233
Fig. 65 - Épillets des céréales cultivées.....	236
Fig. 66 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale d'un caryopse d'amidonnier ( <i>Triticum dicoccon</i> ).....	238
Fig. 67 - Photographies des vues abaxiale, adaxiale et latérale d'une base d'épillet d'amidonnier ( <i>Triticum dicoccon</i> ).....	238
Fig. 68 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale d'un caryopse d'engrain ( <i>Triticum monococcum</i> ).....	240
Fig. 69 - Photographies des vues abaxiale, adaxiale et latérale d'une base d'épillet d'engrain ( <i>Triticum monococcum</i> ).....	241
Fig. 70 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale d'un caryopse d'engrain à deux grains ( <i>Triticum monococcum</i> ).....	241
Fig. 71 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale d'un caryopse de blé nu ( <i>Triticum aestivum</i> l.s./ <i>durum/turgidum</i> ).....	243
Fig. 72 – Schéma des fragments de rachis de blé nu tétraploïde et hexaploïde.....	244
Fig. 73 - Détail des épis et des triplets d'épillets d'orge distique ( <i>Hordeum distichon</i> ) et d'orge polystique ( <i>Hordeum vulgare</i> ).....	246
Fig. 74 - Photographies des vues dorsale, ventrale, latérale et apicale d'un caryopse d'orge nue ( <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> ).....	247
Fig. 75 - Photographies des vues abaxiale, adaxiale et latérale d'une base d'épillet de "new" glume wheat ( <i>Triticum</i> cf. <i>timopheevii</i> type).....	249
Fig. 76 - Schéma d'une graine de haricot en coupe longitudinale.....	251
Fig. 77 - Plante de pois cultivé ( <i>Pisum sativum</i> ) avec ses gousses et graines.....	253
Fig. 78 - Photographies des vues supérieure, inférieure et latérale d'une graine de pois ( <i>Pisum sativum</i> ).....	253
Fig. 79 - Plante de lentille cultivée ( <i>Lens culinaris</i> ) avec ses gousses et graines.....	254
Fig. 80 - Photographies des vues supérieure et latérale d'une graine de lentille ( <i>Lens culinaris</i> ).....	255

Fig. 81 - Plante de lin ( <i>Linum usitatissimum</i> ).....	256
Fig. 82 - Photographies des vues latérales d'une graine de lin ( <i>Linum usitatissimum</i> ).....	257
Fig. 83 - Plante de pavot somnifère ( <i>Papaver somniferum</i> ).....	258
Fig. 84 - Graines de pavot à l'intérieur d'un tesson daté du Néolithique ancien (groupe de Blicquy). .....	259
Fig. 85 - Photographies de graines pavot somnifère ( <i>Papaver somniferum</i> ). ....	261
Fig. 86 - Nomenclature des différents types de fragments de céréales (d'après Antolín, 2008, p. 56, Fig. 2 ; modifié par Pradat, 2015, p. 53, Fig. 1). ....	266
Fig. 87 - Représentation schématique de fixation de l'eau dans le grain. ....	274
Fig. 88 - Échanges d'eau entre le grain et l'air ambiant.....	276
Fig. 89 - Plages de développement des insectes lors du stockage du blé. ....	278
Fig. 90 - Profil des trous de poteau au moment de la démolition d'une maison rubanée à Asparn an der Zaya en Autriche. ....	285
Fig. 91 - Le site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	348
Fig. 92 - Emplacement des prélèvements de sédiment en vue des analyses archéobotaniques. ....	350
Fig. 93 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	352
Fig. 94 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	353
Fig. 95 - Répartition des densités des carporestes dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	354
Fig. 96 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	355
Fig. 97 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	356
Fig. 98 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	357
Fig. 99 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville-sur- Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2 .....	358
Fig. 100 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville- sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	359
Fig. 101 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville- sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2. ....	360
Fig. 102 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M5 de Marainville- sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	360
Fig. 103 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	362

Fig. 104 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	363
Fig. 105 - Répartition des densités du torchis dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	364
Fig. 106 - Interprétation architecturale de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	366
Fig. 107 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	369
Fig. 108 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	371
Fig. 109 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	372
Fig. 110 - Répartition des densités dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	373
Fig. 111 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	374
Fig. 112 - Répartition des densités dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	375
Fig. 113 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	376
Fig. 114 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	377
Fig. 115 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	378
Fig. 116 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2.....	379
Fig. 117 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	380
Fig. 118 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2.....	381
Fig. 119 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3.....	381
Fig. 120 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	382
Fig. 121 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	383

Fig. 122 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	384
Fig. 123 - Interprétation architecturale de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	385
Fig. 124 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	387
Fig. 125 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	389
Fig. 126 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	390
Fig. 127 - Répartition des densités dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	391
Fig. 128 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	392
Fig. 129 - Répartition des densités dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	393
Fig. 130 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	394
Fig. 131- Répartition des taxons de céréales dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	395
Fig. 132 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	396
Fig. 133 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2. ....	397
Fig. 134 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	398
Fig. 135 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	398
Fig. 136 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2. ....	399
Fig. 137 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	400
Fig. 138 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	401

Fig. 139 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	402
Fig. 140 - Interprétation architecturale de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	403
Fig. 141 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	405
Fig. 142 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	407
Fig. 143 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	408
Fig. 144 - Répartition des densités dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	409
Fig. 145 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	410
Fig. 146 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	411
Fig. 147 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	412
Fig. 148 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2.....	413
Fig. 149 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	414
Fig. 150 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2.....	415
Fig. 151 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3.....	415
Fig. 152 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	416
Fig. 153 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans le bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	417
Fig. 154 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	418
Fig. 155 - Interprétation architecturale du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	420

Fig. 156 - Superposition des données carpologiques et architecturales du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	421
Fig. 157 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	423
Fig. 158 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	424
Fig. 159 - Répartition des densités dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	425
Fig. 160 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	426
Fig. 161 - Répartition des densités dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	427
Fig. 162 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	428
Fig. 163 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	429
Fig. 164 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	430
Fig. 165 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2.	431
Fig. 166 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3.	431
Fig. 167 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	432
Fig. 168 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	433
Fig. 169 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 2.	434
Fig. 170 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». Axes 1 et 3.	434
Fig. 171 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	435
Fig. 172 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	436
Fig. 173 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	437

Fig. 174 - Interprétation architecturale de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	438
Fig. 175 - Abondance relative de céréales par taxon en fonction des maisons M3, M4 et de la fosse 344B.	439
Fig. 176 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	440
Fig. 177 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	442
Fig. 178 - Le site d'Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille ».	444
Fig. 179 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	447
Fig. 180 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	448
Fig. 181 - Répartition des densités dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	449
Fig. 182 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	450
Fig. 183 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	451
Fig. 184 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ». Axes 1 et 2.	452
Fig. 185 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ». Axes 1 et 3.	453
Fig. 186 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	453
Fig. 187 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	454
Fig. 188 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	455
Fig. 189 - Interprétation architecturale de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	458
Fig. 190 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ».	460
Fig. 191 - Le site de Bertrange « Kosenacker ».	462
Fig. 192 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».	464

Fig. 193 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	465
Fig. 194 - Répartition des densités dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	466
Fig. 195 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker »..	467
Fig. 196 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	468
Fig. 197 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». .....	469
Fig. 198 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 2.....	470
Fig. 199 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 3.....	470
Fig. 200 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	471
Fig. 201 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 2.....	472
Fig. 202 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». Axes 1 et 3.....	473
Fig. 203 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	473
Fig. 204 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	474
Fig. 205 - Rapport entre l’abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	475
Fig. 206 - Interprétation architecturale de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	476
Fig. 207 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ».....	478
Fig. 208 - Le site de Cattenom « Unterhausen ».....	480
Fig. 209 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	482
Fig. 210 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	483
Fig. 211 - Répartition des densités dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	484
Fig. 212 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen »..	485
Fig. 213 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	486
Fig. 214 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». .....	487

---

Fig. 215 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2.....	488
Fig. 216 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	489
Fig. 217 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2.....	490
Fig. 218 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	490
Fig. 219 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». ....	491
Fig. 220 - Rapport entre l’abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporesses de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	492
Fig. 221 - Interprétation architecturale de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	493
Fig. 222 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ».....	495
Fig. 223 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». ....	497
Fig. 224 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporesses au sein de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». ....	498
Fig. 225 - Répartition des densités dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».....	499
Fig. 226 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». .	500
Fig. 227 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». ....	501
Fig. 228 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». ....	502
Fig. 229 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2.....	503
Fig. 230 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».....	504
Fig. 231 - Graphique symétrique de l’AFC réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». Axes 1 et 2.....	505
Fig. 232 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».....	506
Fig. 233 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l’AFC et de la CAH dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». ....	507
Fig. 234 - Rapport entre l’abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporesses de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».....	508
Fig. 235 - Interprétation architecturale de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».....	510

Fig. 236 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ».....	512
Fig. 237 - Le site d'Ennery « RD 52c ».....	515
Fig. 238 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	517
Fig. 239 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	518
Fig. 240 - Répartition des densités dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	519
Fig. 241 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	520
Fig. 242 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	521
Fig. 243 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	522
Fig. 244 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M1 d'Ennery « RD52c ».....	524
Fig. 245 - Interprétation architecturale de la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	525
Fig. 246 - Abondance relative de céréales par taxon en fonction de la maison M1 et des trous de poteau 162, 164 et 189.....	526
Fig. 247 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 d'Ennery « RD 52c ».....	528
Fig. 248 - Le site de La Maxe « Les Lignièrès ».....	530
Fig. 249 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	532
Fig. 250 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	533
Fig. 251 - Répartition des densités dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	534
Fig. 252 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	535
Fig. 253 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	536
Fig. 254 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	537
Fig. 255 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». Axes 1 et 2.....	538
Fig. 256 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». Axes 1 et 3.....	538
Fig. 257 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	539
Fig. 258 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	540

Fig. 259 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». Axes 1 et 2.....	541
Fig. 260 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	541
Fig. 261 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	543
Fig. 262 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	544
Fig. 263 - Interprétation architecturale de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	545
Fig. 264 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	547
Fig. 265 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	549
Fig. 266 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	550
Fig. 267 - Répartition des densités dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	551
Fig. 268 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	552
Fig. 269 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	553
Fig. 270 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	554
Fig. 271 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	556
Fig. 272 - Interprétation architecturale de la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	557
Fig. 273 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ».....	559
Fig. 274 - Le site de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». ....	561
Fig. 275 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». ....	565
Fig. 276 - Histogramme affichant la distribution des densités de carporestes au sein de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ».....	566
Fig. 277 - Répartition des densités dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». ....	567
Fig. 278 - Répartition des catégories de plantes dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». ....	568
Fig. 279 - Répartition des taxons de céréales dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». ....	569

Fig. 280 - Répartition des taxons de légumineuses dans la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ».	570
Fig. 281 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la maison M283 de Terville « ZAC du Parc d'Activités Technologiques ».	572
Fig. 282 - Interprétation architecturale de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ».	573
Fig. 283 - Superposition des données carpologiques et architecturales de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ».	575
Fig. 284 - Comparaison des diagrammes en boîte à moustaches affichant la distribution des densités de carporestes des différentes maisons rubanées analysées.	578
Fig. 285 - Plans des maisons rubanées complètes affichant la superposition des données carpologiques et architecturales.	582
Fig. 286 - Plans des maisons rubanées incomplètes affichant la superposition des données carpologiques et architecturales.	583
Fig. 287 - Présentation des contextes archéologiques prélevés et analysés dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	589
Fig. 288 - Histogramme affichant la distribution des concentrations de carporestes au sein de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	590
Fig. 289 - Répartition des concentrations de carporestes dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	592
Fig. 290 - Répartition des catégories de plantes dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	593
Fig. 291 - Répartition des taxons de céréales dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	594
Fig. 292 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ». Axes 1 et 2.	596
Fig. 293 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ». Axes 1 et 4.	596
Fig. 294 - Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les données de la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	597
Fig. 295 - Projection des limites des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	598
Fig. 296 - Rapport entre l'abondance relative (NMI) et la fréquence relative (ubiquité) des six taxons les mieux représentés parmi les carporestes de la couche 18 de Waldbillig « Karelsé ».	599
Fig. 297 - Superposition du mobilier archéologique et des concentrations de carporestes dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	601
Fig. 298 - Superposition du mobilier archéologique et des secteurs proposés à partir de l'AFC et de la CAH dans la grotte-diaclase de Waldbillig « Karelsé ».	604

Fig. 299 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	608
Fig. 300 - Occurrence des plantes cultivées par taxon en fonction des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	608
Fig. 301 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	610
Fig. 302 - Occurrence des plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	611
Fig. 303 - Occurrence des plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».	612
Fig. 304 - Carte des sites archéologiques dont les échantillons datés du Néolithique ancien ont été analysés.	613
Fig. 305 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des sites archéologiques.	617
Fig. 306 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique ancien.	619
Fig. 307 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique ancien. Axes 1 et 2.	620
Fig. 308 - Carte des sites archéologiques dont les échantillons datés du Néolithique moyen ont été analysés.	621
Fig. 309 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des sites archéologiques.	624
Fig. 310 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique moyen.	626
Fig. 311 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique moyen. Axes 1 et 2.	627
Fig. 312 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique moyen. Axes 1 et 3.	627
Fig. 313 - Graphique symétrique de l'AFC réalisée sur les données du Néolithique moyen. Axes 2 et 3.	628
Fig. 314 - Carte des sites archéologiques dont les échantillons datés du Néolithique récent ont été analysés.	629
Fig. 315 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des sites archéologiques.	632
Fig. 316 - Fréquence relative des plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique récent.	633
Fig. 317 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des périodes du Néolithique.	638
Fig. 318 - Occurrence des céréales par taxon en fonction des périodes du Néolithique.	638
Fig. 319 - Fréquence relative des céréales par taxon en fonction des phases du Rubané.	640
Fig. 320 - Occurrence des céréales par taxon en fonction des phases du Rubané.	640

Fig. 321 - Planche des fragments de rachis de blé nu en provenance de la fosse 242 (maison M2) du site Rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	643
Fig. 322 - Planche des fragments de rachis de blé nu en provenance de la Maison M3 du site Rubané de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	644
Fig. 323 - Fréquence relative des légumineuses par taxon en fonction des périodes du Néolithique. ....	647
Fig. 324 - Occurrence des légumineuses par taxon en fonction des périodes du Néolithique. ....	647
Fig. 325 - Fréquence relative des légumineuses par taxon en fonction des phases du Rubané.....	648
Fig. 326 - Occurrence des légumineuses par taxon en fonction des phases du Rubané.....	649
Fig. 327 - Diagramme de dispersion du nombre d'échantillons présentant des adventices en fonction du nombre d'échantillons positifs. ....	652
Fig. 328 - Diagramme de dispersion du nombre de taxons d'aventices en fonction du nombre d'échantillons positifs.....	652
Fig. 329 - Rapport entre l'abondance relative (taxons) et la fréquence relative (ubiquité) des plantes adventices potentielles en fonction des périodes du Néolithique. ....	653
Fig. 330 - Diagramme de dispersion du nombre d'échantillons présentant des adventices en fonction du nombre d'échantillons positifs. ....	654
Fig. 331 - Diagramme de dispersion du nombre de taxons d'aventices en fonction du nombre d'échantillons positifs.....	655
Fig. 332 - Rapport entre l'abondance relative (taxons) et la fréquence relative (ubiquité) des plantes adventices potentielles en fonction des phases du Rubané.....	656
Fig. 333 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique. ....	658
Fig. 334 - Occurrence des adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique. ....	659
Fig. 335 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par origine en fonction des phases du Rubané.....	660
Fig. 336 - Occurrence des adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique. ....	660
Fig. 337 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des périodes du Néolithique.....	663
Fig. 338 - Occurrence des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des périodes du Néolithique. ....	663
Fig. 339 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané.....	665
Fig. 340 - Occurrence des adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané.....	665

---

Fig. 341 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des périodes du Néolithique. ....	669
Fig. 342 - Occurrence des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des périodes du Néolithique.....	669
Fig. 343 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des phases du Rubané.....	671
Fig. 344 - Occurrence des adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des phases du Rubané.....	671
Fig. 345 - Plantes adventices potentielles attestées à partir du Rubané récent et dont la hauteur de croissance est faible ou plutôt faible. ....	672
Fig. 346 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des périodes du Néolithique. ....	677
Fig. 347 - Occurrence des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des périodes du Néolithique.....	678
Fig. 348 - Fréquence relative des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des phases du Rubané.....	679
Fig. 349 - Occurrence des adventices potentielles classées par stratégie écologique en fonction des phases du Rubané.....	680
Fig. 350 - Schéma de l'anagenèse au cours de l'évolution. ....	700
Fig. 351 - Schéma de la cladogenèse au cours de l'évolution.....	703
Fig. 352 - Schéma comparatif des différents modes de spéciation par cladogenèse.....	703
Fig. 353 - Caryotype de l'engrain <i>Triticum monococcum</i> .....	705
Fig. 354 - Constitution d'un épillet de blé.....	706
Fig. 355 - Caryotype du blé tendre <i>Triticum aestivum</i> .....	709
Fig. 356 - Caryotype de l'amidonnier <i>Triticum dicoccon</i> . ....	714



## LISTE DES TABLES

Tabl. 1 - Subdivisions proposées pour les chronozones du domaine circumalpin. ....	50
Tabl. 2 - Modèle régional de la variation du niveau des lacs jurassiens et subalpins. ....	53
Tabl. 3 - Reconstitution paléoclimatique des lacs de cratère (Holzmaar, Meerfelder Maar) dans les montagnes de l'Eifel.....	55
Tabl. 4 - Reconstitution paléoclimatique des lacs de cratère (Dürres Maar) dans les montagnes de l'Eifel.....	56
Tabl. 5 - Système d'étagement de la végétation pour la région eurosibérienne. ....	60
Tabl. 6 - Tableau synthétique des milieux lorrains. ....	61
Tabl. 7 - Nombre de sites datés du Néolithique ancien dans la moyenne vallée de la Moselle détaillés par culture.....	85
Tabl. 8 - Résumé du modèle d'interaction lumière-ombre des maisons de Bylany et de Cuiry-lès-Chaudardes. ....	111
Tabl. 9 - Nombre de sites datés du Néolithique moyen dans la moyenne vallée de la Moselle détaillés par culture.....	133
Tabl. 10 - Nombre de sites datés du Néolithique récent dans la moyenne vallée de la Moselle détaillés par culture.....	140
Tabl. 11 - Tableau comparatif du cortège de plantes cultivées par les différentes cultures néolithiques. ....	155
Tabl. 12 - Modèle théorique de la surface cultivée nécessaire pour nourrir un village de 50 personnes. ....	161
Tabl. 13 - Classification traditionnelle, classification récente, noms retenus dans le cadre de ce travail et noms vernaculaires des plantes sauvages et cultivées. ....	230
Tabl. 14 - Distribution histologique des principaux constituants du caryopse de blé. ....	235
Tabl. 15 - Comparatif des principales caractéristiques des céréales cultivées.. ....	237
Tabl. 16 - Facteurs multiplicateurs pour le calcul du NMI des vannes. ....	269
Tabl. 17 - Teneur en eau d'un air saturé à différentes températures. ....	275
Tabl. 18 - Effet de la température sur les insectes.....	278
Tabl. 19 - Datations <sup>14</sup> C réalisées sur les macrorestes végétaux carbonisés en provenance des trous de poteau des maisons rubanées en Lorraine. ....	286
Tabl. 20 - Exemple du tableau de mesures pour la réalisation des cartes de densité. ....	304
Tabl. 21 - Extrait du tableau de mesures pour la réalisation des cartes de concentration. ....	304
Tabl. 22 - Extrait du tableau de mesures pour la réalisation des boîtes à moustache.....	306
Tabl. 23 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les catégories de plantes.....	307

Tabl. 24 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les catégories de plantes.....	307
Tabl. 25 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de céréales.....	308
Tabl. 26 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de céréales.....	308
Tabl. 27 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de légumineuses.....	308
Tabl. 28 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques en secteurs représentant les taxons de légumineuses.....	309
Tabl. 29 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des cartes de présentation des échantillons.....	309
Tabl. 30 - Extrait du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des cartes de fréquence des taxons (céréales et légumineuses).....	310
Tabl. 31 - Exemple du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques à barres regroupées.....	311
Tabl. 32 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la <i>requête</i> « RQT10_RapportFrequenceNMI_1f »..	311
Tabl. 33 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la <i>requête</i> « RQT10_RapportFrequenceNMI_2e »..	311
Tabl. 34 - Extrait du tableau d'effectifs issu des <i>requêtes</i> « RQT10_RapportFrequenceNMI_1f » et « RQT10_RapportFrequenceNMI_2e ».....	312
Tabl. 35 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la <i>requête</i> « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_5e »..	312
Tabl. 36 - Extrait du tableau d'effectifs issu de la <i>requête</i> « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_5f »..	313
Tabl. 37 - Extrait du tableau de contingence nécessaire pour la réalisation de l'analyse factorielle des correspondances.....	320
Tabl. 38 - Analyse métrique de la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	351
Tabl. 39 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M5 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	363
Tabl. 40 - Analyse métrique de la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	369
Tabl. 41 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	384
Tabl. 42 - Analyse métrique de la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	387

---

Tabl. 43 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M2 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	402
Tabl. 44 - Analyse métrique du bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	405
Tabl. 45 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans le bâtiment M3 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	418
Tabl. 46 - Analyse métrique de la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	422
Tabl. 47 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M4 de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	437
Tabl. 48 - Analyse métrique de la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ». ....	446
Tabl. 49 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M28 d'Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille ». ....	456
Tabl. 50 - Analyse métrique de la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». ....	463
Tabl. 51 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M3 de Bertrange « Kosenacker ». ....	476
Tabl. 52 - Analyse métrique de la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». ....	481
Tabl. 53 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 de Cattenom « Unterhausen ». ....	493
Tabl. 54 - Analyse métrique de la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». ....	495
Tabl. 55 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M2 de Cattenom « Unterhausen ». ....	508
Tabl. 56 - Analyse métrique de la maison M1 d'Ennery « RD 52c ». ....	516
Tabl. 57 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 d'Ennery « RD52c ». ....	524
Tabl. 58 - Analyse métrique de la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	531
Tabl. 59 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M1 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	544
Tabl. 60 - Analyse métrique de la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	547
Tabl. 61 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M3 de La Maxe « Les Lignièrès ». ....	556
Tabl. 62 - Analyse métrique de la maison M283 de Terville « Beckergraben - ZAC du PAT ». ....	564
Tabl. 63 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la maison M283 de Terville « ZAC du Parc d'Activités Technologiques ». ....	572
Tabl. 64 - Tableau récapitulatif des statistiques descriptives. ....	577
Tabl. 65 - Abondance relative, fréquence relative et indice d'importance relative des taxons (IR) représentés dans la couche 18 de Waldbillig « Karelslé ». ....	600

Tabl. 66 - Datation des bâtiments rubanés du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	607
Tabl. 67 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des maisons rubanées du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ».....	608
Tabl. 68 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction de la partie arrière des maisons rubanées du site de Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot ». ....	610
Tabl. 69 - Corpus de données analysé pour le Néolithique ancien.....	614
Tabl. 70 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des sites archéologiques du Néolithique ancien.....	616
Tabl. 71 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique ancien.....	618
Tabl. 72 - Corpus de données analysé pour le Néolithique moyen. ....	621
Tabl. 73 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des sites archéologiques du Néolithique moyen. ....	623
Tabl. 74 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique moyen. ....	626
Tabl. 75 - Corpus de données analysé pour le Néolithique récent. ....	629
Tabl. 76 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des sites archéologiques du Néolithique récent. ....	631
Tabl. 77 - Nombre d'échantillons où sont présentes les plantes cultivées par taxon en fonction des unités géomorphologiques pour les sites du Néolithique récent. ....	633
Tabl. 78 - Nombre d'échantillons où sont présentes les céréales par taxon en fonction des périodes du Néolithique. ....	637
Tabl. 79 - Nombre d'échantillons où sont présentes les céréales par taxon en fonction des phases du Rubané.....	639
Tabl. 80 - Nombre d'échantillons où sont présentes les légumineuses par taxon en fonction des périodes du Néolithique.....	646
Tabl. 81 - Nombre d'échantillons où sont présentes les légumineuses par taxon en fonction des phases du Rubané.....	648
Tabl. 82 - Attestations de lin au Rubané de la moyenne vallée de la Moselle. ....	649
Tabl. 83 - Nombre d'échantillons analysés, positifs, présentant des adventices et nombre de taxons d'adventices présentés en fonction des différentes périodes du Néolithique. ....	652
Tabl. 84 - Nombre d'échantillons analysés, positifs, présentant des adventices et nombre de taxons d'adventices présentés en fonction des différentes phases du Rubané.....	654
Tabl. 85 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par origine en fonction des périodes du Néolithique. ....	658

---

Tabl. 86 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par origine en fonction des phases du Rubané. ....	659
Tabl. 87 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des périodes du Néolithique. ....	662
Tabl. 88 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané. ....	664
Tabl. 89 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des périodes du Néolithique. ....	668
Tabl. 90 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par hauteur de croissance en fonction des phases du Rubané. ....	670
Tabl. 91 - Classifications des types de végétaux en fonction des intensités de stress et de perturbations. ....	674
Tabl. 92 - Quelques caractéristiques des plantes compétitrices, tolérantes au stress et rudérales. ....	676
Tabl. 93 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par type de reproduction en fonction des périodes du Néolithique. ....	677
Tabl. 94 - Nombre d'échantillons où sont présentes les adventices potentielles classées par cycle de vie en fonction des phases du Rubané. ....	678



## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Liste des sites retenus classés par unité géomorphologique.....	797
Annexe 2 - Liste non exhaustive des études archéobotaniques menées sur les sites néolithiques d'Europe centrale et nord-occidentale (hors Lorraine et les sites lacustres suisses). .....	799
Annexe 3 - Liste des sites retenus, description des opérations archéologiques et périodes chronologiques représentées.....	805
Annexe 4 - Présentation du corpus des données. ....	807
Annexe 5 - Présentation du corpus des données. ....	811
Annexe 6 - Datations radiocarbone des échantillons retenus.....	813
Annexe 7 - Liste de plantes adventices potentielles par période.....	817
Annexe 8 - Liste de plantes adventices potentielles par phase.....	819
Annexe 9 - Catalogue des sites.....	821



## **ANNEXES**



Annexe 1 - Liste des sites retenus classés par unité géomorphologique.

N° site	Opération archéologique	Département	Unités géomorphologiques
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	57 Moselle	Vallée alluviale à lœss
5	Cattenom « Unterhausen »	57 Moselle	Vallée alluviale à lœss
6	Ennery « Le Breuil »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	57 Moselle	Vallée alluviale à lœss
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	57 Moselle	Vallée alluviale à lœss
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
17	Kirschnaumen-Evendorf « Dolem »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	57 Moselle	Vallée alluviale à lœss
28	Montenach « Kirschgasse »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
35	Thionville « Boucle de La Milliaire »	57 Moselle	Vallée alluviale à lœss
35	Thionville « La Milliaire »	57 Moselle	Vallée alluviale à lœss
43	Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
54	La Maxe « Les Lignièrès »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
63	Malling « Schlammlengt »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
66	Bertrange « Kosenacker »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	88 Vosges	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
200	Alsting « Zinzing »	57 Moselle	Doline marneuse du Muschelkalk
201	Coigny « Les Terres de Fer »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
202	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
203	Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias

205	La Maxe « Complexe sportif »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
206	Laquenexy « Entre deux cours - Tranche 4 »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
207	Marange-Silvange « La Petite fin »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
208	Marly « Dessus La Belle Fontaine - Projet Centre commercial - Voie d'accès Leclerc »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
209	Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calibrage de la RD 113A »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
210	Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
211	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
213	Metz « ZAC Sansonnet »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
214	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont »	57 Moselle	Plateau lorrain marno-calcaire du Trias/Lias
216	Talange « Vieux Manoir »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
217	Uckange « Solblanck »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
218	Woippy « ZAC des Coteaux »	57 Moselle	Vallée alluviale à limons (alluvions siliceuses)
219	Frouard « ZAC Saule Gaillard I »	54 Meurthe-et-Moselle	Talus calcaire du Bajocien moyen
220	Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet'Air - Sites 4 et 5 »	54 Meurthe-et-Moselle	Plateau calcaire du Bajocien supérieur
221	Verdun « Miribel »	55 Meuse	Plaine alluviale calcaire de la Meuse
222	Waldbillig « Karelslé »	99 Echternach	Diaclase gréseuse du Hettangien

Annexe 2 - Liste non exhaustive des études archéobotaniques menées sur les sites néolithiques d'Europe centrale et nord-occidentale (hors Lorraine et les sites lacustres suisses).

Attribution culturelle	Région	Site	Bibliographie
Néolithique ancien (étape formative/ Rubané le plus ancien)	Bacs-Kiskun megye	Fajsz	(Kreuz <i>et al.</i> , 2020)
Néolithique ancien (étape formative/ Rubané le plus ancien)	Baranya	Szemely	(Kreuz <i>et al.</i> , 2020)
Néolithique ancien (étape formative/ Rubané le plus ancien)	Győr-Moson-Sopron	Rábapatoná	(Kreuz <i>et al.</i> , 2020)
Néolithique ancien (étape formative/ Rubané le plus ancien)	Heves	Apc	(Kreuz <i>et al.</i> , 2020)
Néolithique ancien (étape formative/ Rubané le plus ancien)	Tolna	Bátaszék	(Kreuz <i>et al.</i> , 2020)
Néolithique ancien (étape formative/ Rubané le plus ancien)	Vas	Zsennye	(Kreuz <i>et al.</i> , 2020)
Néolithique ancien (Rubané)	Aisne (vallée de l'Aisne)	Berry-au-Bac « Le Chemin de la Pêcheurie »	(Bakels, 1995, 1999)
Néolithique ancien (Rubané)	Aisne (vallée de l'Aisne)	Bucy-le-Long « La Fosse Tounise »	(Ilett <i>et al.</i> , 1995 ; Bakels, 1999)
Néolithique ancien (Rubané)	Aisne (vallée de l'Aisne)	Cuiry-lès-Chaudardes	(Bakels, 1984b, 1999)
Néolithique ancien (Rubané)	Aisne (vallée de l'Aisne)	Menneville « Derrière le Village »	(Bakels, 1984b, 1999)
Néolithique ancien (Rubané)	Bade-Wurtemberg (vallée du Danube)	Ulm-Eggingen	(Gregg, 1989)
Néolithique ancien (Rubané)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Altdorf	(Bakels, 1983)
Néolithique ancien (Rubané)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Ditzingen	(Piening, 1998)
Néolithique ancien (Rubané)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Vaihingen	(Bogaard, 2004)
Néolithique ancien (Rubané)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Viesenhäuser Hof	(Rösch, 2014)
Néolithique ancien (Rubané)	Bade-Wurtemberg (vallée du Rhin supérieur)	Hilzingen	(Stika, 1991)
Néolithique ancien (Rubané)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Fegersheim et Geispolsheim	Rapport en cours Schaal
Néolithique ancien (Rubané)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Gougenheim « Gingsheimer Feld »	(Durand, 2016b)
Néolithique ancien (Rubané)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Olwisheim « Hintergaertel/Krautstuecke »	(Durand, 2016a)
Néolithique ancien (Rubané)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Rosheim « Rittergass »	(Durand, 2014)
Néolithique ancien (Rubané)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Truchtersheim « Holderacker »	Rapport en cours Wiethold
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Brunn am Gebirge-Wolfholz	(Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Frauenhofen-Neue Breiten	(Bakels, 1986a ; Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Frauenhofen-Ried Milchtaschen	(Bakels, 1984a ; Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Herrnbaumgarten	(Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Poigen	(Hopf, 1977 ; Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Pulkau	(Hopf, 1980 ; Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Rosenburg	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kohler-Schneider, 2007 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Schletz/Asparn	(Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Autriche	Strögen	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kohler-Schneider, 2007 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Saxe	Eitzum	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Saxe	Klein Denkte	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Saxe	Rosdorf-Mühlengrund	(Kirleis et Willerding, 2008)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Silésie (Dolny Śląsk)	Gniechowice	(Lityńska-Zajac, 2007)

Attribution culturelle	Région	Site	Bibliographie
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Silésie (Dolny Śląsk)	Stary Zamek	(Lityńska-Zajac, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Basse-Silésie (Dolny Śląsk)	Strachów	(Lityńska-Zajac, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Bavière	Enkingen	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Bavière (vallée du Danube)	Aiterhofen	(Bakels, 1983)
Néolithique ancien (Rubané)	Bavière (vallée du Danube)	Hienheim	(Bakels, 1978, 1986b)
Néolithique ancien (Rubané)	Bavière (vallée du Danube)	Meindling	(Bakels, 1992a)
Néolithique ancien (Rubané)	Bavière (vallée du Danube)	Mintraching	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Brabant flamand	Overhespen	(Bakels, 1992b)
Néolithique ancien (Rubané)	Brabant flamand	Wange	(Bakels et Rousselle, 1985 ; Bakels, 1992b)
Néolithique ancien (Rubané)	Burgenland	Neckenmarkt	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007 ; Kohler-Schneider, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Cujavie	Guzlin 2	(Bieniek, 2002, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Cujavie	Miechowice 4	(Bieniek, 2002, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Cujavie	Smólsk 4	(Bieniek, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Cujavie	Wolica Nowa 1	(Bieniek, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Cujavie	Zagajewice 1	(Bieniek, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hainaut	Aubechies-Coron Maton	(Bakels et Rousselle, 1985 ; Bakels <i>in</i> Constantin, Allard <i>et al.</i> , 2010)
Néolithique ancien (Rubané)	Hainaut	Blicquy-La Petite Rosière	(Bakels <i>in</i> Constantin, Deramaix <i>et al.</i> , 2010 ; Salavert, 2010a)
Néolithique ancien (Rubané)	Haut-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Soultz « Florival »	(Logel et Schaal, 2010 ; Schaal, 2012a)
Néolithique ancien (Rubané)	Haut-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Wettolsheim-Ricoh	(Lundström-Baudais, 1988)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesbaye	Alleur	(Dietsch-Sellami, 2002, 2004 ; Salavert, 2010a)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesbaye	Darion-Colia	(Bakels et Rousselle, 1985 ; Jadin et Heim, 2003)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesbaye	Oleye-Al Zèpe	(Jadin et Heim, 2003)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesbaye	Remicourt-En Bia Flo II	(Salavert, 2010a)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesbaye	Remicourt-Fond de Momalle	(Salavert, 2010a)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesbaye	Vaux-et-Borset-Gibour	(Heim et Hauzeur, 2002)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesbaye	Waremmes-Vinëve	(Jadin et Heim, 2003)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse	Bracht	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse	Mardorf	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Wiethold, 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse	Usingen	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse	Wernswig	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse	Wittelsberg	(Wiethold, 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse	Würges	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée de la Wetter/Usa)	Bruchenbrücken	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée de la Wetter/Usa)	Fauerbach vor der Höhe	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée de la Wetter/Usa)	Nieder-Mörlen	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée de la Wetter/Usa)	Steinfurth	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Eschborn	(Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Fechenheim	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Gelnhausen-Hailer	(Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Hailer	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Harheim	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Kloppenheim	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)

Attribution culturelle	Région	Site	Bibliographie
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Kronberg im Taunus	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Mittelbuchen	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Nieder-Eschbach	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Niedergründau	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Niederhöchstadt	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Ober-Erlenbach	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Ostheim	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Raunheim	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Main)	Windecken	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Rhin supérieur)	Goddelau	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Hesse (vallée du Rhin supérieur)	Wembach-Hahn	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005)
Néolithique ancien (Rubané)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Beek-Molensteeg	(Bakels et Rousselle, 1985)
Néolithique ancien (Rubané)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Beek-Kerkeveld	(Bakels et Rousselle, 1985)
Néolithique ancien (Rubané)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Geleen-Haesselderveld	(Bakels et Rousselle, 1985)
Néolithique ancien (Rubané)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Geleen-Janskampervel	(Bakels, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Geleen-Kermisplein	(Bakels et Rousselle, 1985)
Néolithique ancien (Rubané)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Geleen-Urmonderbaan	(Bakels et Rousselle, 1985)
Néolithique ancien (Rubané)	Petite-Pologne (Małopolska)	Gwoździec	(Lityńska-Zajac, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Petite-Pologne (Małopolska)	Kazimierz Mała	(Lityńska-Zajac, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Petite-Pologne (Małopolska)	Olszanica	(Lityńska-Zajac, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Bedburg-Garsdorf	(Knörzer, 1974)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Erkelenz-Kückhoven	(Knörzer, 1998)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Lamersdorf/Düren	(Knörzer, 1971b)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Langweiler 2	(Knörzer, 1973)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Langweiler 3	(Knörzer, 1972)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Langweiler 8	(Knörzer, 1988)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Langweiler 9	(Knörzer, 1977)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Langweiler 16	(Knörzer, 1997)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Laurenzberg 7	(Knörzer, 1997)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Laurenzberg 8	(Knörzer, 1997)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Meckenheim/Bonn	(Knörzer, 1971b)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Wanlo/Wickerath	(Knörzer, 1980)
Néolithique ancien (Rubané)	Rhénanie-Palatinat (vallée du Rhin supérieur)	Herxheim bei Landau	(Kreuz <i>et al.</i> , 2005 ; Kreuz, 2007)

Attribution culturelle	Région	Site	Bibliographie
Néolithique ancien (Rubané)	Saxe	Brodau	(Herbig <i>et al.</i> , 2012)
Néolithique ancien (Rubané)	Saxe	Eythra	(Herbig <i>et al.</i> , 2012)
Néolithique ancien (Rubané)	Saxe	Leipzig-Plaußig	(Herbig <i>et al.</i> , 2012)
Néolithique ancien (Rubané)	Saxe	Schkeuditz-Altscherbitz	(Herbig <i>et al.</i> , 2012)
Néolithique ancien (Rubané)	Saxe	Wehlen	(König, 1990)
Néolithique ancien (Rubané)	Slovaquie occidentale	Blatné-Štrky	(Hajnalová, 1988, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Slovaquie occidentale	Nitra-Dolné Krškany	(Hajnalová, 2007)
Néolithique ancien (Rubané)	Wallonie (vallée de la Meuse)	Liège-Place Saint-Lambert	(Bakels et Rousselle, 1985)
Néolithique moyen (Grossgartach)	Bade-Wurtemberg (vallée de la Rems)	Endersbach	(Piening, 1982)
Néolithique moyen (Grossgartach)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Rosheim-Helmbacher	(Erroux, 1976)
Néolithique moyen (Roessen)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Ditzingen	(Piening, 1998)
Néolithique moyen (Roessen)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Endersheim	(Piening, 1979)
Néolithique moyen (Roessen)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Rosheim	(Geissert <i>in</i> Thévenin, 1970, p. 399)
Néolithique moyen (Roessen)	Hainaut	Givry	(Heim, 1979)
Néolithique moyen (Roessen)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Maastricht-Randwijck	(Bakels, 1990)
Néolithique moyen (Roessen)	Saxe-Anhalt (vallée de l'Elbe moyenne)	Wahlitz	(Rothmaler, 1955)
Néolithique moyen (Roessen)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie	Deiringsen/Ruploh	(Hopf, 1976)
Néolithique moyen (Roessen)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie	Ur-Fulerum	(Schiemann, 1954)
Néolithique moyen (Roessen)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Aldenhoven	(Knörzer, 1971b)
Néolithique moyen (Roessen)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Inden 1 et 3	(Knörzer, 1997)
Néolithique moyen (Roessen)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Langweiler	(Knörzer, 1971a)
Néolithique moyen (Épi-Roessen)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Duntzenheim	(Durand, 2017)
Néolithique moyen (Épi-Roessen)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Entzheim	(Hopf, 1975)
Néolithique moyen (Épi-Roessen)	Bavière (vallée du Main)	Schernau	(Hopf, 1981)
Néolithique récent (Michelsberg)	Aisne (vallée de l'Aisne)	Bazoches-sur-Vesles	(Bakels, 1999)
Néolithique récent (Michelsberg)	Aisne (vallée de l'Aisne)	Cuiry-lès-Chaudardes	(Bakels, 1984b, 1999)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Heilbronn-Klingenberg	(Stika, 1996)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Ilsfeld	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bade-Wurtemberg (vallée du Neckar)	Leonberg-Höfingen	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bade-Wurtemberg (vallée du Rhin supérieur)	Bruchsal	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bade-Wurtemberg (vallée du Rhin supérieur)	Michaelsberg/Untergrombach	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Berstett	(Wiethold, 2020)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Eckwersheim « Kleine Breite »	Rapport en cours Wiethold
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Gougenheim « Gingsheimer Feld »	(Durand, 2016b)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Ingenheim « Hungerberg »	(Schaal, 2011a)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Mittelhausen « Liesbuehl,	(Rousselet et Nocus, 2013)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Gimbretter Weg »	(Rousselet et Nocus, 2013)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Mittelschaeffolsheim « Gute Abwand »	(Schaal, 2011b)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Mittelschaeffolsheim « Beim Berstetter Weg »	(Schaal, 2012b)
Néolithique récent (Michelsberg)	Bas-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Stutzenheim-Offenheim « Am Bannscheid »	Rapport en cours Schaal
Néolithique récent (Michelsberg)	Flandre occidentale	Spiere de Hel	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Haut-Rhin (vallée du Rhin supérieur)	Reiningue « Krebsacker » et « Am	(Rousselet, 2015)

Attribution culturelle	Région	Site	Bibliographie
		Muhlenweg »	
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse	Altenburg, Niedenstein	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse	Bad Nauheim	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse	Dauernheim	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse	Echzell « Wannkopf »	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse	Glauberg	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse	Limburg-Greifenberg	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse (Rhin moyen)	Dornheim	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse (vallée du Main)	Hattersheim	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse (vallée du Main)	Kapellenberg	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse (vallée du Main)	Maintal-Hochstadt	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Hesse (vallée du Rhin supérieur)	Erbenheim	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Maastricht-Klinkers	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Limbourg néerlandais (vallée de la Meuse)	Maastricht-Vogelzang	(Bakels, 2008)
Néolithique récent (Michelsberg)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie	Soest	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie	Aachen	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Hambach-Inden Geuenich	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Hambach-Niederzier	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Jüchen-Garzweiler, Elfgen	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Jüchen-Garzweiler, Belmen	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)
Néolithique récent (Michelsberg)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Rhin inférieur - plateau d'Aldenhoven)	Koslar	(Kreuz, Märkle <i>et al.</i> , 2014)



Annexe 3 - Liste des sites retenus, description des opérations archéologiques et périodes chronologiques représentées.

N° site	Opération archéologique	Dépt.	R.O.	Institution	Type d'opération	Année	Périodes
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille »	57 Moselle	L. Thomashausen	SRA de Lorraine	Fouille	1992	Néolithique ancien
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2016	Néolithique ancien
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	57 Moselle	L. Thomashausen	SRA de Lorraine	Sondage	1992	Néolithique ancien
5	Cattenom « Unterhausen »	57 Moselle	L. Thomashausen	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2003-2004	Néolithique ancien
6	Ennery « Le Breuil »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage urgent	1998	Néolithique ancien
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	57 Moselle	A. Denaire	Antéa Archéologie	Fouille préventive	2008	Néolithique ancien
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	57 Moselle	O. Faye	SRA de Lorraine	Fouille préventive	1998	Néolithique ancien
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	57 Moselle	L. Thomashausen	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage	1993	Néolithique récent
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	57 Moselle	G. Mangin	Inrap Grand Est nord	Diagnostic	2010	Néolithique ancien
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2011	Néolithique ancien, Néolithique récent
17	Kirschnaumen-Evendorf « Dolem »	57 Moselle	Ch. Guillaume	DAPHL	Fouille programmée	1974	Néolithique ancien
22	Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay »	57 Moselle	A. Denaire	Antéa Archéologie	Fouille préventive	2014-2015	Néolithique ancien
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est	Fouille préventive	2015	Néolithique ancien
28	Montenach « Kirschgasse »	57 Moselle	Ch. Guillaume	DAPHL	Fouille programmée	1976	Néolithique ancien
35	Thionville « Boucle de La Milliaire »	57 Moselle	B. Perrin	Antéa Archéologie	Fouille préventive	2009-2010	Néolithique ancien
35	Thionville « La Milliaire »	57 Moselle	Ch. Guillaume	DAPHL	Fouille de sauvetage urgent	1972	Néolithique ancien
35	Thionville « La Milliaire »	57 Moselle	Ch. Guillaume	DAPHL	Fouille de sauvetage urgent	1984	Néolithique ancien
43	Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts »	57 Moselle	Ch. Guillaume	DAPHL	Fouille de sauvetage urgent	1983	Néolithique ancien
43	Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts »	57 Moselle	F. Boura	DAPHL	Fouille programmée	1985	Néolithique ancien
54	La Maxe « Les Lignières »	57 Moselle	J.-M. Blaising	SRA de Lorraine	Fouille préventive	1995-1996	Néolithique ancien
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage urgent	1997	Néolithique ancien
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints – Site 4 »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Afan	Fouille préventive	1995	Néolithique ancien
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints – Zone 36 »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2005	Néolithique ancien
63	Malling « Schlammlengt »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2002	Néolithique ancien
66	Bertrange « Kosenacker »	57 Moselle	L. Thomashausen	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2006	Néolithique ancien
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	88 Vosges	L. Olivier	MAN	Fouille programmée	1986	Néolithique ancien
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	88 Vosges	V. Blouet	DAPHL	Fouille préventive	1987	Néolithique ancien

N° site	Opération archéologique	Dépt.	R.O.	Institution	Type d'opération	Année	Périodes
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	88 Vosges	V. Blouet	DAPHL	Fouille préventive	1988	Néolithique ancien
200	Alsting « Zinzing »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2011	Néolithique moyen - récent
201	Coincy « Les Terres de Fer »	57 Moselle	R. Bernard	Inrap Grand Est nord	Diagnostic	2009	Néolithique moyen
202	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber »	57 Moselle	J. Vanmoerkerke	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage urgent	1991	Néolithique moyen
203	Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Afan	Fouille préventive	1995	Néolithique moyen
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule – ARL »	57 Moselle	V. Blouet	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage	1989	Néolithique récent
205	La Maxe « Complexe sportif »	57 Moselle	E. Maire	Metz Métropole	Fouille préventive	2019	Néolithique récent
206	Laquenexy « Entre deux cours - Tranche 4 »	57 Moselle	G. Brkojewitsch	Metz Métropole	Fouille préventive	2008	Néolithique récent
207	Marange-Silvange « La Petite fin »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2010	Néolithique ancien - moyen
208	Marly « Dessus La Belle Fontaine - Projet Centre commercial - Voie d'accès Leclerc »	57 Moselle	L. Gébus	SRA de Lorraine	Fouille préventive	1993	Néolithique récent
209	Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calibrage de la RD 113A »	57 Moselle	J.-Ch. Brénon	SRA de Lorraine	Fouille préventive	1995	Néolithique moyen
210	Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers »	57 Moselle	Th. Klag	Afan	Fouille préventive	1990	Néolithique récent
211	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	57 Moselle	E. Maire	Metz Métropole	Fouille préventive	2010	Néolithique moyen
213	Metz « ZAC Sansonnet »	57 Moselle	Th. Klag	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2013	Néolithique moyen, Néolithique récent
214	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	57 Moselle	Ch. Faye	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage urgent	1995	Néolithique moyen, Néolithique récent
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont »	57 Moselle	V. Brunet	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage urgent	1998	Néolithique moyen, Néolithique récent
216	Talange « Vieux Manoir »	57 Moselle	Th. Klag	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage	1991	Néolithique moyen
217	Uckange « Solblanck »	57 Moselle	J.-Y. Bour	Afan	Fouille de sauvetage urgent	1996	Néolithique moyen
218	Woippy « ZAC des Coteaux »	57 Moselle	R. Dupond	Metz Métropole	Fouille préventive	2007	Néolithique récent
219	Frouard « ZAC Saule Gaillard I' »	54 Meurthe-et-Moselle	V. Blouet	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage	1987	Néolithique moyen
220	Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet'Air - Sites 4 et 5 »	54 Meurthe-et-Moselle	J. Franck	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2011	Néolithique récent
221	Verdun « Miribel »	55 Meuse	L. Vermard	Inrap Grand Est	Diagnostic	2016	Néolithique récent
222	Waldbillig « Karelslé »	99 Echternach	F. Le Brun-Ricalens	CNRA	Fouille programmée	1991-1998	Néolithique moyen

Annexe 4 - Présentation du corpus des données (nombre de contextes, d'échantillons, d'échantillons positifs, de litres tamisés et NMI) par site et par type de contexte.

N° site	Opération archéologique	Type de contexte	Nb. contextes	Nb. éch.	Éch. positifs	Litres	NMI
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	Cave	1	1	0	4	0
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	Fosse	1	1	1	8	13
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	Fosse latérale	3	3	1	4	8
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	TP Panne faîtière	3	3	3	30	261
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	TP Panne nord	3	3	3	30	90
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	TP Panne sablière nord	9	9	2	53	3
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	TP Panne sablière sud	11	11	11	101	2095
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	TP Panne sud	3	3	3	30	189
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille »	Trou de poteau	1	1	0	7	0
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Fosse	3	10	10	17	759
5	Cattenom « Unterhausen »	TP dans tranchée de fondation	5	5	5	44,5	140
5	Cattenom « Unterhausen »	TP Panne centrale-nord	4	4	2	49,5	90
5	Cattenom « Unterhausen »	TP Panne centrale-sud	3	3	3	27,5	25
5	Cattenom « Unterhausen »	TP Panne faîtière	4	4	4	38	69
5	Cattenom « Unterhausen »	TP Panne nord	9	9	7	126,5	750
5	Cattenom « Unterhausen »	TP Panne sablière nord	7	7	5	50	38
5	Cattenom « Unterhausen »	TP Panne sablière sud	8	8	6	63	24
5	Cattenom « Unterhausen »	TP Panne sud	7	7	6	66	41
5	Cattenom « Unterhausen »	Tranchée de fondation	1	1	0	10	0
6	Ennery « Le Breuil »	Fosse	13	13	9	127	33
6	Ennery « Le Breuil »	Fosse latérale	7	7	4	41	6
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Fosse	1	1	1	31,5	771
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	Fosse	3	8	6	75	149
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	Fosse latérale	2	2	0	5	0
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	TP Panne sablière sud	1	1	1	2	2
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	TP Panne sud	1	1	1	3	3
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », « La Chapelle - Rue Victor Hugo » et « La Chapelle »	Fosse	2	2	2	28	26
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », « La Chapelle - Rue Victor Hugo » et « La Chapelle »	Fosse latérale	4	7	7	130	475
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », « La Chapelle - Rue Victor Hugo » et « La Chapelle »	Four	2	2	2	40	16
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », « La Chapelle - Rue Victor Hugo » et « La Chapelle »	Trou de poteau	1	1	1	10	3
17	Kirschnaumen-Evendorf « Dolem »	Foyer	1	2	2	0,5	38
22	Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay »	Fosse	29	29	28	292	1121
22	Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay »	Fosse polylobée	3	3	2	16,3	53
22	Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay »	Indéterminé	1	1	1	14,6	14
22	Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay »	Tranchée de fondation	1	1	0	7,3	0
22	Kœnigsmacker « Blosberger - Rue de Benassay »	Trou de poteau	26	26	20	308,1	163
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	TP Panne faîtière	7	7	5	63	12

N° site	Opération archéologique	Type de contexte	Nb. contextes	Nb. éch.	Éch. positifs	Litres	NMI
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	TP Panne nord	5	5	5	47	18
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	TP Panne sablière nord	10	10	10	89	89
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	TP Panne sablière sud	11	11	10	89	40
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	TP Panne sud	4	4	4	38	21
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	Tranchée de fondation	1	1	1	7	1
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	Trou de poteau	3	3	3	27	10
28	Montenach « Kirschgasse »	Non renseigné	1	1	1		4
35	Thionville « Boucle de La Milliaire » et « La Milliaire »	Cave	2	2	1	1,7	8
35	Thionville « Boucle de La Milliaire » et « La Milliaire »	Fosse	4	4	3	16,5	106
35	Thionville « Boucle de La Milliaire » et « La Milliaire »	Fosse latérale	2	2	2	46	376
43	Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts »	Fosse	2	5	5		26
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	Fosse	1	1	1	2	15
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	Fosse latérale	3	3	3	23	82
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	Non renseigné	2	2	1	3	5
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	TP dans tranchée de fondation (piquet)	1	1	0	0,5	0
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	TP Panne faîtière	7	7	7	20,5	196
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	TP Panne nord	6	6	5	12	72
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	TP Panne sablière nord	11	11	7	21	25
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	TP Panne sablière sud	2	2	0	3,5	0
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	TP Panne sud	7	7	6	19	309
54	La Maxe « Le clos des Lignièrès » et « Les Lignièrès »	Trou de poteau	2	2	2	2	14
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Fosse	23	23	20	141,5	133
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Fosse latérale	19	20	18	124,5	311
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	TP Panne	1	1	0	8	0
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	TP Panne faîtière	12	14	7	55,5	14
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	TP Panne nord	12	15	9	65	21
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	TP Panne sablière nord	9	9	2	21	2
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	TP Panne sablière sud	11	13	10	41,5	48
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	TP Panne sud	9	12	6	55	17
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Trou de poteau	5	5	3	16,5	17
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Fosse	3	3	3	24	9
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Fosse latérale	2	2	1	13	3
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	TP Panne faîtière	6	6	1	7	3
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	TP Panne nord	6	6	0	6	0
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	TP Panne sablière nord	9	9	0	9	0
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	TP Panne sablière sud	13	13	0	13	0
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	TP Panne sud	8	8	2	8	2
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Trou de poteau	4	4	1	9	3
63	Malling « Schlammlengt »	Fosse	7	11	9	42	96
63	Malling « Schlammlengt »	Fosse latérale	6	14	11	31,5	44

N° site	Opération archéologique	Type de contexte	Nb. contextes	Nb. éch.	Éch. positifs	Litres	NMI
63	Malling « Schlammlengt »	TP Panne faîtière	8	8	2	27	2
63	Malling « Schlammlengt »	TP Panne nord	8	8	2	26	2
63	Malling « Schlammlengt »	TP Panne sablière nord	2	2	0	3,5	0
63	Malling « Schlammlengt »	TP Panne sud	10	10	2	37,5	2
63	Malling « Schlammlengt »	Tranchée de fondation	1	1	0	10	0
66	Bertrange « Kosenacker »	Chablis	3	3	1	28	8
66	Bertrange « Kosenacker »	Fosse latérale	4	4	4	29	24
66	Bertrange « Kosenacker »	TP Panne faîtière	8	8	6	36	58
66	Bertrange « Kosenacker »	TP Panne nord	13	13	9	62	32
66	Bertrange « Kosenacker »	TP Panne sablière nord	3	3	2	6	5
66	Bertrange « Kosenacker »	TP Panne sablière sud	6	6	4	16,5	17
66	Bertrange « Kosenacker »	TP Panne sud	9	9	7	45	45
66	Bertrange « Kosenacker »	Trou de poteau	7	7	0	26	0
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	Fosse	2	2	2	4,5	322
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	Fosse latérale	7	8	8	30	7611
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	TP Panne faîtière	29	29	28	81,5	2237
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	TP Panne nord	30	30	29	111,5	5849
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	TP Panne sablière nord	18	18	16	39,5	473
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	TP Panne sablière sud	19	19	16	36	571
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	TP Panne sud	30	30	30	107	6574
200	Alsting « Zinzing »	Doline	1	3	1	37	1
201	Coincy « Les Terres de Fer »	Fosse	1	1	1	10	5
202	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber »	Silo	2	2	1	7	1
203	Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson »	Fosse	4	22	7	111	21
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	Puits	1	1	0	7	0
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	Silo	1	1	1	43	61
205	La Maxe « Complexe sportif »	Silo	2	2	2	30	13
206	Laquenexy « Entre deux cours - Tranche 4 »	Fosse polylobée	1	2	2	20	9
207	Marange-Silvange « La Petite fin »	Fosse	1	4	3	31	5
208	Marly « Dessus La Belle Fontaine - Projet Centre commercial - Voie d'accès Leclerc »	Silo	1	2	2	17,5	5
209	Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calibrage de la RD 113A »	Silo	1	2	2	7,1	182
210	Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers »	Puits	1	1	1	21,5	1
211	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	Fosse polylobée	1	28	19	360	74
211	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	Trou de poteau	2	2	2	20	49
213	Metz « ZAC Sansonnet »	Fosse	2	2	2	20	5
213	Metz « ZAC Sansonnet »	Silo	1	1	1	10	83
213	Metz « ZAC Sansonnet »	Vase-silo	1	1	1	10	6
214	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	Chablis	2	2	1	13	2
214	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	Fosse	7	12	9	114	155
214	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	Silo	3	3	3	50	45
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont »	Fosse	3	3	1	30	2

N° site	Opération archéologique	Type de contexte	Nb. contextes	Nb. éch.	Éch. positifs	Litres	NMI
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont »	Fosse polylobée	42	114	26	908,7	181
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont »	Trou de poteau	20	20	5	301	9
216	Talange « Vieux Manoir »	Silo	1	1	0	5	0
217	Uckange « Solblanck »	Fosse	1	4	1	19	19
218	Woippy « ZAC des Coteaux »	Fosse	2	2	1	20	1
219	Frouard « ZAC Saule Gaillard I »	Fosse	1	1	1	16	5
219	Frouard « ZAC Saule Gaillard I »	Trou de poteau	5	5	3	20	59
220	Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet'Air - Sites 4 et 5 »	Silo	1	2	0	20	0
221	Verdun « Miribel »	Trou de poteau	1	1	1	10	2
222	Waldbillig « Karelslé »	Sol d'occupation (paléosol)	1	96	96		23287
<b>Total</b>			<b>774</b>	<b>1046</b>	<b>708</b>	<b>6163,3</b>	<b>57740</b>

Annexe 5 - Présentation du corpus des données (nombre de contextes, d'échantillons, d'échantillons positifs, de litres tamisés, NMI et densité) par site et par maison rubanée.

N° site	Opération archéologique	Bâtiment	Nb. contextes	Nb. éch	Éch. positifs	Litres	NMI	Densité
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Maison M28	29	29	22	244	2638	10,8
5	Cattenom « Unterhausen »	Maison M1	23	23	20	189,5	189	1,0
5	Cattenom « Unterhausen »	Maison M2	25	25	18	285,5	988	3,5
23	Terville « Beckergraben - ZAC du Parc d'Activités Technologiques »	Maison M283	41	41	38	360	191	0,5
54	La Maxe « Les Lignières »	Maison M1	32	32	24	77,5	496	6,4
54	La Maxe « Les Lignières »	Maison M3	6	6	5	12	168	14,0
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Maison M1	42	52	33	189,5	139	0,7
66	Bertrange « Kosenacker »	Maison M3	21	21	18	70,5	152	2,2
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	Maison M1	19	19	19	50	2389	47,8
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	Maison M2	26	27	27	96,5	8249	85,5
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	Maison M3	24	24	24	59,5	965	16,2
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	Maison M4	35	35	28	111,5	8131	72,9
100	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	Maison M5	29	29	29	88	3581	40,7
<b>Total</b>			<b>352</b>	<b>363</b>	<b>305</b>	<b>1834</b>	<b>28276</b>	



Annexe 6 - Datations radiocarbone des échantillons retenus (Le Brun-Ricalens et Valotteau, 2007, p. 308 ; Maire, Asselin, Bonnaire et Marquié, 2012, p. 576 ; Blouet *et al.*, 2013a, p. 180 ; Blouet dir., en cours). Les datations ont été calibrées avec le logiciel Calib Rev. 8.1.0/BDD calibration IntCal20. **54** : Meurthe-et-Moselle ; **57** : Moselle ; **88** : Vosges ; **99** : Echternach.

N° site	Dép.	Opération archéologique	Année	R.O.	Contexte	Code laboratoire	Matériel	14C	±	Datation calBC 1σ (68,2%)	Datation calBC 2σ (95,4%)
5	57	Cattenom « Unterhausen »	2003-2004	L. Thomashausen	TP Panne centrale-nord 28	GrA-27518	Charbon de bois	6300	45	5314 BC - 5217 BC	5374 BC - 5082 BC
5	57	Cattenom « Unterhausen »	2003-2004	L. Thomashausen	TP Panne centrale-sud 27	GrA-27517	Charbon de bois	6155	40	5208 BC - 5039 BC	5214 BC - 4993 BC
6	57	Ennery « Le Breuil »	1998	M.-P. Petitdidier	Fosse 3	GrA-27724	Caryopse / autre fruit / graine	6020	45	4986 BC - 4845 BC	5029 BC - 4795 BC
6	57	Ennery « Le Breuil »	1998	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 2	GrA-27722	Caryopse / autre fruit / graine	6025	45	4988 BC - 4847 BC	5033 BC - 4797 BC
6	57	Ennery « Le Breuil »	1998	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 6	GrA-27725	Non renseigné	6125	45	5207 BC - 4991 BC	5210 BC - 4943 BC
14	57	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	1993	L. Thomashausen	Four 24	Ly-15974 (SacA-55847)	Charbon de bois	5330	30	4240 BC - 4060 BC	4314 BC - 4050 BC
14	57	Hettange-Grande « La Chapelle »	2011	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 3, Carré EG	Poz-48795	Charbon de bois	6190	40	5211 BC - 5064 BC	5293 BC - 5012 BC
14	57	Hettange-Grande « La Chapelle »	2011	M.-P. Petitdidier	Four 4	Poz-48796	Charbon de bois	5470	35	4351 BC - 4265 BC	4436 BC - 4249 BC
17	57	Kirschnaumen-Evendorff « Dolem »	1974	Ch. Guillaume	Foyer, US Charbonneuse	Ly-1181	Charbon de bois	6050	200	5211 BC - 4726 BC	5465 BC - 4496 BC
43	57	Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts »	1983	Ch. Guillaume	Fosse 1, Carré A13	Ly-3178 (SacA-4519)	Caryopse / autre fruit / graine	6180	60	5212 BC - 5046 BC	5303 BC - 4953 BC
63	57	Malling « Schlammlengt »	2002	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 11	GrA-27720	Caryopse / autre fruit / graine	6055	45	5010 BC - 4851 BC	5203 BC - 4802 BC
63	57	Malling « Schlammlengt »	2002	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 13	GrA-27721	Caryopse / autre fruit / graine	5985	45	4935 BC - 4799 BC	4995 BC - 4729 BC
63	57	Malling « Schlammlengt »	2002	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 3	GrA-27719	Caryopse / autre fruit / graine	6115	45	5205 BC - 4951 BC	5210 BC - 4910 BC
100	88	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	1987	V. Blouet	Fosse latérale 242	Ly-5863 (SacA-14811)	Caryopse / autre fruit / graine	6430	45	5473 BC - 5368 BC	5476 BC - 5320 BC
100	88	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	1987	V. Blouet	Fosse latérale 344B	Ly-4479	Caryopse / autre fruit / graine	6330	140	5473 BC - 5083 BC	5556 BC - 4948 BC
100	88	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	1987	V. Blouet	Fosse latérale 344B	Ly-5864 (SacA-14812)	Caryopse / autre fruit / graine	6440	50	5473 BC - 5374 BC	5479 BC - 5315 BC
100	88	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	1987	V. Blouet	TP Panne faîtière 195	Ly-4477	Caryopse / autre fruit / graine	6270	60	5318 BC - 5084 BC	5368 BC - 5052 BC
100	88	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	1987	V. Blouet	TP Panne nord 280	OxA-6694	Caryopse / autre fruit / graine	6170	45	5208 BC - 5053 BC	5289 BC - 4994 BC
100	88	Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »	1987	V. Blouet	TP Panne sud 288	Ly-4478	Caryopse / autre fruit / graine	6000	80	4992 BC - 4795 BC	5206 BC - 4705 BC
200	57	Alsting « Zinzing »	2011	M.-P. Petitdidier	Doline 1, Carré L17-L18, US 3	Poz-48791	Charbon de bois	5280	40	4227 BC - 4000 BC	4239 BC - 3987 BC
202	57	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber »	1991	J. Vanmoerkerke	Silo 1	ETH-11000	Non renseigné	5645	65	4542 BC - 4369 BC	4656 BC - 4349 BC
204	57	Goin/Liéhon/Vigny « la Micule/sous la Micule – ARL »	1989	V. Blouet	Puits 2288	ETH-5645	Charbon de bois	4920	100	3910 BC - 3539 BC	3958 BC - 3518 BC

N° site	Dép.	Opération archéologique	Année	R.O.	Contexte	Code laboratoire	Matériel	14C	±	Datation calBC 1σ (68,2%)	Datation calBC 2σ (95,4%)
204	57	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	1989	V. Blouet	Silo 170	Ly-13701 (SacA-48707)	Caryopse / autre fruit / graine	5135	30	3982 BC - 3818 BC	4038 BC - 3804 BC
204	57	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	1989	V. Blouet	Silo 170	Ly-5022	Charbon de bois	5355	65	4322 BC - 4058 BC	4337 BC - 4002 BC
205	57	La Maxe « Complexe sportif »	2019	E. Maire	Silo 321, US 322	CIRAM-AP44	Charbon de bois	5366	29	4322 BC - 4075 BC	4329 BC - 4056 BC
206	57	Laquenexy « Entre deux cours - Tranche 4 »	2008	G. Brkojewitsch	Fosse polylobée 1213, US 1288	GrA-42949	Charbon de bois	5300	40	4230 BC - 4050 BC	4308 BC - 3992 BC
207	57	Marange-Silvange « La Petite fin »	2010	M.-P. Petitdidier	Fosse 50, US 4	Poz-48368	Charbon de bois	6020	40	4982 BC - 4845 BC	5009 BC - 4796 BC
208	57	Marly « Dessus La Belle Fontaine - Projet Centre commercial - Voie d'accès Leclerc »	1993	L. Gébus	Silo 70, US Supérieure	Ly-11261 (SacA-37627)	Caryopse / autre fruit / graine	5145	30	4035 BC - 3820 BC	4041 BC - 3806 BC
209	57	Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calibrage de la RD 113A »	1995	J.-Ch. Brénon	Silo 4, US 1	Ly-5869 (SacA-14817)	Caryopse / autre fruit / graine	5790	45	4709 BC - 4555 BC	4780 BC - 4506 BC
210	57	Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers »	1990	Th. Klag	Puits 1043,	ETH-11024	Charbon de bois	4840	65	3706 BC - 3529 BC	3783 BC - 3383 BC
211	57	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	2010	E. Maire	Fosse polylobée 29, US 41		Charbon de bois	5810	45	4722 BC - 4561 BC	4785 BC - 4545 BC
211	57	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	2010	E. Maire	Fosse polylobée 29, US 48	GrA-49333	Charbon de bois	5801	45	4717 BC - 4557 BC	4784 BC - 4541 BC
211	57	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	2010	E. Maire	Fosse polylobée 29, US 53	GrA-49332	Charbon de bois	5950	40	4898 BC - 4733 BC	4935 BC - 4723 BC
211	57	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	2010	E. Maire	Fosse polylobée 29, US 55	GrA-49437	Charbon de bois	5810	50	4722 BC - 4555 BC	4788 BC - 4543 BC
211	57	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	2010	E. Maire	Trou de poteau 12, US 20	GrA-48964	Charbon de bois	5580	40	4447 BC - 4362 BC	4493 BC - 4345 BC
213	57	Metz « ZAC Sansonnet »	2013	Th. Klag	Fosse 4041	Ly-13699 (SacA-48705)	Charbon de bois	5745	35	4672 BC - 4542 BC	4694 BC - 4496 BC
213	57	Metz « ZAC Sansonnet »	2013	Th. Klag	Fosse 5027	Ly-13700 (SacA-48706)	Caryopse / autre fruit / graine	5070	30	3947 BC - 3803 BC	3956 BC - 3793 BC
214	57	Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois »	1995	Ch. Faye	Fosse 100, Creusement B	Ly-11271 (SacA-37644)	Charbon de bois	5060	35	3945 BC - 3799 BC	3959 BC - 3772 BC
217	57	Uckange « Solblanck »	1996	J.-Y. Bour	Fosse 200, US 3	Ly-3177 (SacA-4518)	Charbon de bois	5740	70	4681 BC - 4502 BC	4780 BC - 4404 BC
219	54	Frouard « ZAC Saule Gaillard I »	1987	V. Blouet	Trou de poteau 104	Ly-4335	Charbon de bois	5620	150	4672 BC - 4335 BC	4797 BC - 4095 BC
220	54	Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet' Air - Sites 4 et 5 »	2011	J. Franck	Silo 4029, Couche Supérieure	Poz-53739	Charbon de bois	5160	60	4045 BC - 3815 BC	4222 BC - 3791 BC
222	99	Waldbillig « Karelslé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré A10, Couche 19	Lv-2117	Caryopse / autre fruit / graine	6050	70	5036 BC - 4846 BC	5208 BC - 4788 BC
222	99	Waldbillig « Karelslé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré B9d, Couche 18	Beta-131905	Caryopse / autre fruit / graine	5770	70	4707 BC - 4543 BC	4784 BC - 4456 BC
222	99	Waldbillig « Karelslé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré B9d, Couche 18	Beta-131908	Charbon de bois	5690	60	4602 BC - 4452 BC	4684 BC - 4368 BC

N° site	Dép.	Opération archéologique	Année	R.O.	Contexte	Code laboratoire	Matériel	14C	±	Datation calBC 1σ (68,2%)	Datation calBC 2σ (95,4%)
222	99	Waldbillig « Karelsé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré B9d, Couche 18	Beta-131909	Charbon de bois	5890	80	4891 BC - 4621 BC	4950 BC - 4545 BC
222	99	Waldbillig « Karelsé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré B9d, Couche 18 Base	Beta-131907	Charbon de bois	5900	60	4842 BC - 4708 BC	4937 BC - 4612 BC
222	99	Waldbillig « Karelsé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré C9c, Couche 18	Beta-131906	Charbon de bois	5800	60	4718 BC - 4552 BC	4791 BC - 4501 BC
222	99	Waldbillig « Karelsé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré C9c, Couche 18	Beta-131910	Charbon de bois	5850	60	4792 BC - 4616 BC	4843 BC - 4546 BC
222	99	Waldbillig « Karelsé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré C9c, Couche 18	Beta-131911	Caryopse / autre fruit / graine	5740	60	4679 BC - 4504 BC	4719 BC - 4451 BC
222	99	Waldbillig « Karelsé »	1991-1998	F. Le Brun-Ricalens	Sol d'occupation Horizon Rössen, Carré Z9, Couche 19	Lv-2118	Charbon de bois	5430	110	4361 BC - 4059 BC	4488 BC - 3989 BC



Annexe 7 - Liste de plantes adventices potentielles par période. **APO** : apophyte ; **ANT** : anthropochore ; **Été** : annuelle d'été ; **Hiv** : annuelle d'hiver ; **Été/Hiver** : annuelle d'été et/ou d'hiver ; **Pér** : pérenne ; **ReproGrai** : reproduction sexuée ; **ReproGraiVeg** : reproduction sexuée et asexuée ; **Néo ancien** (N = 167) ; **Néo moyen** (N = 41) ; **Néo récent** (N = 7).

Nom latin	Nom vernaculaire	Origine	Cycle vie	Hauteur	Stratégie	Reproduction	Néo ancien		Néo moyen		Néo récent	
							NMI	Fréq.	NMI	Fréq.	NMI	Fréq.
<b>Forêts, bois, lisières, clairières, coupes, haies, fourrés</b>												
Galium aparine	Gaillet gratteron	APO	Hiv	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	49	6%	4	8%	1	4%
Sambucus ebulus	Yèble	APO	Pér	Élevée	Compétitive	ReproGraiVeg					1	4%
<b>Messicoles</b>												
Bromus arvensis	Brome des champs	ANT	Été/Hiver	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	21	3%	1	1%		
Bromus secalinus agg.	Brome seigle	ANT	Hiv	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	259	10%	14	8%		
Bromus sterilis	Brome stérile	ANT	Hiv	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	1	0%				
Fallopia convolvulus agg.	Vrillée liseron	ANT	Été	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	132	13%	4	8%	3	14%
Galium spurium agg.	Gaillet bâtard	ANT	Été	Faible	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	14	2%	2	1%		
Vicia hirsuta	Vesce hérissée	APO	Été/Hiver	Moyenne	Rudérale	ReproGrai	1	0%				
Vicia tetrasperma agg.	Vesce à quatre graines	APO	Été	Moyenne	Rudérale	ReproGrai			1	1%		
<b>Végétation de zones ouvertes, pelouses et prairies</b>												
Lolium perenne	Ray-grass commun	APO	Pér	Moyenne	Compétitive	ReproGrai	6	0%	2	3%		
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	APO	Hiv	Plutôt faible	Stratégies intermédiaires	ReproGraiVeg	1	0%				
Phleum pratense agg.	Fléole des prés	APO	Pér	Élevée	Compétitive	ReproGrai	26	1%	1	3%		
Poa annua	Pâturin annuel	APO	Été/Hiver	Faible	Rudérale	ReproGrai			1	1%		
Polygonum aviculare agg.	Renouée des oiseaux	APO	Été	Moyenne	Rudérale	ReproGrai	1	0%	1	1%		
Rumex acetosella agg.	Petite oseille	APO	Pér	Faible	Stratégies intermédiaires	ReproGraiVeg	1	0%				
Silene vulgaris	Silène enflé	APO	Pér	Moyenne	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	1	0%				
Trifolium pratense	Trèfle des prés	APO	Pér	Plutôt faible	Compétitive	ReproGrai	1	0%				
<b>Adventices, végétation de zones rudérales et autre végétation synanthrope</b>												
Atriplex patula	Arroche étalée	?	Été	Élevée	Tolérante au stress	ReproGrai	11	0%			1	4%
Chenopodium album agg.	Chénopode blanc	ANT	Été	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	749	5%	3	2%	1	4%
Chenopodium bonus-henricus	Chénopode bon-Henri	APO	Pér	Moyenne	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	1	0%				
Chenopodium polyspermum	Chénopode polysperme	?	Été	Moyenne	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	1	0%				
Echinochloa crus-galli	Pied-de-coq commun	ANT	Été	Moyenne	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	4	1%				
Lapsana communis agg.	Lampane commune	APO	Hiv	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	64	4%	2	1%		
Persicaria lapathifolia agg.	Renouée à feuilles de patience	APO	Été	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproGrai	3	1%				
Persicaria maculosa	Renouée persicaire	APO	Été	Moyenne	Stratégies intermédiaires	ReproGrai					1	4%
Saponaria officinalis	Saponaire officinale	APO	Pér	Moyenne	Compétitive	ReproGraiVeg	1	0%				
Solanum nigrum	Morelle noire	ANT	Été	Moyenne	Rudérale	ReproGrai	12	2%				
Veronica hederifolia agg.	Véronique à feuilles de lierre	APO	Hiv	Plutôt faible	Rudérale	ReproGrai	2	1%				



Annexe 8 - Liste de plantes adventices potentielles par phase. **APO** : apophyte ; **ANT** : anthropochore ; **Été** : annuelle d'été ; **Hiv** : annuelle d'hiver ; **Été/Hiver** : annuelle d'été et/ou d'hiver ; **Pér** : pérenne ; **Strat. interm.** : stratégies intermédiaires ; **ReproGrai** : reproduction sexuée ; **ReproGraiVeg** : reproduction sexuée et asexuée. **Rubané ancien** (N = 2) ; **Rubané moyen** (N = 9) ; **Rubané récent** (N = 69) ; **Rubané final** (N = 32) ; **Rubané terminal** (N = 3).

Nom latin	Nom vernaculaire	Origine	Cycle vie	Hauteur	Stratégie	Reproduction	Rubané ancien		Rubané moyen		Rubané récent		Rubané final		Rubané terminal	
							NMI	Fréq.	NMI	Fréq.	NMI	Fréq.	NMI	Fréq.	NMI	Fréq.
<b>Forêts, bois, lisières, clairières, coupes, haies, fourrés</b>																
Galium aparine	Gaillet gratteron	APO	Hiv	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai	1	4%	8	7%	19	6%	14	7%		
<b>Messicoles</b>																
Bromus arvensis	Brome des champs	ANT	Été/Hiver	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai					17	7%	4	2%		
Bromus secalinus agg.	Brome seigle	ANT	Hiv	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai			51	10%	179	14%	22	7%		
Bromus sterilis	Brome stérile	ANT	Hiv	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai					1	0%				
Fallopia convolvulus agg.	Vrillée liseron	ANT	Été	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai	1	4%	19	17%	59	15%	38	11%	8	8%
Galium spurium agg.	Gaillet bâtard	ANT	Été	Faible	Strat. interm.	ReproGrai					6	2%	3	2%		
Vicia hirsuta	Vesce hérissée	APO	Été/Hiver	Moyenne	Rudérale	ReproGrai					1	0%				
<b>Végétation de zones ouvertes, pelouses et prairies</b>																
Lolium perenne	Ray-grass commun	APO	Pér	Moyenne	Compétitive	ReproGrai					6	1%				
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	APO	Hiv	Plutôt faible	Strat. interm.	ReproGraiVeg									1	8%
Phleum pratense agg.	Fléole des prés	APO	Pér	Élevée	Compétitive	ReproGrai			7	7%	19	1%				
Polygonum aviculare agg.	Renouée des oiseaux	APO	Été	Moyenne	Rudérale	ReproGrai			1	3%						
Rumex acetosella agg.	Petite oseille	APO	Pér	Faible	Strat. interm.	ReproGraiVeg							1	1%		
Silene vulgaris	Silène enflé	APO	Pér	Moyenne	Strat. interm.	ReproGrai							1	1%		
Trifolium pratense	Trèfle des prés	APO	Pér	Plutôt faible	Compétitive	ReproGrai							1	1%		
<b>Adventices, végétation de zones rudérales et autre végétation synanthrope</b>																
Atriplex patula	Arroche étalée	?	Été	Élevée	Tolérante au stress	ReproGrai					11	1%				
Chenopodium album agg.	Chénopode blanc	ANT	Été	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai			3	14%	731	6%	7	3%	2	8%
Chenopodium bonus-henricus	Chénopode bon-Henri	APO	Pér	Moyenne	Strat. interm.	ReproGrai							1	1%		
Chenopodium polyspermum	Chénopode polysperme	?	Été	Moyenne	Strat. interm.	ReproGrai					1	0%				
Echinochloa crus-galli	Pied-de-coq commun	ANT	Été	Moyenne	Strat. interm.	ReproGrai					4	2%				
Lapsana communis agg.	Lampsane commune	APO	Hiv	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai			28	7%	33	5%	2	2%		
Persicaria lapathifolia agg.	Renouée à feuilles de patience	APO	Été	Élevée	Strat. interm.	ReproGrai			1	3%	2	1%				
Saponaria officinalis	Saponaire officinale	APO	Pér	Moyenne	Compétitive	ReproGraiVeg							1	1%		
Solanum nigrum	Morelle noire	ANT	Été	Moyenne	Rudérale	ReproGrai			4	10%	4	1%	4	2%		
Veronica hederifolia agg.	Véronique à feuilles de lierre	APO	Hiv	Plutôt faible	Rudérale	ReproGrai					2	1%				



Annexe 9 - Catalogue des sites. Les fichiers au format PDF et .XLSX sont accessibles à <https://doi.org/10.34847/nkl.c6b250o3> (dossier ZIP).

- Annexe 9.1. Dossier Ay-sur-Moselle « La Tournaille » et « Rue de la Tournaille » (site 2).
  - Annexe 9.1.1. Dossier S2 Rapport d'opération archéologique.
    - Annexe 9.1.1.1. S2\_RapportOA\_1992.
    - Annexe 9.1.1.2. S2\_RapportOA\_2016.
  - Annexe 9.1.2. Dossier S2 Rapport carpologique.
    - Annexe 9.1.2.1. S2\_RapportCarpo\_Ph. rég. 2.
    - Annexe 9.1.2.2. S2\_RapportCarpo\_Ph. rég. 3.
    - Annexe 9.1.2.3. S2\_RapportCarpo\_Ph. rég. 4 à 5-6.
  - Annexe 9.1.3. Dossier S2 Données carpologiques.
    - Annexe 9.1.3.1. S2\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 2.
    - Annexe 9.1.3.2. S2\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 3.
    - Annexe 9.1.3.3. S2\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 4 à 5-6.
  
- Annexe 9.2. Dossier Cattenom « Acheren – RD1 » (site 4).
  - Annexe 9.2.1. Dossier S4 Rapport d'opération archéologique.
    - Annexe 9.2.1.1. S4\_RapportOA\_1992.
  - Annexe 9.2.2. Dossier S4 Rapport carpologique.
    - Annexe 9.2.2.1. S4\_RapportCarpo\_Ph. rég. 3 à 4.
    - Annexe 9.2.2.2. S4\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5-6.
  - Annexe 9.2.3. Dossier S4 Données carpologiques.
    - Annexe 9.2.3.1. S4\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 3 à 4.
    - Annexe 9.2.3.2. S4\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5-6.
  
- Annexe 9.3. Dossier Cattenom « Unterhausen » (site 5).
  - Annexe 9.3.1. Dossier S5 Rapport d'opération archéologique.
    - Annexe 9.3.1.1. S5\_RapportOA\_2003-2004.
  - Annexe 9.3.2. Dossier S5 Rapport carpologique.
    - Annexe 9.3.2.1. S5\_RapportCarpo\_Ph. rég. 3 à 4.
    - Annexe 9.3.2.2. S5\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5.
  - Annexe 9.3.3. Dossier S5 Données carpologiques.
    - Annexe 9.3.3.1. S5\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 3 à 4.
    - Annexe 9.3.3.2. S5\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5.
  
- Annexe 9.4. Dossier Ennery « Le Breuil » (site 6).
  - Annexe 9.4.1. Dossier S6 Rapport d'opération archéologique.
    - Annexe 9.4.1.1. S6\_RapportOA\_1998.
  - Annexe 9.4.2. Dossier S6 Rapport carpologique.
    - Annexe 9.4.2.1. S6\_RapportCarpo\_Ph. rég. 9.
  - Annexe 9.4.3. Dossier S6 Données carpologiques.
    - Annexe 9.4.3.1. S6\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 9.

- Annexe 9.5. Dossier Florange « Daspich – Avenue de Lorraine » (site 9).  
Annexe 9.5.1. Dossier S9 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.5.1.1. S9\_RapportOA\_2008.  
Annexe 9.5.2. Dossier S9 Rapport carpologique.  
Annexe 9.5.2.1. S9\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5 à 6.  
Annexe 9.5.3. Dossier S9 Données carpologiques.  
Annexe 9.5.3.1. S9\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5 à 6.
- Annexe 9.6. Dossier Gandrange « Bréquette – Zones A-F » (site 10).  
Annexe 9.6.1. Dossier S10 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.6.1.1. S10\_RapportOA\_1998.  
Annexe 9.6.2. Dossier S10 Rapport carpologique.  
Annexe 9.6.2.1. S10\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5.  
Annexe 9.6.3. Dossier S10 Données carpologiques.  
Annexe 9.6.3.1. S10\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5.
- Annexe 9.7. Dossier Hettange-Grande « La Chapelle – Guyon-Gellin », « La Chapelle – Rue Victor Hugo » et « La Chapelle » (site 14).  
Annexe 9.7.1. Dossier S14 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.7.1.1. S14\_RapportOA\_1993.  
Annexe 9.7.1.2. S14\_RapportOA\_2010.  
Annexe 9.7.1.3. S14\_RapportOA\_2011.  
Annexe 9.7.2. Dossier S14 Rapport carpologique.  
Annexe 9.7.2.1. S14\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5-6.  
Annexe 9.7.2.2. S14\_RapportCarpo\_Ph. rég. 6.  
Annexe 9.7.2.3. S14\_RapportCarpo\_Néo récent.  
Annexe 9.7.3. Dossier S14 Données carpologiques.  
Annexe 9.7.3.1. S14\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5-6.  
Annexe 9.7.3.2. S14\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 6.  
Annexe 9.7.3.3. S14\_CarpoBDRAB\_Néo récent.
- Annexe 9.8. Dossier Kirschnaumen-Evendorff « Dolem » (site 17).  
Annexe 9.8.1. Dossier S17 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.8.1.1. S17\_RapportOA\_1974.  
Annexe 9.8.2. Dossier S17 Rapport carpologique.  
Annexe 9.8.2.1. S17\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5 à 7.  
Annexe 9.8.3. Dossier S17 Données carpologiques.  
Annexe 9.8.3.1. S17\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5 à 7.
- Annexe 9.9. Dossier Kœnigsmacker « Blosberger » (site 22).  
Annexe 9.9.1. Dossier S22 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.9.1.1. S22\_RapportOA\_2014-2015.  
Annexe 9.9.2. Dossier S22 Rapport carpologique.  
Annexe 9.9.2.1. S22\_RapportCarpo\_Rubané.  
Annexe 9.9.3. Dossier S22 Données carpologiques.  
Annexe 9.9.3.1. S22\_CarpoBDRAB\_Rubané.

- 
- Annexe 9.10. Dossier Terville « ZAC du Parc d'Activités Technologiques » (site 23).  
Annexe 9.10.1. Dossier S23 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.10.1.1. S23\_RapportOA\_2015.  
Annexe 9.10.2. Dossier S23 Rapport carpologique.  
Annexe 9.10.2.1. S23\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5-6.  
Annexe 9.10.3. Dossier S23 Données carpologiques.  
Annexe 9.10.3.1. S23\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5-6.
- Annexe 9.11. Dossier Montenach « Kirschgasse » (site 28).  
Annexe 9.11.1. Dossier S28 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.11.1.1. S28\_RapportOA\_1976.  
Annexe 9.11.2. Dossier S28 Rapport carpologique.  
Annexe 9.11.2.1. S28\_RapportCarpo\_Ph. rég. 3 à 6.  
Annexe 9.11.3. Dossier S28 Données carpologiques.  
Annexe 9.11.3.1. S28\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 3 à 6.
- Annexe 9.12. Dossier Thionville « Boucle de La Milliaire » et « La Milliaire » (site 35).  
Annexe 9.12.1. Dossier S35 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.12.1.1. S35\_RapportOA\_1972.  
Annexe 9.12.1.2. S35\_RapportOA\_1984.  
Annexe 9.12.1.3. S35\_RapportOA\_2009-2010.  
Annexe 9.12.2. Dossier S35 Rapport carpologique.  
Annexe 9.12.2.1. S35\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5.  
Annexe 9.12.2.2. S35\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5 à 6.  
Annexe 9.12.2.3. S35\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5 à 8.  
Annexe 9.12.2.4. S35\_RapportCarpo\_Ph. rég. 6-7.  
Annexe 9.12.2.5. S35\_RapportCarpo\_Ph. rég. 8.  
Annexe 9.12.3. Dossier S35 Données carpologiques.  
Annexe 9.12.3.1. S35\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5 à 6.  
Annexe 9.12.3.2. S35\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5 à 8.  
Annexe 9.12.3.3. S35\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 6-7.  
Annexe 9.12.3.4. S35\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 8.
- Annexe 9.13. Dossier Metz « Ban-de-Devant-les-Ponts » (site 43).  
Annexe 9.13.1. Dossier S43 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.13.1.1. S43\_RapportOA\_1983.  
Annexe 9.13.1.2. S43\_RapportOA\_1985.  
Annexe 9.13.2. Dossier S43 Rapport carpologique.  
Annexe 9.13.2.1. S43\_RapportCarpo\_Ph. rég. 4 à 5.  
Annexe 9.13.2.2. S43\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5.  
Annexe 9.13.3. Dossier S43 Données carpologiques.  
Annexe 9.13.3.1. S43\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 4 à 5.  
Annexe 9.13.3.2. S43\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5.
- Annexe 9.14. Dossier La Maxe « Les Lignières » (site 54).  
Annexe 9.14.1. Dossier S54 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.14.1.1. S54\_RapportOA\_1995-1996.

- Annexe 9.14.2. Dossier S54 Rapport carpologique.
- Annexe 9.14.2.1. S54\_RapportCarpo\_Rubané.
- Annexe 9.14.2.2. S54\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5-6.
- Annexe 9.14.3. Dossier S54 Données carpologiques.
- Annexe 9.14.3.1. S54\_CarpoBDRAB\_Rubané.
- Annexe 9.14.3.2. S54\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5-6.
  
- Annexe 9.15. Dossier Ennery « Pôle Industriel Eurotransit – RD52C » (site 56).
- Annexe 9.15.1. Dossier S56 Rapport d’opération archéologique.
- Annexe 9.15.1.1. S56\_RapportOA\_1997.
- Annexe 9.15.2. Dossier S56 Rapport carpologique.
- Annexe 9.15.2.1. S56\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5.
- Annexe 9.15.2.2. S56\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5 à 8.
- Annexe 9.15.2.3. S56\_RapportCarpo\_Ph. rég. 5-6.
- Annexe 9.15.2.4. S56\_RapportCarpo\_Ph. rég. 6.
- Annexe 9.15.2.5. S56\_RapportCarpo\_Ph. rég. 6-7.
- Annexe 9.15.2.6. S56\_RapportCarpo\_Ph. rég. 7.
- Annexe 9.15.2.7. S56\_RapportCarpo\_Ph. rég. 8.
- Annexe 9.15.3. Dossier S56 Données carpologiques.
- Annexe 9.15.3.1. S56\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5.
- Annexe 9.15.3.2. S56\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5 à 8.
- Annexe 9.15.3.3. S56\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 5-6.
- Annexe 9.15.3.4. S56\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 6.
- Annexe 9.15.3.5. S56\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 6-7.
- Annexe 9.15.3.6. S56\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 7.
- Annexe 9.15.3.7. S56\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 8.
  
- Annexe 9.16. Dossier Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints – Site 4 » et « ZAC de la Fontaine des Saints – Zone 36 » (site 58).
- Annexe 9.16.1. Dossier S58 Rapport d’opération archéologique.
- Annexe 9.16.1.1. S58\_RapportOA\_1995.
- Annexe 9.16.1.2. S58\_RapportOA\_2005.
- Annexe 9.16.2. Dossier S58 Rapport carpologique.
- Annexe 9.16.2.1. S58\_RapportCarpo\_Ph. rég. 6.
- Annexe 9.16.2.2. S58\_RapportCarpo\_Ph. rég. 7.
- Annexe 9.16.2.3. S58\_RapportCarpo\_Ph. rég. 8.
- Annexe 9.16.3. Dossier S58 Données carpologiques.
- Annexe 9.16.3.1. S58\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 6.
- Annexe 9.16.3.2. S58\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 7.
- Annexe 9.16.3.3. S58\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 8.
  
- Annexe 9.17. Dossier Malling « Schlammlengt » (site 63).
- Annexe 9.17.1. Dossier S63 Rapport d’opération archéologique.
- Annexe 9.17.1.1. S63\_RapportOA\_2002.
- Annexe 9.17.2. Dossier S63 Rapport carpologique.
- Annexe 9.17.2.1. S63\_RapportCarpo\_Ph. rég. 2.
- Annexe 9.17.3. Dossier S63 Données carpologiques.
- Annexe 9.17.3.1. S63\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 2.

- 
- Annexe 9.18. Dossier Bertrange « Kosenacker » (site 66).
- Annexe 9.18.1. Dossier S66 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.18.1.1. S66\_RapportOA\_2006.
- Annexe 9.18.2. Dossier S66 Rapport carpologique.
- Annexe 9.18.2.1. S66\_RapportCarpo\_Ph. rég. 6.
- Annexe 9.18.2.2. S66\_RapportCarpo\_Ph. rég. 6-7.
- Annexe 9.18.2.3. S66\_RapportCarpo\_Ph. rég. 7.
- Annexe 9.18.3. Dossier S66 Données carpologiques.
- Annexe 9.18.3.1. S66\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 6.
- Annexe 9.18.3.2. S66\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 6-7.
- Annexe 9.18.3.3. S66\_CarpoBDRAB\_Ph. rég. 7.
- 
- Annexe 9.19. Dossier Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot » (site 100).
- Annexe 9.19.1. Dossier S100 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.19.1.1. S100\_RapportOA\_1986.
- Annexe 9.19.1.2. S100\_RapportOA\_1987.
- Annexe 9.19.1.3. S100\_RapportOA\_1988.
- Annexe 9.19.2. Dossier S54 Rapport carpologique.
- Annexe 9.19.2.1. S100\_RapportCarpo\_Rubané récent à final.
- Annexe 9.19.2.2. S100\_RapportCarpo\_Marain. 1, ph. const. 1.
- Annexe 9.19.2.3. S100\_RapportCarpo\_Marain. 1, ph. const. 2.
- Annexe 9.19.2.4. S100\_RapportCarpo\_Marain. 2, ph. const. 1.
- Annexe 9.19.2.5. S100\_RapportCarpo\_Marain. 2, ph. const. 2.
- Annexe 9.19.3. Dossier S100 Données carpologiques.
- Annexe 9.19.3.1. S100\_CarpoBDRAB\_Rubané récent à final.
- Annexe 9.19.3.2. S100\_CarpoBDRAB\_Marain. 1, ph. const. 1.
- Annexe 9.19.3.3. S100\_CarpoBDRAB\_Marain. 1, ph. const. 2.
- Annexe 9.19.3.4. S100\_CarpoBDRAB\_Marain. 2, ph. const. 1.
- Annexe 9.19.3.5. S100\_CarpoBDRAB\_Marain. 2, ph. const. 2.
- 
- Annexe 9.20. Dossier Alsting « Zinzing » (site 200).
- Annexe 9.20.1. Dossier S200 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.20.1.1. S200\_RapportOA\_2011.
- Annexe 9.20.2. Dossier S200 Rapport carpologique.
- Annexe 9.20.2.1. S200\_RapportCarpo\_Néo moyen à récent.
- Annexe 9.20.3. Dossier S200 Données carpologiques.
- Annexe 9.20.3.1. S200\_CarpoBDRAB\_Néo moyen à récent.
- 
- Annexe 9.21. Dossier Coincy « Les Terres de Fer » (site 201).
- Annexe 9.21.1. Dossier S201 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.21.1.1. S201\_RapportOA\_2009.
- Annexe 9.21.2. Dossier S201 Rapport carpologique.
- Annexe 9.21.2.1. S201\_RapportCarpo\_Néo moyen.
- Annexe 9.21.3. Dossier S201 Données carpologiques.
- Annexe 9.21.3.1. S201\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.

- Annexe 9.22. Dossier Ennery « Pôle Industriel Eurotransit – Zone Kléber » (site 202).  
Annexe 9.22.1. Dossier S202 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.22.1.1. S202\_RapportOA\_1991.  
Annexe 9.22.2. Dossier S202 Rapport carpologique.  
Annexe 9.22.2.1. S202\_RapportCarpo\_Néo moyen.  
Annexe 9.22.3. Dossier S202 Données carpologiques.  
Annexe 9.22.3.1. S202\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.
- Annexe 9.23. Dossier Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints – Projet Massey Ferguson » (site 203).  
Annexe 9.23.1. Dossier S203 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.23.1.1. S203\_RapportOA\_1995.  
Annexe 9.23.2. Dossier S203 Rapport carpologique.  
Annexe 9.23.2.1. S203\_RapportCarpo\_Néo moyen.  
Annexe 9.23.3. Dossier S203 Données carpologiques.  
Annexe 9.23.3.1. S203\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.
- Annexe 9.24. Dossier Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule – ARL » (site 204).  
Annexe 9.24.1. Dossier S204 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.24.1.1. S204\_RapportOA\_1989.  
Annexe 9.24.2. Dossier S204 Rapport carpologique.  
Annexe 9.24.2.1. S204\_RapportCarpo\_Néo récent II.  
Annexe 9.24.3. Dossier S204 Données carpologiques.  
Annexe 9.24.3.1. S204\_CarpoBDRAB\_Néo récent II.
- Annexe 9.25. Dossier La Maxe « Complexe sportif » (site 205).  
Annexe 9.25.1. Dossier S205 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.25.1.1. S205\_RapportOA\_2019.  
Annexe 9.25.2. Dossier S205 Rapport carpologique.  
Annexe 9.25.2.1. S205\_RapportCarpo\_Néo récent.  
Annexe 9.25.3. Dossier S205 Données carpologiques.  
Annexe 9.25.3.1. S205\_CarpoBDRAB\_Néo récent.
- Annexe 9.26. Dossier Laquenexy « Entre deux cours – Tranche 4 » (site 206).  
Annexe 9.26.1. Dossier S206 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.26.1.1. S206\_RapportOA\_2008.  
Annexe 9.26.2. Dossier S206 Rapport carpologique.  
Annexe 9.26.2.1. S206\_RapportCarpo\_Néo récent I.  
Annexe 9.26.3. Dossier S206 Données carpologiques.  
Annexe 9.26.3.1. S206\_CarpoBDRAB\_Néo récent I.
- Annexe 9.27. Dossier Marange-Silvange « La Petite fin » (site 207).  
Annexe 9.27.1. Dossier S207 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.27.1.1. S207\_RapportOA\_2010.  
Annexe 9.27.2. Dossier S207 Rapport carpologique.  
Annexe 9.27.2.1. S207\_RapportCarpo\_Néo ancien à moyen.  
Annexe 9.27.3. Dossier S207 Données carpologiques.

- 
- Annexe 9.27.3.1. S207\_CarpoBDRAB\_Néo ancien à moyen.
- Annexe 9.28. Dossier Marly « Dessus La Belle Fontaine – Projet Centre commercial – Voie d'accès Leclerc » (site 208).
- Annexe 9.28.1. Dossier S208 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.28.1.1. S208\_RapportOA\_1993.
- Annexe 9.28.2. Dossier S208 Rapport carpologique.
- Annexe 9.28.2.1. S208\_RapportCarpo\_Néo récent II.
- Annexe 9.28.3. Dossier S208 Données carpologiques.
- Annexe 9.28.3.1. S208\_CarpoBDRAB\_Néo récent II.
- Annexe 9.29. Dossier Marly « Haut de Vannonchamp – Renforcement et calibrage de la RD 113A » (site 209).
- Annexe 9.29.1. Dossier S209 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.29.1.1. S209\_RapportOA\_1995.
- Annexe 9.29.2. Dossier S209 Rapport carpologique.
- Annexe 9.29.2.1. S209\_RapportCarpo\_Néo moyen.
- Annexe 9.29.3. Dossier S209 Données carpologiques.
- Annexe 9.29.3.1. S209\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.
- Annexe 9.30. Dossier Marly « Le Grand Bouseux – Clos des Sorbiers » (site 210).
- Annexe 9.30.1. Dossier S210 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.30.1.1. S210\_RapportOA\_1990.
- Annexe 9.30.2. Dossier S210 Rapport carpologique.
- Annexe 9.30.2.1. S210\_RapportCarpo\_Néo récent.
- Annexe 9.30.3. Dossier S210 Données carpologiques.
- Annexe 9.30.3.1. S210\_CarpoBDRAB\_Néo récent.
- Annexe 9.31. Dossier Marly « Sur le Chemin de Grosyeux » (site 211).
- Annexe 9.31.1. Dossier S211 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.31.1.1. S211\_RapportOA\_2010.
- Annexe 9.31.2. Dossier S211 Rapport carpologique.
- Annexe 9.31.2.1. S211\_RapportCarpo\_Néo moyen.
- Annexe 9.31.3. Dossier S211 Données carpologiques.
- Annexe 9.31.3.1. S211\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.
- Annexe 9.32. Dossier Metz « ZAC Sansonnet » (site 213).
- Annexe 9.32.1. Dossier S213 Rapport d'opération archéologique.
- Annexe 9.32.1.1. S213\_RapportOA\_2013.
- Annexe 9.32.2. Dossier S213 Rapport carpologique.
- Annexe 9.32.2.1. S213\_RapportCarpo\_Néo moyen.
- Annexe 9.32.2.2. S213\_RapportCarpo\_Néo récent II.
- Annexe 9.32.3. Dossier S213 Données carpologiques.
- Annexe 9.32.3.1. S213\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.
- Annexe 9.32.3.2. S213\_CarpoBDRAB\_Néo récent II.

Annexe 9.33. Dossier Sainte-Ruffine « Lotissement de Beaubois » (site 214).  
Annexe 9.33.1. Dossier S214 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.33.1.1. S214\_RapportOA\_1995.  
Annexe 9.33.2. Dossier S214 Rapport carpologique.  
Annexe 9.33.2.1. S214\_RapportCarpo\_Néo moyen.  
Annexe 9.33.2.2. S214\_RapportCarpo\_Néo récent II.  
Annexe 9.33.3. Dossier S214 Données carpologiques.  
Annexe 9.33.3.1. S214\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.  
Annexe 9.33.3.2. S214\_CarpoBDRAB\_Néo récent II.

Annexe 9.34. Dossier Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont » (site 215).  
Annexe 9.34.1. Dossier S215 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.34.1.1. S215\_RapportOA\_1998.  
Annexe 9.34.2. Dossier S215 Rapport carpologique.  
Annexe 9.34.2.1. S215\_RapportCarpo\_Néo moyen.  
Annexe 9.34.2.2. S215\_RapportCarpo\_Néo moyen à récent I.  
Annexe 9.34.2.3. S215\_RapportCarpo\_Néo récent I.  
Annexe 9.34.3. Dossier S215 Données carpologiques.  
Annexe 9.34.3.1. S215\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.  
Annexe 9.34.3.2. S215\_CarpoBDRAB\_Néo moyen à récent I.  
Annexe 9.34.3.3. S215\_CarpoBDRAB\_Néo récent I.

Annexe 9.35. Dossier Talange « Vieux Manoir » (site 216).  
Annexe 9.35.1. Dossier S216 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.35.1.1. S216\_RapportOA\_1991.  
Annexe 9.35.2. Dossier S216 Rapport carpologique.  
Annexe 9.35.2.1. S216\_RapportCarpo\_Néo moyen.

Annexe 9.36. Dossier Uckange « Solblanck » (site 217).  
Annexe 9.36.1. Dossier S217 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.36.1.1. S217\_RapportOA\_1996.  
Annexe 9.36.2. Dossier S217 Rapport carpologique.  
Annexe 9.36.2.1. S217\_RapportCarpo\_Néo moyen.  
Annexe 9.36.3. Dossier S217 Données carpologiques.  
Annexe 9.36.3.1. S217\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.

Annexe 9.37. Dossier Woippy « ZAC des Coteaux » (site 218).  
Annexe 9.37.1. Dossier S218 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.37.1.1. S218\_RapportOA\_2007.  
Annexe 9.37.2. Dossier S218 Rapport carpologique.  
Annexe 9.37.2.1. S218\_RapportCarpo\_Néo récent I.  
Annexe 9.37.3. Dossier S218 Données carpologiques.  
Annexe 9.37.3.1. S218\_CarpoBDRAB\_Néo récent I.

Annexe 9.38. Dossier Frouard « ZAC Saule Gaillard I » (site 219).  
Annexe 9.38.1. Dossier S219 Rapport d'opération archéologique.  
Annexe 9.38.1.1. S219\_RapportOA\_1987.  
Annexe 9.38.2. Dossier S219 Rapport carpologique.

- 
- Annexe 9.38.2.1. S219\_RapportCarpo\_Néo moyen.  
Annexe 9.38.3. Dossier S219 Données carpologiques.  
Annexe 9.38.3.1. S219\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.
- Annexe 9.39. Dossier Saint-Julien-lès-Gorze « Chambley Planet’Air – Sites 4 et 5 »  
(site 220).  
Annexe 9.39.1. Dossier S220 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.39.1.1. S220\_RapportOA\_2011.  
Annexe 9.39.2. Dossier S220 Rapport carpologique.  
Annexe 9.39.2.1. S220\_RapportCarpo\_Néo récent.
- Annexe 9.40. Dossier Verdun « Miribel » (site 221).  
Annexe 9.40.1. Dossier S221 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.40.1.1. S221\_RapportOA\_2016.  
Annexe 9.40.2. Dossier S211 Rapport carpologique.  
Annexe 9.40.2.1. S221\_RapportCarpo\_Néo récent II.  
Annexe 9.40.3. Dossier S221 Données carpologiques.  
Annexe 9.40.3.1. S221\_CarpoBDRAB\_Néo récent II.
- Annexe 9.41. Dossier Waldbillig « Karelslé » (site 222).  
Annexe 9.41.1. Dossier S222 Rapport d’opération archéologique.  
Annexe 9.41.1.1. S222\_RapportOA\_1991-1998.  
Annexe 9.41.2. Dossier S222 Rapport carpologique.  
Annexe 9.41.2.1. S222\_RapportCarpo\_Néo moyen.  
Annexe 9.41.3. Dossier S222 Données carpologiques.  
Annexe 9.41.3.1. S222\_CarpoBDRAB\_Néo moyen.



**UNIVERSITÉ PARIS 1 PANTHÉON-SORBONNE**  
**UFR 03 HISTOIRE DE L'ART ET ARCHÉOLOGIE – ÉCOLE DOCTORALE D'ARCHÉOLOGIE ED 112**

## THÈSE

Pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne  
en Archéologie environnementale, spécialité Archéobotanique

---

### **Carporestes et espaces domestiques néolithiques**

Étude spatiale multiscalaire des données carpologiques du Néolithique ancien au  
Néolithique récent (5300-3500 av. n. è) dans la moyenne vallée de la Moselle

### **Volume II**

Base de données relationnelle en Archéobotanique BDRAB 1.0®  
Structure et guide d'utilisation

---

Présentée et soutenue publiquement le 8 décembre 2023 par

**Laura BERRIO**

Sous la direction de Christophe PETIT et François GILIGNY

Devant un jury composé de :

Christophe PETIT	Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne UMR 7041 ArScAn Archéologies environnementales	Directeur
François GILIGNY	Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne UMR 8215 Trajectoires	Directeur
Jean Frédéric TERRAL	Professeur, Université de Montpellier UMR 5554 ISEM	Rapporteur Président du jury
Annelou VAN GIJN	Professeure émérite, Universiteit Leiden	Rapporteuse
Vincent BLOUET	Ingénieur d'études, SRA Lorraine	Examineur
Aurélié SALAVERT	Maître de conférences, MNHN UMR 7209 AASPE	Examinatrice
Julian WIETHOLD	Archéobotaniste, Inrap Grand Est UMR 6298 ArTeHiS	Examineur



# TABLE DES MATIÈRES

<i>Table des matières</i> .....	1
<i>Avertissement</i> .....	3
<i>Introduction</i> .....	5
<b>1. Les objectifs de BDRAB®</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Le choix du système de gestion de bases de données (SGBD)</b> .....	<b>9</b>
2.1. Le fractionnement de la base de données .....	10
<b>3. La base de données BDRAB® et le modèle logique des données (MLD)</b> .....	<b>13</b>
3.1. Les tables et les relations .....	13
3.1.1. Les tables principales.....	14
3.1.2. Les tables secondaires.....	29
3.1.3. Les tables « _Liste » .....	41
<b>4. L'application BDRAB®</b> .....	<b>59</b>
4.1. Les formulaires .....	59
4.1.1. Les formulaires d'accueil .....	59
4.1.2. Les formulaires de saisie de données.....	60
4.1.3. Les formulaires de consultation des données .....	75
4.2. Les requêtes .....	78
4.2.1. Le groupe de requêtes « RQT0 ».....	78
4.2.2. Le groupe de requêtes « RQT1 » .....	82
4.2.3. Le groupe de requêtes « RQT2 » .....	89
4.2.4. Le groupe de requêtes « RQT3 » .....	95
4.2.5. Le groupe de requêtes « RQT4 » .....	102
4.2.6. Le groupe de requêtes « RQT5 » .....	106
4.2.7. Le groupe de requêtes « RQT6 » .....	115
4.2.8. Le groupe de requêtes « RQT7 » .....	121
4.2.9. Le groupe de requêtes « RQT8 » .....	122
4.2.10. Le groupe de requêtes « RQT9 » .....	130
4.2.11. Le groupe de requêtes « RQT10 » .....	133
4.2.12. La requête « RQT11 » .....	141
4.2.13. La requête « RQT12 » .....	144
4.2.14. La requête « RQT13 » .....	146
4.2.15. Le groupe de requêtes « RQT14 » .....	149
4.2.16. Le groupe de requêtes « RQT15 » .....	152

4.2.17. Le groupe de requêtes « RQTQGIS1 ».....	154
4.2.18. Le groupe de requêtes « RQTQGIS2 ».....	155
4.2.19. Les groupes des requêtes « RQTQGIS3 ».....	156
4.2.20. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe_ListeSites ».....	158
4.2.21. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe_CorpusDonnees ».....	159
4.2.22. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe_DatationAbsolue ».....	162
4.2.23. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe_ListeAdventices ».....	163
4.2.24. Le groupe de requêtes « RQTSF_Echantillon_Densite ».....	168
4.2.25. La requête « RQT_EchOA ».....	169
4.2.26. Le groupe de requêtes « RQT_EchOA_Tous ».....	169
4.2.27. Le groupe de requêtes « RQT_RapportCarpo ».....	170
4.2.28. La requête « RQT_OA_Debut_Fin ».....	175
4.2.29. La requête « RQT_OA_DatationAbsolue ».....	176
4.2.30. La requête « RQT_OA_NomNum ».....	176
4.2.31. La requête « RQT_RapportOA_DatationAbsolue ».....	177
4.2.32. Le groupe de requêtes élaboré pour exporter les tableaux de décompte .....	177
4.2.33. Les requêtes « modèle ».....	186
4.3. Les états .....	187
4.3.1. L'état « E_RapportOA ».....	187
4.3.2. L'état « E_RapportCarpo ».....	188
4.4. Les modules standard.....	190
4.4.1. Le module « MOD_Attach ».....	190
4.4.2. Le module « MOD_Backup ».....	190
4.4.3. Le module « MOD_ClearData ».....	190
4.4.4. Le module « MOD_Concat ».....	190
4.4.5. Le module « MOD_Export ».....	190
4.4.6. Le module « MOD_Fichier ».....	190
4.4.7. Le module « MOD_NewSQL ».....	191
4.4.8. Le module « MOD_Record ».....	192
<i>Perspectives</i> .....	193
<i>Bibliographie</i> .....	195
<i>Liste des abréviations, des sigles et des acronymes</i> .....	197
<i>Liste des figures</i> .....	199
<i>Liste des tables</i> .....	205

## AVERTISSEMENT

Ce travail est présenté sous la forme de deux volumes et de deux publications dans l'entrepôt de données Nakala. Le volume I comprend la présentation globale du sujet, concernant à la fois les problématiques, la méthodologie, les résultats et la discussion.

Le volume II présente l'outil méthodologique développé dans le cadre de ce travail de recherche, il s'agit de la Base de données relationnelle en Archéobotanique (BDRAB 1.0<sup>©</sup>). Pour un plus grand confort de lecture, la liste des abréviations, des sigles et des acronymes est disposée à la fin de ce volume.

La base de données BDRAB 1.0<sup>©</sup> est accessible à <https://doi.org/10.34847/nkl.c5d4gahv> (dossier ZIP). Cette base est amenée à évoluer et sera mise à jour régulièrement, nous conseillons donc de bien vérifier que la version consultée est la plus actualisée. En outre, il est formellement interdit de se livrer à des pratiques d'ingénierie inverse, de décompilation, de rétro-ingénierie, ou à toute autre activité visant à découvrir la structure interne de la base de données. Il est également interdit de copier, reproduire, ou utiliser de manière non autorisée la structure de la base de données, que ce soit intégralement ou partiellement, dans le but de créer une base de données similaire ou concurrente. Tout usage non autorisé de la structure de la base de données sera considéré comme une violation des droits de propriété intellectuelle de l'auteur de la base de données.

L'intégralité des documents qui constituent le catalogue des sites (Annexe 9) est accessible à <https://doi.org/10.34847/nkl.c6b250o3> (dossier ZIP). Ce catalogue des sites regroupe les rapports des opérations archéologiques, les rapports carpologiques (p ex. spécialistes, nombre d'échantillons, nombre de litres analysés, total NMI), ainsi que les tableaux de données carpologiques brutes, tous exportés automatiquement à partir de BDRAB 1.0<sup>©</sup>.



## INTRODUCTION

Ce volume aborde les objectifs ainsi que les différents aspects de la conception et du développement de cette nouvelle base de données appelée Base de données relationnelle en Archéobotanique (BDRAB<sup>®</sup>). Nous y présentons de manière détaillée le modèle logique des données (MLD : les *tables* et les *relations*) ainsi que l'application (les *formulaires*, les *requêtes*, les *états* et les *modules*).



## 1. Les objectifs de BDRAB<sup>©</sup>

En créant une nouvelle base de données en archéobotanique on cherchait à développer un outil dédié à la gestion de données carpologiques dans un premier temps, avec possibilité de développer un volet consacré aux données anthracologiques plus tard. L'outil appelé BDRAB<sup>©</sup> accorde une place très importante aux informations administratives et archéologiques associées à ces données.

La conception de l'outil BDRAB<sup>©</sup> avait pour but de

- a) permettre de saisir les données d'une manière très minutieuse en fonction de questions abordées ;
- b) rendre possible l'export des données brutes (tableaux de décompte) sous la forme de tableaux en format Microsoft Excel<sup>®</sup> avec une mise en page la plus proche possible de leur publication ;
- c) pousser l'exploitation des données grâce à la conception de *requêtes* permettant d'obtenir par un simple clic les tableaux de mesures, d'effectifs et de contingence nécessaires aux analyses statistiques et au système d'information géographique (SIG) ;
- d) mettre en place des *états* permettant l'obtention de rapports synthétiques comportant les informations sur l'opération archéologique et sur l'analyse carpologique de chaque site ;
- e) mettre à disposition de nos collègues archéobotanistes un outil de travail assez flexible et facile d'utilisation, permettant à la fois d'optimiser le temps de travail et d'effectuer une exploitation poussée de données, tout en limitant le risque d'erreur.



## 2. Le choix du système de gestion de bases de données (SGBD)

Dans la plupart des cas, la création d'une base de données commence par la définition d'une liste dans une feuille de calcul. À mesure que la liste se développe, des redondances et des incohérences commencent à apparaître au sein des données. Parfois aussi, les méthodes de recherche ou d'extraction de sous-ensembles de données à des fins de consultation s'avèrent limitées. Lorsque ces problèmes surviennent, il est recommandé de transférer les données vers une base de données créée par un système de gestion de bases de données (SGBD). Un SGBD est un logiciel intermédiaire entre l'utilisateur et la base de données. Il s'avère particulièrement intéressant, car il met à disposition de l'utilisateur un outil pour décrire l'ensemble de données à stocker et lui permet de dialoguer avec la base pour rechercher, sélectionner et modifier les données, tout en cachant la complexité des opérations. Selon leur construction et les possibilités qu'ils offrent, les SGBD peuvent être de type hiérarchique, relationnel, orienté objet, objet-relationnel, XML/RDF ou mixte.

En ce qui concerne le modèle relationnel, dont il est question ici, les données sont placées dans des *tables* avec des lignes (*enregistrements*) et des colonnes (*champs*) et n'importe quelle donnée contenue dans la base de données peut être retrouvée à l'aide du nom de la *table*, du nom de la colonne et de la *clé primaire*. Une base de données relationnelle peut contenir plusieurs tables stockées dans un seul fichier. Les SGBD tels que Microsoft Access<sup>®</sup>, Oracle Database<sup>®</sup>, PostgreSQL<sup>®</sup> et MySQL<sup>®</sup>, sont des systèmes de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR).

Les objectifs des SGBDR sont :

1. Garantir l'efficacité de l'accès aux données ;
2. Rendre possible le partage des données ;
3. Contrôler la cohérence des données ;
4. Éviter la redondance des données (présence de *duplicata*) ;
5. Assurer la sécurité des données.

Dans le cadre de ce travail, la quantité conséquente des données, le besoin de les relier entre elles et de les enregistrer avec le minimum de redondance, ainsi que le besoin d'optimiser la manipulation et l'exploitation des données ont guidé le choix du SGBDR Microsoft Access<sup>®</sup> dans sa version 365. Bien que de nombreux inconvénients soient liés à ce logiciel tels que le fait d'être payant, l'utilisation restreinte au système d'exploitation Windows et le manque d'adaptabilité aux usages réseaux, il présente l'avantage d'être un

logiciel recommandé pour l'apprentissage des bases de données étant donné sa rapidité de mise en œuvre et le langage graphique permettant un apprentissage rapide (Fig. 1).

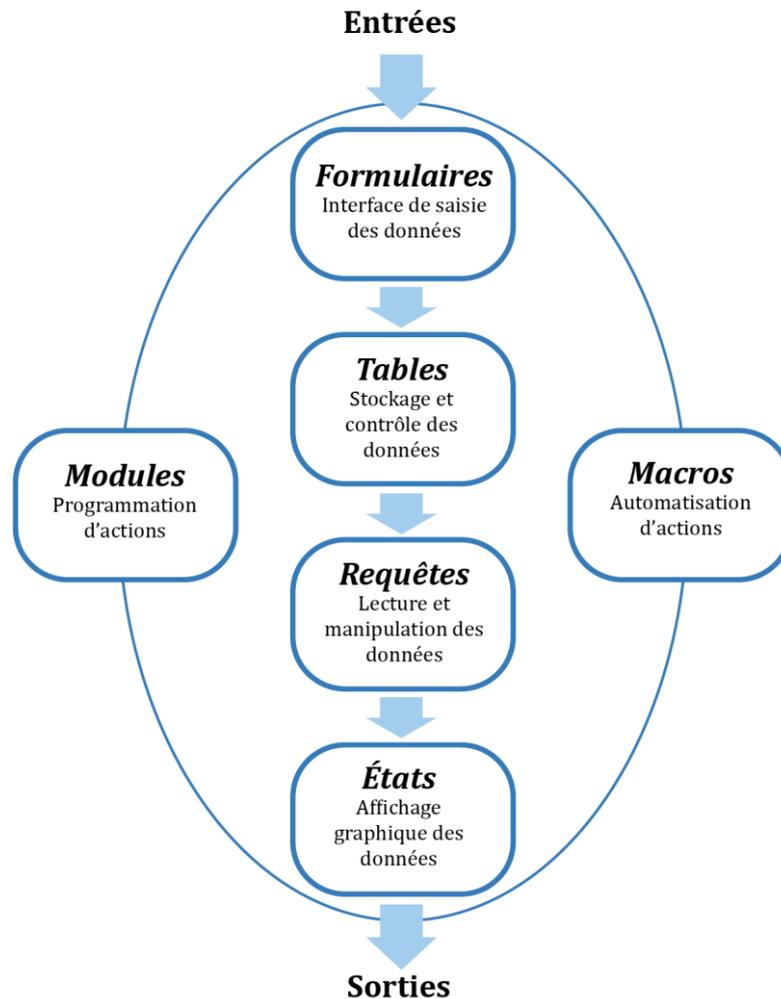


Fig. 1 - Schéma des composants d'une base de données Microsoft Access®.

### 2.1. Le fractionnement de la base de données

Le fractionnement d'une base de données peut être envisagé lorsqu'elle est destinée à être partagée par plusieurs personnes sur un réseau. Lors du fractionnement, la base de données est réorganisée en deux fichiers :

1. Une base de données principale contenant les tables de données ;
2. Une base de données frontale contenant tous les autres objets de base de données tels que les *requêtes*, les *formulaires* et les *états*.

Le fractionnement présente plusieurs avantages :

- A. Fiabilité améliorée : si un utilisateur rencontre un problème et que la base de données se ferme inopinément, toute corruption du fichier de base de données est généralement

limitée à la copie de la base de données frontale qu'il a ouverte. Le fichier de base de données principale est donc beaucoup moins susceptible d'être endommagé ;

- B. Performances améliorées : les performances de la base de données s'améliorent généralement de manière significative, car seules les données sont envoyées sur le réseau ;
- C. Environnement de développement flexible : chaque utilisateur dépendant d'une copie locale de la base de données frontale, il peut développer des requêtes, des formulaires, des états et d'autres objets de base de données de manière indépendante, sans affecter les autres utilisateurs.

Pour tous les aspects mentionnés ci-dessus, nous avons fait le choix de fractionner la base de données BDRAB<sup>®</sup>.



### 3. La base de données BDRAB<sup>®</sup> et le modèle logique des données (MLD)

Un modèle conceptuel des données (MCD) a pour but d'écrire de façon formelle les données qui seront utilisées par le système d'information, il représente ainsi tous les aspects importants du problème posé. Ensuite, le MCD peut être traduit en modèle logique des données (MLD). Ce dernier permet de décrire formellement la solution au problème posé.

Le MLD de Microsoft Access<sup>®</sup> (Menu/Outils/Relations) permet de représenter graphiquement les schémas de *tables* et les *relations* qui les unissent (type de relation).

#### 3.1. Les tables et les relations

Les *tables* sont des fichiers contenant des données relatives à une certaine catégorie d'information. Elles sont comparables à une feuille de calcul, dans la mesure où les données sont stockées dans des lignes et des colonnes. Chaque ligne d'une *table* est appelée *enregistrement* et chaque colonne est appelée *champ*. Les *enregistrements* permettent de stocker les éléments d'information individuels et sont constitués d'un ou plusieurs *champs* dont les propriétés doivent être désignées selon le type de donnée (p. ex. NuméroAuto, Texte, Nombre, date/heure, Oui/Non, entre autres).

Un *champ* de type NuméroAuto permet de fournir une valeur unique qui garantit que chaque *enregistrement* ait un identifiant unique, il est donc le plus souvent utilisé comme *clé primaire*. Chaque table ne peut comprendre d'une seule *clé primaire* qui sert également à associer rapidement les données de plusieurs *tables*, autrement dit, à relier les *tables* entre elles. Pour cette opération, des *champs* spécifiques dans chacune des deux *tables* reliées sont nécessaires : dans la *table* principale, il s'agit de la *clé primaire* et dans l'autre table de la *clé étrangère*. En d'autres termes, une *clé étrangère* est la *clé primaire* d'une autre *table*.

Ensuite, il faut établir le type de *relation* qui relieront les *tables*. Ces *relations* aident le SGBD à rassembler/combiner les données de *tables* liées et servent à renseigner les structures de *requêtes*, de *formulaires* et d'*états*. Par ailleurs, elles servent de base à l'application de l'intégrité référentielle pour éviter la présence d'*enregistrements* orphelins. Un *enregistrement* orphelin est un *enregistrement* qui fait référence à un autre *enregistrement* qui n'existe pas. Il existe trois types de *relations* : les relations un-à-plusieurs, les relations plusieurs-à-plusieurs et les relations un-à-un.

La base de données BDRAB<sup>®</sup> est constituée de 115 *tables*, dont huit *tables* principales, onze *tables* secondaires et 96 *tables* de type « liste ».

### 3.1.1. Les tables principales

#### 3.1.1.1. La table « OA »

Cette *table* rassemble toutes les données relatives à chaque opération archéologique. Elle est composée de 29 *champs* (Tabl. 1 et Fig. 2).

Tabl. 1 - Structure de la *table* « OA ».

<i>Table</i> « OA »		
Nom du champ	Type	Description
ID_OA	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Commune	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA_Commune_Liste ».
Lieu_dit	Texte court	Nom du lieu-dit.
Numero_site	Texte court	Numéro de site attribué par les chercheurs (selon le corpus d'étude).
Nom_usuel_OA	Texte court	Nom complet de l'OA.
Projet	Texte court	Projet à l'origine de l'opération.
CodeINSEE	Texte court	Code INSEE
CodePatriarche_OA	Texte court	Code Patriarche de l'opération archéologique.
CodeInterne_OA	Texte court	Code de l'OA interne à l'institution ayant menée l'OA.
Date_operation	Texte court	Année de l'opération.
ID_TypeOperation	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA_TypeOperation_Liste ».
ID_Annuaire	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Annuaire_Liste ».
ID_Institution	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA_Institution_Liste ».
X	Numérique	Coordonnées géographiques, X.
Y	Numérique	Coordonnées géographiques, Y.
Z	Texte court	Coordonnées géographiques, Z.
ID_SCR	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA_SCR_Liste ».
ID_PrecisionCoordonnees	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA_PrecisionCoordonnees_Liste ».
Surface_site	Texte court	Surface approximative du site.
Surface_fouillee	Texte court	Surface fouillée/sondée.
Profondeur_apparition_structures	Texte court	Profondeur d'apparition des structures en mètres.
Substrat	Texte long	Substrat.
Sediment_couverture	Texte long	Sédiment de couverture.
Geographie	Texte long	Cadre géographique.
ID_Geomorphologie	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA_Geomorphologie_Liste ».
ID_Paysage	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA_Paysage_Liste ».
Hydrologie	Texte long	Hydrologie.
Notice_site	Texte long	Notice du site.
Remarques_OA	Texte long	Remarques.

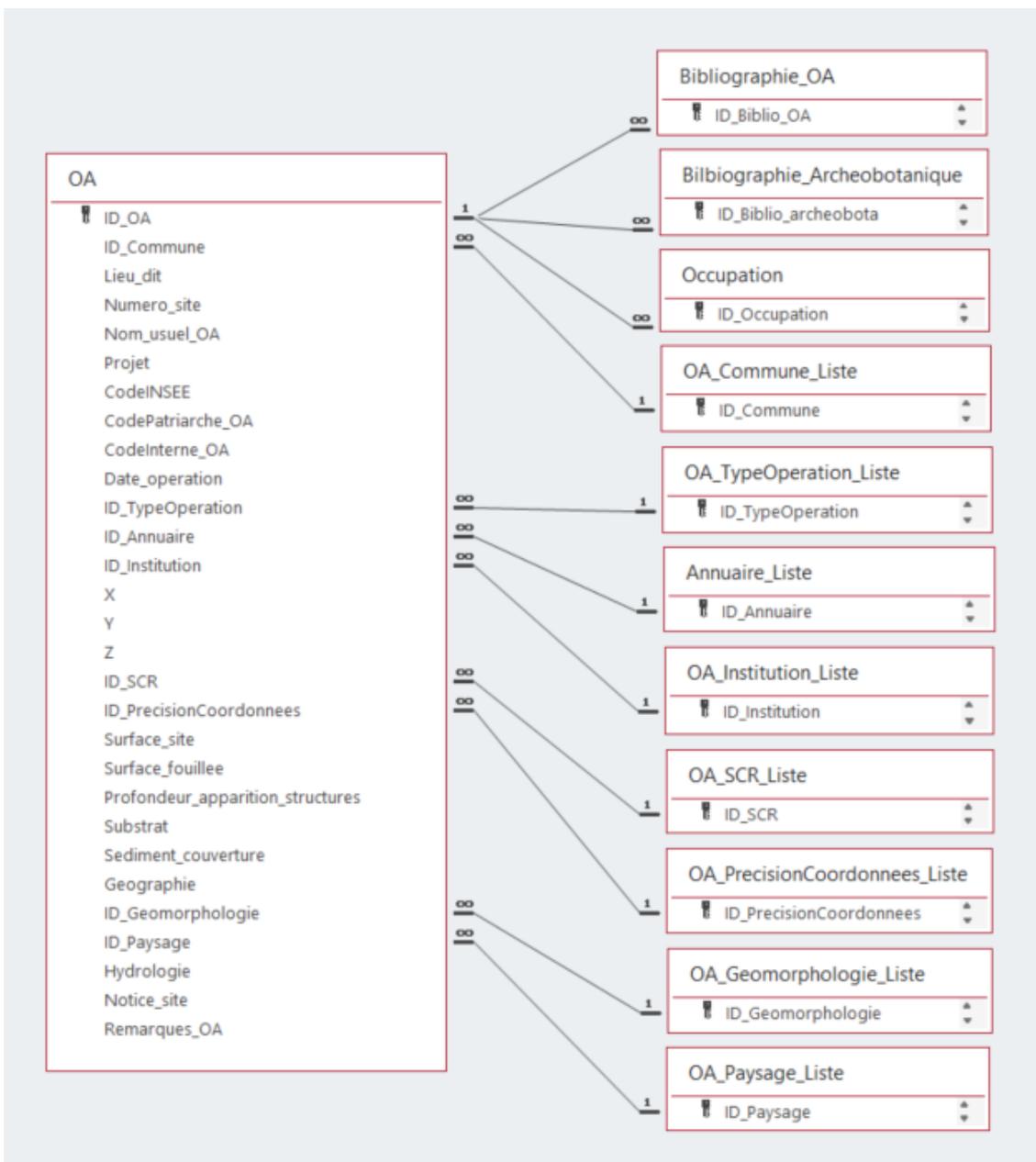


Fig. 2 - Schéma relationnel simplifié de la table « OA ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.1.2. La table « Occupation »

Cette *table* rassemble les données concernant la datation, la caractéristique et la fonction de chaque occupation. Elle est composée de 17 *champs* (Tabl. 2 et Fig. 3).

Tabl. 2 - Structure de la *table* « Contexte ».

<b>Table « Occupation »</b>		
<b>Nom du champ</b>	<b>Type</b>	<b>Description</b>
ID_Occupation	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_OA	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA ».
Nom_Occupation	Texte court	Nom de l'occupation.
CodePatriarche_EA	Texte court	Code Patriarche de l'entité archéologique.
ID_Caracteristique	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Caracteristique_Liste ».
ID_Fonction	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Fonction_Liste ».
ID_Age_Epoque	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Grande_periode	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Periode	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Sous-periode	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Groupe_culturel	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Phase	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
D_Sous-phase	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Phase_regionale	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Phase_construction	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Chronologie_debut	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
ID_Chronologie_fin	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Contexte_Datation_Liste ».
Remarques_Contexte	Texte long	Remarques.

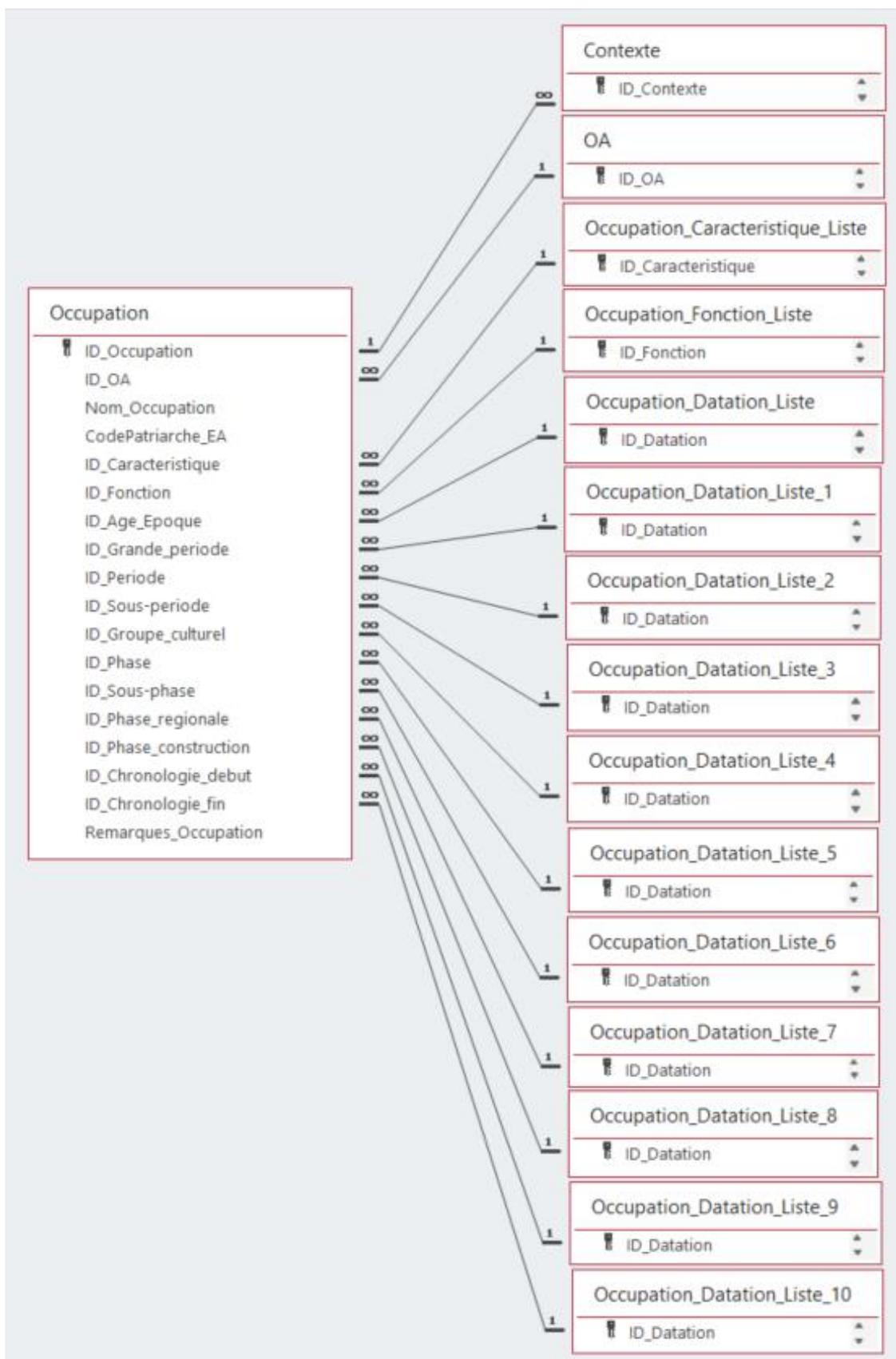


Fig. 3 - Schéma relationnel simplifié de la table « Contexte ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.1.1. La table « Contexte »

Cette table archive les données relatives à chaque contexte associé à une occupation. Elle est composée de 35 *champs* (Tabl. 3 et Fig. 4).

Tabl. 3 - Structure de la table « Contexte\_Detaille ».

<b>Table « Contexte »</b>		
<b>Nom du champ</b>	<b>Type</b>	<b>Description</b>
ID_Contexte	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Occupation	Numérique	Clé étrangère de la table « Occupation ».
Nom_Contexte	Texte court	Nom du contexte.
Niveau_I	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_I	Texte court	Nom du Niveau I (p. ex. site lorsqu'une OA comporte plusieurs sites).
Niveau_H	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_H	Texte court	Nom du Niveau H (p. ex. zone).
Niveau_G	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_G	Texte court	Nom Niveau G (p. ex. secteur).
Niveau_F	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_F	Texte court	Nom Niveau F (p. ex. sondage).
Niveau_E	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_E	Texte court	Nom Niveau E (p. ex. bâtiment).
Niveau_D	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_D	Texte court	Nom Niveau D (p. ex. côté, flanc, paroi, rangée).
Niveau_C	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_C	Texte court	Nom Niveau C (p. ex. cave, chablis, fosse, trou de poteau, tierce centrale, tierce sud, tierce nord, etc.).
Niveau_B	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_B	Texte court	Nom Niveau B (p. ex. carré, colonne, coupe, lobe, section).
Niveau_A	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Niveau_Liste ».
Nom_Niveau_A	Texte court	Nom Niveau A (p. ex. US, couche).
Profil	Texte court	Profil.
Planimétrie	Texte court	Planimétrie.
Dimensions_m	Texte court	Dimensions (m).
Profondeur_conservee_m	Texte court	Profondeur conservée (m).
Dimensions_fosse_creusement_m	Texte court	Dimensions fosse de creusement (m)
Profondeur_fosse_creusement_m	Texte court	Profondeur fosse de creusement (m).
Dimensions_fantome_m	Texte court	Dimensions du fantôme (m).
Profondeur_fantome_m	Texte court	Profondeur fantôme (m).
Interpretation_Contexte	Texte long	Interprétation du contexte.
Description_Contexte	Texte long	Description du contexte.
X	Texte court	Coordonnées géographiques du contexte, X.
Y	Texte court	Coordonnées géographiques du contexte, Y.
Z	Texte court	Coordonnées géographiques du contexte, Z.
ID_SCR	Numérique	Clé étrangère de la table « OA_SCR_Liste ».
Remarques_Contexte	Texte long	Remarques.

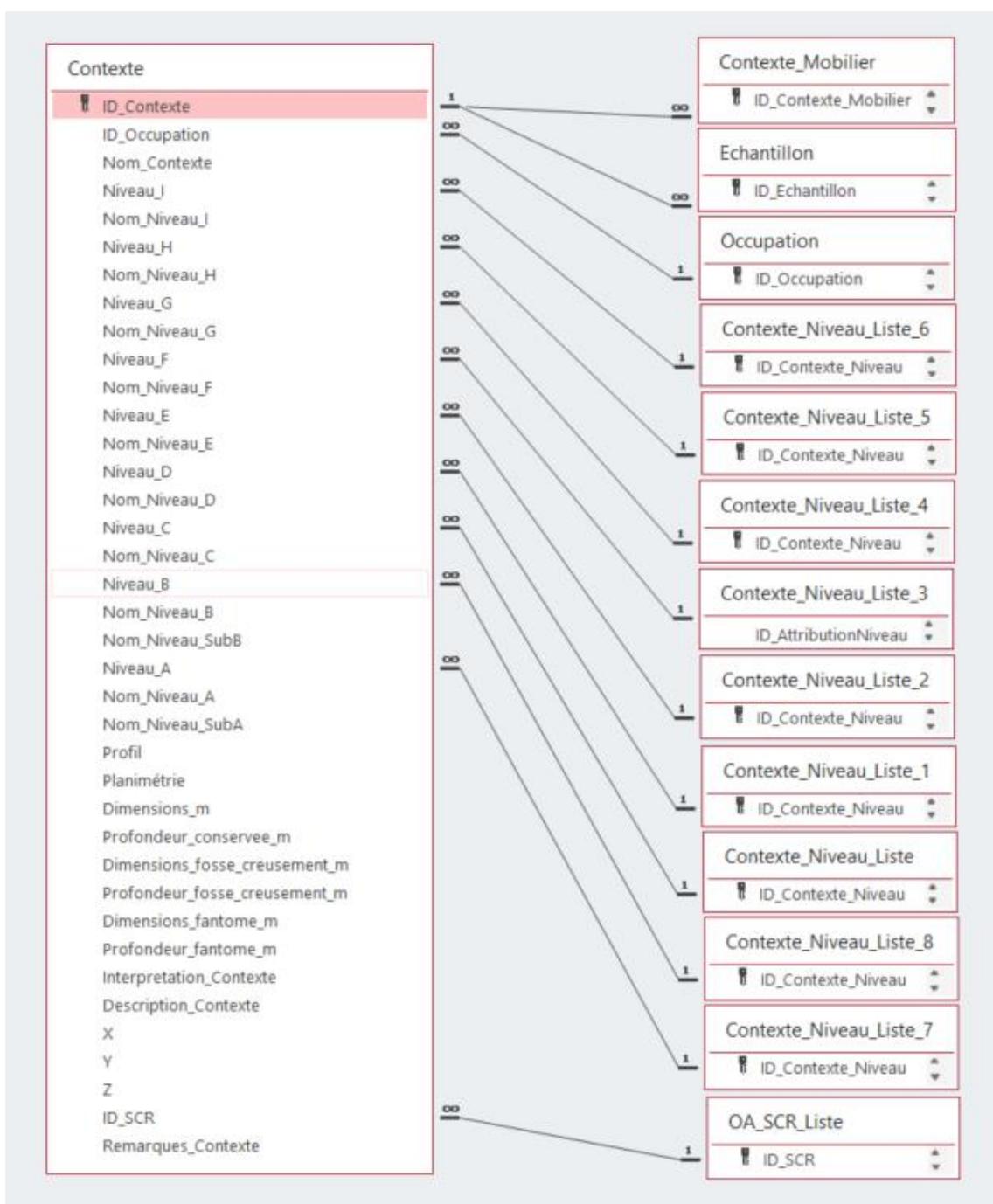


Fig. 4 - Schéma relationnel simplifié de la table « Contexte ». Seules les relations directes sont affichées.

Grâce à un système d'arborescence en différents niveaux, chaque contexte peut être associé à l'ensemble duquel il fait partie (p. ex. bâtiment, ensemble de fosses, entre autres). Dans le cas particulier des maisons rubanées, ce système de niveaux permet de définir clairement s'il s'agit d'un trou de poteau de paroi ou de tierce. En ce qui concerne les tierces, il est possible de définir le numéro de la rangée ainsi que la position de la tierce (nord, centre, sud).

Les rangées des trous de poteau des maisons rubanées ont été numérotées suivant la méthode employée par les archéologues néolithiciens lorrains. Elle consiste en une numérotation en direction nord-ouest/sud-est, autrement dit, en partant de la partie arrière de la maison vers la partie avant. Ce choix est conforté par le fait que les parties arrière des maisons sont le plus souvent mieux conservées que les parties avant et fournissent donc un point de repère.

### 3.1.1.2. La table « Echantillon »

Cette *table* rassemble les données de chaque échantillon associé à un contexte. Elle est composée de onze *champs* (Tabl. 4 et Fig. 5).

Tabl. 4 - Structure de la *table* « Echantillon ».

Table « Echantillon »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Echantillon	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Contexte	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte ».
Nom_Echantillon	Texte court	Nom de l'échantillon.
Carporestes	Oui/Non	Présence ou absence de carporestes.
CharbonsBois	Oui/Non	Présence ou absence de charbons de bois.
Poids_apres_tamissage_en_g	Numérique	Pois de l'échantillon après tamissage (g).
Poids_charbons_en_g_echantillon	Numérique	Pois charbons (g).
ID_ProportionEtudiee_Carpo	Numérique	Clé étrangère de la table « Echantillon_ProportionEtudiee_Liste ».
ID_ConditionPrelevement	Numérique	Clé étrangère de la table « Echantillon_ConditionPrelevement_Liste ».
ID_TypePrelevement	Numérique	Clé étrangère de la table « Echantillon_TypePrelevement_Liste ».
DatationAbsolue	Oui/Non	Présence ou absence de datation absolue.
Remarques_Echantillon	Texte long	Remarques.

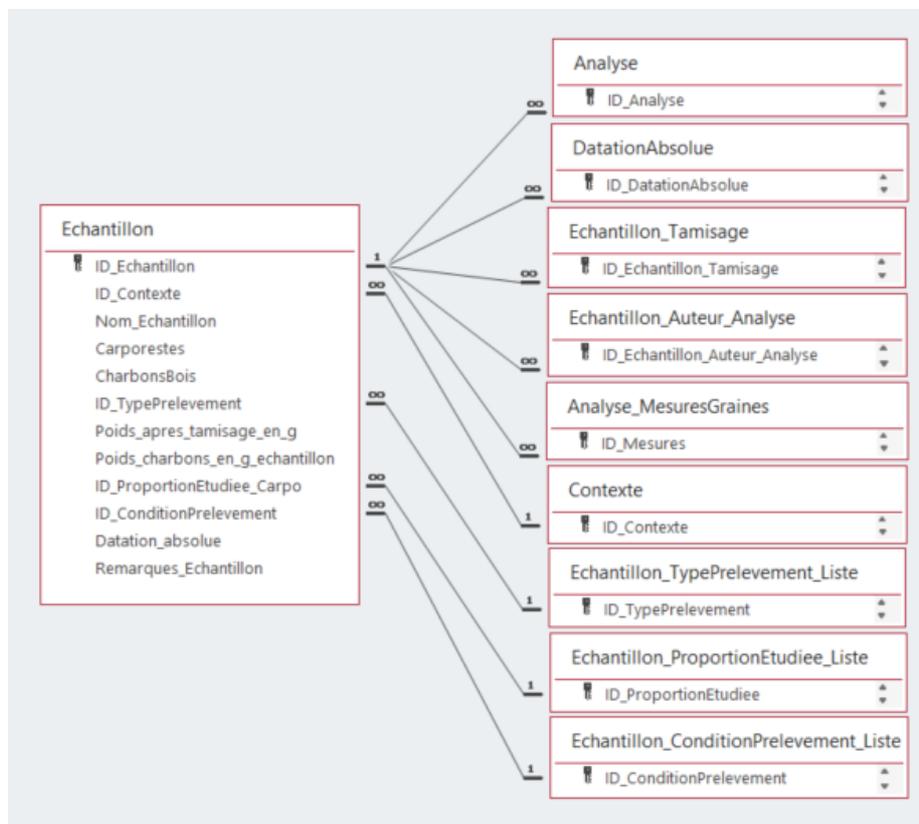


Fig. 5 - Schéma relationnel simplifié de la *table* « Echantillon ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.1.3. La table « DatationAbsolue »

Cette *table* rassemble les datations absolues associées aux échantillons ayant fait l'objet d'une analyse carpologique. Dans un souci d'homogénéisation des données, notamment pour ce qui est des datations anciennes, toutes les datations radiocarbone brutes ont été calibrées avec le logiciel Calib Rev 8.1.0<sup>®</sup> qui utilise les données atmosphériques d'IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020). La table est composée de 21 *champs* (Tabl. 5 et Fig. 6).

Tabl. 5 - Structure de la table « DatationAbsolue ».

Table « DatationAbsolue »		
Nom du champ	Type	Description
ID_DatationAbsolue	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Echantillon	Numérique	Clé étrangère de la table « Echantillon ».
ID_Methode	Numérique	Clé étrangère de la table « DatationAbsolue_Methode_Liste ».
ID_Laboratoire	Numérique	Clé étrangère de la table « DatationAbsolue_Laboratoire_Liste ».
Code_laboratoire	Texte court	Laboratoire.
Nom_datation	Texte court	Nom de la datation attribué par le laboratoire.
ID_Materiel	Numérique	Clé étrangère de la table « DatationAbsolue_Materiel_Liste ».
Description	Texte court	Description du matériel daté.
Datation_14C_BP	Numérique	Datation radiocarbone.
±	Numérique	Datation radiocarbone.
ID_Calibration	Numérique	Clé étrangère de la table « DatationAbsolue_Calibration_Liste ».
Datation_calBC/calAD_1_Sigma_(68,2%)	Texte court	Datation calBC/calAD 1 Sigma (68,2%).
Datation_calBC/calAD_2_Sigma_(95,4%)	Texte court	Datation calBC/calAD 2 Sigma (95,4%).
Effet_VieuxBois	Oui/Non	Présence ou absence d'effet « vieux bois ».
Datation_Dendrochrono	Numérique	Dendrochronologie.
WaneyEdge	Oui/Non	Présence ou absence de waney edge.
Datation_AutresMethodes	Numérique	Datation par d'autres méthodes.
ID_Chronologie_debut	Numérique	Clé étrangère de la table « Occupation_Datation_Liste ».
ID_Chronologie_fin	Numérique	Clé étrangère de la table « Occupation_Datation_Liste ».
Source	Texte court	Source (citation bibliographique).
Remarques_Datation_absolue	Texte long	Remarques.

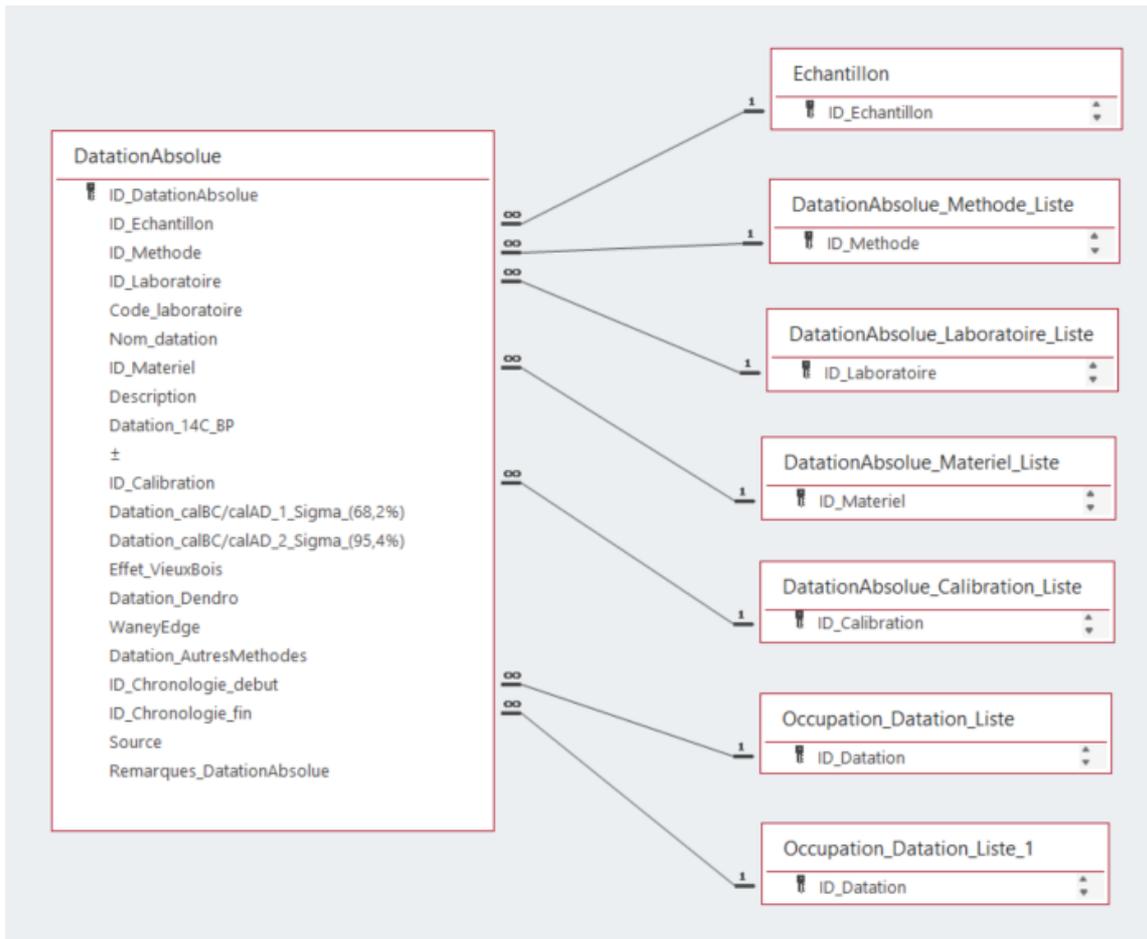


Fig. 6 - Schéma relationnel simplifié de la table « DatationAbsolue ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.1.4. La table « Analyse »

Cette *table* rassemble toutes les données relatives à l'analyse carpologique associée à chaque échantillon. Elle est composée de 17 *champs* (Tabl. 6 et Fig. 7).

Tabl. 6 - Structure de la *table* « Analyse ».

<i>Table</i> « Analyse »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Analyse	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant. Clé étrangère de la table
ID_Echantillon	Numérique	« Echantillon ».
ID_Taxon	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon ».
ID_PartiePlante	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_PartiePlante_Liste ».
ID_ModeConservation	Numérique	Clé étrangère de la table « Analyse_ModeConservation_Liste ».
NMI_taxon_AuJuge	Numérique	NMI « au jugé ».
Restes_NMI_AuJuge	Numérique	Restes renseignés, mais qui ne sont pas pris en compte dans les calculs.
Nb_entiers_taxon	Numérique	Nombre de restes entiers (NMI à calculer).
Nb_frgmts_taxon	Numérique	Nombre de fragments (1/2, NMI à calculer).
Nb_debris_taxon	Numérique	Nombre de débris (1/4, NMI à calculer).
NMI_taxon_Calcule	Numérique	NMI calculé à partir des trois <i>champs</i> précédents.
NMI_taxon_Total	Numérique	NMI calculé à partir du NMI au jugé et du NMI calculé.
Poids	Numérique	Poids des carporestes (g). Clé étrangère de la table
ID_DegreConservationCaryopse	Numérique	« Analyse_DegreConservationCaryopse_Liste ».
ID_StadeDeformationCaryopse	Numérique	Clé étrangère de la table « Analyse_StadeDeformationCaryopse_Liste ».
ID_DegreConservationAutres	Numérique	Clé étrangère de la table « Analyse_DegreConservationAutres_Liste ».
Remarques_Analyse	Texte long	Remarques.
CheminFichier	Texte long	Permet de saisir le chemin où se trouvent stockées les images.

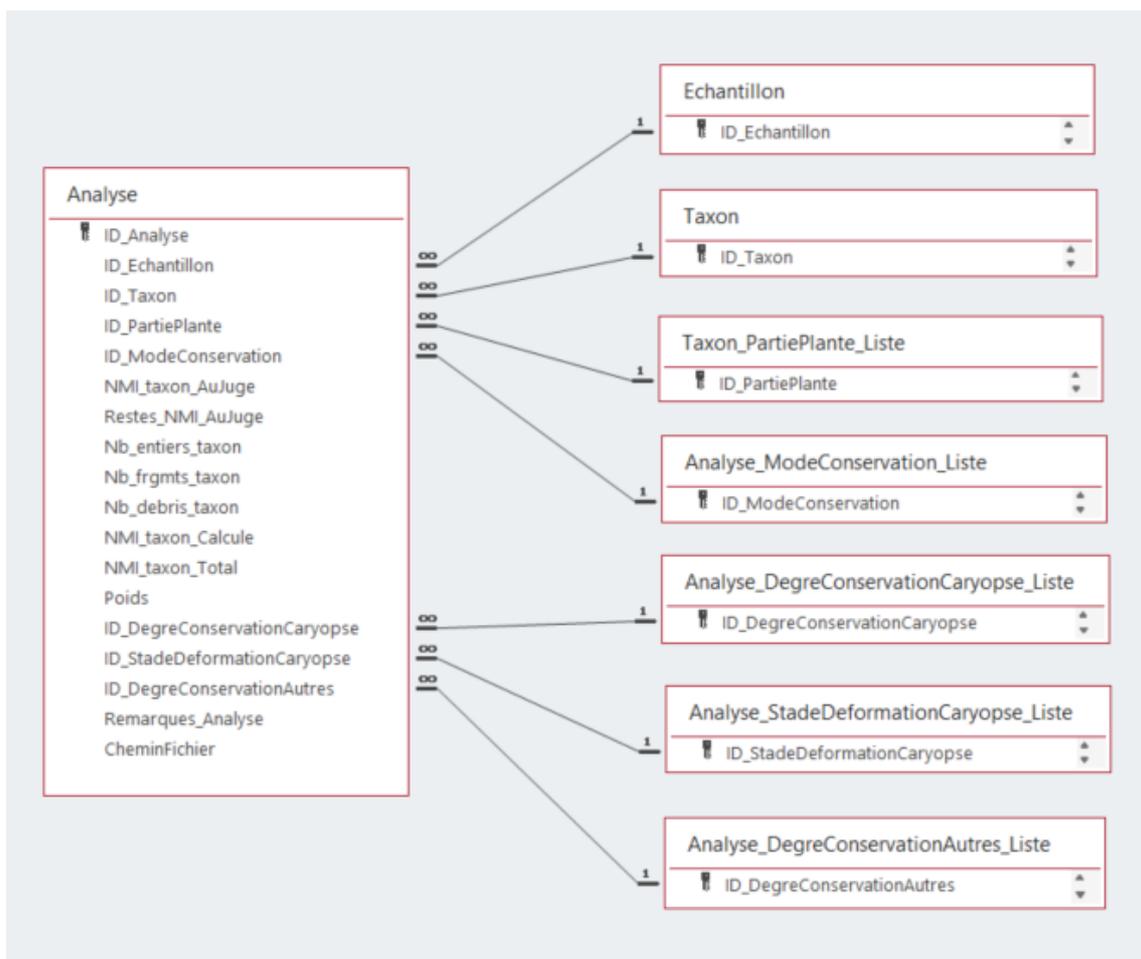


Fig. 7 - Schéma relationnel simplifié de la table « Analyse ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.1.5. La table « Taxon »

Cette *table* rassemble les informations relatives aux taxons répertoriés lors des analyses carpologiques, y compris les taxons valise et les taxons dont la détermination est incertaine. Nous avons estimé que l'utilisation d'un code du nom scientifique ne faisait aucun apport intéressant à la base de données. En revanche, nous considérons que ce type de code alourdit le travail de saisie. C'est pourquoi nous avons fait le choix de présenter uniquement les noms scientifiques complets. La *table* est composée de treize *champs* (Tabl. 7 et Fig. 8).

En outre, nous avons fait le choix d'enregistrer le nom du botaniste dans un *champ* différent de celui dédié à la nomenclature binomiale afin de pouvoir présenter des tableaux de décompte aérés en matière d'informations affichées, où seule la nomenclature binomiale apparaîtrait. La création d'un *champ* concaténé rassemblant la nomenclature binomiale et le nom du botaniste n'est pas possible directement dans cette *table* étant donné que les noms des botanistes sont stockés dans une autre *table*. En cas de besoin, il est tout à fait possible de construire une *requête* qui nous permette de concaténer ces deux *champs*.

Tabl. 7 - Structure de la *table* « Taxon ».

Table « Taxon »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Taxon	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Famille	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Famille_Liste ».
NomLatin	Texte court	Nom scientifique (latin).
ID_Botaniste	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Botaniste_Liste ».
ID_NomVernaculaire	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_NomVernaculaire_Liste ».
ID_Fruit	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Fruit_Liste ».
ID_Categorie	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Categorie_Liste ».
ID_Categorie_Ellenberg	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Categorie_Ellenberg_Liste ».
ID_Categorie_Statistiques	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Categorie_Statistiques_Liste ».
Code_Regroupement	Texte court	Code permettant de regrouper les taxons par catégorie et de les trier par ordre alphabétique au sein de ladite catégorie lors de l'export des tableaux de décompte.
Code_RegroupementEllenberg	Texte court	Code permettant de regrouper les taxons par catégorie d'Ellenberg et de les trier par ordre alphabétique au sein de ladite catégorie lors de l'export des tableaux de décompte.
Code_OrdrePresentation	Texte court	Lorsque deux ou plusieurs taxons d'une même espèce sont présents (p. ex. <i>Triticum dicoccon</i> , <i>Triticum cf. dicoccon</i> , cf. <i>Triticum dicoccon</i> ), un code est attribué à chaque taxon afin de les trier lors de l'export des tableaux de décompte.
ID_CaractEcologique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_CaractEcologique ».

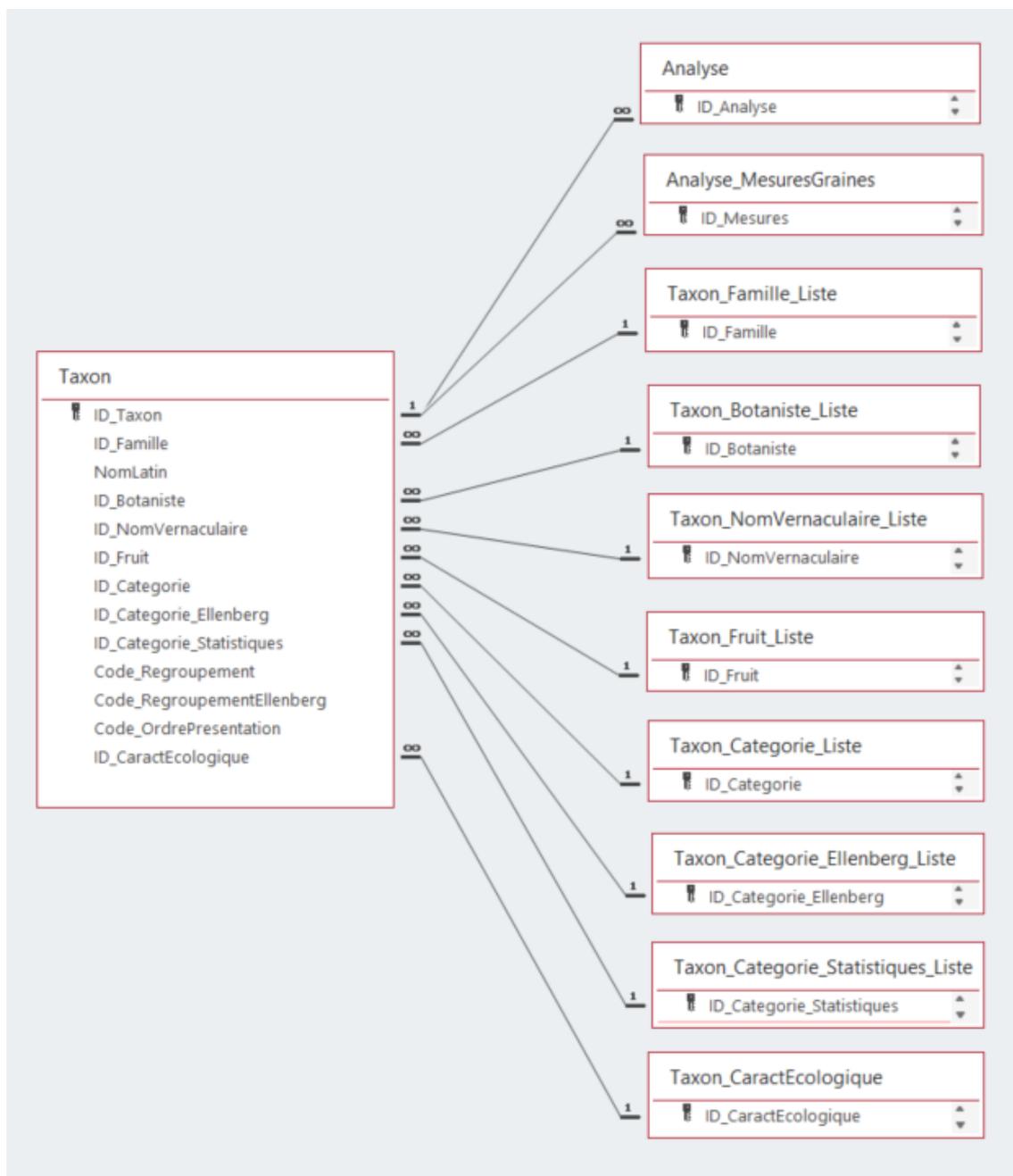


Fig. 8 - Schéma relationnel simplifié de la table « Taxon ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.1.6. La table « Taxon\_CaractEcologique »

Cette *table* rassemble la plupart des taxons répertoriés dans la *table* « Taxon », mais elle écarte les taxons valise et les taxons portant les mentions *confer* (cf.) ou *species* (sp.). L'objectif de cette *table* est de présenter la description et les paramètres d'identification des taxons au niveau de l'espèce et de relier les *tables* comportant les caractéristiques écologiques d'après H. Ellenberg *et al.* (1991), Ph. Julve (2020), A. Kreuz et E. Schäfer (2011), J. Lambinon et F. Verloove (2012) et F. Vernier *et al.* (2013). Il est à noter que chaque taxon répertorié dans la *table* « Taxon » est associé à un taxon répertorié dans cette *table*. Elle est composée de quatre *champs* (Tabl. 8 et Fig. 9).

Tabl. 8 - Structure de la *table* « Taxon\_CaractEcologique ».

Table « Taxon_CaractEcologique »		
Nom du champ	Type	Description
ID_CaractEcologique	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Famille	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Taxon_Famille_Liste ».
NomLatin_CaractEcologique	Texte court	Nom scientifique (latin).
ID_Botaniste	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Taxon_Botaniste_Liste ».
ID_NomVernaculaire	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Taxon_NomVernaculaire_Liste ».
ID_Fruit	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Taxon_Fruit_Liste ».
Description	Texte long	Description rédigée du taxon.
Parametres_identification	Texte long	Paramètres d'identification du taxon.

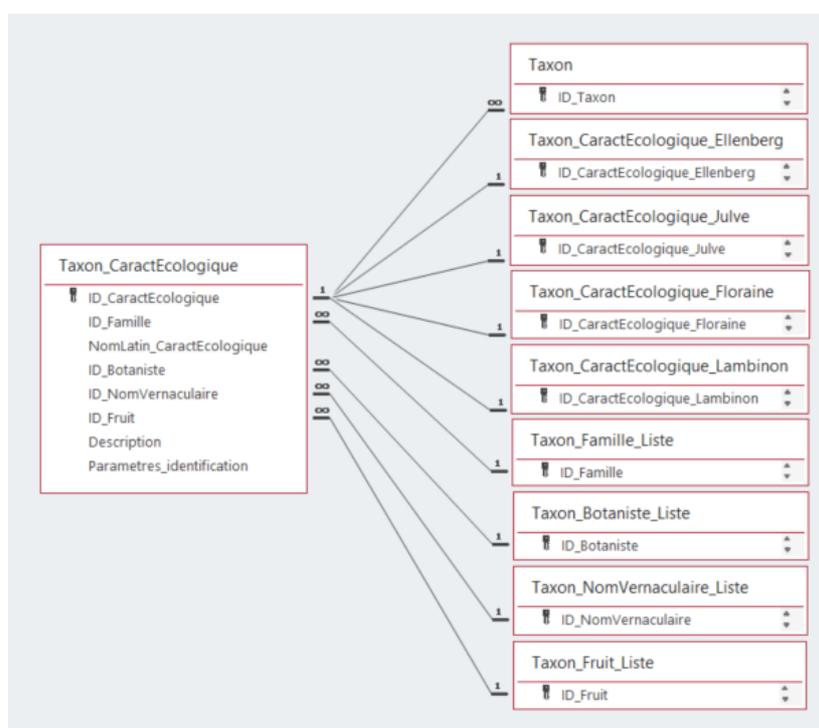


Fig. 9 - Schéma relationnel simplifié de la *table* « Taxon\_CaractEcologique ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2. Les tables secondaires

#### 3.1.2.1. La table *Analyse\_MesuresGraines*

Cette *table* archive les mesures des carporestes. Elle est composée de sept *champs* (Tabl. 9 et Fig. 10).

Tabl. 9 - Structure de la *table* « Analyse\_MesuresGraines ».

Table « Analyse_MesuresGraines »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Mesures	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Echantillon	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Echantillon ».
ID_Taxon	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Taxon ».
ID_PartiePlante	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Taxon_PartiePlante_Liste ».
Longueur	Numérique	Longueur (mm).
Largeur	Numérique	Largeur (mm).
Hauteur	Numérique	Hauteur (mm).

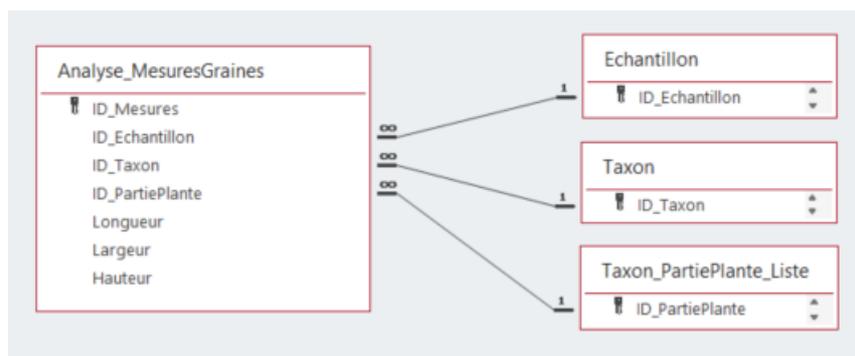


Fig. 10 - Schéma relationnel simplifié de la *table* « Analyse\_MesuresGraines ». Seules les relations directes sont affichées.

#### 3.1.2.2. La table *Bibliographie\_OA*

Cette *table* archive la bibliographie qui porte sur les opérations archéologiques. Elle est composée de trois *champs* (Tabl. 10 et Fig. 11).

Tabl. 10 - Structure de la *table* « Bibliographie\_OA ».

Table « Bibliographie_OA »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Biblio_OA	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_OA	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « OA ».
Biblio_OA	Texte long	Bibliographie complète.

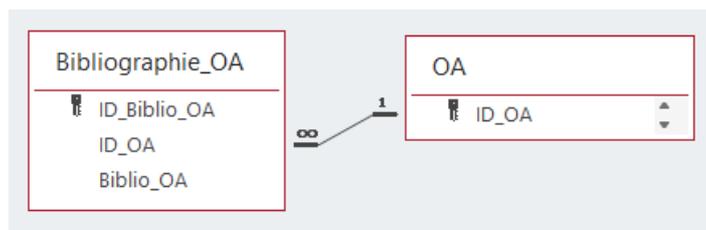


Fig. 11 - Schéma relationnel simplifié de la table « Bibliographie\_OA ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.3. La table *Bibliographie\_Archeobotanique*

Cette table archive la bibliographie qui porte sur les analyses archéobotaniques. Elle est composée de trois champs (Tabl. 11 et Fig. 12).

Tabl. 11 - Structure de la table « Bibliographie\_Archeobotanique ».

Table « Bibliographie_Archeobotanique »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Biblio_archeobota	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_OA	Numérique	Clé étrangère de la table « OA ».
Biblio_archeobota	Texte long	Bibliographie complète

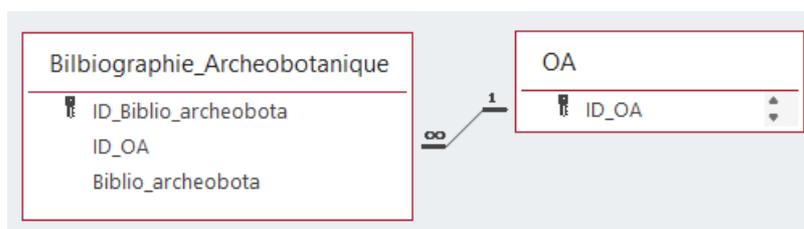


Fig. 12 - Schéma relationnel simplifié de la table « Bibliographie\_Archeobotanique ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.4. La table *Contexte\_Mobilier*

Cette table rassemble les données qui correspondent au mobilier associé à chaque contexte. Elle est composée de huit champs (Tabl. 12 et Fig. 13).

Tabl. 12 - Structure de la table « Contexte\_Detaille\_Mobilier ».

Table « Contexte_Mobilier »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Contexte_Mobilier	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Contexte	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte ».
ID_Mobilier	Numérique	Clé étrangère de la table « Contexte_Mobilier_Liste ».
Fragments	Numérique	Nombre de fragments.
NMI	Numérique	NMI.
Poids_g	Numérique	Poids (g).
Brûlé	Oui/Non	Présence ou absence de traces de brûlure.
Remarques	Texte long	Remarques.

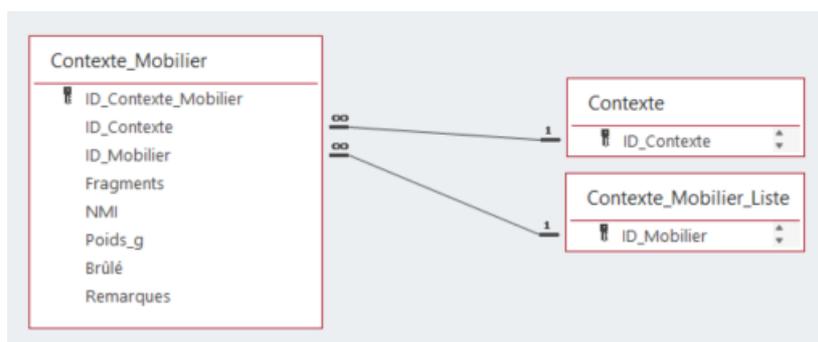


Fig. 13 - Schéma relationnel simplifié de la table « Contexte\_Mobilier ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.5. La table Echantillon\_Auteur\_Analyse

Cette table archive les données associées au nombre de litres analysés par spécialiste. Elle est composée de cinq champs (Tabl. 13 et Fig. 14).

Tabl. 13 - Structure de la table « Echantillon\_Auteur\_Analyse ».

Table « Echantillon_Auteur_Analyse »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Echantillon_Auteur_Analyse	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Echantillon	Numérique	Clé étrangère de la table « Echantillon ».
ID_Annuaire	Numérique	Clé étrangère de la table « Annuaire_Liste ».
Litres_specialiste	Numérique	Nombre de litres analysés par spécialiste.
Remarques_Auteur_Analyse	Texte court	Remarques.



Fig. 14 - Schéma relationnel simplifié de la table « Echantillon\_Auteur\_Analyse ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.6. La table *Echantillon\_Tamisage*

Cette *table* archive les données relatives au nombre de litres analysés par spécialiste. Elle est composée de huit *champs* (Tabl. 14 et Fig. 15).

Tabl. 14 - Structure de la *table* « Echantillon\_Tamisage ».

Table « Echantillon_Tamisage »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Echantillon_Tamisage	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_Echantillon	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Echantillon ».
ID_Tamisage	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Echantillon_Tamisage_Liste ».
ID_Annuaire	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Annuaire_Liste ».
Litres_operateur	Numérique	Nombre de litres tamisés par opérateur.
ID_Maille_min	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Echantillon_TamisageMaille_Liste ».
ID_Maille_max	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « Echantillon_TamisageMaille_Liste ».
Remarques_Tamisage	Texte court	Remarques.

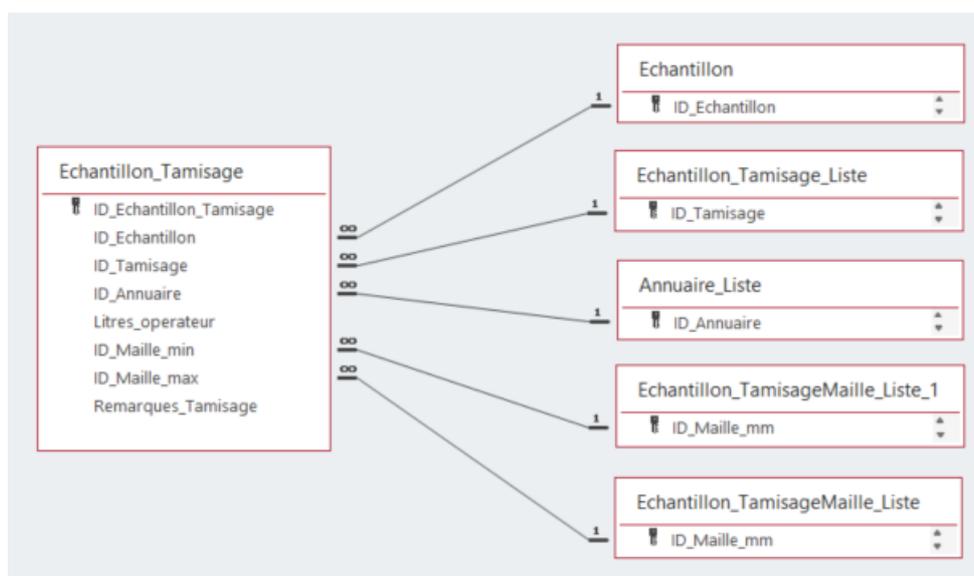


Fig. 15 - Schéma relationnel simplifié de la *table* « Echantillon\_Tamisage ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.7. La table *Taxon\_CaractEcologique\_Ellenberg*

Cette *table* rassemble les données relatives aux caractéristiques écologiques des taxons d'après H. Ellenberg *et al.* (1991). Elle est composée de 21 *champs* (Tabl. 15 et Fig. 16).

Tabl. 15 - Structure de la table « Taxon\_CaractEcologique\_Ellenberg ».

<b>Table « Taxon_CaractEcologique_Ellenberg »</b>		
<b>Nom du champ</b>	<b>Type</b>	<b>Description</b>
ID_CaractEcologique_Ellenberg	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_CaractEcologique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_CaractEcologique ».
ID_Ellenberg_L_Lumiere	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_L_Lumiere_Liste ».
ID_Ellenberg_T_Temperature	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_T_Temperature_Liste ».
ID_Ellenberg_K_Continentalite	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_K_Continentalite_Liste ».
ID_Ellenberg_F_HumiditeEdaphique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_F_HumiditeEdaphique_Liste ».
ID_Ellenberg_R_ReactionSol	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_R_ReactionSol_Liste ».
ID_Ellenberg_N_Nutriments	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_N_Nutriments_Liste ».
ID_Ellenberg_S_Salinite	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_S_Salinite_Liste ».
ID_Ellenberg_Leb_FormeVie	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_Leb_FormeVie_Liste ».
ID_Ellenberg_B_PersistenceFeuilles	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_B_PersistenceFeuilles_Liste ».
ID_Ellenberg_Groupe	Numérique	Clé étrangère de requête appelant les tables « Taxon_Ellenberg_Niveau_Syntaxon_Liste » et « Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste ».
ID_Ellenberg_Classe	Numérique	Clé étrangère de requête appelant les tables « Taxon_Ellenberg_Niveau_Syntaxon_Liste » et « Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste ».
ID_Ellenberg_Ordre	Numérique	Clé étrangère de requête appelant les tables « Taxon_Ellenberg_Niveau_Syntaxon_Liste » et « Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste ».
ID_Ellenberg_Association	Numérique	Clé étrangère de requête appelant les tables « Taxon_Ellenberg_Niveau_Syntaxon_Liste » et « Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste ».
ID_Ellenberg_SousAssociation	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_SousAssociation_Liste ».
ID_Ellenberg_Syntaxon	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste ».
ID_Ellenberg_M	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_M_Liste ».
ID_Ellenberg_D_Dominance	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_D_Dominance_Liste ».
ID_Ellenberg_A	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_A_Liste ».
ID_Ellenberg_G	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Ellenberg_G_Liste ».

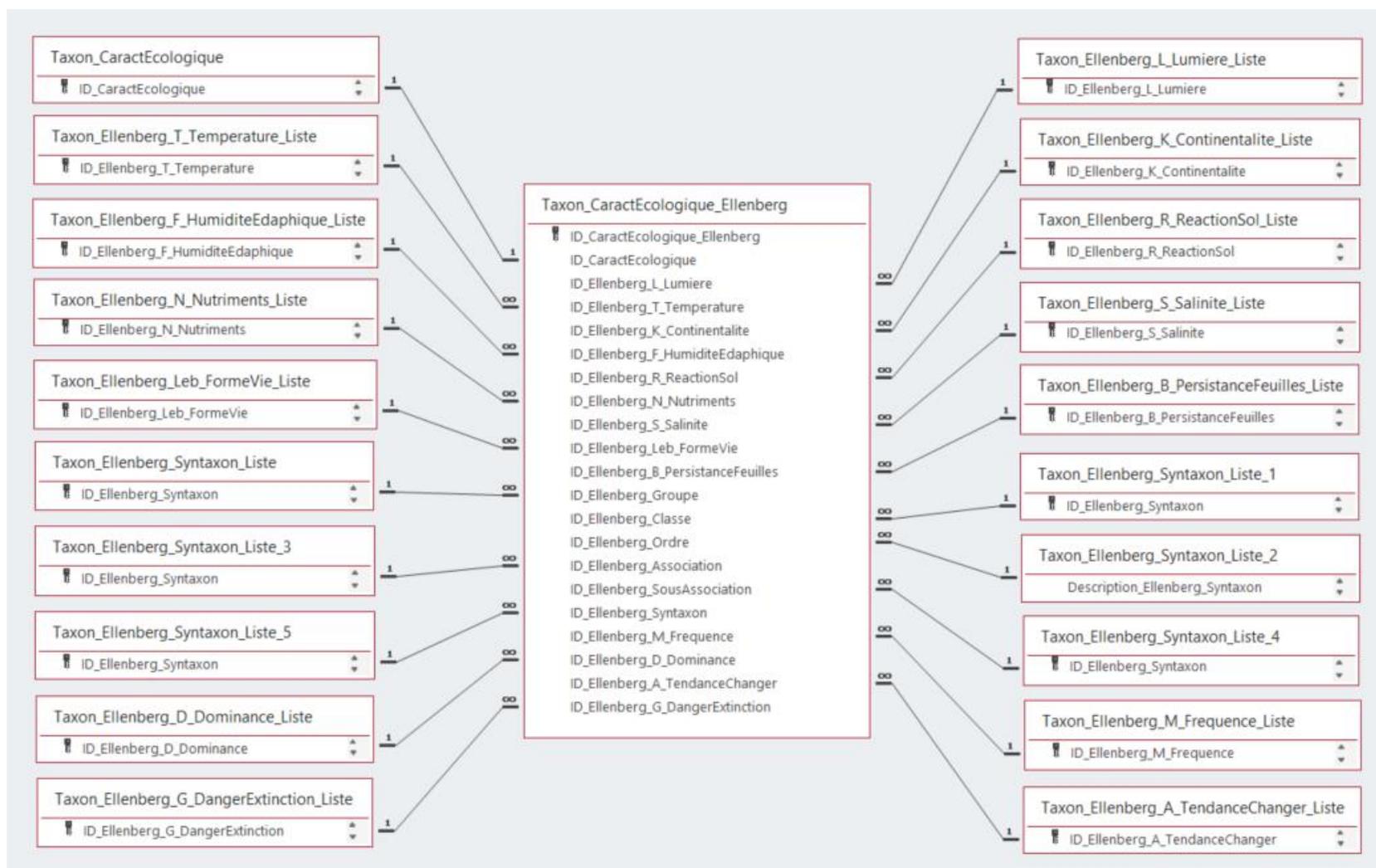


Fig. 16 - Schéma relationnel simplifié de la table « Taxon\_CaractEcologique\_Ellenberg ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.8. La table *Taxon\_CaractEcologique\_Floraine*

Cette *table* rassemble les données relatives aux caractéristiques écologiques des taxons d'après F. Vernier *et al.* (2013). Elle est composée de dix *champs* (Tabl. 16 et Fig. 17).

Tabl. 16 - Structure de la *table* « *Taxon\_CaractEcologique\_Floraine* ».

Table « <i>Taxon_CaractEcologique_Floraine</i> »		
Nom du champ	Type	Description
ID_CaractEcologique_Floraine	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_CaractEcologique	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_CaractEcologique</i> ».
Floraine_TailleAdulteMin_cm	Texte court	Taille minimale (cm) de la plante adulte.
Floraine_TailleAdulteMax_cm	Texte court	Taille maximale (cm) de la plante adulte.
ID_Floraine_MoisFloraisonMin	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_MoisFloraison_Liste</i> ».
ID_Floraine_MoisFloraisonMax	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_MoisFloraison_Liste</i> ».
ID_Floraine_DureeVie	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Floraine_DureeVie_Liste</i> ».
ID_Floraine_Distribution	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Distribution_Liste</i> ».
ID_Floraine_TypeSol	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_TypeSol_Liste</i> ».
ID_Floraine_Usages	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Usages_Liste</i> ».

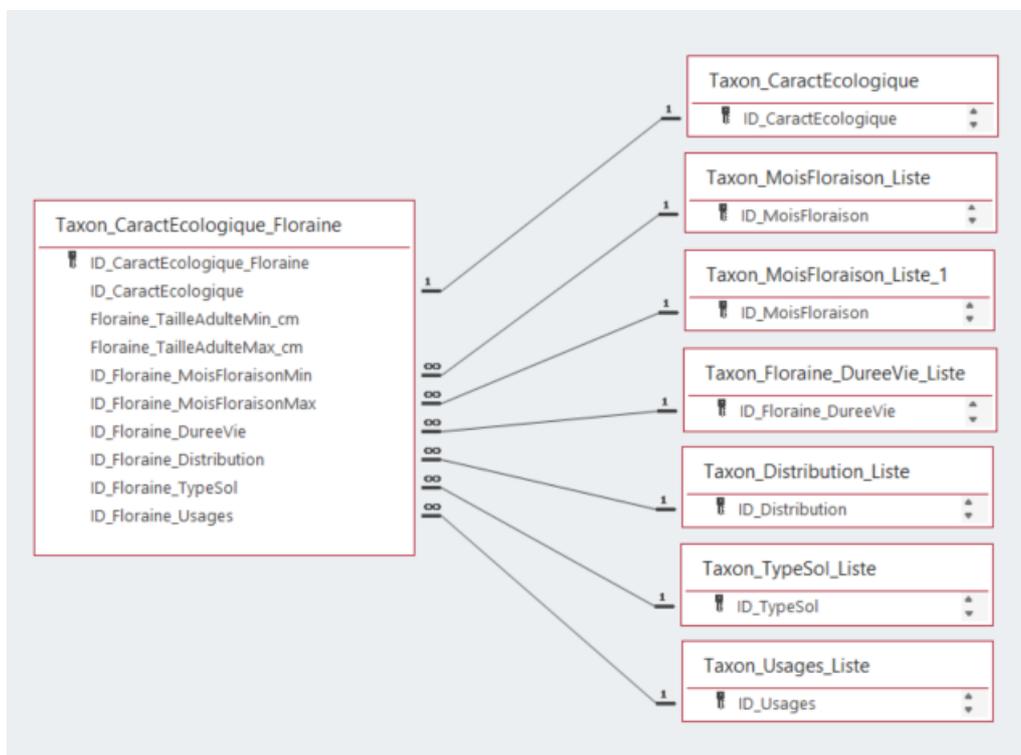


Fig. 17 - Schéma relationnel simplifié de la *table* « *Taxon\_CaractEcologique\_Floraine* ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.9. La table *Taxon\_CaractEcologique\_Lambinon*

Cette *table* rassemble les données relatives aux caractéristiques écologiques des taxons d'après J. Lambinon et F. Verloove (2012). Elle est composée de douze *champs* (Tabl. 17 et Fig. 18).

Tabl. 17 - Structure de la *table* « *Taxon\_CaractEcologique\_Lambinon* ».

<i>Table « Taxon_CaractEcologique_Lambinon »</i>		
<b>Nom du champ</b>	<b>Type</b>	<b>Description</b>
ID_CaractEcologique_Lambinon	NuméroAuto	<i>Clé primaire</i> . Identifiant.
ID_CaractEcologique	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_CaractEcologique</i> ».
Lambinon_TailleAdulteMin_cm	Texte court	Taille minimale (cm) de la plante adulte.
Lambinon_TailleAdulteMax_cm	Texte court	Taille maximale (cm) de la plante adulte.
ID_Lambinon_MoisFloraisonMin	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_MoisFloraison_Liste</i> ».
ID_Lambinon_MoisFloraisonMax	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_MoisFloraison_Liste</i> ».
ID_Lambinon_FormeBiologique	Numérique	« <i>Taxon_Lambinon_FormeBiologique_Liste</i> ».
ID_Lambinon_Chorologie	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_Lambinon_Chorologie_Liste</i> ».
ID_Lambinon_Disctrict	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_Lambinon_Disctrict</i> ».
ID_Lambinon_Distribution	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_Distribution_Liste</i> ».
ID_Lambinon_TypeSol	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_TypeSol_Liste</i> ».
ID_Lambinon_Usages	Numérique	<i>Clé étrangère</i> de la <i>table</i> « <i>Taxon_Usages_Liste</i> ».

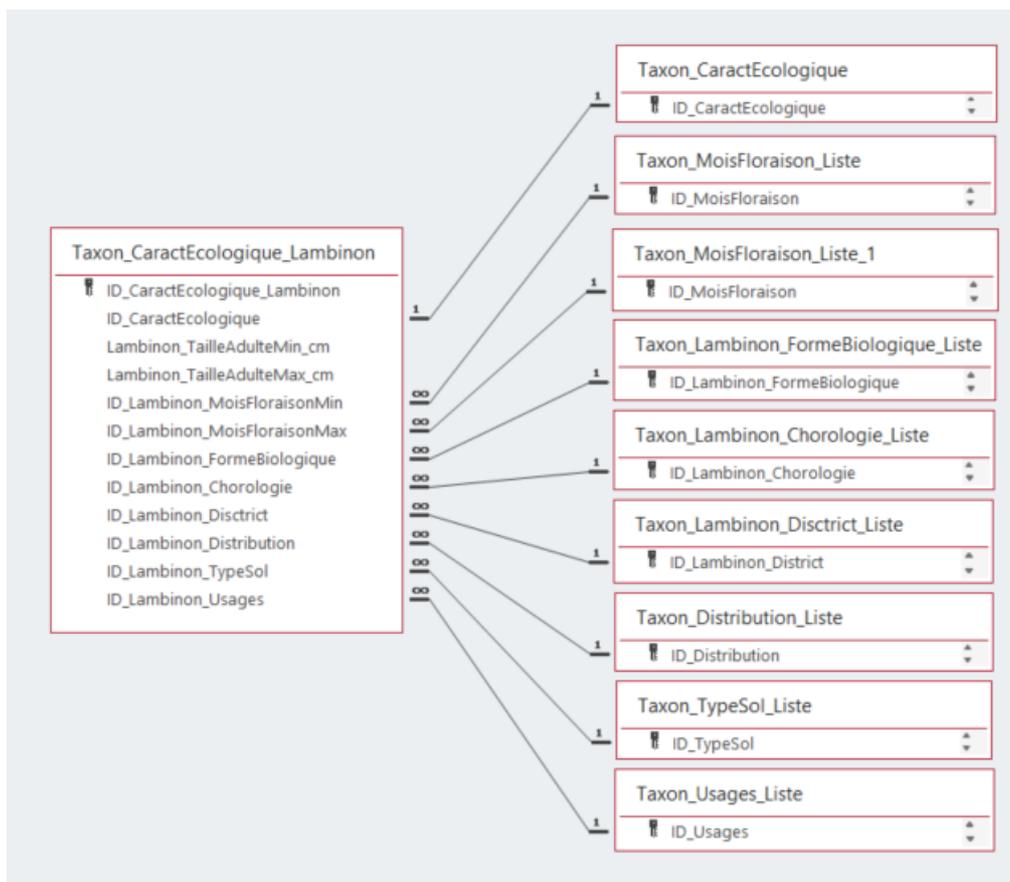


Fig. 18 - Schéma relationnel simplifié de la table « Taxon\_CaractEcologique\_Lambinon ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.10. La table *Taxon\_CaractEcologique\_Julve*

Cette table rassemble les données relatives aux caractéristiques écologiques des taxons d'après Ph. Julve (2020). Elle est composée de 27 champs (Tabl. 18 et Fig. 19).

Tabl. 18 - Structure de la table « Taxon\_CaractEcologique\_Julve ».

<b>Table « Taxon_CaractEcologique_Julve »</b>		
<b>Nom du champ</b>	<b>Type</b>	<b>Description</b>
ID_CaractEcologique_Julve	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_CaractEcologique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Caract_ecologique ».
ID_Julve_L_Lumiere	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_L_Lumiere_Liste ».
ID_Julve_T_Temperature	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_T_Temperature_Liste ».
ID_Julve_C_Continentalite	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_C_Continentalite_Liste ».
ID_Julve_HA_HumiditeAtmospherique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_HA_HumiditeAtmospherique_Liste ».
ID_Julve_HE_HumiditeEdaphique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_HE_HumiditeEdaphique_Liste ».
ID_Julve_R_ReactionSol_pH	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_R_ReactionSol_Liste ».
ID_Julve_N_Nutriments	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_N_Nutriments_Liste ».
ID_Julve_S_Salinite	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_S_Salinite_Liste ».
ID_Julve_Tx_Texture	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Tx_Texture_Liste ».
ID_Julve_MO_MatiereOrganique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_C_Continentalite_Liste ».
ID_Julve_Mois_floraison_min	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_MoisFloraison_Liste ».
ID_Julve_Mois_floraison_max	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_MoisFloraison_Liste ».
ID_Julve_Inflorescence	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Inflorescence_Liste ».
ID_Julve_Sexualite	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Sexualite_Liste ».
ID_Julve_Ordre_maturation	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_OrdreMaturation_Liste ».
ID_Julve_Pollinisation	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Pollinisation_Liste ».
ID_Julve_Dissemination	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Dissemination_Liste ».
ID_Julve_CouleurFleur	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_CouleurFleurMacule_Liste ».
ID_Julve_CouleurMacule	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_CouleurFleurMacule_Liste ».
ID_Julve_Type_ligneux	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_TypeLigneux_Liste ».
ID_Julve_Type_Biologique	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_TypeBiologique_Liste ».
ID_Julve_FormationVegetale	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_FormationVegetale_Liste ».
ID_Julve_Chorologie	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Chorologie_Liste ».
ID_Julve_Habitat	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Habitat_Liste ».
ID_Julve_Syntaxon	Numérique	Clé étrangère de la table « Taxon_Julve_Syntaxon_Liste ».

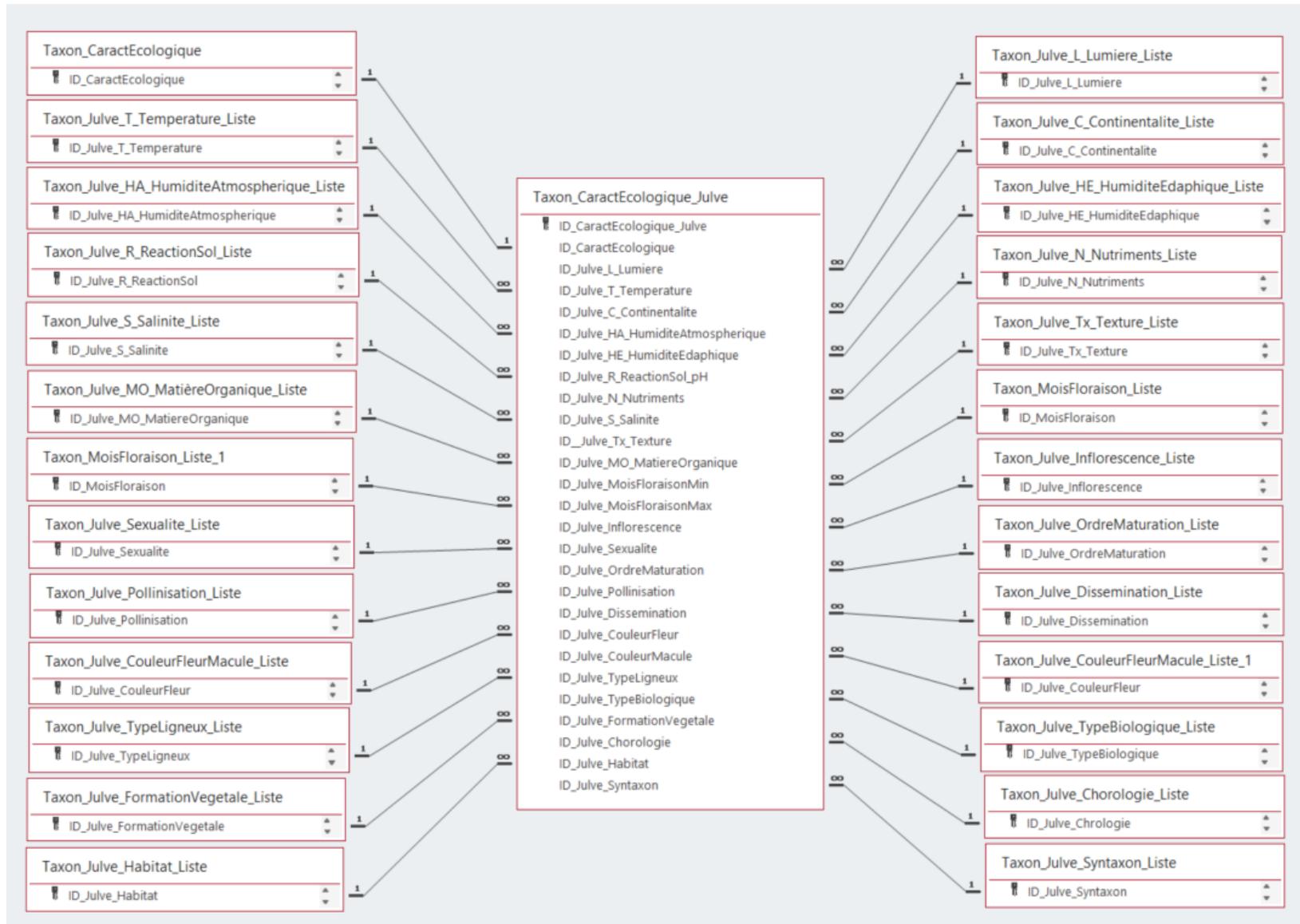


Fig. 19 - Schéma relationnel simplifié de la table « Taxon\_CaractEcologique\_Julve ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.2.11. La table *Taxon\_CaractEcologique\_Kreuz*

Cette *table* rassemble les données relatives aux caractéristiques écologiques des taxons d'après A. Kreuz et E. Schäfer (2011). Elle est composée de sept *champs* (Tabl. 19 et Fig. 20).

Tabl. 19 - Structure de la *table* « *Taxon\_CaractEcologique\_Kreuz* ».

Table « <i>Taxon_CaractEcologique_Lambinon</i> »		
Nom du champ	Type	Description
ID_CaractEcologique_Kreuz	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
ID_CaractEcologique	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_CaractEcologique</i> ».
ID_Kreuz_Origine	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Kreuz_Origine_Liste</i> ».
ID_Kreuz_DureeVie	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste</i> ».
ID_Kreuz_HauteurCroissance	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste</i> ».
ID_Kreuz_Strategie	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Kreuz_Strategie_Liste</i> ».
ID_Kreuz_TypeReproduction	Numérique	Clé étrangère de la <i>table</i> « <i>Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste</i> ».

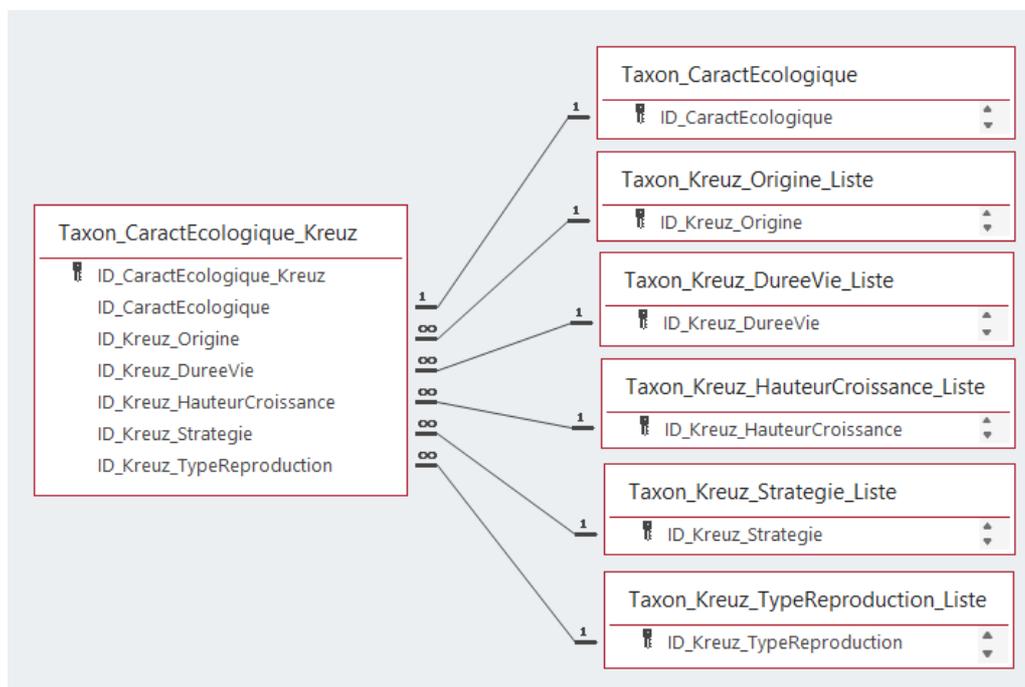


Fig. 20 - Schéma relationnel simplifié de la *table* « *Taxon\_CaractEcologique\_Kreuz* ». Seules les relations directes sont affichées.

### 3.1.3. Les tables « Liste »

Ces *tables* contiennent les listes qui nourrissent les *champs* comportant des « listes de choix ». Une liste de choix permet de sélectionner une valeur pour un *champ* dans la liste de valeurs possibles. Il existe trois méthodes différentes de création d'une liste de choix.

La première solution consiste à créer manuellement la liste (origine source : liste valeurs) dans la propriété « Contenu » (Fig. 21). Dans ce cas, les données stockées dans le *champ* de la table sont de type « Texte ». C'est la solution la plus simple, mais elle oblige à modifier la structure de la *table* pour ajouter, modifier ou supprimer un choix de la liste. Cette solution n'est donc à utiliser que pour des petites listes non variables.



Général		Liste de choix
Contrôle de l'affichage		Zone de liste déroulante
Origine source		Liste valeurs
Contenu		Industrie;Commerce;Logistique
Colonne liée		1
Nbre colonnes		1
En-têtes colonnes		Non
Largeurs colonnes		
Lignes affichées		16
Largeur liste		Auto
Limiter à liste		Non
Autoriser plusieurs valeurs		Non
Autoriser les modifications de la liste de valeurs		Non
Formulaire Modifier les éléments de liste		
Afficher uniquement les valeurs de la source		Non

Fig. 21 - Exemple de création d'une liste de choix selon la méthode « liste valeurs » (Ducos, 2014).

Dans une variante de cette méthode, un peu plus souple, les données stockées dans le *champ* de la table sont de type « Numérique ». Bien que des nombres soient stockés dans le champ, le texte est toujours affiché dans la liste (Fig. 22). Le gros avantage de cette méthode est que l'on peut changer le texte affiché de tous les *enregistrements*, tout simplement en modifiant la propriété « Contenu ». Cette solution n'est donc à utiliser que pour des petites listes.



Général		Liste de choix
Contrôle de l'affichage		Zone de liste déroulante
Origine source		Liste valeurs
Contenu		1;Industrie;2;Commerce;3;Logistique
Colonne liée		1
Nbre colonnes		2
En-têtes colonnes		Non
Largeurs colonnes		0cm
Lignes affichées		16
Largeur liste		Auto
Limiter à liste		Oui
Autoriser plusieurs valeurs		Non
Autoriser les modifications de la liste de valeurs		Non
Formulaire Modifier les éléments de liste		
Afficher uniquement les valeurs de la source		Non

Fig. 22 - Exemple de création d'une liste de choix selon une variante de la méthode « liste valeurs » (Ducos, 2014).

La deuxième méthode, plus souple, permet de reprendre dans une *table* les valeurs précédemment tapées (origine source : liste des champs). Elle n'impose pas de modifier la *table* à chaque nouvelle entrée, en revanche, elle ne permet pas de limiter à une liste définie à l'avance.

La troisième méthode, plus évolutive et celle sur laquelle nous avons porté notre choix, utilise directement une *table*, éventuellement une *requête* (pour un classement en ordre croissant) pour récupérer les données (origine source : Table/Requête). Cette possibilité demande la création d'une *table* rassemblant tous les choix possibles. Pour ajouter ou modifier des données, il suffit de modifier la *table*. La base de données BDRAB® comporte 93 *tables* de ce type (Tabl. 20).

Tabl. 20 - Liste des tables de type « \_Liste ».

Nom de la table	Description
Analyse_DegréConservationAutres_Liste	Liste du degré de conservation d'autres carporestes.
Analyse_DegréConservationCaryopse_Liste	Liste du degré de conservation des caryopses.
Analyse_ModeConservation_Liste	Liste du mode de conservation des carporestes.
Analyse_StadeDéformationCaryopse_Liste	Liste du stade de déformation des caryopses.
Annuaire_Liste	Liste des archéologues et spécialistes.
Contexte_Attribution_Niveau_Liste	Liste du niveau attribué aux contextes.
Contexte_Matériau_Mobilier_Liste	Liste des matériaux du mobilier archéologique.
Contexte_Mobilier_Liste	Liste du mobilier archéologique.
Contexte_Niveau_Liste	Liste des contextes avec leur niveau attribué.
DatationAbsolue_Calibration_Liste	Liste de la méthode de calibration.
DatationAbsolue_Laboratoire_Liste	Liste des laboratoires.
DatationAbsolue_Matériel_Liste	Liste du matériel daté.
DatationAbsolue_Méthode_Liste	Liste de la méthode de datation.
Echantillon_Charbons_Liste	Liste des charbons : présence, absence, non renseigné.
Echantillon_ConditionPrélèvement_Liste	Liste des conditions de prélèvement.
Echantillon_ProportionEtudiée_Liste	Liste de la proportion étudiée de l'échantillon.
Echantillon_Tamissage_Liste	Liste du type de tamissage.
Echantillon_Tamissage_Maille_Liste	Liste des mailles employées pour le tamissage.
OA_Commune_Liste	Liste des communes.
OA_Département_Liste	Liste des départements.
OA_Géomorphologie_Liste	Liste des caractéristiques géomorphologiques.
OA_Institution_Liste	Liste des institutions.
OA_TypeOpération_Liste	Liste du type d'opération archéologique.
OA_Pays_Liste	Liste des pays.
OA_Paysage_Liste	Liste des paysages.
OA_PrecisionCoordonnées_Liste	Liste du niveau de précision des coordonnées.
OA_Region_Liste	Liste des régions.
OA_SCR_Liste	Liste du système de coordonnées de référence
Occupation_Caractéristique_Liste	Liste des caractéristiques de l'occupation.
Occupation_Fonction_Liste	Liste de la fonction de l'occupation.
Occupation_Datation_Classification_Liste	Liste du niveau de classification de la datation.
Occupation_Datation_Liste	Liste des datations (voir 3.1.3.1).
Occupation_Datation_Système_Liste	Liste du système de datation.
Taxon_Botaniste_Liste	Liste des botanistes.
Taxon_Catégorie_Liste	Liste des catégories de regroupement pour tableaux.
Taxon_Catégorie_Ellenbergl_Liste	Liste des catégories de regroupement pour tableaux de décompte, d'après Ellenberg.
Taxon_Catégorie_Statistiques_Liste	Liste des catégories de regroupement pour statistiques.

Nom de la table	Description
Taxon_Distribution_Liste	Liste de la distribution spatiale des taxons.
Taxon_Ellenberg_A_TendanceChanger_Liste	Liste du comportement écologique : tendance à changer.
Taxon_Ellenberg_B_PersistenceFeuilles_Liste	Liste du comportement écologique : persistance des feuilles.
Taxon_Ellenberg_D_Dominance_Liste	Liste du comportement écologique : dominance.
Taxon_Ellenberg_F_HumiditeEdaphique_Liste	Liste du comportement écologique : humidité édaphique.
Taxon_Ellenberg_G_DangerExtinction_Liste	Liste du comportement écologique : danger d'extinction.
Taxon_Ellenberg_K_Continentalite_Liste	Liste du comportement écologique : continentalité.
Taxon_Ellenberg_L_Lumiere_Liste	Liste du comportement écologique : lumière.
Taxon_Ellenberg_Leb_FormeVie_Liste	Liste du comportement écologique : forme de vie.
Taxon_Ellenberg_M_Frequence_Liste	Liste du comportement écologique : fréquence.
Taxon_Ellenberg_N_Nutriments_Liste	Liste du comportement écologique : nutriments.
Taxon_Ellenberg_Niveau_Syntaxon_Liste	Liste des niveaux du syntaxon (groupe, classe, ordre, association, sous-association).
Taxon_Ellenberg_R_ReactionSol_Liste	Liste du comportement écologique : réaction du sol.
Taxon_Ellenberg_S_Salinite_Liste	Liste du comportement écologique : salinité.
Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste	Liste des syntaxons.
Taxon_Ellenberg_T_Temperature_Liste	Liste du comportement écologique : température.
Taxon_Famille_Liste	Liste de familles.
Taxon_Floraine_DureeVie_Liste	Liste du comportement écologique : durée de vie.
Taxon_Fruit_Liste	Liste des fruits.
Taxon_Julve_C_Continentalite_Liste	Liste du comportement écologique : continentalité.
Taxon_Julve_Chorologie_Liste	Liste du comportement écologique : chorologie.
Taxon_Julve_CouleurFleurMacule_Liste	Liste des couleurs de la fleur et de la macule.
Taxon_Julve_Dissemination_Liste	Liste du type de dissémination.
Taxon_Julve_FormationVegetale_Liste	Liste du comportement écologique : formation végétale.
Taxon_Julve_HA_HumiditeAtmospherique_Liste	Liste du comportement écologique : humidité atmosphère.
Taxon_Julve_Habitat_Liste	Liste du comportement écologique : habitat.
Taxon_Julve_HE_HumiditeEdaphique_Liste	Liste du comportement écologique : humidité édaphique.
Taxon_Julve_Inflorescence_Liste	Liste du type d'inflorescence.
Taxon_Julve_L_Lumiere_Liste	Liste du comportement écologique : lumière.
Taxon_Julve_MO_MatiereOrganique_Liste	Liste du comportement écologique : matière organique.
Taxon_Julve_N_Nutriments_Liste	Liste du comportement écologique : nutriments.
Taxon_Julve_OrdreMaturation_Liste	Liste de l'ordre de maturation.
Taxon_Julve_Pollinisation_Liste	Liste du type de pollinisation.
Taxon_Julve_R_ReactionSol_Liste	Liste du comportement écologique : réaction du sol.
Taxon_Julve_S_Salinite_Liste	Liste du comportement écologique : salinité.
Taxon_Julve_Sexualite_Liste	Liste du type de sexualité.
Taxon_Julve_Syntaxon_Liste	Liste du comportement écologique : syntaxon.
Taxon_Julve_T_Temperature_Liste	Liste du comportement écologique : température.
Taxon_Julve_Tx_Texture_Liste	Liste du comportement écologique : texture.
Taxon_Julve_TypeBiologique_Liste	Liste du type biologique.
Taxon_Julve_TypeLigneux_Liste	Liste du type ligneux.
Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste	Liste de la durée de vie.
Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	Liste des types de reproduction (regroupés).
Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste	Liste des stratégies écologiques (regroupées).
Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste	Liste des hauteurs de croissance (regroupées).
Taxon_Kreuz_Origine_Liste	Liste des origines (regroupées).
Taxon_Kreuz_Strategie_Liste	Liste des stratégies écologiques.
Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste	Liste des types de reproduction.
Taxon_Lambinon_Chorologie_Liste	Liste du comportement écologique : chorologie.

Nom de la table	Description
Taxon_Lambinon_District_Liste	Liste du comportement écologique : district.
Taxon_Lambinon_FormeBiologique_Liste	Liste de la forme biologique.
Taxon_MoisFloraison_Liste	Liste des mois de floraison.
Taxon_NomVernaculaire_Liste	Liste des noms vernaculaires.
Taxon_PartiePlante_Liste	Liste de la partie de la plante.
Taxon_TypeSol_Liste	Liste du comportement écologique : type de sol.
Taxon_Usages_Liste	Liste des usages.

Il est à noter que les listes des caractéristiques écologiques des taxons ont été remplies d'après H. Ellenberg *et al.* (1991), Ph. Julve (2020), A. Kreuz et E. Schäfer (2011), J. Lambinon et F. Verloove (2012) et F. Vernier *et al.* (2013).

### 3.1.3.1. La table « Taxon\_PartiePlante\_Liste »

La table « Taxon\_PartiePlante\_Liste » mérite une attention particulière étant donné qu'elle comporte les coefficients permettant de calculer le NMI des vannes dont l'unité de calcul standard est, dans la mesure du possible, la base de glume. Des coefficients ont également été créés pour calculer le NMI des caryopses à partir des différents types de restes qui sont rassemblés dans cette catégorie (p. ex. 1<sup>er</sup> caryopse, 2<sup>e</sup> caryopse, caryopse, embryon). Ces calculs sont nécessaires pour la réalisation des analyses statistiques La table est composée de quatre *champs* (Tabl. 21 et Tabl. 22).

Tabl. 21 - Structure de la table « Taxon\_PartiePlante\_Liste ».

Table « Taxon_PartiePlante_Liste »		
Nom du champ	Type	Description
ID_PartiePlante	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant.
Nom_PartiePlante	Texte court	Nom de la partie de la plante.
kCaryopse	Numérique	Coefficients utilisés pour calculer le NMI des caryopses.
kVanne	Numérique	Coefficients utilisés pour calculer le NMI des vannes.

Tabl. 22 - Table « Taxon\_PartiePlante\_Liste ». Les coefficients attribués sont affichés.

Partie de la plante	Coefficient Caryopse	Coefficient Vanne
1er caryopse	1	
2e caryopse	1	
akène		
arille		
balle		1
barbe		1
base d'épillet		2
base de glume		1
base de glumelle		1
bec		
bractée		
bulbe		
bulbille		
caïeu		
calice		
capsule		
caryopse	1	
strobile (cône)		
strobile (cône femelle)		
strobile (cône mâle)		
coquille		
akène (cupule du gland)		
dents de calice		
diaphragme de tige		
éxocarpe/épicarpe		
strobile (écaille)		
écaille de bourgeon		
écorce		
endocarpe		
enveloppe		
épi		1
épillet		2
épines		
péricarpe		
feuille		
cône femelle		
fleuron		
follicule		
fruit		
funicule		
glume		1
glumelle		1
gousse		
graine		

3. Présentation du MLD de BDRAB® : les tables et les relations

Partie de la plante	Coefficient Caryopse	Coefficient Vanne
gynophore		
indéterminé		
inflorescence mâle		
involucre		
lemma (glumelle inférieure)		1
mésocarpe		
non renseigné		
palea (glumelle supérieure)		1
panicule		1
pappus		
pédicelle		
pédoncule		
périanthe		
périgone		
pétiole		
frgm rachis (entrenœud)		2
racine		
rhizome		
akène (samare)		
sclérote		
silicule		
silique		
frgm tige		1
utricule		
akène (nucule)		
akène (méricarpe)		
spore		
embryon	1	
akène (cypsèle)		
akène (gland)		
opercule		
oogone		
bois		
brindille		
pupe		
larve/asticot		
tête-thorax		
corps (tête-thorax-abdomen)		
tête		
bourgeon		
thorax-abdomen		
abdomen		
frgm tige (nœud)		1
néant		
furca		2

### 3.1.3.2. La table « Occupation\_Datation\_Liste »

La table « Occupation\_Datation\_Liste » mérite une attention particulière étant donné qu'elle comporte les informations chronologiques sur lesquelles sont basées la plupart des requêtes. Elle est composée de douze champs (Tabl. 23 et Fig. 23).

Tabl. 23 - Structure de la table « Occupation\_Datation\_Liste ».

Table « Occupation_Datation_Liste »		
Nom du champ	Type	Description
ID_Datation	NuméroAuto	Clé primaire. Identifiant. Clé étrangère de la table
ID_Systeme_Chrono	Numérique	« Occupation_Datation_Systeme_Liste ». Clé étrangère de la table
ID_Datation_Classification	Numérique	« Occupation_Datation_Classification_Liste ».
Nom_Datation	Texte court	Nom de la fourchette chronologique.
Borne_debut	Numérique	Borne de début approximative (en années). Les dates absolues ne sont pas calées précisément du fait de la rareté des dates dendrochronologiques et des plateaux <sup>14</sup> C.
Borne_fin	Numérique	Borne de fin approximative (en années). Les dates absolues ne sont pas calées précisément du fait de la rareté des dates dendrochronologiques et des plateaux <sup>14</sup> C.
Remarque_Datation	Texte long	Remarque.

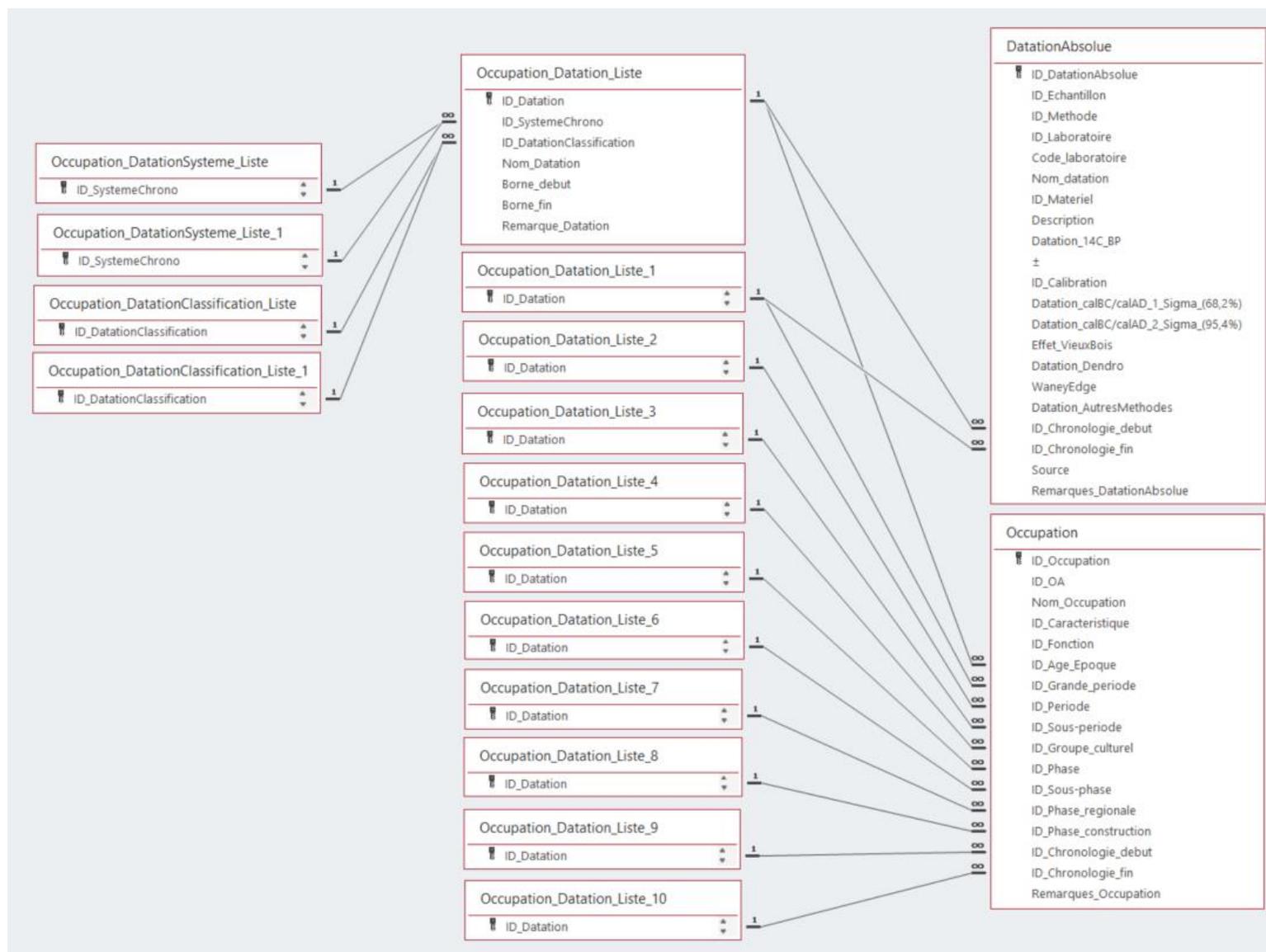


Fig. 23 - Schéma relationnel simplifié de la table « Occupation\_Datation\_Liste ». Seules les relations directes sont affichées.

À chaque fourchette chronologique (*champ* Nom\_Datation, p. ex. Néolithique ancien, Rubané, Rubané ancien, etc.) a été attribuée une classification (p. ex. période, groupe culturel, phase, phase régionale, etc.) ainsi qu'une borne de début (p. ex. -5300) et une borne de fin (p. ex. -4900) en années. Les bornes de début et de fin permettent de filtrer les requêtes d'une manière simple et efficace en fonction de la chronologie que l'on souhaite obtenir. Ce système a été conçu et mis à disposition par L. Aubry de l'UMR 8215 Trajectoires.

Étant donné qu'en Lorraine, comme en Alsace et au Grand-Duché de Luxembourg, la plupart des éléments néolithiques connus se rapportent à des cultures rhénanes, c'est la chronologie allemande de la moyenne vallée du Rhin qui est généralement retenue. Par conséquent, dans le cadre de cette thèse portant sur le Néolithique, seuls les systèmes chronologiques de la vallée du Rhin et de la vallée de la Moselle ont été développés avec la possibilité d'ajouter par la suite les systèmes chronologiques d'autres régions. Concernant les périodes préhistoriques, protohistoriques et historiques, un système général français a été prévu, mais il sera sans doute mené à être perfectionné (Tabl. 24).

Il est à noter que les dates attribuées aux bornes de début et de fin sont approximatives. Elles sont calculées sur la base des datations radiocarbone, dont on connaît les limites (p. ex. effet « vieux bois », plateaux <sup>14</sup>C, pollutions diverses). Cet aspect ne gêne pas les résultats des requêtes, le point important étant que les dates s'enchaînent. En outre, nous n'avons pas attribué de dates aux phases d'occupation, c'est pourquoi elles ne doivent pas être employées pour remplir les *champs* « Chronologie de début » et « Chronologie de fin » du *formulaire* « FRM\_3\_Occupation » (voir 4.1.2.2).

Un autre point important à noter est celui de l'utilisation du terme « Protohistoire ». Nous avons fait le choix, pour des questions pratiques, de suivre de découpage chronologique proposé par l'Inrap selon lequel la Protohistoire débute à partir de l'âge du Bronze avec l'introduction d'un nouveau matériau : le métal (Inrap, 2020). Nous sommes toutefois conscients que, d'un point de vue scientifique, une Protohistoire incluant le Néolithique est la seule possible. En effet, tel que l'explique A. Lehoërff (2009, p. 1133), la période néolithique représente un moment clé dans l'histoire européenne dans la mesure où des mécanismes économiques et sociaux fondamentaux se mettent en place. En revanche, l'introduction du métal n'est pas une « révolution » en soi.

3. Présentation du MLD de BDRAB® : les tables et les relations

Tabl. 24 – Table « Occupation\_Datation\_Liste ». Les bornes de début et de fin attribuées sont affichées.

Systeme	Classification	Nom datation	Borne début	Borne fin
Tous	phase de construction	ph. const. 1		
Tous	phase de construction	ph. const. 2		
Tous	phase de construction	ph. const. 3		
Français	groupe culturel	Abbevillien	-1500000	-300000
Français	grande période	Paléolithique	-1500000	-12000
Français	grande période	Paléolithique - Épi-Paléolithique	-1500000	-9000
Français	période	Paléolithique inférieur	-1500000	-200000
Français	âge / époque	Préhistoire	-1500000	-2400
Français	âge / époque	Préhistoire - Protohistoire	-1500000	-25
Français	âge / époque	Préhistoire ?	-1500000	-2400
Français	groupe culturel	Acheuléen	-300000	-200000
Français	groupe culturel	Moustérien	-200000	-45000
Français	période	Paléolithique moyen	-200000	-45000
Français	groupe culturel	Aurignacien	-45000	-32000
Français	période	Paléolithique supérieur	-45000	-12000
Français	phase	Châtelperronien	-32000	-26000
Français	groupe culturel	Périgordien	-32000	-22000
Français	phase	Gravettien	-26000	-22000
Français	groupe culturel	Solutréen	-22000	-17000
Français	groupe culturel	Magdalénien	-17000	-1200
Français	groupe culturel	Azilien	-12000	-9000
Français	période	Épi-Paléolithique	-12000	-9000
Français	grande période	Épi-Paléolithique - Mésolithique	-12000	-9000
Français	grande période	Mésolithique	-9000	-5000
Français	période	Mésolithique ancien	-9000	-8000
Français	phase	Mésolithique moyen	-8000	-7000
Français	phase	Mésolithique récent	-7000	-6000
Français	phase	Mésolithique final	-6000	-5000
Vallée du Rhin (DE)	grande période	Néolithique	-5300	-2400
Vallée du Rhin (DE)	grande période	Néolithique - âge du Bronze	-5300	-800
Vallée du Rhin (DE)	grande période	Néolithique - âge du Fer	-5300	-25
Vallée du Rhin (DE)	grande période	Néolithique - Chalcolithique	-5300	-1800
Vallée du Rhin (DE)	grande période	Néolithique ?	-5300	-2400
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique ancien	-5300	-4900
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique ancien - final	-5300	-2400
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique ancien - moyen	-5300	-4300
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 1	-5300	-5260
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Rubané	-5300	-4900
Vallée de la Moselle (FR)	groupe culturel	Rubané - Groupe Seine-Oise-Marne	-5300	-2900
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané ancien	-5300	-5220
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané ancien - final	-5300	-4980
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 2	-5260	-5220
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 2 - 8	-5260	-4980
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 3	-5220	-5180

Systeme	Classification	Nom datation	Borne début	Borne fin
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 3 - 4	-5220	-5180
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 3 - 6	-5220	-5080
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané moyen	-5220	-5140
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané moyen - récent	-5220	-5060
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 4	-5180	-5180
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 4 - 5	-5180	-5120
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 4 - 5/6	-5180	-5100
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5	-5140	-5120
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5 - 6	-5140	-5080
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5 - 7	-5140	-5020
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5 - 8	-5140	-4980
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané récent	-5140	-5060
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané récent - final	-5140	-4980
Vallée du Rhin (DE)	sous-phase	Rubané récent A	-5140	-5100
Vallée du Rhin (DE)	sous-phase	Rubané récent A - récent B	-5140	-5060
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5/6	-5120	-5100
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5/6 - 6	-5120	-5080
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5/6 - 8	-5120	-4980
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 5/6 ?	-5120	-5100
Vallée de la Moselle (FR)	phase de construction	ph. styl Marainville 1, ph. const. 2	-5120	-5080
Vallée de la Moselle (FR)	phase de construction	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	-5120	-5100
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 6	-5100	-5080
Vallée du Rhin (DE)	sous-phase	Rubané récent B	-5100	-5060
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 6/7	-5080	-5060
Vallée de la Moselle (FR)	phase de construction	ph. styl. Marainville 2, ph. const. 2	-5080	-4980
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 7	-5060	-5020
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 7 - 8	-5060	-4980
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 7 - 8/début 9	-5060	-4940
Vallée de la Moselle (FR)	phase de construction	ph. styl. Marainville 2, ph. const. 1	-5060	-4940
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané final	-5060	-4980
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 8	-5020	-4980
Vallée de la Moselle (FR)	phase régionale	ph. rég. 9	-4980	-4900
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rubané terminal	-4980	-4900
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Grossgartach	-4900	-4750
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Grossgartach - Entzheim / Menneville	-4900	-4100
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Grossgartach - Rössen	-4900	-4500
Vallée du Rhin (DE)	phase	Grossgartach ancien	-4900	-4850
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique moyen	-4900	-4300
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique moyen - Bronze ancien	-4900	-1600
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique moyen - final	-4900	-2400
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique moyen - récent	-4900	-3500
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique moyen - Second âge du Fer	-4900	-25
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique moyen ?	-4900	-4300
Vallée du Rhin (DE)	phase	Grossgartach moyen	-4850	-4800
Vallée du Rhin (DE)	phase	Grossgartach récent	-4800	-4750

3. Présentation du MLD de BDRAB® : les tables et les relations

Systeme	Classification	Nom datation	Borne début	Borne fin
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Rössen	-4750	-4500
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Rössen - Bischheim	-4750	-4300
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Rössen - Michelsberg	-4750	-3500
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Rössen ?	-4750	-4500
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rössen ancien	-4750	-4650
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rössen moyen	-4650	-4600
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rössen récent - final	-4600	-4500
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rössen récent	-4600	-4550
Vallée du Rhin (DE)	phase	Rössen final	-4550	-4500
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Bischheim	-4500	-4300
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Entzheim / Menneville	-4300	-4100
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique récent	-4300	-3500
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique récent - Bronze ancien	-4300	-1600
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique récent - Épi-Néolithique	-4300	-2200
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique récent - final	-4300	-2400
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique récent ?	-4300	-3500
Vallée du Rhin (DE)	sous-période	Néolithique récent I	-4300	-4100
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Michelsberg	-4100	-3500
Vallée de la Moselle (FR)	groupe culturel	Michelsberg - Groupe Seine-Oise-Marne	-4100	-2800
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Michelsberg ?	-4100	-3500
Vallée du Rhin (DE)	phase	Michelsberg ancien	-4100	-3950
Vallée du Rhin (DE)	sous-période	Néolithique récent II	-4100	-3500
Vallée du Rhin (DE)	sous-période	Néolithique récent II - final I	-4100	-2900
Vallée du Rhin (DE)	phase	Michelsberg moyen	-3950	-3800
Vallée du Rhin (DE)	phase	Michelsberg final	-3800	-3500
Vallée de la Moselle (FR)	groupe culturel	Groupe Seine-Oise-Marne	-3500	-2900
Vallée de la Moselle (FR)	période	Néolithique final	-3500	-2400
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique final - Bronze ancien	-3500	-1600
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique final - Épi-Néolithique	-3500	-2150
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique final ?	-3500	-2400
Vallée du Rhin (DE)	sous-période	Néolithique final I	-3500	-2900
Vallée de la Moselle (FR)	groupe culturel	Groupe Mosellan Cordé	-2900	-2400
Vallée de la Moselle (FR)	groupe culturel	Groupe Mosellan Cordé - Campaniforme	-2900	-2200
Vallée du Rhin (DE)	période	Néolithique final - Épi-Néolithique	-2900	-2200
Vallée du Rhin (DE)	sous-période	Néolithique final II	-2900	-2400
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Campaniforme	-2400	-2200
Vallée du Rhin (DE)	groupe culturel	Campaniforme ?	-2400	-2200
Vallée du Rhin (DE)	phase	Campaniforme ancien	-2400	-2335
Vallée du Rhin (DE)	grande période	Épi-Néolithique (Chalcolithique)	-2400	-2200
Français	âge / époque	Protohistoire	-2400	-25
Français	âge / époque	Protohistoire ?	-2400	-25
Français	phase	Campaniforme moyen	-2335	-2275
Français	phase	Campaniforme moyen - final	-2335	-2200
Français	phase	Campaniforme final	-2275	-2200
Français	grande période	âge du Bronze	-2200	-800

3. La base de données BDRAB<sup>®</sup> et le MLD : les tables et les relations

Systeme	Classification	Nom datation	Borne début	Borne fin
Français	grande période	âge du Bronze - âge du Fer	-2200	-25
Français	période	Bronze ancien	-2200	-1600
Français	sous-période	Bronze ancien I (Bz A1)	-2200	-1900
Français	sous-période	Bronze ancien II (Bz A1)	-1900	-1600
Français	sous-période	Bronze ancien (Br A2)	-1800	-1600
Français	période	Bronze moyen	-1600	-1350
Français	sous-période	Bronze moyen I (Bz B1/B2)	-1600	-1500
Français	sous-période	Bronze moyen II (Bz C1/C2)	-1500	-1350
Français	période	Bronze final	-1350	-800
Français	période	Bronze final - Premier âge du Fer	-1350	-460
Français	période	Bronze final - Second âge du Fer	-1350	-25
Français	sous-période	Bronze final I (Bz D)	-1350	-1250
Français	sous-période	Bronze final IIa (Ha A1)	-1250	-1150
Français	sous-période	Bronze final IIb (Ha A2)	-1150	-1020
Français	sous-période	Bronze final IIb (Ha A2) - Bronze final IIIa (Ha B1)	-1150	-930
Français	sous-période	Bronze final IIIa (Ha B1)	-1020	-930
Français	sous-période	Bronze final IIIb (Ha B2/B3)	-930	-800
Français	grande période	âge du Fer	-800	-25
Français	groupe culturel	Gündlingen	-800	-730
Français	période	Premier âge du Fer	-800	-460
Français	période	Premier âge du Fer - Second âge du Fer	-800	-25
Français	groupe culturel	Hallstatt	-730	-460
Français	groupe culturel	Hallstatt - La Tène	-730	-25
Français	phase	Hallstatt ancien (Ha C)	-730	-620
Français	phase	Hallstatt moyen (Ha D1)	-620	-530
Français	phase	Hallstatt final (Ha D2/Ha D3)	-530	-460
Français	phase	Hallstatt final (Ha D2/Ha D3) - La Tène ancienne	-530	-400
Français	sous-phase	Hallstatt final I (Ha D2)	-530	-495
Français	sous-phase	Hallstatt final II (Ha D3)	-495	-460
Français	sous-phase	Hallstatt final II (Ha D3) - La Tène ancienne Ia (LT A)	-495	-320
Français	groupe culturel	La Tène	-460	-25
Français	phase	La Tène ancienne	-460	-250
Français	sous-phase	La Tène ancienne Ia (LT A)	-460	-400
Français	sous-phase	La Tène ancienne Ia (LT A) - La Tène ancienne Ib (LT B1)	-460	-320
Français	période	Second âge du Fer	-460	-25
Français	sous-phase	La Tène ancienne Ib (LT B1)	-400	-320
Français	sous-phase	La Tène ancienne Ic (LT B2)	-320	-250
Français	phase	La Tène moyenne	-250	-150
Français	sous-phase	La Tène moyenne IIa (LT C1)	-250	-180
Français	sous-phase	La Tène moyenne IIb (LT C2)	-180	-150
Français	phase	La Tène finale	-150	-25
Français	sous-phase	La Tène finale IIIa (LT D1)	-150	-90
Français	sous-phase	La Tène finale IIIb (LT D2)	-90	-25

Systeme	Classification	Nom datation	Borne début	Borne fin
Français	grande période	Epoque romaine	-25	450
Français	période	Haut-Empire	-25	192
Français	âge / époque	Périodes historiques	-25	2000
Français	période	Bas-Empire	192	450
Français	période	Haut Moyen Âge	450	1000
Français	groupe culturel	Mérovingien	450	750
Français	grande période	Moyen Âge	450	1450
Français	groupe culturel	Carolingien	750	1000
Français	période	Bas Moyen Âge	1000	1450
Français	grande période	Epoque moderne	1450	1789
Français	période	Renaissance	1450	1600
Français	période	Ancien Régime et siècle des Lumières	1600	1789
Français	grande période	Epoque contemporaine	1789	2000
Français	période	Industrialisation	1789	2000

### 3.1.3.3. La table « Analyse\_StadeConservationCaryopse\_Liste »

Les données de la table « Analyse\_StadeConservationCaryopse\_Liste » (Tabl. 25) sont une reprise des travaux de S. Boardman et G. Jones (1990) traduits en français par M.-P. Ruas et L. Bouby (2010).

Tabl. 25 - Échelle utilisée pour enregistrer le stade de déformation des caryopses (Boardman et Jones, 1990, p. 4 ; Ruas et Bouby, 2010, p. 75).

Stade déformation caryopses	Description
D1	Déformation très légère.
D2	Légère déformation (petit gonflement, dissymétrie).
D3	Nettement déformé (boursouflures, creusement, torsion).
D4	Fortement déformé (grain fragmenté, éclatement, friable).
D5	Grain partiellement détruit ou fondu (albumen vitrifié).

### 3.1.3.4. La table « Analyse\_DegreConservationCaryopse\_Liste »

Les données de la table « Analyse\_DegreConservationCaryopse\_Liste » (Tabl. 26) sont une reprise des travaux de S. Boardman et G. Jones (1990) traduits en français par M.-P. Ruas et L. Bouby (2010).

Tabl. 26 - Échelle utilisée pour enregistrer le degré de conservation des caryopses (Boardman et Jones, 1990, p. 4 ; Ruas et Bouby, 2010, p. 75).

Degré de conservation caryopses	Description
P1	Parfait : poils du caryopse et autres menus éléments conservés.
P2	Épiderme pratiquement intact, poils parfois conservés, embryon en place.
P3	Épidermes incomplets, albumen apparent, embryon parfois présent, sillon ventral bien visible.
P4	Lambeaux d'épiderme, autres éléments en général disparus, scutellum et sillon ventral visibles, extrémités du grain plus ou moins complètes.
P5	Forte érosion de la surface, scutellum peu visible, sillon ventral effacé, extrémités du grain émoussées ou absentes, morphologie générale sommaire.
P6	Fragment vésiculaire ou albumen fortement troué de grain, albumen vitrifié.

### 3.1.3.5. La table « Analyse\_DegreConservationAutres\_Liste »

Les données de la table « Analyse\_DegreConservationAutres\_Liste » (Tabl. 27) ont été établies en en prenant comme point de repère la table « Analyse\_DegreConservationCaryopse\_Liste ».

Tabl. 27 - Échelle utilisée pour enregistrer le degré de conservation des carpocestes autres que des caryopses.

Degré de conservation autres	Description
Excellente	Menus éléments conservés.
Très bonne	Épiderme pratiquement intact.
Bonne	Épiderme incomplet.
Moyenne	Lambeaux d'épiderme.
Mauvaise	Forte érosion de la surface.
Très mauvaise	Surface fortement trouée et/ou vitrifiée.

### 3.1.3.6. La table « Taxon\_Categorie\_Liste »

La table « Taxon\_Categorie\_Liste » présente les catégories définies pour la présentation des taxons dans les tableaux de décompte (Tabl. 28).

Tabl. 28 - Liste des catégories définies pour les tableaux de décompte.

Catégorie
A. Céréales
B. Légumineuses
C. Légumes
D. Plantes aromatiques/oléagineuses/textiles
E. Plantes tinctoriales
F. Forêts, bois, lisières, clairières, coupes, haies, fourrés
G. Messicoles

<b>Catégorie</b>
H. Végétation de zones ouvertes, pelouses et prairies
I. Adventices, végétation de zones rudérales et autre végétation synanthrope
J. Plantes de zones humides
K. Plantes aquatiques
L. Divers
M. Algues vertes
N. Fougères
O. Bryophytes (mousses)
P. Lichens
Q. Champignons
R. Insectes
S. Mollusques
T. Crustacés
U. Matière organique (MO)

### 3.1.3.7. La table « Taxon\_Categorie\_Ellenberg\_Liste »

La table « Taxon\_Categorie\_Ellenberg\_Liste » présente les catégories issues des travaux de H. Ellenberg *et al.* (1991), définies pour la présentation des taxons dans les tableaux de décompte (Tabl. 29).

Tabl. 29 - Liste des catégories définies pour les tableaux de décompte selon H. Ellenberg *et al.* (1991).

<b>Catégorie Ellenberg</b>
A. Céréales
B. Légumineuses
C. Plantes aromatiques/oléagineuses/textiles/tinctoriales
D. 1. Plantes aquatiques et de zones humides (eau douce)
E. 2. Plantes aquatiques et de zones humides (eau salée)
F. 3. Végétation herbacée anthropisée
G. 4. Couloirs en pierre et pelouses alpines
H. 5. Végétation de prés et pâturages
I. 6. Végétation vivace de bords des forêts, friches et buissons
J. 7. Végétation de forêts (conifères) et landes
K. 8. Végétation de forêts (feuillus) et buissons
L. Non classifiés
M. Autres
N. Algues vertes
O. Fougères
P. Bryophytes (mousses)
Q. Lichens
R. Champignons
S. Insectes
T. Mollusques

Catégorie Ellenberg
U. Crustacés
V. Matière organique (MO)

### 3.1.3.8. La table « Taxon\_Categorie\_Statistiques\_Liste »

La table « Taxon\_Categorie\_Statistiques\_Liste » présente les catégories définies pour le traitement statistique des données (Tabl. 30).

Tabl. 30 - Liste des catégories définies pour les analyses statistiques.

Catégorie Statistiques
A. Céréales
B. Légumineuses
C. Légumes
D. Plantes aromatiques/oléagineuses/textiles
E. Plantes tinctoriales
F. Plantes de cueillette
G. Messicoles, adventices et autres plantes sauvages
H. Plantes aquatiques et de zones humides
I. Divers
J. Algues vertes
K. Fougères
L. Bryophytes (mousses)
M. Lichens
N. Champignons
O. Insectes
P. Mollusques
Q. Crustacés
R. Matière organique (MO)

### 3.1.3.1. La table « Taxon\_Famille\_Liste »

La liste des données de la table « Taxon\_Famille\_Liste » a été dressée à partir des publications réalisées à la suite de la quatrième session de l'Angiosperm Phylogeny Group (APG IV, 2016) et de la première session du Pteridophyte Phylogeny Group (PPG I, 2016).



## 4. L'application BDRAB<sup>®</sup>

### 4.1. Les formulaires

Les *formulaires* sont des interfaces graphiques de présentation des données basées sur des tables ou des requêtes. Il s'agit d'une partie importante de la base de données puisqu'ils sont l'interface entre l'utilisateur et les fichiers et c'est par eux que les informations sont saisies. Il est possible de programmer des boutons de commande afin d'effectuer des tâches variées telles qu'ouvrir d'autres *formulaires* ou *états*, ajouter, enregistrer ou supprimer un *enregistrement*, entre autres.

#### 4.1.1. Les formulaires d'accueil

##### 4.1.1.1. Le formulaire « FRM\_0\_Info »

Le *formulaire* de démarrage s'ouvre au moment de l'ouverture de la base de données. Il permet de faire le choix du fichier contenant les données (Fig. 24, A) puis d'entrer dans la base (Fig. 24, B).



Fig. 24 - Vue du *formulaire* « FRM\_0\_Info ».

##### 4.1.1.2. Le formulaire « FRM\_1\_Accueil »

Une fois choisi le fichier contenant les données, le *formulaire* d'accueil s'ouvre. Cinq options sont alors proposées :

1. Saisie de données (Fig. 25, A, voir 4.1.2) ;

2. Caractéristiques écologiques (Fig. 25, B, voir 4.1.2.1) ;
3. Rapports OA (Fig. 25, C, voir 4.1.3.1) ;
4. Rapports carpologiques (Fig. 25, D, voir 4.1.3.2) ;
5. Export décomptes (Fig. 25, E, voir 4.1.3.3) ;
6. Résultats requêtes (Fig. 25, F, voir 4.1.3.4).



Fig. 25 - Vue du *formulaire* « FRM\_1\_Accueil ».

Pour accéder aux menus et au volet de navigation de l'application, il suffit de « double cliquer » en haut à gauche de ce formulaire (Fig. 25, G).

#### 4.1.2. Les formulaires de saisie de données

Afin de favoriser une saisie organisée et détaillée des données, nous avons opté pour un modèle de saisie allant du général au particulier. Ce modèle est composé de sept *formulaires* : Opération archéologique, Occupation, Contexte, Échantillon et analyse, Datation absolue, Taxon et Caractéristiques écologiques.

##### 4.1.2.1. Le formulaire « FRM\_2\_OA »

Ce *formulaire* regroupe la saisie de toutes les données relatives à l'opération archéologique qui sont archivées dans la *table* « OA » (voir 3.1.1.1). Le *formulaire* s'ouvre

sur la dernière OA active au clic du bouton « Saisie des données » du formulaire « FRM\_1\_Accueil » (voir 4.1.1.2). Quelques remarques sont à prendre en compte lors de la saisie de certains *champs* (Tabl. 31).

Tabl. 31 - Conseils pour la saisie des *champs* du formulaire « FRM\_2\_OA ».

<i>Champ dans le formulaire</i>	<i>Champ associé dans la table</i>	<b>Conseils pour la saisie</b>
En haut à gauche	ID_OA	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 26, A).
N° site	Numero_site	Ce <i>champ</i> permet de filtrer les sites lors de <i>requêtes</i> . Il peut être soit rempli avec un numéro de notre choix, soit laissé vide, en fonction du corpus de sites que l'on souhaite prendre en compte (Fig. 26, B).
Nom usuel	Nom_usuel_OA	Il faut remplacer les apostrophes par des accents (´), autrement la concaténation des noms des différentes opérations archéologiques d'un même site ne fonctionnera pas (voir 4.2.1). De même, les guillemets doivent correspondre aux symboles français (« et »), ils peuvent alors être collés à partir de Microsoft Word <sup>®</sup> (Fig. 26, C).
Commune	ID_Commune	Il faut taper le numéro du département suivi du nom de la commune (Fig. 26, D).
Département	Nom_Departement	Le <i>champ</i> se remplit automatiquement lors de la saisie du nom de la commune (Fig. 26, D).
Région	Nom_Region	Le <i>champ</i> se remplit automatiquement lors de la saisie du nom de la commune (Fig. 26, D).
Pays	Nom_Pays	Le <i>champ</i> se remplit automatiquement lors de la saisie du nom de la commune (Fig. 26, D).
X	X	Si besoin d'un séparateur, il faut utiliser la virgule (Fig. 26, E).
Y	Y	Si besoin d'un séparateur, il faut utiliser la virgule (Fig. 26, E).
Bibliographie OA	Biblio_OA	Remplir la bibliographie complète. Le <i>champ</i> correspond au <i>sous-formulaire</i> « SF_Bibliographie_OA » (Fig. 27, A) associés à la <i>table</i> « Bibliographie_OA ».
Bibliographie Archéobotanique	Biblio_archeobota	Remplir la bibliographie complète. Le <i>champ</i> correspond au <i>sous-formulaire</i> « SF_Bibliographie_Archeobotanique » (Fig. 27, B) associé à la <i>table</i> « Bibliographie_Archéobotanique ».

Une fois le *formulaire* rempli, le bouton « Consulter Occupations » (Fig. 27, C) permet de consulter les occupations associées à l'opération archéologique (ouverture du *formulaire* « FRM\_3\_Occupation »). Si aucune occupation associée n'a encore été saisie, une boîte de dialogue propose d'en saisir une nouvelle.

Fig. 26 - Vue du formulaire « FRM\_2\_OA ».

Fig. 27 - Vue du formulaire « FRM\_2\_OA » (suite).

#### 4.1.2.2. Le formulaire « FRM\_3\_Occupation »

Ce formulaire regroupe la saisie de toutes les données relatives aux différentes occupations d'un site qui sont archivées dans la table « Occupation » (voir 3.1.1.2). Le formulaire s'ouvre au clic du bouton « Consulter Occupations » du formulaire

« FRM\_2\_OA » (voir 4.1.2.1). Quelques remarques sont à prendre en compte lors de la saisie de certains *champs* (Tabl. 32).

Tabl. 32 - Conseils pour la saisie des *champs* du *formulaire* « FRM\_3\_Occupation ».

<i>Champ dans le formulaire</i>	<i>Champ associé dans la table</i>	<i>Conseils pour la saisie</i>
Numéro en haut à gauche	ID_Contexte	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 28, A).
Numéro en haut à gauche (gris)	ID_OA	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 28, A).
Opération archéologique	ID_OA	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 28, A).
Nom occupation	Nom_Occupation	Nom OA abrégé_Nom abrégé chronologie la plus précise (p. ex. MarainvilleNaviot_Rubané récent - final ; MarainvilleNaviot_ph. styl. Marainville 1_ph. const. 1, Fig. 28, A).
Chronologie de début	ID_Chronologie_debut	Ces <i>champs</i> permettent de filtrer la fourchette chronologique lors des <i>requêtes</i> , grâce aux dates absolues des bornes de début et de fin (même si elles sont approximatives, voir 3.1.3.2). Il faut donc remplir la datation la plus précise possible ayant des bornes de début et de fin (Fig. 28, B). Il est à noter que les phases d'occupation ne s'affichent pas lorsqu'elles ne comportent pas de date absolue correspondant aux bornes de début et de fin (p.ex. les phases de construction), on les réserve alors pour le menu placé à droite du formulaire (Fig. 28, C).
Chronologie de fin	ID_Chronologie_fin	
Âge/Époque	ID_Age_Epoque	Bien qu'ils semblent inutiles ou redondants, ces <i>champs</i> constituent l'en-tête des tableaux de décompte, d'où l'importance de les remplir (Fig. 28, C).
Grande période	ID_Grande_periode	
Période	ID_Periode	
Sous-période	ID_Sous-periode	
Groupe culturel	ID_Groupe_culturel	
Phase	ID_Phase	
Sous-phase	ID_Sous-phase	
Phase régionale	ID_Phase_regionale	
Phase de construction/ stylistique	ID_Phase_construction	
Niveau I, Nom Niveau I	Niveau_I, Nom_Niveau_I	
Niveau H, Nom Niveau H	Niveau_H, Nom_Niveau_H	
Niveau G, Nom Niveau G	Niveau_G, Nom_Niveau_G	
Niveau F, Nom Niveau F	Niveau_F, Nom_Niveau_F	
Niveau E, Nom Niveau E	Niveau_E, Nom_Niveau_E	
Niveau D, Nom Niveau D	Niveau_D, Nom_Niveau_D	
Niveau C, Nom Niveau C	Niveau_C, Nom_Niveau_C	
Niveau B, Nom Niveau B	Niveau_B, Nom_Niveau_B	
Niveau A, Nom Niveau A	Niveau_A, Nom_Niveau_A	

Une fois le *formulaire* rempli, deux choix sont possibles. D'une part, il est possible de revenir sur le *formulaire* consacré à l'opération archéologique associée (Fig. 28, E). D'autre part, le *bouton* « Consulter Contexte » (Fig. 28, F) permet d'ouvrir le *formulaire* « FRM\_4\_Contexte ». Il est à noter que ce dernier s'ouvre dans l'enregistrement correspondant à la ligne active du *sous-formulaire* « Contextes ». Par ailleurs, en cliquant sur le *champ* « ID\_Contexte » (Fig. 28, G), il est également possible d'ouvrir le *formulaire* « FRM\_4\_Contexte » correspondant à cet enregistrement spécifique.

ID_Contexte	Nom contexte	Niveau I	Nom	Niveau H	Nom	Niveau G	Nor	Niveau F	Nom	Niveau E	Nom Niveau E
147	BertrangeKosenacker_Fosse 2056	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		
156	BertrangeKosenacker_Tierce 2385	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		
154	BertrangeKosenacker_Tierce 2386	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		
161	BertrangeKosenacker_Tierce 2390	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		
160	BertrangeKosenacker_Tierce 2391	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		
159	BertrangeKosenacker_Tierce 2392	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		
162	BertrangeKosenacker_Tierce 2393	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		
157	BertrangeKosenacker_Tierce 2396	néant	Zone	3	néant	néant		Maison	M3		

Fig. 28 - Vue du *formulaire* « FRM\_3\_Occupation ».

#### 4.1.2.3. Le *formulaire* « FRM\_4\_Contexte »

Ce *formulaire* regroupe la saisie des informations relatives aux contextes d'une occupation qui sont archivées dans la *table* « Contexte » (voir 3.1.1.1). Le *formulaire* s'ouvre au clic du *bouton* « Consulter contexte » du *formulaire* « FRM\_3\_Occupation » (voir 4.1.2.2). Quelques remarques sont à prendre en compte lors de la saisie de certains *champs* (Tabl. 33).

Tabl. 33 - Conseils pour la saisie des *champs* du *formulaire* « FRM\_4\_Contexte ».

<i>Champ dans le formulaire</i>	<i>Champ associé dans la table</i>	<i>Conseils pour la saisie</i>
Numéro en haut à gauche	ID_Contexte	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 29, A).
Numéro en haut à gauche (gris)	ID_Occupation	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 29, A).
Opération archéologique	ID_Occupation	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 29, A).
Occupation	ID_Occupation	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 29, A).
Nom contexte	Nom_Contexte	Nom OA abrégé suivi du nom du contexte abrégé (p. ex. MarainvilleNaviot_Tierce 1075, Fig. 29, A).
Niveaux A à I	Niveaux_A à Niveau_I	Si la saisie de ces champs a été faite à partir du <i>sous-formulaire</i> « SF_Contextes » affiché dans le <i>formulaire</i> « FRM_3_Occupation », alors à l'ouverture du <i>formulaire</i> « FRM_4_Contexte » les informations sont visibles (Fig. 29, B). Les structures qui ont été fouillées en sondage et en fouille sont de préférence saisies séparément avec leur nomenclature d'origine.
X, Y et Z	X, Y et Z	Coordonnées géographiques du contexte (Fig. 29, C).
SCR	ID_SCR	Système de coordonnées de référence du contexte (Fig. 29, C).
Mobilier, Matériau, Fragments, NMI, Poids en g, Brûlé, Remarques	ID_Mobilier, ID_Matériau, Fragments, NMI, Poids_g, Brûlé, Remarques	Ces <i>champs</i> correspondent au <i>sous-formulaire</i> « SF_Contexte_Mobilier » (Fig. 28, D) associé à la <i>table</i> « Contexte_Mobilier » (voir 3.1.2.4).

Une fois le *formulaire* rempli, deux choix sont possibles. D'une part, il est possible de revenir sur le *formulaire* consacré à l'occupation associée (Fig. 29, E). D'autre part, le *bouton* « Consulter Echantillon et Analyse » (Fig. 29, F) permet d'ouvrir le *formulaire* « FRM\_5\_EchantillonAnalyse ».

Fig. 29 - Vue du formulaire « FRM\_4\_Contexte ».

#### 4.1.2.4. Le formulaire « FRM\_5\_EchantillonAnalyse »

Ce *formulaire* regroupe la saisie des informations relatives à l'échantillon et à l'analyse carpologique qui sont archivées respectivement dans les *tables* « Echantillon » (voir 3.1.1.2) et « Analyse » (voir 3.1.1.4). Le *formulaire* s'ouvre au clic du bouton « Consulter échantillon et analyse » du *formulaire* « FRM\_4\_Contexte » (voir 4.1.2.3). Quelques remarques sont à prendre en compte lors de la saisie de certains *champs* (Tabl. 34).

Tabl. 34 - Conseils pour la saisie des *champs* du *formulaire* « FRM\_5\_EchantillonAnalyse » et du sous-*formulaire* « SF\_Analyse »

Champ dans le formulaire	Champ associé dans la table	Conseils pour la saisie
Numéro en haut à gauche	ID_Echantillon	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 30, A).
Numéro en haut à gauche (gris)	ID_Contexte	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 30, A).
Niveaux A à D	Niveaux_A à Niveau_D	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 30, A).
Nom échantillon	Nom_Echantillon	Nom usuel abrégé suivi du nom et du type de contexte (p. ex. MarainvilleNaviot_Tierce 1075_éch 1,

<i>Champ dans le formulaire</i>	<i>Champ associé dans la table</i>	<i>Conseils pour la saisie</i>
Spécialiste Litres spécialiste	ID_Annuaire Litres spécialiste	Fig. 30, B). Ces <i>champs</i> correspondent au <i>sous-formulaire</i> « SF_Echantillon_Auteur_Analyse » (Fig. 30, C) associé à la <i>table</i> « Echantillon_Auteur_Analyse » (voir 3.1.2.5).
Tamissage, Opérateur, Litres Maille min et max	ID_Tamissage ID_Annuaire Litres_operateur ID_maille	Ces <i>champs</i> correspondent au <i>sous-formulaire</i> « SF_Echantillon_Tamissage » (Fig. 30, D) associé à la <i>table</i> « Echantillon_Tamissage » (voir 3.1.2.6).
Sous total Total NMI Total litres Densité	SousTotal_NMI Total_NMI_echantillon Total_litres_echantillon Densité_echantillon	Ces <i>champs</i> correspondent au <i>sous-formulaire</i> « SF_Echantillon_Densité » (Fig. 30, F) associé au groupe de <i>requêtes</i> « RQTSF_Echantillon_Densite » (voir 4.2.24). Ils se remplissent automatiquement.
Taxon Partie plante Mode conservation	ID_Taxon ID_PartiePlante ID_ModeConservation	Ces <i>champs</i> correspondent au <i>sous-formulaire</i> « SF_Analyse » (Fig. 31, A et Fig. 32, A, B et C) associé à la <i>table</i> « Analyse » (voir 3.1.1.4). La saisie des <i>champs</i> se fait grâce à une liste déroulante, il suffit de taper les premières lettres. <i>Champ</i> Taxon : lors de la saisie de vestiges de type « Coprolithes », il faut cocher le champ « Carpocestes » afin que l'échantillon s'affiche comme positif et soit pris en compte lors de l'export du tableau de comptage. Par ailleurs, dans le <i>champ</i> « NMI au jugé » il faut marquer 0 (zéro), afin que dans le tableau le chiffre soit converti en « X ». Mettre alors le chiffre réel dans le <i>champ</i> « Restes NMI ».
Stade déformation caryopse Degré déformation caryopse Degré conservation autres	ID_StadeDeformationCaryopse ID_DegreDeformationCaryopse ID_DegreConservationAutres	Ces <i>champs</i> correspondent au <i>sous-formulaire</i> « SF_Analyse » (Fig. 31, A et Fig. 33, A, B et C). La saisie des <i>champs</i> se fait grâce aux listes déroulantes dont la description est présentée dans les <i>tables</i> Tabl. 25, Tabl. 26 et Tabl. 27 (voir 3.1.2.11).
Adresse fichier	CheminFichier	Ce <i>champ</i> correspond au <i>sous-formulaire</i> « SF_Analyse » (Fig. 31, A et Fig. 33, D). Il est géré grâce aux <i>boutons</i> « Choisir », « Ouvrir » et « Supprimer » qui se trouvent à l'extrémité droite du <i>sous-formulaire</i> .
Taxon Partie Plante Longueur Largeur Hauteur	ID_Taxon ID_PartiePlante Longueur Largeur Hauteur	Ces <i>champs</i> correspondent au <i>sous-formulaire</i> « SF_MesuresGraines » (Fig. 31, B) associé à la <i>table</i> « Analyse_MesuresGraines » (voir 3.1.2.1).

Lors du remplissage du formulaire, le *bouton* « Consulter Datation absolue » (Fig. 30, E) permet de consulter les datations absolues associées à l'échantillon (ouverture du *formulaire* « FRM\_6\_DatationAbsolue »). Si aucune datation absolue associée n'a encore été saisie, une boîte de dialogue propose d'en saisir une nouvelle. En outre, le *bouton* « Ajouter

Taxon » (Fig. 31, E) permet de saisir de nouveaux taxons (ouverture du *formulaire* « FRM\_7\_Taxon »).

Une fois le *formulaire* rempli, deux choix sont possibles. D'une part, il est possible de revenir sur le *formulaire* consacré à l'occupation associée (Fig. 31, C). D'autre part, le bouton « Consulter Echantillon et Analyse » (Fig. 31, D) permet d'ouvrir le *formulaire* « FRM\_5\_EchantillonAnalyse ».

**A** Echantillon et Analyse

Op. archéologique : Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviot »  
 Occupation : MarainvilleNaviot\_ph. styl. Marainville 1\_ph. const. 1  
 Nom contexte : MarainvilleNaviot\_Tierce 1075  
 Niveau D : Tierce Niveau C : TP Panne sud Niveau B : néant Niveau A : néant  
 Nom Niveau : 10 Nom Niveau : 1075 Nom Niveau : Nom Niveau :  
 Nom Niv Sub : Nom Niv Sub :

**B** Nom échantillon : MarainvilleNaviot\_Tierce 1075\_éch 1

**C**

Carporestes :   
 Poids après tamisage (g) :   
 Charbons de bois :   
 Poids charbons (g) : 0,289  
 Carpo proportion étudiée : 1/1  
 Condition de prélèvement : Prélèvement de sédiment  
 Type de prélèvement : Sec  
 Remarques :   
 Datation absolue :

**D**

**Auteur analyse**

Spécialiste	Litres spécialis	Remarques
Berrio	5	

**Tamisage**

Tamisage	Opérateur	Litres opérat	Maille min	Maille max	Remarques
Flottation	Blouet	5	0,315	1	

**E** Consulter Datation absolue

**F**

**Total NMI et densité de l'échantillon**

Sous total NMI "au jugé"	Sous total NMI calculé	Total NMI	Total litres	Densité
99	0	99	5	19,8

Occupation Contexte

Fig. 30 - Vue du *formulaire* « FRM\_5\_EchantillonAnalyse ».

FRM\_5\_EchantillonAnalyse

### Echantillon et Analyse

**Total NMI et densité de l'échantillon**

Sous total NMI "au jugé"	Sous total NMI calculé	Total NMI	Total litres	Densité
99	0	99	5	19,8

**Analyse archéobotanique**

ID	Echantillon	Famille	Taxon	Nom vernaculaire	Fruit	Partie plante	Mode conservation	NMI "au jugé"	Restes "au jugé"	Nb entiers	Nb frgmts	Ni det
153	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum sp.	Blé indéterminé	caryopse	caryopse	Carbonisé	7	0	0	0	0
154	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum dicoccon	Amidonnier	caryopse	caryopse	Carbonisé	14	0	0	0	0
155	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum dicoccon	Amidonnier	caryopse	base de glume	Carbonisé	1	0	0	0	0
156	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum monococcum	Engrain	caryopse	caryopse	Carbonisé	2	0	0	0	0

**Mesures graines**

Taxon	Partie plante	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)

Ajouter Taxon Ajouter Partie plante Ajouter Mode conservation

Occupation Contexte

Fig. 31 - Vue du formulaire « FRM\_4\_ EchantillonAnalyse » (suite).

**Analyse archéobotanique**

ID	Echantillon	Famille	A Taxon	Nom vernaculaire	Fruit	B Partie plante	C Mode conservation	NMI "au jugé"	Restes "au jugé"	Nb entiers	Nb frgmts	Ni det
153	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum sp.	Blé indéterminé	caryopse	caryopse	Carbonisé	7	0	0	0	0
154	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum dicoccon	Amidonnier	caryopse	caryopse	Carbonisé	14	0	0	0	0
155	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum dicoccon	Amidonnier	caryopse	base de glume	Carbonisé	1	0	0	0	0
156	MarainvilleNaviot_1075 Tierce	Poaceae	Triticum monococcum	Engrain	caryopse	caryopse	Carbonisé	2	0	0	0	0

Fig. 32 - Vue du sous-formulaire « SF\_Analyse ».

**Analyse archéobotanique**

Nb frgmts	Nb debris	NMI calculé	NMI total	Poids	A Stade déformation caryopse	B Degré conservation caryopse	C Degré conservation autres	Remarques	D Adresse fichier
0	0	0	0	19	D2	P3	Moyenne	Au total il y a 12 photos, pour les	C:\Users\Laura\Desktop\Thèse\ Choisir Ouvrir Supprimer
0	0	0	0	16	D2	P3			Choisir Ouvrir Supprimer
0	0	0	0	5	D2	P3			Choisir Ouvrir Supprimer
0	0	0	0	5	D2	P3			Choisir Ouvrir Supprimer

Fig. 33 - Vue du sous-formulaire « SF\_Analyse » (suite).

#### 4.1.2.5. Le formulaire « FRM\_6\_DatationAbsolue »

Ce *formulaire* regroupe la saisie des datations absolues qui sont archivées dans la *table* « DatationAbsolue » (voir 3.1.1.3). Le *formulaire* s'ouvre au clic du bouton « Consulter Datation absolue » du *formulaire* « FRM\_5\_EchantillonAnalyse » (voir 4.1.2.4). Quelques remarques sont à prendre en compte lors de la saisie de certains *champs* (Tabl. 35).

Tabl. 35 - Conseils pour la saisie des *champs* du *formulaire* « FRM\_6\_DatationAbsolue ».

Champ dans le <i>formulaire</i>	Champ associé dans la <i>table</i>	Conseils pour la saisie
Numéro en haut à gauche	ID_DatationAbsolue	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 34, A).
Numéro en haut à gauche (gris)	ID_Echantillon	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 34, A).
Nom échantillon	ID_Echantillon	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 34, A).
Chronologie de début	ID_Chronologie_debut	La saisie du <i>champ</i> se fait grâce à une liste déroulante. Il s'agit de la fourchette chronologique qui correspond à la datation absolue (Fig. 34, B).
Chronologie de fin	ID_Chronologie_fin	La saisie du <i>champ</i> se fait grâce à une liste déroulante. Il s'agit de la fourchette chronologique qui correspond à la datation absolue (Fig. 34, B).

Une fois le *formulaire* rempli, il est possible de revenir sur le *formulaire* consacré à l'échantillon et l'analyse (Fig. 34, C).

Fig. 34 - Vue du *formulaire* « FRM\_6\_DatationAbsolue ».

#### 4.1.2.6. Le formulaire « FRM\_7\_Taxon »

Ce *formulaire* regroupe la saisie des informations relatives aux taxons qui sont archivées dans la *table* « Taxon » (voir 3.1.1.5). Le *formulaire* s'ouvre au clic du *bouton* « Ajouter taxon » du *formulaire* « FRM\_5\_EchantillonAnalyse » (voir 4.1.2.4). Quelques remarques sont à prendre en compte lors de la saisie de certains *champs* (Tabl. 36).

Tabl. 36 - Conseils pour la saisie des *champs* du *formulaire* « FRM\_7\_Taxon ».

<b>Champ dans le formulaire</b>	<b>Champ associé dans la table</b>	<b>Conseils pour la saisie</b>
Numéro en haut à gauche	ID_Taxon	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 35, A).
Catégorie	ID_Categorie	Catégorie de classification pour les tableaux de décompte (Fig. 35, B). La <i>table</i> « Taxon_Categorie_Liste » (voir 3.1.3.6, Tabl. 28) présente les catégories définies pour la présentation des taxons dans les tableaux de décompte.
Catégorie Ellenberg	ID_Categorie_Ellenberg	Catégorie de classifications pour les tableaux de décompte selon Ellenberg (Fig. 35, C). La <i>table</i> « Taxon_Categorie_Ellenberg_Liste » (voir 3.1.3.7, Tabl. 29) présente les catégories définies pour la présentation des taxons dans les tableaux de décompte.
Catégorie Statistiques	ID_Categorie_Statistiques	Catégorie de classifications pour les analyses statistiques (Fig. 35, D et voir 3.1.3.8, Tabl. 30).
Code de regroupement	Code_regroupement	Code de regroupement des taxons au sein de la catégorie de classification pour les tableaux de décompte (p. ex. <i>Triticum</i> cf. <i>dicoccon</i> et <i>Triticum dicoccon/monococcum</i> sont rassemblés dans le groupe <i>Triticum dicoccon</i> ). Le code est constitué de la lettre de la catégorie (Fig. 35, E et voir 3.1.3.6, Tabl. 28) suivie du nom du groupe (p. ex. A. <i>Triticum dicoccon</i> )
Code de regroupement Ellenberg	Code_RegroupementEllenberg	Code de regroupement des taxons au sein de la catégorie de classification pour les tableaux de décompte selon Ellenberg (p. ex. <i>Triticum</i> cf. <i>dicoccon</i> et <i>Triticum dicoccon/monococcum</i> sont rassemblés dans le groupe <i>Triticum dicoccon</i> ). Le code est constitué de la lettre de la catégorie (Fig. 35, F et voir 3.1.3.7, Tabl. 29), suivie du numéro de la classe (Ellenberg), suivi du nom du groupe (p. ex. K84 <i>Acer campestre</i> ).
Code ordre de présentation	Code_OrdrePresentation	Code permettant d'établir l'ordre de présentation des taxons au sein du groupe pour les tableaux de décompte (p. ex. A pour <i>Triticum dicoccon</i> ; B pour <i>Triticum</i> cf. <i>dicoccon</i> ; C pour cf. <i>Triticum dicoccon</i> , Fig. 35, G).

Une fois le *formulaire* rempli, deux choix sont possibles. D'une part, il est possible de revenir sur le *formulaire* consacré à l'échantillon et l'analyse (Fig. 35, I). D'autre part, le *bouton* « Consulter Caractéristique écologique » (Fig. 35, H) permet d'ouvrir le *formulaire* « FRM\_8\_Taxon\_CaractEcologique ». Par ailleurs, le *bouton* « Modifier / Bloquer » (Fig. 35, J) permet d'activer ou de bloquer le *formulaire* afin d'éviter les modifications des données effectuées par inadvertance.

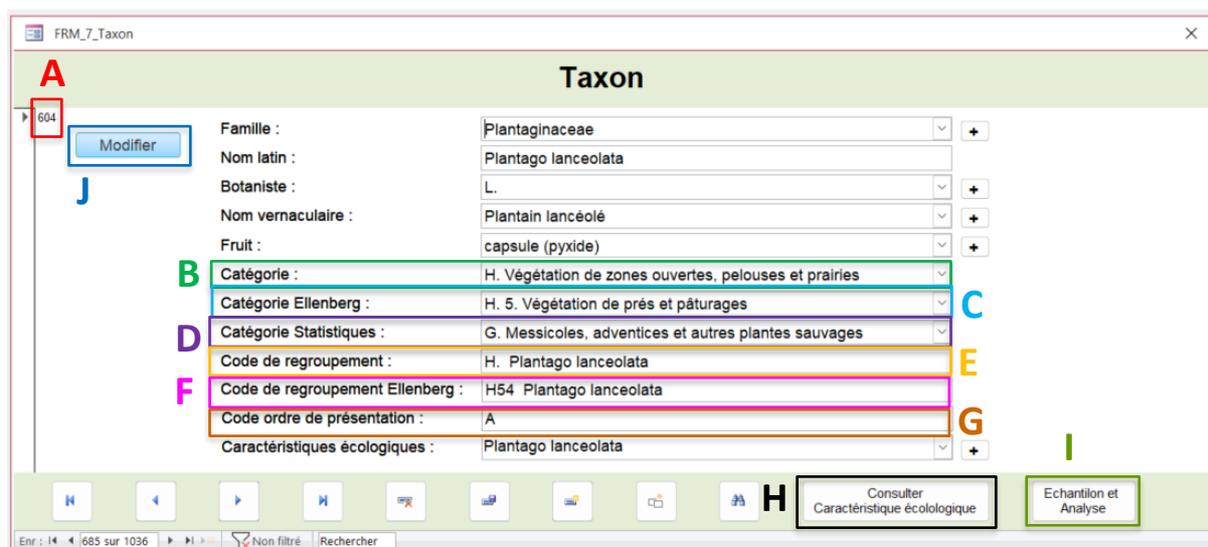


Fig. 35 - Vue du *formulaire* « FRM\_7\_Taxon ».

#### 4.1.2.1. Le *formulaire* « FRM\_8\_Caractéristiques écologiques »

Ce *formulaire* regroupe la saisie des informations relatives aux caractéristiques écologiques qui sont archivées dans la *table* « Taxon » (voir 3.1.1.6). Le *formulaire* s'ouvre au clic du *bouton* « Caractéristiques écologiques » du *formulaire* « FRM\_1\_Accueil » (voir 4.1.1.2) ainsi qu'au clic du *bouton* « Consulter caractéristiques écologiques » du *formulaire* « FRM\_7\_Taxon » (voir 4.1.2.6). Quelques remarques sont à prendre en compte lors de la saisie de certains *champs* (Tabl. 37).

Tabl. 37 - Conseils pour la saisie des *champs* du *formulaire* « FRM\_8\_Taxon\_CaractEcologique ».

<i>Champ</i> dans le <i>formulaire</i>	<i>Champ</i> associé dans la <i>table</i>	Conseils pour la saisie
Numéro en haut à gauche	ID_CaractEcologique	Lors de la saisie d'un nouvel <i>enregistrement</i> , ce <i>champ</i> se remplit automatiquement (Fig. 36, A).
Description	Description	Description du <i>taxon</i> (Fig. 36, B).
Paramètres d'identification	Parametres_identification	Paramètres morphologiques d'identification des carpocestes (Fig. 36, C).

Champ dans le formulaire	Champ associé dans la table	Conseils pour la saisie
D'après Ellenberg <i>et al.</i> 1991	Formulaire FRM_8a_Taxon_CaractEcologique_Ellenberg	Ce formulaire (Fig. 36, D) est associé à la table « Taxon_CaractEcologique_Ellenberg » (voir 3.1.2.7).
D'après Julve 2020	Formulaire FRM_8c_Taxon_CaractEcologique_Julve	Ce formulaire (Fig. 36, E) est associé à la table « Taxon_CaractEcologique_Julve » (voir 3.1.2.10).
D'après Floraine 2013	Formulaire FRM_8b_Taxon_CaractEcologique_Floraine	Ce formulaire (Fig. 36, F) est associé à la table « Taxon_CaractEcologique_Floraine » (voir 3.1.2.8).
D'après Lambinon et Verloove 2012	Formulaire FRM_8dTaxon_CaractEcologique_Lambinon	Ce formulaire (Fig. 36, G) est associé à la table « Taxon_CaractEcologique_Lambinon » (voir 3.1.2.9).
D'après Kreuz et Schäfer 2011	Formulaire FRM_8dTaxon_CaractEcologique_Kreuz	Ce formulaire (Fig. 36, H) est associé à la table « Taxon_CaractEcologique_Kreuz » (voir 3.1.2.11).

Une fois le *formulaire* rempli, il est possible de revenir sur le *formulaire* consacré au taxon (Fig. 36, I). Par ailleurs, le *bouton* « Modifier / Bloquer » (Fig. 36, J) permet d'activer ou de bloquer le formulaire afin d'éviter les modifications effectuées par inadvertance.

Fig. 36 - Vue du *formulaire* « FRM\_8\_Taxon\_CaractEcologique ».

#### 4.1.2.2. Les boutons des formulaires

Les *boutons* [+] permettent d'exécuter des actions d'opérations sur formulaire (Tabl. 38). Ils permettent l'ouverture des *formulaires* associés aux listes déroulantes issues des *tables* « \_Liste » afin d'ajouter un nouvel *enregistrement*.

Le menu affiché dans la partie inférieure des *formulaires* comporte une série de boutons permettant d'exécuter des actions de déplacement entre *enregistrements* et d'opérations sur *enregistrements* (Tabl. 38).

Tabl. 38 - Boutons des *formulaires*.

Bouton	Action exécutée
	Ouvrir un <i>formulaire</i> associé à une <i>table</i> « _Liste » afin d'ajouter un nouvel <i>enregistrement</i> .
	Aller au premier <i>enregistrement</i> .
	Aller à l' <i>enregistrement</i> précédent.
	Aller à l' <i>enregistrement</i> suivant.
	Aller au dernier <i>enregistrement</i> .
	Supprimer l' <i>enregistrement</i> .
	Ajouter un <i>enregistrement</i> .
	Dupliquer un <i>enregistrement</i> .
	Sauvegarder <i>enregistrement</i> .
	Rechercher un <i>enregistrement</i> .
	Insérer les valeurs précédentes.

#### 4.1.2.3. Les listes déroulantes des formulaires

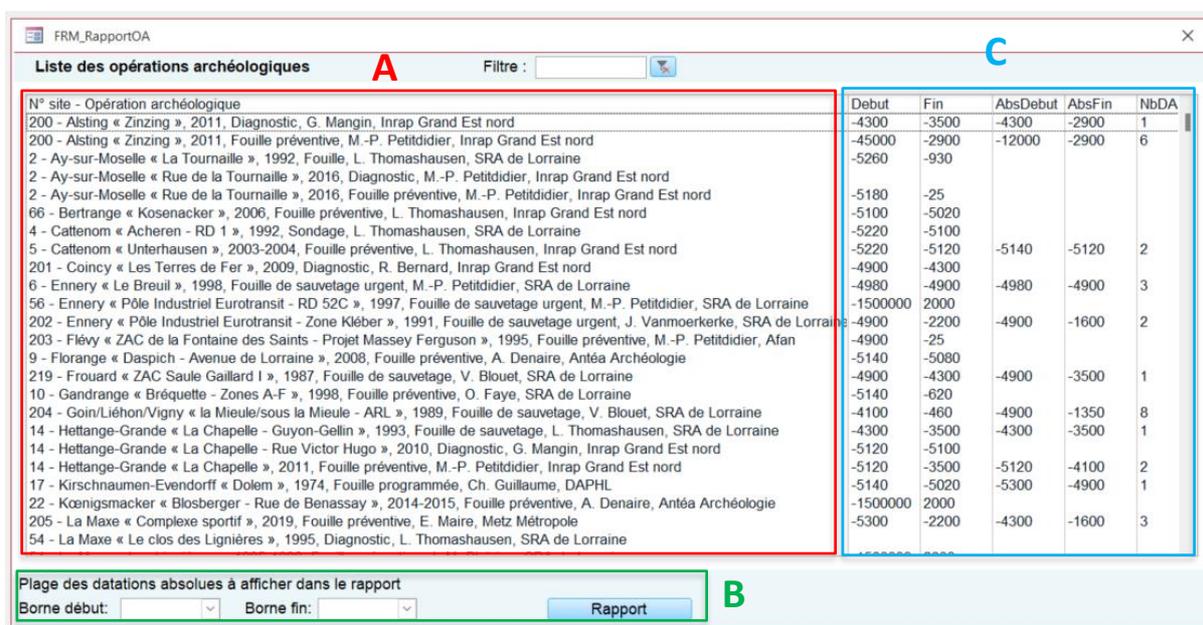
En plus des *boutons* [+] qui permettent d'ajouter un *enregistrement* à la liste (voir 4.1.2.2), une réaction au double-clic sur la liste déroulante permet la modification du libellé du *champ*.

### 4.1.3. Les formulaires de consultation des données

Ces formulaires permettent d'obtenir les résultats des requêtes.

#### 4.1.3.1. Le formulaire « FRM\_RapportOA »

Ce formulaire s'ouvre au clic du bouton « Rapports OA » du formulaire « FRM\_1\_Accueil » (voir 4.1.1.2). Il permet de choisir l'opération archéologique à partir de laquelle va être ouvert le rapport (Fig. 37, A). Il est également possible de choisir la fourchette chronologique des datations absolues à afficher (Fig. 37, B). À titre informatif sont affichés le nombre de datations absolues ainsi que les bornes de début et de fin des occupations et des datations absolues de chaque opération archéologique (Fig. 37, C) :



N° site - Opération archéologique	Debut	Fin	AbsDebut	AbsFin	NbDA
200 - Alsting « Zinzing », 2011, Diagnostic, G. Mangin, Inrap Grand Est nord	-4300	-3500	-4300	-2900	1
200 - Alsting « Zinzing », 2011, Fouille préventive, M.-P. Petitdidier, Inrap Grand Est nord	-45000	-2900	-12000	-2900	6
2 - Ay-sur-Moselle « La Tournaile », 1992, Fouille, L. Thomashausen, SRA de Lorraine	-5260	-930			
2 - Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaile », 2016, Diagnostic, M.-P. Petitdidier, Inrap Grand Est nord					
2 - Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaile », 2016, Fouille préventive, M.-P. Petitdidier, Inrap Grand Est nord	-5180	-25			
66 - Bertrange « Kosenacker », 2006, Fouille préventive, L. Thomashausen, Inrap Grand Est nord	-5100	-5020			
4 - Cattenom « Acheren - RD 1 », 1992, Sondage, L. Thomashausen, SRA de Lorraine	-5220	-5100			
5 - Cattenom « Unterhausen », 2003-2004, Fouille préventive, L. Thomashausen, Inrap Grand Est nord	-5220	-5120	-5140	-5120	2
201 - Coigny « Les Terres de Fer », 2009, Diagnostic, R. Bernard, Inrap Grand Est nord	-4900	-4300			
6 - Ennery « Le Breuil », 1998, Fouille de sauvetage urgent, M.-P. Petitdidier, SRA de Lorraine	-4980	-4900	-4980	-4900	3
56 - Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C », 1997, Fouille de sauvetage urgent, M.-P. Petitdidier, SRA de Lorraine	-1500000	2000			
202 - Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber », 1991, Fouille de sauvetage urgent, J. Vanmoerkerke, SRA de Lorraine	-4900	-2200	-4900	-1600	2
203 - Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson », 1995, Fouille préventive, M.-P. Petitdidier, Afan	-4900	-25			
9 - Florange « Daspich - Avenue de Lorraine », 2008, Fouille préventive, A. Denaire, Antéa Archéologie	-5140	-5080			
219 - Frouard « ZAC Saule Gaillard I », 1987, Fouille de sauvetage, V. Blouet, SRA de Lorraine	-4900	-4300	-4900	-3500	1
10 - Gandrange « Bréquette - Zones A-F », 1998, Fouille préventive, O. Faye, SRA de Lorraine	-5140	-620			
204 - Goin/Lièhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL », 1989, Fouille de sauvetage, V. Blouet, SRA de Lorraine	-4100	-460	-4900	-1350	8
14 - Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », 1993, Fouille de sauvetage, L. Thomashausen, SRA de Lorraine	-4300	-3500	-4300	-3500	1
14 - Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo », 2010, Diagnostic, G. Mangin, Inrap Grand Est nord	-5120	-5100			
14 - Hettange-Grande « La Chapelle », 2011, Fouille préventive, M.-P. Petitdidier, Inrap Grand Est nord	-5120	-3500	-5120	-4100	2
17 - Kirschnaumen-Evendorff « Dolem », 1974, Fouille programmée, Ch. Guillaume, DAPHL	-5140	-5020	-5300	-4900	1
22 - Königsacker « Blosberger - Rue de Benassay », 2014-2015, Fouille préventive, A. Denaire, Antéa Archéologie	-1500000	2000			
205 - La Maxe « Complexe sportif », 2019, Fouille préventive, E. Maire, Metz Métropole	-5300	-2200	-4300	-1600	3
54 - La Maxe « Le clos des Lignéres », 1995, Diagnostic, L. Thomashausen, SRA de Lorraine					

Fig. 37 - Vue du formulaire « FRM\_RapportOA ».

#### 4.1.3.2. Le formulaire « FRM\_RapportCarpo »

Ce formulaire s'ouvre au clic du bouton « Rapports carpologiques » du formulaire « FRM\_1\_Accueil » (voir 4.1.1.2). Il permet de choisir le site ainsi que la fourchette chronologique à partir desquels va être ouvert le rapport. Il propose un type de recherche (Fig. 38, A) :

- A (dans le sous-formulaire) : va chercher ce qui correspond exactement aux bornes de début et de fin choisies. Cette recherche est exécutée grâce au module « MOD\_NewSQL », exécuté avec la fonction NewSQL2 (voir 4.4.6).

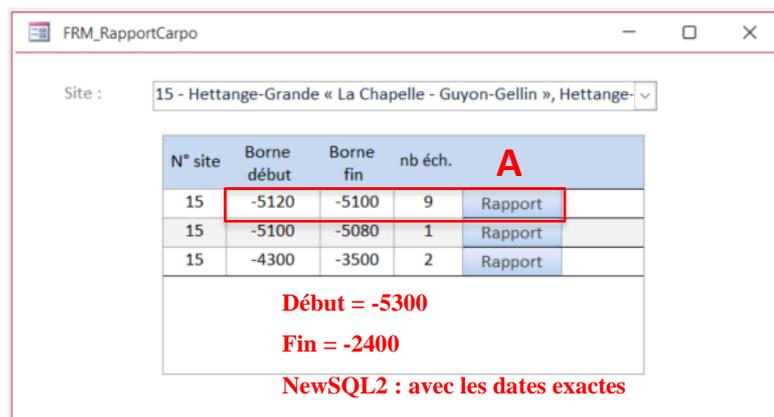


Fig. 38 - Vue du formulaire « FRM\_RapportCarpo ».

#### 4.1.3.3. Le formulaire « FRM\_Export\_Decompte »

Ce formulaire s'ouvre au clic du bouton « Export décomptes » du formulaire « FRM\_1\_Accueil » (voir 4.1.1.2). Il permet de choisir le site ainsi que la fourchette chronologique à partir desquels va être exporté le tableau de décompte. Le formulaire propose deux types de recherches différentes (Fig. 39, A et B) :

- A (dans le sous-formulaire à gauche) : va chercher tout ce qui entre les bornes de début et de fin choisies. Cette recherche est exécutée grâce au module « MOD\_NewSQL », exécuté avec la fonction NewSQL1 (voir 4.4.6).
- B (dans le sous-formulaire à droite) : va chercher ce qui correspond exactement aux bornes de début et de fin choisies. Cette recherche est exécutée grâce au module « MOD\_NewSQL », exécuté avec la fonction NewSQL2 (voir 4.4.6).

On obtient donc souvent des résultats différents suivant que l'on utilise le bouton du sous-formulaire ou celui du formulaire.

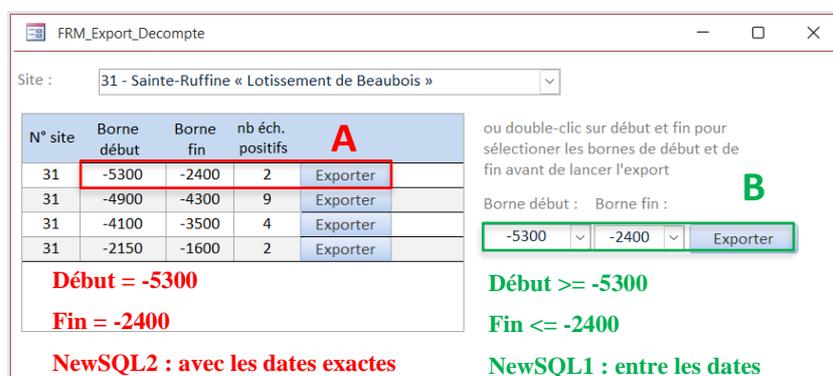


Fig. 39 - Vue du formulaire « FRM\_Exporte\_Decompte ».

#### 4.1.3.4. Le formulaire « FRM\_Requetes »

Ce formulaire s'ouvre au clic du bouton « Résultats requêtes » du formulaire « FRM\_1\_Accueil » (voir 4.1.1.2). Les boutons permettant d'ouvrir les résultats des *requêtes* sont rangés en colonnes selon la présentation des données : par contexte (p. ex. trou de poteau, Fig. 40, A), par ensemble de contextes (p. ex. maison, Fig. 40, B), par site (Fig. 40, C) ou par période/phase (Fig. 40, D). Une cinquième colonne rassemble des *boutons* permettant d'ouvrir des *requêtes* destinées aux analyses des plantes adventices (Fig. 40, E) et une dernière colonne est destinée à la présentation de certaines annexes de ce travail de recherche (Fig. 40, F).

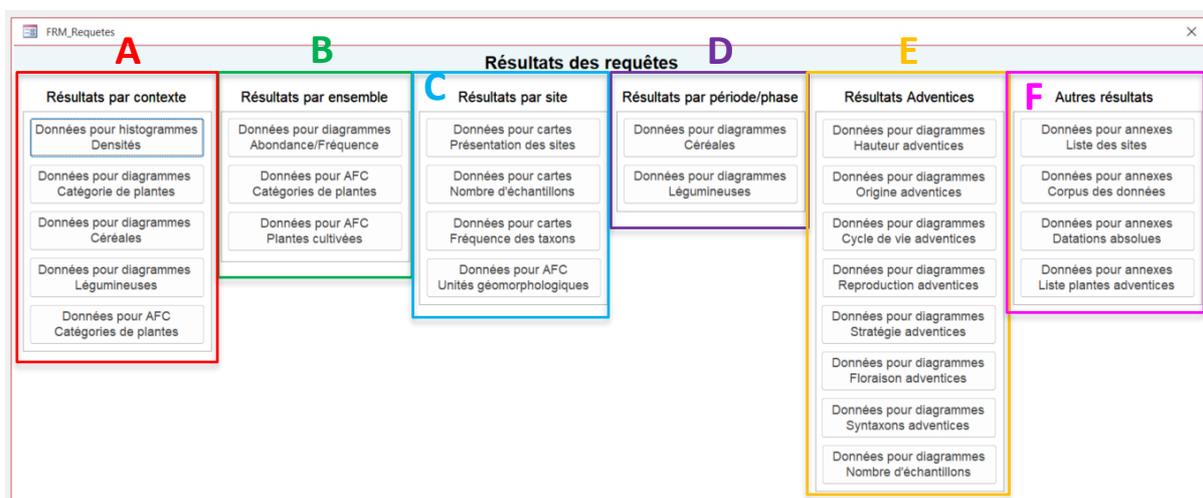


Fig. 40 - Vue du formulaire « FRM\_Requetes ».

Au clic de chacun des *boutons*, un *formulaire* s'ouvre, il est alors possible de choisir la plage chronologique souhaitée (Fig. 41).

The screenshot shows a window titled 'FRM\_RQT9' with the following content:

**Données pour histogrammes Densités**

Borne début Borne fin

-5300 -4900

Niveaux A et B :

Niveau C :

Fig. 41 - Vue du formulaire « FRM\_RQT9 ».

## 4.2. Les requêtes

Les *requêtes* peuvent effectuer diverses fonctions dans une base de données. Le plus souvent, elles servent à récupérer des données spécifiques des *tables*. Les données que l'on souhaite afficher étant généralement dispersées entre plusieurs *tables*, les *requêtes* nous permettent de les afficher dans une seule feuille de données. Par ailleurs, elles nous permettent d'ajouter des critères pour « filtrer » les données et n'afficher que les *enregistrements* de notre choix, ainsi que d'effectuer des calculs. Elles permettent donc de donner une réponse à une question spécifique. Dans la plupart des cas, les requêtes comportent des *fonctions* SQL. Cependant, dans certains cas, nous avons eu recours à des *fonctions* en VBA qui seront présentées dans la section consacrée aux modules (voir 4.4).

### 4.2.1. Le groupe de requêtes « RQT0 »

Ce groupe de cinq *requêtes* a été créé afin d'afficher les syntaxons des plantes adventices représentées dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT0 » et il alterne des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Quatre versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_1 » (Tabl. 39), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un syntaxon (Fig. 42).

Tabl. 39 - Description du groupe de *requêtes* « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT0_AdventicesSyntaxon_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Ellenberg Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des syntaxons par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT0_AdventicesSyntaxon_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT0_AdventicesSyntaxon_1b	<i>Requêtes</i> : RQT0_AdventicesSyntaxon_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par syntaxon et par période.
RQT0_AdventicesSyntaxon_1c	<i>Requêtes</i> :	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_n_1d	RQT0_AdventicesSyntaxon_1d <i>Requêtes :</i> RQT0_AdventicesSyntaxon_1c	du nombre de taxons par syntaxon et par période. <i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (syntaxon) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_1d » (Fig. 42) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Syntaxons adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	3_2 Bidentetea	3_3 Chenopodietea	3_4 Secalietea	3_5 Artemisietea	3_6 Agropyretea
Néolithique ancien	1	6	6	3	1
Néolithique moyen		2	4	2	
Néolithique moyen - récent		1	1	1	
Néolithique récent		2	1	2	
Néolithique récent - final				2	

Fig. 42 - Exemple des résultats de la requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_1d ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_2 » (Tabl. 40), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un syntaxon (Fig. 43).

Tabl. 40 - Description du groupe de requêtes « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT0_AdventicesSyntaxon_2a	<i>Tables :</i> Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Ellenberg Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des syntaxons par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT0_AdventicesSyntaxon_2a_m0		<i>Requête « modèle ».</i>
RQT0_AdventicesSyntaxon_2b	<i>Requêtes :</i> RQT0_AdventicesSyntaxon_2a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par syntaxon et par phase.
RQT0_AdventicesSyntaxon_2c	<i>Requêtes :</i>	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	RQT0_AdventicesSyntaxon_2b	liste du nombre de taxons par syntaxon et par phase.
RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_2d	Requêtes : RQT0_AdventicesSyntaxon_2c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (syntaxon) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_2d » (Fig. 43) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Syntaxons adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	3_2 Bidentetea	3_3 Chenopodietea	3_4 Secalietea	3_5 Artemisietea	3_6 Agropyretea
Rössen final			1	1	
Rubané ancien				1	
Rubané final			3	3	1
Rubané moyen	1		2	2	
Rubané moyen - récent			1	2	
Rubané récent	1		6	4	2
Rubané récent - final				3	2
Rubané terminal			1	1	

Fig. 43 - Exemple des résultats de la requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_2d ».

Dans la troisième version, appelée « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_3 » (Tabl. 41), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un syntaxon (Fig. 44).

Tabl. 41 - Description du groupe de requêtes « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT0_AdventicesSyntaxon_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Ellenberg Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des syntaxons par site, par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT0_AdventicesSyntaxon_3a_m0		Requête « modèle ».
RQT0_AdventicesSyntaxon_3b	Requêtes : RQT0_AdventicesSyntaxon_3a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par syntaxon, par site et par période.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT0_AdventicesSyntaxon_3c	Requêtes : RQT0_AdventicesSyntaxon_3b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par syntaxon, par site et par période.
RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_3d	Requêtes : RQT0_AdventicesSyntaxon_3c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et période), un en-tête de colonne (syntaxon) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_3d » (Fig. 44) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Syntaxons adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Période	3_2 Bidentetea	3_3 Chenopodieta	3_4 Secalietea	3_5 Artemisietea
63	Malling « Schlammlengt »	Néolithique ancien			1	1
66	Bertrange « Kosenacker »	Néolithique ancien			2	2
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Néolithique ancien			4	3
200	Alsting « Zizing »	Néolithique récent - final				2
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	Néolithique récent				1
205	La Maxe « Complexe sportif »	Néolithique récent			1	1
209	Marly « Haut de Vannonchamp - Renforcement et calif	Néolithique moyen			1	
210	Marly « Le Grand Bouseux - Clos des Sorbiers »	Néolithique récent				1
211	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	Néolithique moyen				2
212	Marly « Les hameaux du bois »	Néolithique récent - final				1

Fig. 44 - Exemple des résultats de la requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_3d ».

Dans la quatrième version, appelée « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_4 » (Tabl. 42), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un syntaxon (Fig. 45).

Tabl. 42 - Description du groupe de requêtes « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT0_AdventicesSyntaxon_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Ellenberg Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des syntaxons par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT0_AdventicesSyntaxon_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT0_AdventicesSyntaxon_4b	Requêtes : RQT0_AdventicesSyntaxon_4a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT0_AdventicesSyntaxon_4c	Requêtes : RQT0_AdventicesSyntaxon_4b	« cf. »), par syntaxon, par site et par phase. <i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par syntaxon, par site et par phase.
RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_4d	Requêtes : RQT0_AdventicesSyntaxon_4c	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et phase), un en-tête de colonne (syntaxon) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_4d » (Fig. 45) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Syntaxons adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	3_2 Bidentetea	3_3 Chenopodietea	3_4 Secalietea	3_5 Artemisietea
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Rubané moyen - récent		1	2	
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané moyen		2	2	2
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané récent		2	3	2
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané moyen	1	1		
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané récent	1	2	1	
6	Ennery « Le Breuil »	Rubané terminal		1	1	
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Rubané récent	1	2	2	1

Fig. 45 - Exemple des résultats de la requête « RQT0\_AC\_AdventicesSyntaxon\_4d ».

#### 4.2.2. Le groupe de requêtes « RQT1 »

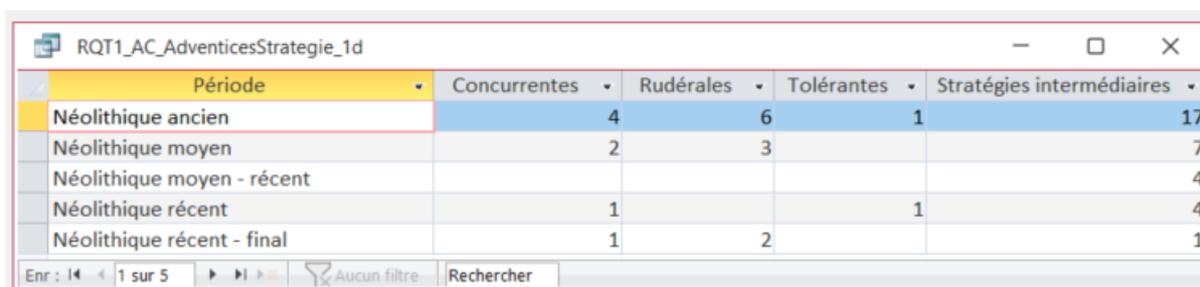
Ce groupe de requêtes a été créé afin d'afficher les types de stratégies écologiques des plantes adventices représentées dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT1 » et il alterne des requêtes sélection et des requêtes analyse croisée. Six versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT1\_AdventicesStrategie\_1 » (Tabl. 43), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une stratégie écologique, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 46).

Tabl. 43 - Description du groupe de requêtes « RQT1\_AdventicesStrategie\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT1_AdventicesStrategie_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Strategie_Liste Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des stratégies écologiques par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT1_AdventicesStrategie_1a_m0		Requête « modèle ».
RQT1_AdventicesStrategie_1b	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par stratégie écologique et par période.
RQT1_AdventicesStrategie_1c	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_1b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par stratégie écologique et par période.
RQT1_AC_AdventicesStrategie_1d	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_1c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (stratégie écologique) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_1d » (Fig. 46) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Stratégie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).



Période	Concurrentes	Rudérales	Tolérantes	Stratégies intermédiaires
Néolithique ancien	4	6	1	17
Néolithique moyen	2	3		7
Néolithique moyen - récent				4
Néolithique récent	1		1	4
Néolithique récent - final	1	2		1

Fig. 46 - Exemple des résultats de la requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_1d ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT1\_AdventicesStrategie\_2 » (Tabl. 44), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une stratégie écologique, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 47).

Tabl. 44 - Description du groupe de requêtes « RQT0\_AdventicesSyntaxon\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT1_AdventicesStrategie_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Strategie_Liste Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des stratégies écologiques par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT1_AdventicesStrategie_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT1_AdventicesStrategie_2b	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par stratégie écologique et par phase.
RQT1_AdventicesStrategie_2c	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_2b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par stratégie écologique et par phase.
RQT1_AC_AdventicesStrategie_2d	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_2c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (stratégie écologique) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_2d » (Fig. 47) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Stratégie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Concurrentes	Rudérales	Tolérantes	Stratégies intermédiaires
Rössen final	1			2
Rubané ancien				2
Rubané final	2	1		10
Rubané moyen	1	2		7
Rubané moyen - récent				3
Rubané récent	2	3	1	12
Rubané récent - final				5
Rubané terminal				3

Fig. 47 - Exemple des résultats de la requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_2d ».

Dans la troisième version, appelée « RQT1\_AdventicesStrategie\_3 » (Tabl. 45), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Néolithique ancien,

moyen, récent) et chaque colonne correspond à une stratégie écologique, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 48).

Tabl. 45 - Description du groupe de requêtes « RQT1\_AdventicesStrategie\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT1_AdventicesStrategie_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Strategie_Liste Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des stratégies écologiques par site, par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT1_AdventicesStrategie_3a_m0		Requête « modèle ».
RQT1_AdventicesStrategie_3b	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_3a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par stratégie écologique, par site et par période.
RQT1_AdventicesStrategie_3c	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_3b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par stratégie écologique, par site et par période.
RQT1_AC_AdventicesStrategie_3d	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_3c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et période), un en-tête de colonne (stratégie écologique) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_3d » (Fig. 48) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Stratégie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Période	Concurrentes	Rudérales	Tolérantes	Stratégies intermédiaires
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Néolithique ancien				3
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Néolithique ancien	1	2		8
5	Cattenom « Unterhausen »	Néolithique ancien		1		3
6	Ennery « Le Breuil »	Néolithique ancien				3
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Néolithique ancien	1			6
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	Néolithique ancien	1			6
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	Néolithique récent				1
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Néolithique ancien				1
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	Néolithique ancien			1	2

Fig. 48 - Exemple des résultats de la requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_3d ».

Dans la quatrième version, appelée « RQT1\_AdventicesStrategie\_4 » (Tabl. 46), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une stratégie écologique, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 49).

Tabl. 46 - Description du groupe de requêtes « RQT1\_AdventicesStrategie\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT1_AdventicesStrategie_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Strategie_Liste Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des stratégies écologiques par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT1_AdventicesStrategie_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT1_AdventicesStrategie_4b	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_4a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par stratégie écologique, par site et par phase.
RQT1_AdventicesStrategie_4c	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_4b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par stratégie écologique, par site et par phase.
RQT1_AC_AdventicesStrategie_4d	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_4c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et phase), un en-tête de colonne (stratégie écologique) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_4d » (Fig. 49) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Stratégie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	Concurrentes	Rudérales	Tolérantes	Stratégies intermédiaires
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Rubané moyen - récent				3
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané moyen	1	2		6
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané récent	1	1		7
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané moyen		1		1
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané récent		1		3
6	Ennery « Le Breuil »	Rubané terminal				3
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Rubané récent	1			6
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	Rubané récent	1			6
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Rubané récent				1

Fig. 49 - Exemple des résultats de la requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_4d ».

Dans la cinquième version, appelée « RQT1\_AdventicesStrategie\_5 » (Tabl. 47), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une stratégie écologique, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 50) ou à l'occurrence.

Tabl. 47 - Description du groupe de requêtes « RQT1\_AdventicesStrategie\_5 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT1_AdventicesStrategie_5a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz GroupeStrategie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des stratégies par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT1_AdventicesStrategie_5a_m0		Requête « modèle ».
RQT1_AdventicesStrategie_5b	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_5a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par stratégie, par période et par échantillon.
RQT1_AdventicesStrategie_5c	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_5b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque type de stratégie par période.
RQT1_AdventicesStrategie_5d	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_5c RQT13_AdventicesEchantillons_1c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présent chaque type de stratégie, ainsi que de calculer la fréquence par stratégie et par période.
RQT1_AC_AdventicesStrategie_5e	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (stratégie) et une valeur (fréquence).
RQT1_AC_AdventicesStrategie_5f	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (stratégie) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_5e » (Fig. 50) et « \_5f » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Stratégie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Concurrentes	Rudérales	Stratégies intermédiaires	Tolérantes
Néolithique ancien	0,19	0,15	0,91	0,01
Néolithique moyen	0,22	0,10	0,83	
Néolithique moyen - récent			1,00	
Néolithique récent	0,14		0,71	0,14
Néolithique récent - final	0,33	0,33	0,33	

Fig. 50 - Exemple des résultats de la requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_5e ».

Dans la sixième version, appelée « RQT1\_AdventicesStrategie\_6 » (Tabl. 48), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une stratégie écologique, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 51) ou à l'occurrence.

Tabl. 48 - Description du groupe de requêtes « RQT1\_AdventicesStrategie\_6 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT1_AdventicesStrategie_6a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des stratégies par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT1_AdventicesStrategie_6a_m0		Requête « modèle ».
RQT1_AdventicesStrategie_6b	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_6a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par stratégie, par phase et par échantillon.
RQT1_AdventicesStrategie_6c	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_6b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque type de stratégie par phase.
RQT1_AdventicesStrategie_6d	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_6c RQT13_AdventicesEchantillons_2c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présent chaque type de stratégie, ainsi que de calculer la fréquence par stratégie et par phase.
RQT1_AC_AdventicesStrategie_6e	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (stratégie) et une valeur (fréquence).
RQT1_AC_AdventicesStrategie_6f	Requêtes : RQT1_AdventicesStrategie_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (stratégie) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les *requêtes* « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_6e » (Fig. 51) et « \_6f » peuvent être exécutées à partir du *bouton* « Données pour diagrammes – Stratégie adventices » (colonne résultats adventices) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Concurrentes	Rudérales	Stratégies intermé.	Tolérantes
Rössen final	1,00			1,00
Rubané ancien				1,00
Rubané final	0,06	0,06		0,91
Rubané moyen	0,22	0,33		0,89
Rubané moyen - récent				1,00
Rubané récent	0,07	0,10		0,91
Rubané récent - final				1,00
Rubané terminal				1,00

Fig. 51 - Exemple des résultats de la requête « RQT1\_AC\_AdventicesStrategie\_6e ».

#### 4.2.3. Le groupe de requêtes « RQT2 »

Ce groupe de *requêtes* a été créé afin d'afficher les types de reproduction des plantes adventices représentées dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT2 » et il alterne des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Six versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT2\_AdventicesReproduction\_1 » (Tabl. 49), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un type de reproduction, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 52).

Tabl. 49 - Description du groupe de *requêtes* « RQT2\_AdventicesReproduction\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des types de reproduction par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT2_AdventicesReproduction_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT2_AdventicesReproduction_1b	<i>Requêtes</i> : RQT2_AdventicesReproduction_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par type de reproduction et par période.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_1c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_1b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par type de reproduction et par période.
RQT2_AC_AdventicesReproduction_1d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_1c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_1d » (Fig. 52) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Reproduction adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	ReproDia	ReproDiaVeg
Néolithique ancien	25	3
Néolithique moyen	12	
Néolithique moyen - récent	4	
Néolithique récent	5	1
Néolithique récent - final	3	1

Fig. 52 - Exemple des résultats de la requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_1d ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT2\_AdventicesReproduction\_2 » (Tabl. 50), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un type de reproduction, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 53).

Tabl. 50 - Description du groupe de requêtes « RQT2\_AdventicesReproduction\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des types de reproduction par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT2_AdventicesReproduction_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT2_AdventicesReproduction_2b	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par type de

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_2c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_2b	reproduction et par phase. <i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par type de reproduction et par phase.
RQT2_AC_AdventicesReproduction_2d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_2c	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_2d » (Fig. 53) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Reproduction adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	ReproDia	ReproDiaVeg
Rössen final	3	
Rubané ancien	2	
Rubané final	11	2
Rubané moyen	10	
Rubané moyen - récent	3	
Rubané récent	18	
Rubané récent - final	5	
Rubané terminal	2	1

Fig. 53 - Exemple des résultats de la requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_2d ».

Dans la troisième version, appelée « RQT2\_AdventicesReproduction\_3 » (Tabl. 51), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un type de reproduction, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 54).

Tabl. 51 - Description du groupe de requêtes « RQT2\_AdventicesReproduction\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des types de reproduction par site, par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT2_AdventicesReproduction_3a_m0		<i>Requête « modèle ».</i>
RQT2_AdventicesReproduction_3b	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_3c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3b	(afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par type de reproduction, par site et par période. <i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par type de reproduction, par site et par période.
RQT2_AC_AdventicesReproduction_3d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3c	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et période), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_3d » (Fig. 54) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Reproduction adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Période	ReproDia	ReproDiaVeg
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Néolithique ancien	3	
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Néolithique ancien	11	
5	Cattenom « Unterhausen »	Néolithique ancien	4	
6	Ennery « Le Breuil »	Néolithique ancien	2	1
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Néolithique ancien	7	
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	Néolithique ancien	7	
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	Néolithique récent	1	
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Néolithique ancien	1	

Fig. 54 - Exemple des résultats de la requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_3d ».

Dans la quatrième version, appelée « RQT2\_AdventicesReproduction\_4 » (Tabl. 52), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un type de reproduction, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 55).

Tabl. 52 - Description du groupe de requêtes « RQT1\_AdventicesReproduction\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des types de reproduction par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT2_AdventicesReproduction_4b	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_4a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par type de reproduction, par site et par phase.
RQT2_AdventicesReproduction_4c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_4b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par type de reproduction, par site et par phase.
RQT2_AC_AdventicesReproduction_4d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_4c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et phase), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_4d » (Fig. 55) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Reproduction adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	ReproDia	ReproDiaVeg
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaile »	Rubané moyen - récent	3	
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané moyen	9	
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané récent	9	
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané moyen	2	
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané récent	4	
6	Ennery « Le Breuil »	Rubané terminal	2	1
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Rubané récent	7	
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	Rubané récent	7	
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Rubané récent	1	

Fig. 55 - Exemple des résultats de la requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_4d ».

Dans la cinquième version, appelée « RQT2\_AdventicesReproduction\_5 » (Tabl. 53), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un type de reproduction, les valeurs correspondent à la fréquence (Fig. 56) ou à l'occurrence.

Tabl. 53 - Description du groupe de requêtes « RQT2\_AdventicesReproduction\_5 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproduction_5a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des types de reproduction par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReproducti on_5a_m0		Requête « modèle ».
RQT2_AdventicesReproducti on_5b	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_5a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par type de reproduction, par période et par échantillon.
RQT2_AdventicesReproducti on_5c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_5b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque type de reproduction par période.
RQT2_AdventicesReproducti on_5d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_5c RQT13_AdventicesEchantillons_1c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présent chaque type de reproduction, ainsi que de calculer la fréquence par type de reproduction et par période.
RQT2_AC_AdventicesRepro duction_5e	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (fréquence).
RQT2_AC_AdventicesRepro duction_5f	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_5e » (Fig. 56) et « \_5f » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Reproduction adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	ReproDia	ReproDiaVeg
Néolithique ancien	0,99	0,02
Néolithique moyen	1,00	
Néolithique moyen - récent	1,00	
Néolithique récent	0,86	0,14
Néolithique récent - final	0,67	0,33

Fig. 56 - Exemple des résultats de la requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_5e ».

Dans la sixième version, appelée « RQT2\_AdventicesReproduction\_6 » (Tabl. 54), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un type de reproduction, les valeurs correspondent à la fréquence (Fig. 57) ou à l'occurrence.

Tabl. 54 - Description du groupe de requêtes « RQT2\_AdventicesReproduction\_6 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT2_AdventicesReprodu ction_6a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation	Requête sélection permettant de dresser une liste des types de reproduction par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT2_AdventicesReproduction_6a_m0		Requête « modèle ».
RQT2_AdventicesReproduction_6b	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_6a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par type de reproduction, par phase et par échantillon.
RQT2_AdventicesReproduction_6c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_6b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque type de reproduction par phase.
RQT2_AdventicesReproduction_6d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_6c RQT13_AdventicesEchantillons_2c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présent chaque type de reproduction, ainsi que de calculer la fréquence par type de reproduction et par phase.
RQT2_AC_AdventicesReproduction_6e	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (fréquence).
RQT2_AC_AdventicesReproduction_6f	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (type de reproduction) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_6e » (Fig. 81) et « \_6f » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Reproduction adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	ReproDia	ReproDiaVeg
Rubané ancien	1,00	
Rubané final	0,97	0,06
Rubané moyen	1,00	
Rubané récent	1,00	
Rubané terminal	0,67	0,33

Fig. 57 - Exemple des résultats de la requête « RQT2\_AC\_AdventicesReproduction\_6e ».

#### 4.2.4. Le groupe de requêtes « RQT3 »

Ce groupe de requêtes a été créé afin d'afficher les formes de vie des plantes adventices représentées dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT3 » et il alterne

des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Six versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT3\_AdventicesFormeVie\_1 » (Tabl. 55), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une forme de vie, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 58).

Tabl. 55 - Description du groupe de *requêtes* « RQT3\_AdventicesFormeVie\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT3_AdventicesFormeVie_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des formes de vie par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT3_AdventicesFormeVie_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT3_AdventicesFormeVie_1b	<i>Requêtes</i> : RQT3_AdventicesFormeVie_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par forme de vie et par période.
RQT3_AdventicesFormeVie_1c	<i>Requêtes</i> : RQT3_AdventicesFormeVie_1b	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par forme de vie et par période.
RQT3_AC_AdventicesFormeVie_1d	<i>Requêtes</i> : RQT3_AdventicesFormeVie_1c	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (nombre de taxons).

La *requête* « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_1d » (Fig. 58) peut être exécutée à partir du *bouton* « Données pour diagrammes – Forme de vie adventices » (colonne résultats adventices) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Annuelle d'été	Annuelle d'hiver	Perenne	Interprétation impossible	Non renseigné
Néolithique ancien	11	1	1	8	2
Néolithique moyen	6		1	2	3
Néolithique moyen - récent	3		1		
Néolithique récent	5			1	
Néolithique récent - final	2			1	1

Fig. 58 - Exemple des résultats de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_1d ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT3\_AdventicesFormeVie\_2 » (Tabl. 56), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une forme de vie, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 59).

Tabl. 56 - Description du groupe de requêtes « RQT3\_AdventicesFormeVie\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT3_AdventicesFormeVie_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des formes de vie par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT3_AdventicesFormeVie_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT3_AdventicesFormeVie_2b	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par forme de vie et par phase.
RQT3_AdventicesFormeVie_2c	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_2b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par forme de vie et par phase.
RQT3_AC_AdventicesFormeVie_2d	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_2c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_2d » (Fig. 59) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Forme de vie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Annuelle d'été	Annuelle d'été ?	Annuelle d'hiver	Perenne	Interprétation imj	Non renseigné
Rössen final	2				1	
Rubané ancien	2					
Rubané final	5			1	5	2
Rubané moyen	6			1	1	1
Rubané moyen - récent	2					1
Rubané récent	9	1		1	3	4
Rubané récent - final	3			1		1
Rubané terminal	2					1

Fig. 59 - Exemple des résultats de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_2d ».

Dans la troisième version, appelée « RQT3\_AdventicesFormeVie\_3 » (Tabl. 57), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une forme de vie, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 60).

Tabl. 57 - Description du groupe de requêtes « RQT2\_AdventicesReproduction\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT3_AdventicesFormeVie_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des formes de vie par site, par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT3_AdventicesFormeVie_3a_m0		Requête « modèle ».
RQT3_AdventicesFormeVie_3b	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par forme de vie, par site et par période.
RQT3_AdventicesFormeVie_3c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par forme de vie, par site et par période.
RQT3_AC_AdventicesFormeVie_3d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et période), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_3d » (Fig. 60) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Forme de vie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero.	Nom_usuel_OA	Période	Annuelle d'été	Annuelle d'été ?	Annuelle d'hiver	Perenne	Interprétation im
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Néolithique ancien	5			2	2
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Néolithique ancien	1		1		
63	Malling « Schlamlengt »	Néolithique ancien	2				
66	Bertrange « Kosenacker »	Néolithique ancien	4		1	1	2
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Néolithique ancien	6		1	4	3
200	Alsting « Zizing »	Néolithique récent - final	1			1	
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	Néolithique récent	1				
205	La Maxe « Complexe sportif »	Néolithique récent	3				

Fig. 60 - Exemple des résultats de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_3d ».

Dans la quatrième version, appelée « RQT3\_AdventicesFormeVie\_4 » (Tabl. 58), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une forme de vie, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 61).

Tabl. 58 - Description du groupe de requêtes « RQT1\_AdventicesStrategie\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT3_AdventicesFormeVie_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des formes de vie par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT3_AdventicesFormeVie_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT3_AdventicesFormeVie_4b	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_4a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par forme de vie, par site et par phase.
RQT3_AdventicesFormeVie_4c	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_4b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par forme de vie, par site et par phase.
RQT3_AC_AdventicesFormeVie_4d	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_4c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et phase), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_4d » (Fig. 61) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Forme de vie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	Annuelle d'été	Annuelle d'été ?	Annuelle d'hiver	Perenne	Interprétation im	Non renseigné
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Rubané moyen - récent	2				1	
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané moyen	5			1	1	1
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Rubané récent	6			1	1	
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané moyen	2					
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané récent	3					1
6	Ennery « Le Breuil »	Rubané terminal	2					1
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Rubané récent	3			1	1	2
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	Rubané récent	5				1	1
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Rubané récent	1					
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	Rubané récent	3	1				

Fig. 61 - Exemple des résultats de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_4d ».

Dans la cinquième version, appelée « RQT3\_AdventicesFormeVie\_5 » (Tabl. 59), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une forme de vie, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 62) ou à l'occurrence.

Tabl. 59 - Description du groupe de requêtes « RQT3\_AdventicesFormeVie\_5 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT3_AdventicesFormeVie_5 a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des formes de vie par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT3_AdventicesFormeVie_5 a_m0		Requête « modèle ».
RQT3_AdventicesFormeVie_5 b	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_5a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par forme de vie, par période et par échantillon.
RQT3_AdventicesFormeVie_5 c	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_5b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présente chaque forme de vie par période.
RQT3_AdventicesFormeVie_5 d	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_5c RQT13_AdventicesEchantillons_1c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présente chaque forme de vie, ainsi que de calculer la fréquence par forme de vie et par période.
RQT3_AC_AdventicesFormeV ie_5e	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (fréquence).
RQT3_AC_AdventicesFormeV ie_5f	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_5e » (Fig. 62) et « \_5f » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Forme de vie adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Annuelle d'été	Annuelle d'été ?	Annuelle d'hiver	Indifférente	Non renseigné	Pérenne
Néolithique ancien	0,772455089820359	1,19760479041916E-02	0,191616766467066	0,502994011976048	5,98802395209581E-03	0,209580838323353
Néolithique moyen	0,682926829268293		4,87804878048781E-02	0,365853658536585		0,219512195121951
Néolithique moyen - récent		1		1		
Néolithique récent	0,857142857142857					0,142857142857143
Néolithique récent - final	0,666666666666667			0,333333333333333		0,333333333333333

Fig. 62 - Exemple des résultats de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_5e ».

Dans la sixième version, appelée « RQT3\_AdventicesFormeVie\_6 » (Tabl. 60), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une forme de vie, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 63) ou à l'occurrence.

Tabl. 60 - Description du groupe de requêtes « RQT3\_AdventicesFormeVie\_6 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT3_AdventicesFormeVie_6a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des formes de vie par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT3_AdventicesFormeVie_6a_m0		Requête « modèle ».
RQT3_AdventicesFormeVie_6b	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_6a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par forme de vie, par phase et par échantillon.
RQT3_AdventicesFormeVie_6c	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_6b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présente chaque forme de vie par phase.
RQT3_AdventicesFormeVie_6d	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_6c RQT13_AdventicesEchantillons_2c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présente chaque forme de vie, ainsi que de calculer la fréquence par forme de vie et par phase.
RQT3_AC_AdventicesFormeVie_6e	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (fréquence).
RQT3_AC_AdventicesFormeVie_6f	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (forme de vie) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les *requêtes* « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_6e » (Fig. 63) et « \_6f » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Forme de vie adventices » (colonne résultats adventices) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Annuelle d'été	Annuelle d'été ?	Annuelle d'hiver	Indifférente	Pérenne
Rössen final	1,00				1,00
Rubané ancien	1,00				
Rubané final	0,75		0,09	0,28	0,16
Rubané moyen	1,00		0,22	0,33	0,22
Rubané moyen - récent	1,00			0,50	
Rubané récent	0,67	0,01	0,16	0,61	0,07
Rubané récent - final	0,91		0,27	0,18	
Rubané terminal	0,67			0,33	

Fig. 63 - Exemple des résultats de la requête « RQT3\_AC\_AdventicesFormeVie\_6e ».

#### 4.2.5. Le groupe de requêtes « RQT4 »

Ce groupe de cinq *requêtes* a été créé afin d'afficher le calendrier de floraison des plantes adventices représentées dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT4 » et il alterne des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Quatre versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT4\_AdventicesFloraison\_1 » (Tabl. 61), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une période de floraison, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 64).

Tabl. 61 - Description du groupe de requêtes « RQT4\_AdventicesFloraison\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT4_AdventicesFloraison_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Lambinon Taxon_MoisFloraison_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des périodes de floraison par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT4_AdventicesFloraison_1a_m0		Requête « modèle ».
RQT4_AdventicesFloraison_1b	Requêtes : RQT4_AdventicesFloraison_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par périodes de floraison et par période.
RQT4_AdventicesFloraison_1c	Requêtes : RQT4_AdventicesFloraison_1b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par périodes de floraison et par période.
RQT4_AC_AdventicesFloraison_1d	Requêtes : RQT4_AdventicesFloraison_1c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (période de floraison) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_1d » (Fig. 64) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Floraison adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	1 - 12	3 - 6	4 - 10	5 - 7	5 - 8	5 - 9	5 - 10	6 - 7
Néolithique ancien		1	1	1	4	2	3	3
Néolithique moyen	1				1	1	1	3
Néolithique moyen - récent								
Néolithique récent								1
Néolithique récent - final			1					1

Fig. 64 - Exemple des résultats de la requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_1d ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT4\_AdventicesFloraison\_2 » (Tabl. 56), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une période de floraison, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 59).

Tabl. 62 - Description du groupe de requêtes « RQT4\_AdventicesFloraison\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT4_AdventicesFloraison_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Lambinon Taxon_MoisFloraison_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des périodes de floraison par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT4_AdventicesFloraison_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT4_AdventicesFloraison_2b	Requêtes : RQT4_AdventicesFloraison_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), période de floraison et par phase.
RQT4_AdventicesFloraison_2c	Requêtes : RQT4_AdventicesFloraison_2b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par période de floraison et par phase.
RQT4_AC_AdventicesFloraison_2d	Requêtes : RQT4_AdventicesFloraison_2c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (période de floraison) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_2d » (Fig. 59) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Floraison adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	3 - 6	4 - 10	5 - 7	5 - 8	5 - 9	5 - 10	6 - 7
Rössen final							1
Rubané ancien							
Rubané final				2	1	2	2
Rubané moyen							2
Rubané moyen - récent							1
Rubané récent	1		1	1	2	1	3
Rubané récent - final					1		1
Rubané terminal		1					

Fig. 65 - Exemple des résultats de la requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_2d ».

Dans la troisième version, appelée « RQT4\_AdventicesFloraison\_3 » (Tabl. 57), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une période de floraison, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 60).

Tabl. 63 - Description du groupe de requêtes « RQT4\_AdventicesFloraison\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT4_AdventicesFloraison_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Lambinon Taxon_MoisFloraison_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des périodes de floraison par site, par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT4_AdventicesFloraison_3a_m0		Requête « modèle ».
RQT4_AdventicesFloraison_3b	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par période de floraison, par site et par période.
RQT4_AdventicesFloraison_3c	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par période de floraison, par site et par période.
RQT4_AC_AdventicesFloraison_3d	Requêtes : RQT2_AdventicesReproduction_3c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et période), un en-tête de colonne (période de floraison) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_3d » (Fig. 60) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Floraison adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Période	4 - 10	5 - 7	5 - 8	5 - 9	5 - 10	6 - 7
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Néolithique ancien						1
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Néolithique ancien					1	2
5	Cattenom « Unterhausen »	Néolithique ancien						1
6	Ennery « Le Breuil »	Néolithique ancien	1					
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Néolithique ancien					1	2
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	Néolithique ancien					1	2
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	Néolithique récent						
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Néolithique ancien						
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	Néolithique ancien				1		

Fig. 66 - Exemple des résultats de la requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_3d ».

Dans la quatrième version, appelée « RQT4\_AdventicesFloraison\_4 » (Tabl. 64), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une période de floraison, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 67).

Tabl. 64 - Description du groupe de requêtes « RQT4\_AdventicesFloraison\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT4_AdventicesFloraison_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Lambinon Taxon_MoisFloraison_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des périodes de floraison par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT4_AdventicesFloraison_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT4_AdventicesFloraison_4b	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_4a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), période de floraison, par site et par phase.
RQT4_AdventicesFloraison_4c	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_4b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par période de floraison, par site et par phase.
RQT4_AC_AdventicesFloraison_4d	Requêtes : RQT3_AdventicesFormeVie_4c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et phase), un en-tête de colonne (période de floraison) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_4d » (Fig. 67) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Floraison adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	4-10	5-9	6-7	6-8	6-9	6-10	7-10
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Touraille »	Rubané moyen - récent				1			2
4	Cattenom « Achères - RD 1 »	Rubané moyen			2		1	2	3
4	Cattenom « Achères - RD 1 »	Rubané récent		1	2		2		4
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané moyen							1
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané récent			1				2
6	Ennery « Le Bresil »	Rubané terminal	1						2
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Rubané récent		1	2		1	1	2
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	Rubané récent			1	2		1	2

Fig. 67 - Exemple des résultats de la requête « RQT4\_AC\_AdventicesFloraison\_4d ».

#### 4.2.6. Le groupe de requêtes « RQT5 »

Ce groupe de requêtes a été créé afin d'afficher la hauteur des plantes adventices représentées dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT5 » et il alterne des requêtes sélection et des requêtes analyse croisée. Huit versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_1 » (Tabl. 65), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une hauteur, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 68).

Tabl. 65 - Description du groupe de requêtes « RQT5\_AdventicesHauteur\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des hauteurs par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_1a_m0		Requête « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_1b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par hauteur et par période.
RQT5_AdventicesHauteur_1c	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_1b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par hauteur et par période.
RQT5_AC_AdventicesHauteur_1d	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_1c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_1d » (Fig. 68) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Faible	Plutôt faible	Moyenne	Élevée
Néolithique ancien	3	4	10	11
Néolithique moyen	2		3	7
Néolithique moyen - récent			1	3
Néolithique récent			1	5
Néolithique récent - final		1	1	2

Fig. 68 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_1d ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_2 » (Tabl. 66), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et

chaque colonne correspond à une hauteur, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 69).

Tabl. 66 - Description du groupe de requêtes « RQT5\_AdventicesHauteur\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des hauteurs par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_2b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par hauteur et par phase.
RQT5_AdventicesHauteur_2c	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_2b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par hauteur et par phase.
RQT5_AC_AdventicesHauteur_2d	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_2c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_2d » (Fig. 69) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Faible	Plutôt faible	Moyenne	Élevée
Rössen final				3
Rubané ancien				2
Rubané final	2	1	4	6
Rubané moyen			2	8
Rubané moyen - récent				3
Rubané récent	2	1	5	10
Rubané récent - final	1			4
Rubané terminal		1		2

Fig. 69 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_2d ».

Dans la troisième version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_3 » (Tabl. 67), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Néolithique ancien,

moyen, récent) et chaque colonne correspond à une hauteur, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 70).

Tabl. 67 - Description du groupe de requêtes « RQT5\_AdventicesHauteur\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des hauteurs par site, par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_3a_m0		Requête « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_3b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_3a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par hauteur, par site et par période.
RQT5_AdventicesHauteur_3c	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_3b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par hauteur, par site et par période.
RQT5_AC_AdventicesHauteur_3d	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_3c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et période), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_3d » (Fig. 70) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Période	Faible	Plutôt faible	Moyenne	Élevée
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Néolithique ancien	1		3	5
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Néolithique ancien				2
63	Malling « Schlammleingt »	Néolithique ancien				2
66	Bertrange « Kosenacker »	Néolithique ancien	1		1	6
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Néolithique ancien	2	2	3	7
200	Alsting « Zinzing »	Néolithique récent - final				2
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	Néolithique récent				1
205	La Maxe « Complexe sportif »	Néolithique récent			1	2

Fig. 70 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_3d ».

Dans la quatrième version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_4 » (Tabl. 68), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen,

récent) et chaque colonne correspond à une hauteur, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 71).

Tabl. 68 - Description du groupe de requêtes « RQT5\_AdventicesHauteur\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des hauteurs par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_4b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_4a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par hauteur, par site et par phase.
RQT5_AdventicesHauteur_4c	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_4b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par hauteur, par site et par phase.
RQT5_AC_AdventicesHauteur_4d	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_4c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et phase), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_4d » (Fig. 71) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	Faible	Plutôt faible	Moyenne	Élevée
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané moyen			1	1
5	Cattenom « Unterhausen »	Rubané récent			1	3
6	Ennery « Le Breuil »	Rubané terminal		1		2
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Rubané récent				7
10	Gandrang « Bréquette - Zones A-F »	Rubané récent	1		1	5
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Rubané récent				1
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	Rubané récent			1	3
17	Kirschnaumen-Evendorf « Dolem »	Rubané récent - final		1		1

Fig. 71 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_4d ».

Dans la cinquième version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_5 » (Tabl. 69), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et

chaque colonne correspond à une hauteur, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 72) ou à l'occurrence.

Tabl. 69 - Description du groupe de requêtes « RQT5\_AdventicesHauteur\_5 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_5a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des hauteurs par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_5a_m0		Requête « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_5b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_5a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par hauteur, par période et par échantillon.
RQT5_AdventicesHauteur_5c	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_5b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque hauteur par période.
RQT5_AdventicesHauteur_5d	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_5c RQT13_AdventicesEchantillons_1c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présente chaque hauteur, ainsi que de calculer la fréquence par hauteur et par période.
RQT5_AC_AdventicesHauteur_5e	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (fréquence).
RQT5_AC_AdventicesHauteur_5f	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_5e » (Fig. 72) et « \_5f » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Élevée	Faible	Moyenne	Plutôt faible
Néolithique ancien	0,88622754491018	0,125748502994012	0,179640718562874	6,58682634730539E-02
Néolithique moyen	0,902439024390244	7,31707317073171E-02	0,170731707317073	
Néolithique moyen - récent		1		1
Néolithique récent		1	0,142857142857143	
Néolithique récent - final	0,666666666666667		0,333333333333333	0,333333333333333

Fig. 72 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_5e ».

Dans la sixième version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_6 » (Tabl. 70), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une hauteur, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 73) ou à l'occurrence.

Tabl. 70 - Description du groupe de requêtes « RQT5\_AdventicesHauteur\_6 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_6a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des hauteurs par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_6a_m0		Requête « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_6b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_6a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par hauteur, par phase et par échantillon.
RQT5_AdventicesHauteur_6c	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_6b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque hauteur par phase.
RQT5_AdventicesHauteur_6d	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_6c RQT13_AdventicesEchantillons_2c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présente chaque hauteur, ainsi que de calculer la fréquence par hauteur et par phase.
RQT5_AC_AdventicesHauteur_6e	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (fréquence).
RQT5_AC_AdventicesHauteur_6f	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (hauteur) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les *requêtes* « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_6e » (Fig. 73) et « \_6f » peuvent être exécutées à partir du *bouton* « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Faible	Plutôt faible	Moyenne	Élevée
Rössen final				1,00
Rubané ancien				1,00
Rubané final	0,09	0,03	0,16	0,81
Rubané moyen			0,33	0,89
Rubané moyen - récent				1,00
Rubané récent	0,06	0,04	0,16	0,93
Rubané récent - final	0,36			0,73
Rubané terminal		0,33		0,67

Fig. 73 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AC\_AdventicesHauteur\_6e ».

Dans la septième version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_7 » (Tabl. 71), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et la colonne correspond à la hauteur maximale de la plante la plus basse (Fig. 74).

Tabl. 71 - Description du groupe de *requêtes* « RQT5\_AdventicesHauteur\_7 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_7a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Lambinon	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des hauteurs maximales par site, par période (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_7a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_7b	<i>Requêtes</i> : RQT5_AdventicesHauteur_7a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de la hauteur maximale de la plante la plus basse par site et par période.

La *requête* « RQT5\_AdventicesHauteur\_7b » (Fig. 74) peut être exécutée à partir du *bouton* « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Période	Hauteur max plante la plus basse
2	Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	Néolithique ancien	100
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	Néolithique ancien	40
5	Cattenom « Unterhausen »	Néolithique ancien	50
6	Ennery « Le Breuil »	Néolithique ancien	50
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	Néolithique ancien	100
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	Néolithique ancien	40
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	Néolithique récent	100
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	Néolithique ancien	100

Fig. 74 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AdventicesHauteur\_7b ».

Dans la huitième version, appelée « RQT5\_AdventicesHauteur\_8 » (Tabl. 72), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et la colonne correspond à la hauteur maximale de la plante la plus basse (Fig. 75).

Tabl. 72 - Description du groupe de requêtes « RQT5\_AdventicesHauteur\_8 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT5_AdventicesHauteur_8a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Lambinon	Requête sélection permettant de dresser une liste des hauteurs maximales par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT5_AdventicesHauteur_8a_m0		Requête « modèle ».
RQT5_AdventicesHauteur_8b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_8a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de la hauteur maximale de la plante la plus basse par site et par phase.

La requête « RQT5\_AdventicesHauteur\_8b » (Fig. 75) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Hauteur adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	Hauteur max plante la plus basse
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Rubané final	100
63	Malling « Schlammlengt »	Rubané ancien	100
66	Bertrange « Kosenacker »	Rubané final	100
66	Bertrange « Kosenacker »	Rubané récent	40
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Rubané final	40
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Rubané récent	30
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Rubané récent - final	40

Fig. 75 - Exemple des résultats de la requête « RQT5\_AdventicesHauteur\_8b ».

#### 4.2.7. Le groupe de requêtes « RQT6 »

Ce groupe de *requêtes* a été créé afin d'afficher l'origine des plantes adventices représentées dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT6 » et il alterne des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Six versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT6\_AdventicesOrigine\_1 » (Tabl. 73), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une origine, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 76).

Tabl. 73 - Description du groupe de *requêtes* « RQT6\_AdventicesOrigine\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT6_AdventicesOrigine_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des origines par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT6_AdventicesOrigine_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT6_AdventicesOrigine_1b	<i>Requêtes</i> : RQT5_AdventicesHauteur_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par origine et par période.
RQT6_AdventicesOrigine_1c	<i>Requêtes</i> : RQT6_AdventicesOrigine_1b	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par origine et par période.
RQT6_AC_AdventicesOrigine_1d	<i>Requêtes</i> : RQT6_AdventicesOrigine_1c	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (nombre de taxons).

La *requête* « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_1d » (Fig. 76) peut être exécutée à partir du *bouton* « Données pour diagrammes – Origine adventices » (colonne résultats adventices) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	ANT	APO
Néolithique ancien	2	5
Néolithique moyen	11	1
Néolithique moyen - récent	3	1
Néolithique récent	5	1
Néolithique récent - final	1	2

Fig. 76 - Exemple des résultats de la requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_1d ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT6\_AdventicesOrigine\_2 » (Tabl. 74), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une origine, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 77).

Tabl. 74 - Description du groupe de requêtes « RQT6\_AdventicesOrigine\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT6_AdventicesOrigine_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des origines par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT6_AdventicesOrigine_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT6_AdventicesOrigine_2b	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par origine et par phase.
RQT6_AdventicesOrigine_2c	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_2b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par origine et par phase.
RQT6_AC_AdventicesOrigine_2d	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_2c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_2d » (Fig. 77) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Origine adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	ANT	APO	
Rössen final		3	
Rubané ancien		2	
Rubané final	1	8	4
Rubané moyen		8	2
Rubané moyen - récent		3	
Rubané récent	1	15	2
Rubané récent - final		4	1
Rubané terminal		3	

Fig. 77 - Exemple des résultats de la requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_2d ».

Dans la troisième version, appelée « RQT6\_AdventicesOrigine\_3 » (Tabl. 75), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une origine, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 78).

Tabl. 75 - Description du groupe de requêtes « RQT6\_AdventicesOrigine\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT6_AdventicesOrigine_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des origines par site, par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT6_AdventicesOrigine_3a_m0		Requête « modèle ».
RQT6_AdventicesOrigine_3b	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_3a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par origine, par site et par période.
RQT6_AdventicesOrigine_3c	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_3b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par origine, par site et par période.
RQT6_AC_AdventicesOrigine_3d	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_3c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et période), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_3d » (Fig. 78) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Origine adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Période	ANT	APO
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Néolithique ancien	7	2
58	Trémery « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Néolithique ancien	1	1
63	Malling « Schlammlengt »	Néolithique ancien	2	
66	Bertrange « Kosenacker »	Néolithique ancien	7	1
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Néolithique ancien	2	10
200	Alsting « Zinzing »	Néolithique récent - final	1	1
204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL »	Néolithique récent	1	

Fig. 78 - Exemple des résultats de la requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_3d ».

Dans la quatrième version, appelée « RQT6\_AdventicesOrigine\_4 » (Tabl. 68), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site et à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une origine, les valeurs correspondent au nombre de taxons (Fig. 71).

Tabl. 76 - Description du groupe de requêtes « RQT6\_AdventicesOrigine\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT6_AdventicesOrigine_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des origines par site, par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par taxon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le site, la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT6_AdventicesOrigine_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT6_AdventicesOrigine_4b	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_4a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par nom vernaculaire (afin d'écarter les doublons dont le nom latin comprend l'abréviation « cf. »), par origine, par site et par phase.
RQT6_AdventicesOrigine_4c	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_4b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de taxons par origine, par site et par phase.
RQT6_AC_AdventicesOrigine_4d	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_4c	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (site et phase), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (nombre de taxons).

La requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_4d » (Fig. 71) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Origine adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Phase	ANT	APO
54	La Maxe « Les Lignières »	Rubané récent	1	4
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Rubané final		6
56	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	Rubané récent - final	1	
58	Trémercy « ZAC de la Fontaine des Saints - Zone 36 »	Rubané final		1
63	Malling « Schlammleigt »	Rubané ancien		2
66	Bertrange « Kosenacker »	Rubané final	1	
66	Bertrange « Kosenacker »	Rubané récent	7	1
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	Rubané final	1	8

Fig. 79 - Exemple des résultats de la requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_4d ».

Dans la cinquième version, appelée « RQT6\_AdventicesOrigine\_5 » (Tabl. 77), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une origine, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 80) ou à l'occurrence.

Tabl. 77 - Description du groupe de requêtes « RQT6\_AdventicesOrigine\_5 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT6_AdventicesOrigine_5a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des origines par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT6_AdventicesOrigine_5a_m0		Requête « modèle ».
RQT6_AdventicesOrigine_5b	Requêtes : RQT5_AdventicesHauteur_5a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par origine, par période et par échantillon.
RQT6_AdventicesOrigine_5c	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_5b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque type d'origine par période.
RQT6_AdventicesOrigine_5d	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_5c RQT13_AdventicesEchantillons_1c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présent chaque type d'origine, ainsi que de calculer la fréquence par origine et par période.
RQT6_AC_AdventicesOrigine_5e	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (fréquence).
RQT6_AC_AdventicesOrigine_5f	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_5d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les *requêtes* « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_5e » (Fig. 80) et « \_5f » peuvent être exécutées à partir du *bouton* « Données pour diagrammes – Origine adventices » (colonne résultats adventices) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période		ANT	APO
Néolithique ancien	5,38922155688623E-02	0,934131736526946	0,221556886227545
Néolithique moyen		0,975609756097561	4,87804878048781E-02
Néolithique moyen - récent		1	1
Néolithique récent		0,857142857142857	0,142857142857143
Néolithique récent - final	0,333333333333333	0,666666666666667	0,333333333333333

Fig. 80 - Exemple des résultats de la requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_5e ».

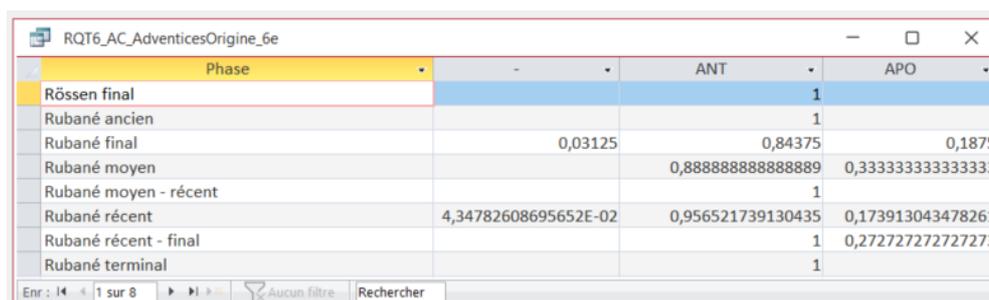
Dans la sixième version, appelée « RQT6\_AdventicesOrigine\_6 » (Tabl. 78), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à une origine, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 81) ou à l'occurrence.

Tabl. 78 - Description du groupe de *requêtes* « RQT6\_AdventicesOrigine\_6 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT6_AdventicesOrigine_6a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des origines par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent), par taxon et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT6_AdventicesOrigine_6a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT6_AdventicesOrigine_6b	<i>Requêtes</i> : RQT6_AdventicesOrigine_6a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste de taxons regroupés par origine, par phase et par échantillon.
RQT6_AdventicesOrigine_6c	<i>Requêtes</i> : RQT6_AdventicesOrigine_6b	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque type d'origine par phase.
RQT6_AdventicesOrigine_6d	<i>Requêtes</i> : RQT6_AdventicesOrigine_6c RQT13_AdventicesEchantillons_2c	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons présentant des adventices, le nombre d'échantillons où est présent chaque type d'origine, ainsi que de calculer la fréquence par origine et par phase.
RQT6_AC_AdventicesOrigine_6e	<i>Requêtes</i> : RQT6_AdventicesOrigine_6d	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (fréquence).

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT6_AC_AdventicesOrigine_6f	Requêtes : RQT6_AdventicesOrigine_6d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (origine) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_6e » (Fig. 81) et « \_6f » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Origine adventices » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).



Phase	ANT	APO
Rössen final	1	1
Rubané ancien	1	1
Rubané final	0,03125	0,84375
Rubané moyen	0,888888888888889	0,333333333333333
Rubané moyen - récent	1	1
Rubané récent	4,34782608695652E-02	0,956521739130435
Rubané récent - final	1	0,272727272727273
Rubané terminal	1	1

Fig. 81 - Exemple des résultats de la requête « RQT6\_AC\_AdventicesOrigine\_6e ».

#### 4.2.8. Le groupe de requêtes « RQT7 »

Le groupe de requêtes nommé « RQT7\_NomSiteConcatene\_1 » permet d'obtenir la liste d'opérations archéologiques présentées en fonction du numéro de site. Lorsqu'un numéro de site comporte deux ou plusieurs opérations archéologiques, les noms desdites opérations sont concaténés (Fig. 82). Ce groupe de requêtes s'est avéré très utile notamment lors de la création des tableaux destinés à la réalisation des cartes sur QGIS<sup>®</sup>, du rapport carpologique et des tableaux de décompte. Il s'agit d'un groupe de deux requêtes sélection (Tabl. 79).

Tabl. 79 - Description du groupe de requêtes « RQT7 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT7_NomSiteConcatene_1a	Tables : OA	Requête sélection permettant de dresser une liste des opérations archéologiques avec le numéro de site qui leur a été attribué. Un filtre permettant de faire un choix sur les données affichées est appliqué sur le champ « Numero_site ».
RQT7_NomSiteConcatene_1b	Requêtes : RQT7_NomSiteConcatene_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste des opérations archéologiques dont le nom est concaténé en fonction du numéro de site. Cette concaténation est obtenue grâce au module « MOD_Concat » (voir 4.4.2).

Fig. 82 - Exemple des résultats de la requête RQT7\_NomSiteConcatene\_1b.

#### 4.2.9. Le groupe de requêtes « RQT8 »

Trois groupes de requêtes nommés « RQT8 » ont été créés afin d'obtenir les tableaux d'effectifs nécessaires pour réaliser les graphiques en secteur sur Adobe Illustrator<sup>®</sup>. Contrairement au logiciel Microsoft Excel<sup>®</sup>, la réalisation des graphiques en secteur sur Adobe Illustrator<sup>®</sup> nécessite des tableaux comportant les variables en colonne et les individus en ligne. Le premier groupe de requêtes correspond aux catégories de plantes, le deuxième groupe correspond aux taxons de céréales et le troisième groupe correspond aux taxons de légumineuses.

##### Les catégories de plantes

Il s'agit d'un groupe de cinq requêtes nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_1 » alternant des requêtes sélection et des requêtes analyse croisée (Tabl. 80). Il est à noter que les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Niveau C de la table « Contexte », voir 3.1.1.1), et que les vannes ont été calculées en « bases de glume ».

Tabl. 80 - Description du groupe de requêtes « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1a	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carporestes par contexte (Niveau C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de plantes.
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1a_m0		Requête « modèle ».
RQT8_AC_ContexteDiagrammeCategories_1b	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1c	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1a	(catégorie de plantes) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des catégories de plantes à s'afficher.  <i>Requête sélection</i> permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vanes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vanes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1d	Requêtes : RQT8_AC_ContexteDiagrammeCategories_1b RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1c	<i>Requête sélection</i> permettant d'associer les données des deux <i>requêtes</i> sous-jacentes. Elle permet d'obtenir le tableau escompté.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un contexte archéologique (structures en creux), alors que chaque colonne correspond à une catégorie de plantes (p. ex. céréales, légumineuses, oléagineuses, cueillette, adventices, légumes, tinctoriales, aquatiques). La catégorie « céréales » est divisée en deux : caryopses et vanes (Fig. 83). Ces deux sous-catégories sont analysées séparément puisque la nature des restes et l'unité de calcul standard du NMI ne sont pas les mêmes. La *requête* « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_1d » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Catégorie de plantes » (colonne résultats par contexte) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nur	Nom_usue	Niveau	Noi	Nivea	Norr	Niveau_C	Norr	Céréales, caryopses	Céréales, vanes	Légumineuse	Oléagineuse	Cueillette	Adventices
42	Marainville-st Maison	M4	Tierce	8	TP Panne sud	306		158	15				
42	Marainville-st Maison	M4	Tierce	9	TP Panne nord	313		2					
42	Marainville-st Maison	M4	Tierce	9	TP Panne sud	311		16					1
42	Marainville-st Maison	M5	Flanc	nord	Fosse latérale	1089		5		11			
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	1	TP Panne faitière	1004		20		24			
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	1	TP Panne sud	1002		2		1		1	

Fig. 83 - Exemple des résultats de la *requête* « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_1d ».

Une variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les contextes étudiés correspondent à un sol d'occupation, permettant ainsi l'ajout des champs contenant les informations du carroyage (Niveau B de la *table* « Contexte », voir 3.1.1.1) et de la couche ou US (Niveau A de la *table* « Contexte »). Il s'agit d'un groupe de cinq *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_2 » composé d'une suite de *requêtes sélection* et de *requêtes analyse croisée* (Tabl. 81).

Tabl. 81 - Description du groupe de requêtes « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2a	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carporestes par contexte (Niveaux A et B). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de plantes.
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT8_AC_ContexteDiagrammeCategories_2b	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (catégorie de plantes) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des catégories de plantes à s'afficher.
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2c	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2a	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vanes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vanes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2d	Requêtes : RQT8_AC_ContexteDiagrammeCategories_2b RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2c	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir le tableau escompté.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un contexte archéologique (carroyage et US), alors que chaque colonne correspond à une catégorie de plantes (Fig. 84). La requête « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_2d » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Catégorie de plantes » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nu	Nom_usu	Niveau_C	Nom_Niv_C	Nivez	Nom	Niveau	Non	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Légumineuses	Oléagineuse	Cueillette	Adventices
#3	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B11bd	Couche	18	23			
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B8	Couche	18	328	14		
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B9	Couche	18	154			1
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B9ac	Couche	18	1528	50	2	7
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B9b	Couche	18	129			
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B9bd	Couche	18	8			
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B9c	Couche	18	18			3
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	B9d	Couche	18	380			
43	Waldbillig	«	Sol d'occupation/c	Horizon	Rössen	Carré	C10a	Couche	18	496			

Fig. 84 - Exemple des résultats de la requête « RQT8\_ContexteDiagrammeCategories\_2d ».

Les taxons de céréales

Il s'agit d'un groupe de six *requêtes* nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_1 » alternant des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée* (Tabl. 82). Les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Niveau C de la *table* « Contexte », voir 3.1.1.1).

Tabl. 82 - Description du groupe de *requêtes* « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_1 ».

<b>Requête</b>	<b>Tables/requêtes appelées</b>	<b>Description</b>
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1a	<i>Tables</i> : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des carporesses par contexte (Niveau C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de plantes (limitée à la catégorie « Céréales »).
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1b	<i>Tables</i> : Taxon_PartiePlante_Liste <i>Requêtes</i> : RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vannes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vannes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT8_AC_ContexteDiagrammeCereales_1c	<i>Requêtes</i> : RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1b	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (nom vernaculaire) et une valeur (NMI caryopses). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des noms vernaculaires à s'afficher.
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1d	<i>Requêtes</i> : RQT8_AC_ContexteDiagrammeCereales_1c RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1d	<i>Requête sélection</i> appelant tous les champs des deux <i>requêtes</i> sous-jacentes, ce qui entraîne l'apparition des noms des niveaux deux fois.
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1e	<i>Requêtes</i> : RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1d	Étant donné que la <i>requête</i> RQT8_AC_ContexteDiagrammeCereales_1c donne un nombre de colonnes variable selon les données trouvées sur la plage de temps sélectionnée, il n'est pas possible de construire la dernière requête de la série de façon définitive (erreur pour chaque colonne manquante). Elle doit donc être « construite » à l'aide de la <i>fonction</i> NewRQT8 (voir 4.4.6) en allant rechercher les champs qui se trouvent dans la requête de liaison précédente.

Chaque colonne du tableau obtenu correspond à un taxon de céréales. Afin de réduire le nombre de variables peu représentées, les vanes, dont la présence est relativement anecdotique, ont été regroupées sans prendre en compte le taxon. Les autres catégories de plantes sont affichées afin de garder une vue globale de leur répartition (Fig. 85). La requête « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_1e » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Céréales » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nu	Nom_usue	Niveau	Nom	Niveau	Nom	Niveau_C	Nom	Céréales, vanes	Légumineuses	Adventices	Amidonnier	Céréales Indu	Engrain
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	3	TP Panne nord	1030		4	373			4	29
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	3	TP Panne sud	1028			35			11	26
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	4	TP Panne faitière	1032			13				3
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	4	TP Panne nord	1031		13	60	1		144	31
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	4	TP Panne sud	1033		3	7			19	10
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	5	TP Panne nord	1051			1				
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	5	TP Panne sud	1046		17	3	3		205	68
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	6	TP Panne faitière	1059							1
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	6	TP Panne nord	1060			1				2
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	6	TP Panne sud	1077		92	2	9		543	84
42	Marainville-st Maison	M5	Tierce	7	TP Panne faitière	1062							1

Fig. 85 - Exemple des résultats de la requête « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_1e ».

Une variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les contextes étudiés correspondent à un sol d'occupation, permettant ainsi l'ajout des champs contenant les informations du carroyage (Niveau B de la table « Contexte », voir 3.1.1.1) et de la couche ou US (Niveau A de la table « Contexte »). Il s'agit d'un groupe de six requêtes nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_2 » composé d'une suite de requêtes sélection et de requêtes analyse croisée (Tabl. 81).

Tabl. 83 - Description du groupe de requêtes « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2a	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carporesses par contexte (Niveaux A et B). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de plantes (limitée à la catégorie « Céréales »).
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2b	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2a	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vanes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vanes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT8_AC_ContexteDiagrammeCereales_2c	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2b	qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques. <i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (nom vernaculaire) et une valeur (NMI caryopses). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des noms vernaculaires à s'afficher.
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2d	Requêtes : RQT8_AC_ContexteDiagrammeCereales_2c RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1d	<i>Requête sélection</i> appelant tous les champs des deux requêtes sous-jacentes, ce qui entraîne l'apparition des noms des niveaux deux fois.
RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2e	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2d	Étant donné que la requête RQT8_AC_ContexteDiagrammeCereales_2c donne un nombre de colonnes variable selon les données trouvées sur la plage de temps sélectionnée, il n'est pas possible de construire la dernière requête de la série de façon définitive (erreur pour chaque colonne manquante). Elle doit donc être « construite » à l'aide de la fonction NewRQT8 (voir 4.4.6) en allant rechercher les champs qui se trouvent dans la requête de liaison précédente.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un contexte archéologique (carroyage et US), alors que chaque colonne correspond à un taxon de céréales. Les autres catégories de plantes sont affichées afin de garder une vue globale de leur répartition (Fig. 86). La requête « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_2e » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Céréales » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nui	Nom_us	Niveau	Nor	Nivea	Nc	Niveau_C	Nom_Niv_C	Nivea	Nom_Ni	Niveau	Nor	Céréales, vannes	Légumineuses	Adventices	Amidonnier	Céréales ind	Engrain	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	B8	Couche	18	14			1	73	12	118
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	B9	Couche	18			1	22	10	28	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	B9ac	Couche	18	50		7	232	188	125	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	B9b	Couche	18				21	7	26	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	B9bd	Couche	18					2	2	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	B9c	Couche	18			3	4		2	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	B9d	Couche	18				40	19	41	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	C10a	Couche	18				90	6	51	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	C10b	Couche	18			1	28	8	30	
43	Waldbillig	néant	néant	néant	néant	Sol d'occupation/c	Horizon Rössen	Carré	C10c	Couche	18	4		1	73	11	39	

Fig. 86 - Exemple des résultats de la requête « RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_2e ».

### Les taxons de légumineuses

Il s'agit d'un groupe de cinq requêtes nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_1 » alternant des requêtes sélection et des requêtes analyse croisée (Tabl. 84). Les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Niveau C de la table « Contexte », voir 3.1.1.1).

Tabl. 84 - Description du groupe de requêtes « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1a	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carpocestes par contexte (Niveau C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de plantes (limitée à la catégorie « Légumineuses »).
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1a_m0		Requête « modèle ».
RQT8_AC_ContexteDiagrammeLegumineuses_1b	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (nom vernaculaire) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des noms vernaculaires à s'afficher.
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1c	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1d RQT8_AC_ContexteDiagrammeLegumineuses_1b	Requête sélection appelant tous les champs des deux requêtes sous-jacentes, ce qui entraîne l'apparition des noms des niveaux deux fois.
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1d	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1c	Étant donné que la requête RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1c donne un nombre de colonnes variable selon les données trouvées sur la plage de temps sélectionnée, il n'est pas possible de construire la dernière requête de la série de façon définitive (erreur pour chaque colonne manquante). Elle doit donc être « construite » à l'aide de la fonction NewRQT8 (voir 4.4.6) en allant rechercher les champs qui se trouvent dans la requête de liaison précédente.

Chaque ligne du tableau d'effectifs obtenu correspond à un contexte et chaque colonne à un taxon de légumineuses. Les autres catégories de plantes sont affichées afin de garder une vue globale de leur répartition (Fig. 87). La requête « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_1d » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Légumineuses » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nur	Nom_usu	Niveau_E	Non	Niveau_D	Nom	Niveau_C	Nom	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Adventices	Lég_cultivée	Lentille	Pois
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	6	TP Panne sud	288		1052	340	2	64		1033
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	7	TP Panne faitière	296		42					
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	7	TP Panne nord	297		26					
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	7	TP Panne sud	295		159					1
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	8	TP Panne faitière	305		15	1				
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	8	TP Panne nord	304		1					
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	8	TP Panne sud	306		158	15				
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	9	TP Panne nord	313		2					
42	Marainville:- Maison	M4	Tierce	9	TP Panne sud	311		16		1			
42	Marainville:- Maison	M5	Flanc	nord	Fosse latérale	1089		5			3		8
42	Marainville:- Maison	M5	Tierce	1	TP Panne faitière	1004		20					24

Fig. 87 - Exemple des résultats de la requête « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_1d ».

Une variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les contextes étudiés correspondent à un sol d'occupation, permettant ainsi l'ajout des champs contenant les informations du carroyage (Niveau B de la table « Contexte », voir 3.1.1.1) et de la couche ou US (Niveau A de la table « Contexte »). Il s'agit d'un groupe de cinq requêtes nommé « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_2 » composé d'une suite de requêtes sélection et de requêtes analyse croisée (Tabl. 85).

Tabl. 85 - Description du groupe de requêtes « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2a	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carporestes par contexte (Niveaux A et B). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de plantes (limitée à la catégorie « Légumineuses »).
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT8_AC_ContexteDiagrammeLegumineuses_2b	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (nom vernaculaire) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des noms vernaculaires à s'afficher.
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2c	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2d RQT8_AC_ContexteDiagrammeLegumineuses_2b	Requête sélection appelant tous les champs des deux requêtes sous-jacentes, ce qui entraîne l'apparition des noms des niveaux deux fois.
RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2d	Requêtes : RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2c	Étant donné que la requête RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2c donne un nombre de colonnes variable selon les données trouvées sur la plage de

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
		temps sélectionnée, il n'est pas possible de construire la dernière requête de la série de façon définitive (erreur pour chaque colonne manquante). Elle doit donc être « construite » à l'aide de la fonction NewRQT8 (voir 4.4.6) en allant rechercher les champs qui se trouvent dans la requête de liaison précédente.

Chaque ligne du tableau d'effectifs obtenu correspond à un contexte et chaque colonne à un taxon de légumineuses. Les autres catégories de plantes sont affichées afin de garder une vue globale de leur répartition (Fig. 88). La requête « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_1d » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Légumineuses » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nu	Nom_us	Niveaut	Niveaul	Niveau_C	Nom_Niv_C	Nive	Nom	Niveau	Nom	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Adventices	Lég_cultivée	Lentille	Pois
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	D9	Couche	18		340	44	6		2	1
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	D9a	Couche	18		106	5			8	1
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	D9ab	Couche	18		57		1			
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	D9c	Couche	18		9					
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	D9d	Couche	18		18					
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	E10	Couche	18		202	1	2			
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	E10	Couche	18 Base		5					
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	E10a	Couche	18		166					
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	E10b	Couche	18		323					
43	Waldbillig	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré	E10d	Couche	18		1699					

Fig. 88 - Exemple des résultats de la requête « RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_2d ».

#### 4.2.10. Le groupe de requêtes « RQT9 »

Le groupe de requêtes nommé « RQT9\_ContexteDensite\_1 » a été conçu afin d'obtenir les tableaux de mesures nécessaires pour réaliser les histogrammes de densité. Il s'agit d'un groupe de neuf requêtes composé d'une suite de requêtes sélection et de requêtes analyse croisée (Tabl. 86). Les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Niveau C de la table « Contexte », voir 3.1.1.1).

Tabl. 86 - Description du groupe de requêtes « RQT9\_ContexteDensite\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT9_ContexteDensite_1a	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carporesses par contexte (Niveau C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de plantes.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Echantillon_Tamisage	
RQT9_ContexteDensite_1a_m0		Requête « modèle ».
RQT9_ContexteDensite_1b	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Echantillon_Tamisage	Requête sélection permettant de dresser une liste des litres de sédiment tamisés par opérateur et par contexte. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT9_ContexteDensite_1b_m0		Requête « modèle ».
RQT9_ContexteDensite_1c	Requêtes : RQT9_ContexteDensite_1b	Requête sélection permettant de calculer le total des litres de sédiment tamisés au sein d'un même contexte.
RQT9_AC_ContexteDensite_1d	Requêtes : RQT9_ContexteDensite_1a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (catégorie de plantes) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des catégories de plantes à s'afficher.
RQT9_ContexteDensite_1e	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT9_ContexteDensite_1a	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vanes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vanes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT9_ContexteDensite_1f	Requêtes : RQT9_AC_ContexteDensite_1d RQT9_ContexteDensite_1e	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null » pour ensuite pouvoir additionner les carporestes de toutes les catégories de plantes et obtenir ainsi le NMI total.
RQT9_ContexteDensite_1g	Requêtes : RQT9_ContexteDensite_1f RQT9_ContexteDensite_1c	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de calculer la densité.

Nous obtenons un tableau de mesures comportant le NMI, les litres et la densité associés à chaque structure en creux (Fig. 89). La requête « RQT9\_ContexteDensite\_1g » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour histogrammes – Densités » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nur	Nom_usuel_O	Niveau_I	Nom	Niveau	Nom	Niveau_C	TotalNMI	TotalLitres	Densité
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Paroi	sud	TP Panne sablière	64	17	10	1,7
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Paroi	sud	TP Panne sablière	65	47	8	5,9
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Paroi	sud	TP Panne sablière	66	717	10	71,7
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Paroi	sud	TP Panne sablière	67	170	10	17,0
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Paroi	sud	TP Panne sablière	72	21	10	2,1
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Paroi	sud	TP Panne sablière	81	873	3	291,0
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Tierce	~1	TP Panne faitière	55	235	10	23,5
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Tierce	~1	TP Panne nord	71	42	10	4,2
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Tierce	~1	TP Panne sud	56	78	10	7,8
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Tierce	~2	TP Panne faitière	54	25	10	2,5
2	Ay-sur-Moselle « Maison	M28	Tierce	~2	TP Panne nord	50	43	10	4,3

Fig. 89 - Exemple des résultats de la requête « RQT9\_ContexteDensite\_1g ».

Une variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les contextes étudiés correspondent à un sol d'occupation, permettant ainsi l'ajout des champs contenant les informations du carroyage (Niveau B de la table « Contexte », voir 3.1.1.1) et de la couche ou US (Niveau A de la table « Contexte »). Il s'agit d'un groupe de neuf requêtes nommé « RQT9\_ContexteDensite\_2 » composé d'une suite de requêtes sélection et de requêtes analyse croisée (Tabl. 87).

Tabl. 87 - Description du groupe de requêtes « RQT9\_ContexteDensite\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT9_ContexteDensite_2a	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Echantillon_Tamisage	Requête sélection permettant de dresser une liste des carpoestes par contexte (Niveaux A et B). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la catégorie de restes.
RQT9_ContexteDensite_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT9_ContexteDensite_2b	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Echantillon_Tamisage	Requête sélection permettant de dresser une liste des litres de sédiment tamisés par opérateur et par contexte. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT9_ContexteDensite_2b_m0		Requête « modèle ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT9_ContexteDensite_2c	Requêtes : RQT9_ContexteDensite_2b	Requête sélection permettant de calculer le total des litres de sédiment tamisés au sein d'un même contexte.
RQT9_AC_ContexteDensite_2d	Requêtes : RQT9_ContexteDensite_2a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (catégorie de plantes) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des catégories de plantes à s'afficher.
RQT9_ContexteDensite_2e	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT9_ContexteDensite_2a	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vannes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vannes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT9_ContexteDensite_2f	Requêtes : RQT9_AC_ContexteDensite_2d RQT9_ContexteDensite_2e	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null » pour ensuite pouvoir additionner les carpores des de toutes les catégories de plantes et obtenir ainsi le NMI total.
RQT9_ContexteDensite_2g	Requêtes : RQT9_ContexteDensite_2f RQT9_ContexteDensite_2c	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de calculer la densité.

Nous obtenons ainsi un tableau de mesures comportant le NMI, les litres et la densité associés à chaque carré (Fig. 90). La requête « RQT9\_ContexteDensite\_2g » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour histogrammes – Densités » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nun	Nom_usuel_OA	Niveau	N	Niveau	Nr	Niveau	Non	Niveau	Nom_Niv_B	Niveau	Nom	TotalNMI	TotalLitres	Densité
1	Alsting « Zinzing »	néant	néant	Doline	1	Carré	H14	US	2	32	10	3,2		
1	Alsting « Zinzing »	néant	néant	Doline	1	Carré	L15_Moitié Ouest	US	2	5	10	0,5		
1	Alsting « Zinzing »	néant	néant	Doline	1	Carré	L17-L18	US	3	1	10	0,1		
1	Alsting « Zinzing »	néant	néant	Doline	1	Carré	M15	US	2	3	10	0,3		
1	Alsting « Zinzing »	néant	néant	Doline	1	Carré	Q13	US	2	1	10	0,1		
1	Alsting « Zinzing »	néant	néant	Doline	1	néant		US	2	11	24	0,5		

Fig. 90 - Exemple des résultats de la requête « RQT9\_ContexteDensite\_2g ».

#### 4.2.11. Le groupe de requêtes « RQT10 »

Le groupe de requêtes nommé « RQT10\_RapportFrequenceNMI » a été créé afin d'obtenir les tableaux d'effectifs pour les graphiques à barres regroupées. Le but était

d'obtenir, par bâtiment, un tableau d'effectifs comportant en ligne les individus (taxons) et en colonne les variables proportion relative (rapport du NMI de chaque taxon au NMI total, exprimé en pourcentage) et fréquence relative (rapport du nombre de contextes où chaque taxon est présent au nombre total de contextes positifs, exprimé en pourcentage, Tabl. 88).

Tabl. 88 - Exemple du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques à barres regroupées comportant les taxons (en ligne) ainsi que les variables proportion relative et fréquence relative exprimées en pourcentage (en colonne).

Taxon	Proportion relative	Fréquence relative
Blé nu	1%	7%
Orge polystique nue	5%	41%
Engrain	8%	52%
Lentille	14%	34%
Pois	24%	59%
Amidonnier	48%	59%

Toutefois, obtenir un tel tableau directement sur Microsoft Access<sup>®</sup> s'est avéré très difficile. Nous avons donc créé deux groupes de *requêtes*, alternant des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Nous avons choisi d'exporter séparément les résultats de ces deux groupes, les deux tableaux qui en résultent devant être traités après l'export. Le premier groupe, appelé « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_1 », nous permet d'obtenir la fréquence relative (Tabl. 89).

Tabl. 89 - Description du groupe de *requêtes* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT10_RapportFrequenceNMI_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des taxons par échantillon, par site, par bâtiment et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, le niveau, la chronologie, la catégorie de plantes et le nom vernaculaire.
RQT10_RapportFrequenceNMI_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_1b	<i>Requêtes</i> : RQT10_RapportFrequenceNMI_1a	<i>Requête sélection</i> permettant de calculer la fréquence de chaque taxon, par site, par bâtiment et par fourchette chronologique.
RQT10_RapportFrequenceNMI_1c	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste Contexte_Niveau_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir la liste des échantillons positifs par site, par bâtiment et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, la chronologie et la présence de carporestes.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT10_RapportFrequenceNMI_1c_m0		Requête « modèle ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_1d	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_1c	Requête sélection permettant d'obtenir un tableau simplifié comportant le numéro et le nom du site, le bâtiment ainsi que le nombre total d'échantillons positifs.
RQT10_RapportFrequenceNMI_1e	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_1b RQT10_RapportFrequenceNMI_1d	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau complet comportant le numéro et le nom du site, le bâtiment, le nom vernaculaire, la fréquence de chaque taxon (en pourcentage) ainsi que le nombre total d'échantillons positifs. Elle permet également de calculer la fréquence exprimée en pourcentage.
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_1f	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_1e	Requête analyse croisée permettant de transposer les données dans un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro de site, nom du site et contexte Niveau E), un en-tête de colonne (taxons) et une valeur (fréquence).

Dans le tableau d'effectifs issu de la requête « RQT10\_AC\_RapportFrequenceNMI\_1f », chaque ligne correspond à un ensemble de contextes (bâtiment), alors que chaque colonne correspond à un taxon. La valeur reportée à l'intersection est la fréquence. Elle doit être exprimée en pourcentage, mais malheureusement les valeurs ne s'affichent pas en pourcentage malgré le paramétrage des propriétés du champ (Fig. 91). Ce format est alors géré dans la feuille du fichier modèle d'export Microsoft Excel® fourni avec l'application (fichier RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2h.1f.xlsx, Fig. 92).

Nu	Nom_usu	Niveau_E	Non	"New" glume wheat	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Lentille	Orge polystyque nue	Pois
42	Marainville-s Maison	M1		0,684210526315789	0,421052631578947	0,631578947368421	0,631578947368421	0,631578947368421	0,736842105263158	
42	Marainville-s Maison	M2	0,037037037037037	0,777777777777778	0,37037037037037	0,62962962962963	0,296296296296296	0,444444444444444	0,444444444444444	
42	Marainville-s Maison	M3		0,583333333333333	0,166666666666667	0,416666666666667		0,416666666666667	0,166666666666667	
42	Marainville-s Maison	M4		0,714285714285714	0,25	0,464285714285714	7,14285714285714E-02	0,285714285714286	0,357142857142857	
42	Marainville-s Maison	M5		0,586206896551724	6,89655172413793E-02	0,517241379310345	0,344827586206897	0,413793103448276	0,586206896551724	

Fig. 91 - Exemple des résultats de la requête « RQT10\_AC\_RapportFrequenceNMI\_1f ».

Numero_site	Nom_usuel_OA	Niveau_E	Nom_Niv_E	"New" glume wheat	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Lentille	Orge polystyque nue	Pois
83	42	Marainville-sur-Madon « Maison	M1		68%	42%	63%	63%	63%	74%
84	42	Marainville-sur-Madon « Maison	M2	4%	78%	37%	63%	30%	44%	44%
85	42	Marainville-sur-Madon « Maison	M3		58%	17%	42%		42%	17%
86	42	Marainville-sur-Madon « Maison	M4		71%	25%	46%	7%	29%	36%
87	42	Marainville-sur-Madon « Maison	M5		59%	7%	52%	34%	41%	59%

Fig. 92 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la requête « RQT10\_AC\_RapportFrequenceNMI\_1f ».

Le deuxième groupe de requêtes, appelé « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2 », permet d'obtenir le NMI (Tabl. 90).

Tabl. 90 - Description du groupe de requêtes « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT10_RapportFrequenceNMI_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Contexte_Niveau_Liste Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carporesites par site, par bâtiment et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, le niveau, la chronologie, la catégorie de plantes et le nom vernaculaire.
RQT10_RapportFrequenceNMI_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_2b	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_2a	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vannes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vannes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2c	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_2b	Requête sélection permettant de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_2d	Requêtes : RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2c	Requête sélection permettant d'additionner les vannes et les caryopses afin d'obtenir un NMI total pour chaque taxon par bâtiment.
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2e	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_2d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (taxons céréales) et une valeur (NMI).
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2f	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_2a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (taxons autres catégories) et une valeur (NMI).
RQT10_RapportFrequenceNMI_2ef	Requêtes : RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2e RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2f	Requête sélection associant les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle reprend la première partie de RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2e vers RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2f, tout en ajoutant les quatre nouveaux champs correspondant aux en-têtes de lignes.
RQT10_RapportFrequenceNMI_2fe	Requêtes : RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2e RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2f	Requête sélection associant les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle reprend la partie inverse de RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2f vers RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_2e, tout en ajoutant les quatre nouveaux champs correspondant aux en-têtes de lignes.
RQT10_RapportFrequenceNMI_2g	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_2ef RQT10_RapportFrequenceNMI_2fe	Requête union appelant tous les champs des deux requêtes sous-jacentes, ce qui entraîne l'apparition des noms des niveaux deux fois.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT10_RapportFrequenceNMI_2h	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_2g	Étant donné que les <i>requêtes</i> RQT10_RapportFrequenceNMI_2ef et RQT10_RapportFrequenceNMI_2fe donnent un nombre de colonnes variable selon les données trouvées sur la plage de temps sélectionnée, il n'est pas possible de construire la dernière requête de la série de façon définitive (erreur pour chaque colonne manquante). Elle doit donc être « construite » à l'aide de la <i>fonction</i> NewRQT10 (voir 4.4.6) en allant rechercher les champs qui se trouvent dans la requête de liaison précédente et en écartant tous les champs « doublons » (détectés du fait qu'ils contiennent le texte RQT10 dans leur libellés).

Dans le tableau d'effectifs issu de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2h », chaque ligne correspond à un ensemble de contextes (bâtiment), alors que chaque colonne correspond à un taxon. La valeur reportée à l'intersection est le NMI (Fig. 93 et Fig. 94).

Numero_site	Nom_usuel_OA	Niveau_E	Nom_Niv_E	"New" glume wheat	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Lentille	Orge polystyque nue	Pois
42	Marainville-sur-Maison	M1			343	77	91	225	257	827
42	Marainville-sur-Maison	M2		4	1771	574	404	692	277	2049
42	Marainville-sur-Maison	M3			223	15	70		206	14
42	Marainville-sur-Maison	M4			1769	1683	415	2	137	1189
42	Marainville-sur-Maison	M5			1207	27	195	356	116	597

Fig. 93 - Exemple des résultats de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2h ».

Numero_site	Nom_usuel_OA	Niveau_E	Nom_Niv_E	"New" glume wheat	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Lentille	Orge polystyque nue	Orge polystyque vêtue	Pois
42	Marainville-sur-Madon/Maison	M1			343	77	91	225	257		827
42	Marainville-sur-Madon/Maison	M2		4	1771	574	404	692	277		2049
42	Marainville-sur-Madon/Maison	M3			223	15	70		206		14
42	Marainville-sur-Madon/Maison	M4			1769	1683	415	2	137	1	1189
42	Marainville-sur-Madon/Maison	M5			1207	27	195	356	116		597

Fig. 94 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2h ».

Les deux *requêtes* peuvent être exécutées à partir du *bouton* « Données pour diagrammes – Abondance/Fréquence » (colonne résultats par ensemble) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4). Grâce à la procédure mise en place, il est possible d'exporter les deux tableaux dans un même classeur Microsoft Excel®, chacun dans une feuille de calcul différente. Une fois exportées, les données doivent être rassemblées manuellement et la proportion relative doit être calculée en fonction des taxons retenus dans l'analyse (Fig. 95).

	A	B	C	D	E	G	M	N	P	T	V
1	Variable	Numero_site	Nom_usuel_OA	Niveau_E	Nom_Niv_E	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Lentille	Orge polystique nue	Pois
2	NMI	42	Marainville-sur-Ma Maison	M5		1207	27	195	356	116	597
3	Fréquence	42	Marainville-sur-Ma Maison	M5		59%	7%	52%	34%	41%	59%

Fig. 95 - Extrait du tableau d'effectifs issu des requêtes « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_1f » et « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2h ».

Une variante de ces deux groupes de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les contextes étudiés correspondent à un sol d'occupation, permettant ainsi l'ajout des champs contenant les informations de la couche ou US (Niveau A de la table « Contexte »). Le premier groupe de cette variante, appelé « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_3 », nous permet d'obtenir la fréquence relative (Tabl. 91).

Tabl. 91 - Description du groupe de requêtes « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT10_RapportFrequenceNMI_3a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des taxons par échantillon, par site, par contexte (Niveau A) et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, le niveau, la chronologie, la catégorie de plantes et le nom vernaculaire.
RQT10_RapportFrequenceNMI_3a_m0		Requête « modèle ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_3b	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_3a	Requête sélection permettant de calculer la fréquence de chaque taxon, par site, par bâtiment et par fourchette chronologique.
RQT10_RapportFrequenceNMI_3c	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste Contexte_Niveau_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir la liste des échantillons positifs par site, par contexte (Niveau A) et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la présence de carporestes.
RQT10_RapportFrequenceNMI_3c_m0		Requête « modèle ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_3d	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_3c	Requête sélection permettant d'obtenir un tableau simplifié comportant le numéro et le nom du site, contexte (Niveau A) ainsi que le nombre total d'échantillons positifs.
RQT10_RapportFrequenceNMI_3e	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_3b RQT10_RapportFrequenceNMI_3d	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau complet comportant le numéro et le nom du site, le contexte (Niveau A), le nom vernaculaire, la fréquence de chaque taxon (en pourcentage) ainsi que le nombre total d'échantillons positifs. Elle permet

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_3f	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_3e	également de calculer la fréquence exprimée en pourcentage. <i>Requête analyse croisée</i> permettant de transposer les données dans un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro de site, nom du site et contexte Niveau A), un en-tête de colonne (taxons) et une valeur (fréquence).

Dans le tableau d'effectifs issu de la requête « RQT10\_AC\_RapportFrequenceNMI\_3f », chaque ligne correspond à un ensemble de contextes (couche correspondant à un sol d'occupation), alors que chaque colonne correspond à un taxon. La valeur reportée à l'intersection est la fréquence. Elle doit être exprimée en pourcentage, mais malheureusement les valeurs ne s'affichent pas en pourcentage malgré le paramétrage des propriétés du champ (Fig. 96). Ce format est alors géré dans la feuille du fichier modèle d'export Microsoft Excel® fourni avec l'application (fichier RQT10\_RapportFrequenceNMI\_4h.3f.xlsx, Fig. 97).

Numero_site	Nom_usuel_OA	Niveau_A	Nom_Niv_A	Amidonnier	Blé tendre	Engrain	Orge polystique nue
222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	18	0,824175824175824	0,010989010989011	0,769230769230769	0,868131868131868
222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19	1		0,75	0,75
222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19/18	1		1	1

Fig. 96 - Exemple des résultats de la requête « RQT10\_AC\_RapportFrequenceNMI\_3f ».

Numero_site	Nom_usuel_OA	Niveau_A	Nom_Niv_A	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Orge polystique nue	Orge polystique vêtue
1	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	18	82%	92%	77%	87%
46	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19	100%	75%	75%	25%
47	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19/18	100%	100%	100%	100%

Fig. 97 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la requête « RQT10\_AC\_RapportFrequenceNMI\_3f ».

Le deuxième groupe de requêtes de cette variante, appelé « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_4 », permet d'obtenir le NMI (Tabl. 92).

Tabl. 92 - Description du groupe de requêtes « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_4 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT10_RapportFrequenceNMI_4a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des carporestes par site, par contexte (Niveau A) et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, le niveau, la chronologie, la catégorie de plantes et le nom vernaculaire.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	Contexte_Niveau_Liste Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	
RQT10_RapportFrequenceNMI_4a_m0		Requête « modèle ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_4b	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_4a	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vanes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vanes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4c	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_4b	Requête sélection permettant de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null ».
RQT10_RapportFrequenceNMI_4d	Requêtes : RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4c	Requête sélection permettant d'additionner les vanes et les caryopses afin d'obtenir un NMI total pour chaque taxon par bâtiment.
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4e	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_4d	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (taxons céréales) et une valeur (NMI).
RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4f	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_4a	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (taxons autres catégories) et une valeur (NMI).
RQT10_RapportFrequenceNMI_4ef	Requêtes : RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4e RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4f	Requête sélection associant les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle reprend la première partie de RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4e vers RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4f, tout en ajoutant les quatre nouveaux champs correspondant aux en-têtes de lignes.
RQT10_RapportFrequenceNMI_4fe	Requêtes : RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4e RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4f	Requête sélection associant les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle reprend la partie inverse de RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4f vers RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_4e, tout en ajoutant les quatre nouveaux champs correspondant aux en-têtes de lignes.
RQT10_RapportFrequenceNMI_4g	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_4ef RQT10_RapportFrequenceNMI_4fe	Requête union appelant tous les champs des deux requêtes sous-jacentes, ce qui entraîne l'apparition des noms des niveaux deux fois.
RQT10_RapportFrequenceNMI_4h	Requêtes : RQT10_RapportFrequenceNMI_4g	Étant donné que les requêtes RQT10_RapportFrequenceNMI_4ef et RQT10_RapportFrequenceNMI_4fe donnent un nombre de colonnes variable selon les données trouvées sur la plage de temps sélectionnée, il n'est pas possible de construire la dernière requête de la série de façon définitive (erreur pour chaque colonne manquante). Elle doit donc être « construite » à l'aide de la fonction NewRQT10 (voir 4.4.6) en allant rechercher les champs qui se trouvent dans la requête de liaison précédente et en écartant tous les champs « doublons » (détectés du fait qu'ils contiennent le texte RQT10 dans leur libellés).

Dans le tableau d'effectifs issu de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_4h », chaque ligne correspond à un ensemble de contextes (couche correspondant à un sol d'occupation), alors que chaque colonne correspond à un taxon. La valeur reportée à l'intersection est le NMI (Fig. 98 et Fig. 99).

N° site	Nom usuel OA	Niveau A	Nom Niveau A	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Orge polystique nue
222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	18	3357	7516	3107	5853
222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19	136	130	148	78
222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19/18	21	92	37	33

Fig. 98 - Exemple des résultats de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_4h ».

	A	B	C	D	E	K	L	N
	N° site	Nom usuel OA	Niveau A	Nom Niveau A	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Orge polystique nue
45	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	18	3357	7516	3107	5853
46	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19	136	130	148	78
47	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	19/18	21	92	37	33

Fig. 99 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la *requête* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_4h ».

Les deux *requêtes* peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Abondance/Fréquence » (colonne résultats par ensemble) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4). Grâce à la procédure mise en place, il est possible d'exporter les deux tableaux dans un même classeur Microsoft Excel®, chacun dans une feuille de calcul différente. Une fois exportées, les données doivent être rassemblées manuellement et la proportion relative doit être calculée en fonction des taxons retenus dans l'analyse (Fig. 100).

	A	B	C	D	E	F	L	M	O	P
	Variable	Numero_site	Nom_usuel_OA	Niveau_A	Nom Niveau_A	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Orge polystique nue	Orge polystique vêtue
2	NMI	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	18	3357	7516	3107	5853	28
3	Fréquence	222	Waldbillig « Karelsé »	Couche	18	82%	92%	77%	12%	87%

Fig. 100 - Extrait du tableau d'effectifs issu des *requêtes* « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_3f » et « RQT10\_RapportFrequenceNMI\_4h ».

#### 4.2.12. La *requête* « RQT11 »

La *requête* nommée « RQT11\_ContexteAFCCategories\_1a » a été conçue afin d'obtenir les tableaux de contingence pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC) dont les variables sont les catégories de plantes et les contextes archéologiques. Il est à noter que les contextes étudiés correspondent ici aux structures en creux (Niveau C de la *table*

« Contexte », voir 3.1.1.1), et que les vannes ont été calculées en « bases de glume ». Il s'agit d'une *requête sélection* (Tabl. 93).

Tabl. 93 - Description de la *requête* « RQT11\_ContexteAFCCategories\_1a ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT11_ContexteAFCCategories_1a	Requête : RQT8_ContexteDiagramme Categories_1d	Requête <i>sélection</i> affichant le NMI par catégorie de plantes et par contextes (Niveau C). Elle permet de concaténer dans un nouveau <i>champ</i> « Code » le nom du contexte raccourci, plus adapté à être affiché dans l'AFC.

Un tableau de contingence n'est autre qu'un tableau à double entrée. Chaque ligne du tableau de contingence obtenu correspond à un contexte archéologique (structures en creux) et chaque colonne à une catégorie de plantes (Fig. 101). La *requête* « RQT11\_ContexteAFCCategories\_1a » peut être exécutée à partir du *bouton* « Données pour AFC – Catégorie de plantes » (colonne résultats par contexte) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nur	Nom_usuel_O	Niveau_E	Nom	Niveau	Nom	Niveau_C	Nom_Niv_C	Code	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Légumineuses	Oléagineuses	Cueillette	Adventices
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Flanc	nord	Fosse latérale	1089	1089Fnord		5		11			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	1	TP Panne faitière	1004	1004T1		20		24			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	1	TP Panne sud	1002	1002T1		2		1		1	
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	10	TP Panne faitière	1076	1076T10		15		1			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	10	TP Panne nord	1078	1078T10		17	1	2			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	10	TP Panne sud	1075	1075T10		65	2	32			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	2	TP Panne faitière	1007	1007T2		36		115			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	2	TP Panne nord	1009	1009T2		304	2	231			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	2	TP Panne sud	1008	1008T2		14		11			1
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	3	TP Panne faitière	1029	1029T3		41	5	193			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	3	TP Panne nord	1030	1030T3		37	4	373			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	3	TP Panne sud	1028	1028T3		45		35			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	4	TP Panne faitière	1032	1032T4		7		13			
42	Marainville-sur-N Maison	M5	Tierce	4	TP Panne nord	1031	1031T4		247	13	60			1

Fig. 101 - Exemple des résultats de la *requête* « RQT11\_ContexteAFCCategories\_1a ».

Une variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les contextes étudiés correspondent à un sol d'occupation, permettant ainsi l'ajout des champs contenant les informations du carroyage (Niveau B de la *table* « Contexte », voir 3.1.1.1) et de la couche ou US (Niveau A de la *table* « Contexte »). Il s'agit d'une *requête sélection* nommée « RQT11\_ContexteAFCCategories\_3a » (Tabl. 94).

Tabl. 94 - Description de la *requête* « RQT11\_ContexteAFCCategories\_3a ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT11_ContexteAFCCategories_3a	Requête : RQT8_ContexteDiagramme Categories_2d	Requête <i>sélection</i> affichant le NMI par catégorie de plantes et par contextes (Niveaux A et B). Elle permet de concaténer dans un nouveau <i>champ</i> « Code » le nom du contexte raccourci, plus adapté à être affiché dans l'AFC.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un contexte archéologique (carroyage et US), alors que chaque colonne correspond à une catégorie de plantes (Fig. 102). La requête « RQT11\_ContexteAFCCategories\_3a » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour AFC – Catégorie de plantes » (colonne résultats par contexte) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Ni	Nom_usuel_OA	Niveau	Niveau	Niveau_C	Nom_Niv_C	Niveau	Nom_N	Niveau	Nom_N	Code	Céréales, car	Céréales, var	Légumineuse
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D8b	Couche 18	Carré D8b	Couche 18	Carré D8b, Couche 18	218			
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D8bd	Couche 18	Carré D8bd	Couche 18	Carré D8bd, Couche 18	713			
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D8c	Couche 18	Carré D8c	Couche 18	Carré D8c, Couche 18	5			
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D9	Couche 18	Carré D9	Couche 18	Carré D9, Couche 18	340	44	3	
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D9a	Couche 18	Carré D9a	Couche 18	Carré D9a, Couche 18	106	5	9	
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D9ab	Couche 18	Carré D9ab	Couche 18	Carré D9ab, Couche 18	57			
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D9c	Couche 18	Carré D9c	Couche 18	Carré D9c, Couche 18	9			
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré D9d	Couche 18	Carré D9d	Couche 18	Carré D9d, Couche 18	18			
43	Waldbillig « Karelslé »	néant	néant	Sol d'occupation/ Horizon Rössen	Carré E10	Couche 18	Carré E10	Couche 18	Carré E10, Couche 18	202	1		

Fig. 102 - Exemple des résultats de la requête « RQT11\_ContexteAFCCategories\_3a ».

Une autre variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les données présentées doivent être regroupées par ensembles (p. ex. par tierces dans le cas des maisons rubanées, Niveau D de la table « Contexte », voir 3.1.1.1). Il s'agit d'une requête sélection nommée « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_2a » (Tabl. 95).

Tabl. 95 - Description de la requête « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_2a ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT11_EnsembleAFCCategories_2a	Requête : RQT8_ContexteDiagramme Categories_1d	Requête sélection affichant le NMI par catégorie de plantes et par ensembles (Niveau D). Elle permet de concaténer dans un nouveau champ « Code » le nom du contexte raccourci, plus adapté à être affiché dans l'AFC.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un ensemble de contextes archéologiques (p. ex. tierce, paroi), alors que chaque colonne correspond à une catégorie de plantes (Fig. 103). La requête « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_2a » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour AFC – Catégorie de plantes » (colonne résultats par ensemble) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nu	Nom_usuel	Niveau_I	Non	Niveau	Nom	Code	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Légumineuses	Oléagineuses	Cueillette	Adventices
42	Marainville-su Maison	M5	Flanc	nord	Fnord		5		11			
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	1	T1		22		25		1	
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	10	T10		97	3	35			
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	2	T2		354	2	357			1
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	3	T3		123	9	601			
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	4	T4		291	16	80			1
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	5	T5		361	17	4		1	3
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	6	T6		723	92	3			9
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	7	T7		16					
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	8	T8		145	12				2
42	Marainville-su Maison	M5	Tierce	9	T9		113	37	1			5

Fig. 103 - Exemple des résultats de la requête « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_2a ».

Une dernière variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque les données présentées doivent être regroupées par ensembles (p. ex. par type de panne dans le cas des maisons rubanées, Niveau C de la *table* « Contexte », voir 3.1.1.1). Il s'agit d'une *requête sélection* nommée « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_4a » (Tabl. 96).

Tabl. 96 - Description de la requête « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_4a ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT11_EnsembleAFCCategories_4a	Requête : RQT8_ContexteDiagramme Categories_1d	Requête sélection affichant le NMI par catégorie de plantes et par ensembles (type de Niveau C).

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un ensemble de contextes archéologique (p. ex. panne faîtière, panne sud), alors que chaque colonne correspond à une catégorie de plantes (Fig. 104). La requête « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_4a » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour AFC – Catégorie de plantes » (colonne résultats par ensemble) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nu	Nom_usuel	Niveau_I	Nom_N	Niveau_C	Céréales, caryopses	Céréales, vannes	Légumineuses	Oléagineuses	Cueillette	Adventices
100	Marainville-su Maison	M4	TP Panne faîtière		151	1	107			1
100	Marainville-su Maison	M4	TP Panne nord		747	3	79			
100	Marainville-su Maison	M4	TP Panne sablière		54				1	1
100	Marainville-su Maison	M4	TP Panne sud		1407	356	1104			4
100	Marainville-su Maison	M5	Fosse latérale		5		11			
100	Marainville-su Maison	M5	TP Panne faîtière		147	5	346			
100	Marainville-su Maison	M5	TP Panne nord		685	25	669			4
100	Marainville-su Maison	M5	TP Panne sud		1413	158	91		2	17

Fig. 104 - Exemple des résultats de la requête « RQT11\_EnsembleAFCCategories\_4a ».

#### 4.2.13. La requête « RQT12 »

Le groupe de requêtes nommé « RQT12\_GeomorphaAFCTaxons » a été conçu afin d'obtenir les tableaux de contingence pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC) dont les variables sont les unités géomorphologiques et les sites archéologiques. Il s'agit d'un

groupe de neuf *requêtes* composé d'une suite de *requêtes sélection* et de *requêtes analyse croisée* (Tabl. 97).

Tabl. 97 - Description du groupe de *requêtes* « RQT12\_GeomorphoAFCTaxons ».

<b>Requête</b>	<b>Tables/requêtes appelées</b>	<b>Description</b>
RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1a	<i>Tables :</i> Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste OA_Geomorphologie_Liste Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des carporestes par site, par unité géomorphologique et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, la chronologie, la catégorie de plantes et le nom vernaculaire.
RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1b	<i>Tables :</i> Taxon_PartiePlante_Liste <i>Requêtes :</i> RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vannes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vannes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1c	<i>Requêtes :</i> RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1b	<i>Requête sélection</i> permettant de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null ».
RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1d	<i>Requêtes :</i> RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1c	<i>Requête sélection</i> permettant d'additionner les vannes et les caryopses afin d'obtenir un NMI total pour chaque taxon par site et unité géomorphologique.
RQT12_AC_GeomorphoAFCTaxons_1e	<i>Requêtes :</i> RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1d	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, unité géomorphologique), un en-tête de colonne (taxons céréales) et une valeur (NMI).
RQT12_AC_GeomorphoAFCTaxons_1f	<i>Requêtes :</i> RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1a	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (taxons autres catégories) et une valeur (NMI).
RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1g	<i>Requêtes :</i> RQT12_AC_GeomorphoAFCTaxons_1e RQT12_AC_GeomorphoAFCTaxons_1f	<i>Requête sélection</i> appelant tous les champs des deux <i>requêtes</i> sous-jacentes, ce qui entraîne l'apparition des noms des niveaux deux fois.
RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1h	<i>Requêtes :</i> RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1g	Étant donné que les <i>requêtes</i> RQT12_AC_GeomorphoAFCTaxons_1e et RQT12_AC_GeomorphoAFCTaxons_1f donnent un nombre de colonnes variable selon les données trouvées sur la plage de temps sélectionnée, il n'est pas possible de construire la dernière requête de la série de façon définitive (erreur pour chaque colonne manquante). Elle doit donc être

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
		« construite » à l'aide de la <i>fonction</i> NewRQT12 (voir 4.4.6) en allant rechercher les champs qui se trouvent dans la requête de liaison précédente.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à une unité géomorphologique, alors que chaque colonne correspond à un taxon (Fig. 105). La *requête* « RQT12\_GeomorphoAFCTaxons\_1h » peut être exécutée à partir du *bouton* « Données pour AFC – Unités géomorphologiques » (colonne résultats par site) du *formulaire* « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nom_Geomorphologie	"New" glume	Amidonnier	Blé tendre/d	Engrain	Orge polystic	Lentille	Lin cultivé	Pois
Jonction versant - plaine alluviale	207	9	20	2	30	4	45	
Plateau		3				1		24
Rebord de plateau / vallon (talweg)	2	94	1	23	23	135	1	14
Terrasse (hors lit alluvial)	59	6812	2400	2911	1039	1342	3	4783
Versant / flanc de coteau				2				

Fig. 105 - Exemple des résultats de la requête « RQT12\_GeomorphoAFCTaxons\_1h ».

#### 4.2.14. La requête « RQT13 »

Ce groupe de *requêtes* a été créé afin d'afficher le nombre total d'échantillons analysés, le nombre d'échantillons positifs, ainsi que le nombre d'échantillons présentant des adventices potentielles dans la fourchette chronologique choisie. Il a été nommé « RQT13 » et il regroupe des *requêtes sélection*. Deux versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT13\_AdventicesEchantillons\_1 » (Tabl. 98), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent ; Fig. 106).

Tabl. 98 - Description du groupe de *requêtes* « RQT13\_AdventicesAdventices\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT13_AdventicesEchantillons_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des taxons par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT13_AdventicesEchantillons_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT13_AdventicesEchantillons_1b	<i>Requêtes</i> : RQT13_AdventicesEchantillons_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste des échantillons présentant

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT13_AdventicesEchantillons_1c	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_1b	des adventices potentielles par période. <i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons présentant des adventices potentielles (compte) par période.
RQT13_AdventicesEchantillons_1d	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des échantillons positifs par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et l'échantillon.
RQT13_AdventicesEchantillons_1d_m0		<i>Requête « modèle ».</i>
RQT13_AdventicesEchantillons_1e	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_1d	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons positifs (compte).
RQT13_AdventicesEchantillons_1f	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_1e	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons positifs par période (somme).
RQT13_AdventicesEchantillons_1g	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des échantillons positifs par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie.
RQT13_AdventicesEchantillons_1g_m0		<i>Requête « modèle ».</i>
RQT13_AdventicesEchantillons_1h	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_1g	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre total d'échantillons (compte).
RQT13_AdventicesEchantillons_1i	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_1c RQT13_AdventicesEchantillons_1f RQT13_AdventicesEchantillons_1h	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre total d'échantillons analysés, du nombre d'échantillons positifs et du nombre d'échantillons présentant des adventices potentielles par période.

La requête « RQT13\_AdventicesEchantillons\_1i » (Fig. 106) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Nombre d'échantillons » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Nb éch adventices	Nb éch positifs	Nb total éch
Néolithique ancien	167	510	701
Néolithique moyen	41	158	224
Néolithique moyen - récent	1	9	56
Néolithique récent	7	28	62
Néolithique récent - final	3	6	7

Fig. 106 - Exemple des résultats de la requête « RQT13\_AdventicesEchantillons\_1i ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT13\_AdventicesEchantillons\_2 » (Tabl. 99), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent ; Fig. 107).

Tabl. 99 - Description du groupe de requêtes « RQT13\_AdventicesEchantillons\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT13_AdventicesEchantillons_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des taxons par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQT13_AdventicesEchantillons_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT13_AdventicesEchantillons_2b	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste des échantillons présentant des adventices potentielles par phase.
RQT13_AdventicesEchantillons_2c	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_2b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons présentant des adventices potentielles (compte).
RQT13_AdventicesEchantillons_2d	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons positifs par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et l'échantillon.
RQT13_AdventicesEchantillons_2d_m0		Requête « modèle ».
RQT13_AdventicesEchantillons_2e	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_2d	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons positifs (compte) par phase.
RQT13_AdventicesEchantillons_2f	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_2e	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons positifs (somme).
RQT13_AdventicesEchantillons_2g	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons positifs par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie.
RQT13_AdventicesEchantillons_2g_m0		Requête « modèle ».
RQT13_AdventicesEchantillons_2h	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_2g	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre total d'échantillons (compte).
RQT13_AdventicesEchantillons_2i	Requêtes : RQT13_AdventicesEchantillons_2c RQT13_AdventicesEchantillons_2f RQT13_AdventicesEchantillons_2h	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre total d'échantillons analysés, du nombre d'échantillons positifs et du nombre d'échantillons présentant des adventices potentielles par phase.

La requête « RQT13\_AdventicesEchantillons\_2i » (Fig. 107) peut être exécutée à partir du bouton « Données pour diagrammes – Nombre d'échantillons » (colonne résultats adventices) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Nb éch adventices	Nb éch positifs	Nb total éch
Rössen final	1	2	2
Rubané ancien	2	27	55
Rubané final	32	121	213
Rubané moyen	9	29	35
Rubané moyen - récent	6	27	35
Rubané récent	69	201	241
Rubané récent - final	11	36	36
Rubané terminal	3	13	20

Fig. 107 - Exemple des résultats de la requête « RQT13\_AdventicesEchantillons\_2i ».

#### 4.2.15. Le groupe de requêtes « RQT14 »

Le groupe de requêtes nommé « RQT14 » a été créé afin d'afficher les taxons de céréales représentés dans la fourchette chronologique choisie. Il alterne des requêtes sélection et des requêtes analyse croisée. Deux versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT14\_CerealesFrequence\_1 » (Tabl. 100), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un taxon de céréale, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 108) ou à l'occurrence.

Tabl. 100 - Description du groupe de requêtes « RQT14\_CerealesFrequence\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT14_CerealesFrequence_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des taxons de céréales par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie, la catégorie des taxons et le nom latin.
RQT14_CerealesFrequence_1a_m0		Requête « modèle ».
RQT14_CerealesFrequence_1b	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque taxon par période.
RQT14_CerealesFrequence_1c	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons positifs par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la présence de carpocestes.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT14_CerealesFrequence_1c_m0		Requête « modèle ».
RQT14_CerealesFrequence_1d	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_1c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs par période.
RQT14_CerealesFrequence_1e	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_1b RQT14_CerealesFrequence_1d	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs, le nombre d'échantillons où est présent chaque taxon, ainsi que de calculer la fréquence par période.
RQT14_CerealesFrequence_1f	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_1e	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (fréquence).
RQT14_CerealesFrequence_1g	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_1e	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT14\_AC\_CerealesFrequence\_1f » (Fig. 108) et « \_1g » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Céréales » (colonne résultats par période/phase) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Orge polystique nue
Néolithique ancien	0,543137254901961	0,105882352941176	0,405882352941176	0,198039215686275
Néolithique ancien - moyen		1		
Néolithique moyen	0,721518987341772	0,753164556962025	0,753164556962025	0,645569620253165
Néolithique moyen - récent	0,222222222222222	0,666666666666667	0,111111111111111	0,111111111111111
Néolithique récent	0,321428571428571	0,321428571428571	0,25	7,14285714285714E-02

Fig. 108 - Exemple des résultats de la requête « RQT14\_AC\_CerealesFrequence\_1f ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT14\_CerealesFrequence\_2 » (Tabl. 101), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un taxon de céréale, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 109) ou à l'occurrence.

Tabl. 101 - Description du groupe de requêtes « RQT14\_CerealesFrequence\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT14_CerealesFrequence_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des taxons de céréales par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie, la catégorie des taxons et le nom latin.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT14_CerealesFrequence _2a_m0		Requête « modèle ».
RQT14_CerealesFrequence _2b	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque taxon par phase.
RQT14_CerealesFrequence _2c	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons positifs par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la présence de carpocestes.
RQT14_CerealesFrequence _2c_m0		Requête « modèle ».
RQT14_CerealesFrequence _2d	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_2c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs par phase.
RQT14_CerealesFrequence _2e	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_2b RQT14_CerealesFrequence_2d	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs, le nombre d'échantillons où est présent chaque taxon, ainsi que de calculer la fréquence par phase.
RQT14_CerealesFrequence _2f	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_2e	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (fréquence).
RQT14_CerealesFrequence _2g	Requêtes : RQT14_CerealesFrequence_2e	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT14\_AC\_CerealesFrequence\_2f » (Fig. 109) et « \_2g » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Céréales » (colonne résultats par période/phase) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Amidonnier	Blé tendre/dur/barbu	Engrain	Orge polystique nue
Rössen final	0,5	0,5		
Rubané ancien	7,40740740740741E-02		0,037037037037037	0,037037037037037
Rubané final	0,56198347107438	0,15702479338843	0,371900826446281	0,256198347107438
Rubané moyen	0,689655172413793	0,172413793103448	0,137931034482759	
Rubané moyen - récent	0,777777777777778		0,814814814814815	0,037037037037037
Rubané récent	0,621890547263682	9,95024875621891E-02	0,412935323383085	0,253731343283582
Rubané récent - final	0,583333333333333	0,166666666666667	0,527777777777778	0,305555555555556
Rubané terminal	0,153846153846154		0,153846153846154	0,230769230769231

Fig. 109 - Exemple des résultats de la requête « RQT14\_AC\_CerealesFrequence\_2f ».

#### 4.2.16. Le groupe de requêtes « RQT15 »

Le groupe de *requêtes* nommé « RQT15 » a été créé afin d'afficher les taxons de céréales représentés dans la fourchette chronologique choisie. Il alterne des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée*. Deux versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQT15\_LegumineusesFrequence\_1 » (Tabl. 102), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un taxon de légumineuse, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 110) ou à l'occurrence.

Tabl. 102 - Description du groupe de *requêtes* « RQT15\_LegumineusesFrequence\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT15_LegumineusesFrequence_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des taxons de légumineuses par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie, la catégorie des taxons et le nom latin.
RQT15_LegumineusesFrequence_1a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT15_LegumineusesFrequence_1b	<i>Requêtes</i> : RQT15_LegumineusesFrequence_1a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque taxon par période.
RQT15_LegumineusesFrequence_1c	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des échantillons positifs par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la présence de carporestes.
RQT15_LegumineusesFrequence_1c_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQT15_LegumineusesFrequence_1d	<i>Requêtes</i> : RQT15_LegumineusesFrequence_1c	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs par période.
RQT15_LegumineusesFrequence_1e	<i>Requêtes</i> : RQT15_LegumineusesFrequence_1b RQT15_CerealesFrequence_1d	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs, le nombre d'échantillons où est présent chaque taxon, ainsi que de calculer la fréquence par période.
RQT15_LegumineusesFrequence_1f	<i>Requêtes</i> : RQT15_LegumineusesFrequence_1e	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (fréquence).
RQT15_LegumineusesFrequence_1g	<i>Requêtes</i> : RQT15_LegumineusesFrequence_1e	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT15\_AC\_LegumineusesFrequence\_1f » (Fig. 110) et « \_1g » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Légumineuses » (colonne résultats par période/phase) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Période	Lentille	Pois
Néolithique ancien	0,164705882352941	0,231372549019608
Néolithique moyen	3,79746835443038E-02	3,79746835443038E-02
Néolithique moyen - récent		
Néolithique récent	3,57142857142857E-02	7,14285714285714E-02

Fig. 110 - Exemple des résultats de la requête « RQT15\_AC\_LegumineusesFrequence\_1f ».

Dans la deuxième version, appelée « RQT15\_LegumineusesFrequence\_2 » (Tabl. 103), chaque ligne du tableau obtenu correspond à une phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et chaque colonne correspond à un taxon de céréale, les valeurs correspondent à la fréquence relative (Fig. 111) ou à l'occurrence.

Tabl. 103 - Description du groupe de requêtes « RQT15\_LegumineusesFrequence\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT15_LegumineusesFrequence_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des taxons de légumineuses par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie, la catégorie des taxons et le nom latin.
RQT15_LegumineusesFrequence_2a_m0		Requête « modèle ».
RQT15_LegumineusesFrequence_2b	Requêtes : RQT15_LegumineusesFrequence_2a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons où est présent chaque taxon par phase.
RQT15_LegumineusesFrequence_2c	Tables : Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons positifs par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la présence de carpocestes.
RQT15_LegumineusesFrequence_2c_m0		Requête « modèle ».
RQT15_LegumineusesFrequence_2d	Requêtes : RQT15_LegumineusesFrequence_2c	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs par phase.
RQT15_LegumineusesFrequence_2e	Requêtes : RQT15_LegumineusesFrequence_2b RQT15_CerealesFrequence_2d	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre d'échantillons positifs, le nombre d'échantillons où est présent chaque

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT15_LegumineusesFrequence_2f	Requêtes : RQT15_LegumineusesFrequence_2e	taxon, ainsi que de calculer la fréquence par phase. <i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (fréquence).
RQT15_LegumineusesFrequence_2g	Requêtes : RQT15_LegumineusesFrequence_2e	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (phase), un en-tête de colonne (taxon) et une valeur (nombre d'échantillons).

Les requêtes « RQT15\_AC\_LegumineusesFrequence\_2f » (Fig. 111) et « \_2g » peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour diagrammes – Légumineuses » (colonne résultats par période/phase) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Phase	Lentille	Pois
Rubané ancien	7,40740740740741E-02	
Rubané final	0,140495867768595	0,272727272727273
Rubané moyen	6,89655172413793E-02	0,103448275862069
Rubané moyen - récent	0,037037037037037	0,037037037037037
Rubané récent	0,248756218905473	0,348258706467662
Rubané récent - final	5,55555555555556E-02	0,25
Rubané terminal	7,69230769230769E-02	

Fig. 111 - Exemple des résultats de la requête « RQT15\_AC\_LegumineusesFrequence\_2f ».

#### 4.2.17. Le groupe de requêtes « RQTQGIS1 »

Le groupe de requêtes nommé « RQTQGIS1 » a été créé afin d'obtenir un tableau avec les sites du corpus et leurs coordonnées géographiques. Il s'agit d'un groupe de trois requêtes (Tabl. 104).

Tabl. 104 - Description du groupe de requêtes « RQTQGIS1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTQGIS1_TousSites_1a	Tables : Occupation OA Occupation_Datation_Liste OA_Commune_Liste OA_Departement_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser la liste de sites avec leurs coordonnées géographiques (X, Y). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTQGIS1_TousSites_1a_m0		<i>Requête « modèle ».</i>
RQTQGIS1_TousSites_1b	Requêtes : RQTQGIS1_TousSites_1a RQT7_NomSiteConcatene_1b	<i>Requête sélection</i> reprenant « RQTQGIS1_TousSites_1a » et « RQT7_NomSiteConcatene_1b » et permettant d'obtenir la liste de sites avec leurs noms concaténés et leurs coordonnées géographiques (X, Y).

Le tableau obtenu est prêt à être importé sur Qgis<sup>®</sup> afin d'obtenir une carte de présentation de tous les sites retenus dans le cadre de cette étude (Fig. 112). La requête « RQTQGIS1\_TousSites\_1b » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour cartes – Présentation des sites » (colonne résultats par site) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nom_Depa	Nurr	CCSite	X	Y
57 Moselle	1	Alsting « Zinzing »	992340	6904245
57 Moselle	2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille », Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	933460	6910010
57 Moselle	3	Bertrange « Kosenacker »	932260,304	6918848,617
57 Moselle	4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	937111,968	6930337,824
57 Moselle	5	Cattenom « Unterhausen »	935828,111	6928390,564
57 Moselle	6	Coincy « Les Terres de Fer »	937514,834	6895318,975
57 Moselle	7	Ennery « Le Breuil »	933635,198	6906712,49
57 Moselle	8	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	935216,595	6908266,996
57 Moselle	9	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Sites 1 et 17 »	934721,16	6908235,18
57 Moselle	10	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - Zone Kléber »	934773,643	6908469,21
57 Moselle	11	Flévy « ZAC de la Fontaine des Saints - Projet Massey Ferguson »	935190,791	6908860,551

Fig. 112 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS1\_TousSites\_1b ».

#### 4.2.18. Le groupe de requêtes « RQTQGIS2 »

Un groupe de onze requêtes nommé « RQTQGIS2 » a été conçu afin d'obtenir les tableaux présentant les échantillons par site et par période chronologique (Tabl. 105).

Tabl. 105 - Description du groupe de requêtes « RQTQGIS2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1a	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons par site et par fourchette chronologique, avec notamment les informations concernant les coordonnées géographiques (X, Y). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1a_m0		Requête « modèle ».
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1b	Requêtes : RQTQGIS2_SitesEchantillons_1a	Requête sélection permettant de calculer le nombre total d'échantillons par site et par fourchette chronologique.
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1c	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir la liste des échantillons positifs par site et par fourchette chronologique, avec notamment les informations concernant les coordonnées géographiques (X, Y). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site, la chronologie et la présence de carpestes.
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1c_m0		Requête « modèle ».
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1d	Requêtes :	Requête sélection permettant d'obtenir un

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	RQTQGIS2_SitesEchantillons_1c	tableau simplifié comportant le numéro du site, les coordonnées X et Y, ainsi que le nombre total d'échantillons positifs.
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1e	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir la liste des échantillons négatifs par site et par fourchette chronologique, avec notamment les informations concernant les coordonnées géographiques (X, Y). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, la chronologie et la présence de carprestes.
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1e_m0		Requête « modèle ».
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1f	Requêtes : RQTQGIS2_SitesEchantillons_1e	Requête sélection permettant d'obtenir un tableau simplifié comportant le numéro du site, les coordonnées X et Y, ainsi que le nombre total d'échantillons négatifs.
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1g	Requêtes : RQTQGIS2_SitesEchantillons_1b RQTQGIS2_SitesEchantillons_1d RQTQGIS2_SitesEchantillons_1f	Requête sélection permettant d'associer les données des trois requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau simplifié comportant le numéro du site, les coordonnées X et Y, le nombre total d'échantillons ainsi que les échantillons positifs et négatifs.
RQTQGIS2_SitesEchantillons_1h	Requêtes : RQTQGIS2_SitesEchantillons_1g RQT7_NomSiteConcatene_1b	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'ajouter à la requête précédente la liste des noms usuels des sites concaténés.

Chaque ligne du tableau d'effectifs correspond à un site et chaque colonne au total d'échantillons, aux échantillons positifs et aux échantillons négatifs (Fig. 113). La requête « RQTQGIS1\_TousSites\_1b » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour cartes – Nombre d'échantillons » (colonne résultats par site) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nume	CCSite	X	Y	Ech total	Ech positifs	Ech negatifs
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille », Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	933460	6910010	35	24	11
3	Bertrange « Kosenacker »	932260,304	6918848,617	53	33	20
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	937111,968	6930337,824	10	10	
5	Cattenom « Unterhausen »	935828,111	6928390,564	48	38	10
7	Ennery « Le Breuil »	933635,198	6906712,49	20	13	7
8	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	935216,595	6908266,996	114	76	38
12	Florange « Avenue de Lorraine »	927485,087	6918798,426	1	1	
13	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	928544,434	6912543,914	12	8	4

Fig. 113 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS2\_SitesEchantillons\_1h ».

#### 4.2.19. Les groupes des requêtes « RQTQGIS3 »

Pour obtenir les tableaux de fréquences des taxons (céréales et légumineuses) par période chronologique, deux groupes de huit requêtes chacun ont été créés, nommés

respectivement « RQTQGIS3\_CerealesFrequence\_1a » et « RQTQGIS3\_LégumineusesFrequence\_2a » (Tabl. 106). Grâce à une suite de *requêtes sélection* et de *requêtes analyse croisée*, on arrive à obtenir un tableau d'effectifs prêt à être importé sur Qgis®.

Tabl. 106 - Description du groupe de *requêtes* « RQTQGIS3 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTQGIS3_CerealesFrequence_1a / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2a	<i>Tables :</i> Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des échantillons par site et par fourchette chronologique, avec notamment les informations concernant les coordonnées géographiques (X, Y). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, la chronologie, la catégorie de plantes et le nom vernaculaire.
RQTQGIS3_CerealesFrequence_1a_m0/ RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQTQGIS3_CerealesFrequence_1b / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2b	<i>Requêtes :</i> RQTQGIS3_CerealesFrequence_1a / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2a	<i>Requête sélection</i> permettant de calculer la fréquence de chaque taxon, par site et par fourchette chronologique.
RQTQGIS3_CerealesFrequence_1c / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2c	<i>Tables :</i> Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir la liste des échantillons positifs par site et par fourchette chronologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site, la chronologie et la présence de carporestes.
RQTQGIS3_CerealesFrequence_1c_m0 / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2c_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQTQGIS3_CerealesFrequence_1d / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2d	<i>Requêtes :</i> RQTQGIS3_CerealesFrequence_1c / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2c	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir un tableau simplifié comportant le numéro du site, les coordonnées X et Y, ainsi que le nombre total d'échantillons positifs.
RQTQGIS3_CerealesFrequence_1e / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2e	<i>Requêtes :</i> RQTQGIS3_CerealesFrequence_1b RQTQGIS3_CerealesFrequence_1d / RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2b RQTQGIS3_LégumineusesFrequence_2d	<i>Requête sélection</i> permettant d'associer les données des deux <i>requêtes</i> sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau complet comportant le numéro de site, les coordonnées géographiques (X, Y), la catégorie de plantes, le nom vernaculaire, la fréquence de chaque taxon ainsi que le nombre total d'échantillons positifs.
RQTQGIS3_AC_CerealesFrequence_1f / RQTQGIS3_AC_LégumineusesFrequence_1e	<i>Requêtes :</i> RQTQGIS3_AC_CerealesFrequence_1e	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'associer les données des deux <i>requêtes</i> sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
nce_2f	RQT7_NomSiteConcatene_1b / RQTQGIS3_AC_LegumineusesFrequence_2e RQT7_NomSiteConcatene_1b	tableau avec des en-têtes de ligne (numéro de site, coordonnées X et Y et nombre total d'échantillons), un en-tête de colonne (nom vernaculaire) et une valeur (fréquence). Les noms des OA sont concaténés.

Dans les tableaux d'effectifs, à l'intersection du site (en ligne) et du critère (taxons de céréales/légumineuses, en colonne), on reporte la fréquence (Fig. 114 et Fig. 115). Les requêtes RQTQGIS3\_AC\_CerealesFrequence\_1f et RQTQGIS3\_AC\_LégumineusesFrequence\_2f peuvent être exécutées à partir du bouton « Données pour cartes – Fréquence des taxons » (colonne résultats par site) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Num	CCSite	X	Y	Total échantillons	Amidonnier	Engrain	Orge polysti
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille », Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	933460	6910010	24	18	17	1
3	Bertrange « Kosenacker »	932260,304	6918848,617	33	15	7	6
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	937111,968	6930337,824	10	8	2	
5	Cattenom « Unterhausen »	935828,111	6928390,564	38	25	9	2
7	Ennery « Le Breuil »	933635,198	6906712,49	13	2	2	3
8	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	935216,595	6908266,996	76	17	7	10
12	Florange « Avenue de Lorraine »	927485,087	6918798,426	1	1	1	
13	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	928544,434	6912543,914	8	4	3	

Fig. 114 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS3\_AC\_CerealesFrequence\_1f ».

Nume	CCSite	X	Y	Total échantillons	Lentille	Pois
2	Ay-sur-Moselle « La Tournaille », Ay-sur-Moselle « Rue de la Tournaille »	933460	6910010	24	1	
3	Bertrange « Kosenacker »	932260,304	6918848,617	33	12	6
4	Cattenom « Acheren - RD 1 »	937111,968	6930337,824	10	3	
5	Cattenom « Unterhausen »	935828,111	6928390,564	38	2	9
7	Ennery « Le Breuil »	933635,198	6906712,49	13	1	
8	Ennery « Pôle Industriel Eurotransit - RD 52C »	935216,595	6908266,996	76	7	1
12	Florange « Avenue de Lorraine »	927485,087	6918798,426	1	1	1
13	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	928544,434	6912543,914	8	6	1

Fig. 115 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS3\_AC\_LégumineusesFrequence\_2f ».

#### 4.2.20. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe\_ListeSites »

Le groupe de requêtes nommé « RQTAnnexe\_ListeSites » a été conçu afin d'obtenir un tableau de présentation des sites. Il s'agit d'une suite de quatre requêtes sélection (Tabl. 107).

Tabl. 107 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe\_ListeSites\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_ListeSites_1a	Tables : Occupation OA Annuaire_Liste OA_Commune_Liste OA_Departement_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des sites et des opérations archéologiques par borne de début et de fin. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_ListeSites_1a_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeSites_1b	Requêtes : RQTAnnexe_ListeSites_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste de sites et des opérations archéologiques regroupés par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent).
RQTAnnexe_ListeSites_1c	Requêtes : RQTAnnexe_ListeSites_1b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste des opérations archéologiques dont les différentes périodes sont concaténées. Cette concaténation est obtenue grâce au module « MOD_Concat » (voir 4.4.2).

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à une opération archéologique (Fig. 116). La requête « RQTAnnexe\_ListeSites\_1c » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour annexes – Liste des sites » (colonne autres résultats) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

N° site	Opération archéologique	Département	RO	Institution	Type d'opération	Année	Périodes
5	Cattenom « Unterhausen »	57 Moselle	L. Thomashausen	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2003-2004	Néolithique ancien
6	Ennery « Le Breuil »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage urgent	1998	Néolithique ancien
9	Florange « Daspich - Avenue de Lorraine »	57 Moselle	A. Denaire	Antéa Archéologie	Fouille préventive	2008	Néolithique ancien
10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F »	57 Moselle	O. Faye	SRA de Lorraine	Fouille préventive	1998	Néolithique ancien
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin »	57 Moselle	L. Thomashausen	SRA de Lorraine	Fouille de sauvetage	1993	Néolithique récent
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo »	57 Moselle	G. Mangin	Inrap Grand Est nord	Diagnostic	2010	Néolithique ancien
14	Hettange-Grande « La Chapelle »	57 Moselle	M.-P. Petitdidier	Inrap Grand Est nord	Fouille préventive	2011	Néolithique ancien, Néolithique récent
17	Kirschnaumen-Evendorff « Dolem »	57 Moselle	Ch. Guillaume	DAPHL	Fouille programmée	1974	Néolithique ancien
22	Koenigsmaecker « Blosberger - Rue de Benassay »	57 Moselle	A. Denaire	Antéa Archéologie	Fouille préventive	2014-2015	Néolithique ancien

Fig. 116 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe\_ListeSites\_1c ».

#### 4.2.21. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe\_CorpusDonnees »

Le groupe de requêtes nommé « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_1 » a été conçu afin d'obtenir un tableau de présentation du corpus des données par site et par type de contexte. Il s'agit d'une suite de quatorze requêtes sélection (Tabl. 108).

Tabl. 108 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_CorpusDonnees_1a	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons par contexte archéologique. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTAnnexe_CorpusDonnees_1a_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_CorpusDonnees_1b	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre des contextes et d'échantillons par site, par période et par type de contexte.
RQTAnnexe_CorpusDonnees_1c	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1b	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre des contextes et d'échantillons par site et par type de contexte.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1d	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre total d'échantillons ainsi que le nombre d'échantillons positifs et négatifs par site et par type de contexte. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1d_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1e	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1d	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre total d'échantillons ainsi que le nombre d'échantillons positifs par site et par type de contexte.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1f	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1c RQTAnnexe_CorpusDonnees_1e	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau affichant le nombre de contextes, d'échantillons et d'échantillons positifs par site et par type de contexte.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1g	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1f RQT9_Contextedensite_1g	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null ». Il est possible d'obtenir un tableau affichant le nombre de contextes, d'échantillons, d'échantillons positifs et le NMI par site et par type de contexte.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1h	Tables : Echantillon / OA Contexte Occupation Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Echantillon_Tamisage	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre de litres tamisés par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1h_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1i	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1h	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre de litres tamisés par site et par type de contexte.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1j	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1g RQTAnnexe_CorpusDonnees_1i	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau affichant le nombre de contextes, d'échantillons, d'échantillons positifs, les litres et le NMI par site et par type de contexte.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _1k	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1j RQT7_NomSiteConcatene_1b	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir le tableau escompté.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site archéologique et à un type de contexte (Fig. 117). La requête « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_1k » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour annexes – Corpus des données » (colonne autres résultats) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nume	CCSite	Niveau_C	Nombre de contextes	Nombre d'échantillons	Echantillons positifs	Litres	NMI
66	Bertrange « Kosenacker »	TP Panne sablière sud	6	6	4	16,5	17
66	Bertrange « Kosenacker »	TP Panne sud	9	9	7	45	45
66	Bertrange « Kosenacker »	Trou de poteau	7	7	0	26	0
100	Marainville-sur-Madon « Sous le t	Fosse	2	2	2	4,5	322
100	Marainville-sur-Madon « Sous le t	Fosse latérale	7	8	8	30	7611
100	Marainville-sur-Madon « Sous le t	TP Panne faitière	29	29	28	81,5	2237
100	Marainville-sur-Madon « Sous le t	TP Panne nord	30	30	29	111,5	5849
100	Marainville-sur-Madon « Sous le t	TP Panne sablière nord	18	18	16	39,5	473
100	Marainville-sur-Madon « Sous le t	TP Panne sablière sud	19	19	16	36	571
100	Marainville-sur-Madon « Sous le t	TP Panne sud	30	30	30	107	6574
200	Alsting « Zizing »	Doline	2	9	6	111	53
201	Coincy « Les Terres de Fer »	Fosse	1	1	1	10	5
202	Ennery « Pôle Industriel Eurotran	Silo	2	2	1	7	1
203	Flévy « ZAC de la Fontaine des Sai	Fosse	4	22	7	111	21

Fig. 117 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_1k ».

Une variante de ce groupe de requêtes a été conçue pour être exécutée lorsque la présentation du corpus des données se fait par site et par ensemble de contextes (Niveau E de la *table* « Contexte », voir 3.1.1.1). Il s'agit d'une suite de treize *requêtes sélection* nommée « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_2 » (Tabl. 109).

Tabl. 109 - Description du groupe de *requêtes* « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_2 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2a	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons par contexte. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2a_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2b	<i>Requêtes</i> : RQTAnnexe_CorpusDonnees_ 2a	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre des contextes et d'échantillons par site, par période et par ensemble de contextes (p. ex. maison).
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2c	<i>Requêtes</i> : RQTAnnexe_CorpusDonnees_ 2b	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste du nombre des contextes et d'échantillons par site et par ensemble de contextes.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2d	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste du nombre total d'échantillons ainsi que le nombre d'échantillons positifs et négatifs par site et par ensemble de contextes. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2d_m0		<i>Requête</i> « modèle ».
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2e	<i>Requêtes</i> : RQTAnnexe_CorpusDonnees_ 2d	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste du nombre total d'échantillons ainsi que le nombre d'échantillons positifs par site et par ensemble de contextes.
RQTAnnexe_CorpusDonnees _2f	<i>Requêtes</i> : RQTAnnexe_CorpusDonnees_ 2c	<i>Requête sélection</i> permettant d'associer les données des deux <i>requêtes</i> sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau affichant le nombre de contextes, d'échantillons

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	RQTAnnexe_CorpusDonnees_2e	et d'échantillons positifs par site et par ensemble de contextes.
RQTAnnexe_CorpusDonnees_2g	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_1f RQT9_ContexteDensite_1g	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null ». Il est possible d'obtenir un tableau affichant le nombre de contextes, d'échantillons, d'échantillons positifs et le NMI par site et par ensemble de contextes.
RQTAnnexe_CorpusDonnees_2h	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Echantillon_Tamissage	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre de litres tamisés par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTAnnexe_CorpusDonnees_2h_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_CorpusDonnees_2i	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_2h	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre de litres tamisés par site et par ensemble de contextes.
RQTAnnexe_CorpusDonnees_2j	Requêtes : RQTAnnexe_CorpusDonnees_2g RQTAnnexe_CorpusDonnees_2i	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet d'obtenir un tableau affichant le nombre de contextes, d'échantillons, d'échantillons positifs, les litres et le NMI par site et par ensemble de contextes.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à un site archéologique et à un ensemble de contexte (Fig. 118). La requête « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_2j » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour annexes – Corpus des données » (colonne autres résultats) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Numero	Nom_usuel_OA	Niveau_E	Nom_Niv_E	Nombre de contextes	Nombre d'échantillons	Echantillons positifs	Litres	NMI
66	Bertrange « Kosenacker »	Maison	M1	18	18	7	81	11
66	Bertrange « Kosenacker »	Maison	M2	6	6	2	35	7
66	Bertrange « Kosenacker »	Maison	M3	21	21	18	70,5	152
66	Bertrange « Kosenacker »	Maison	M4	5	5	5	34	11
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin « Maison	Maison	M1	19	19	19	50	2389
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin « Maison	Maison	M2	26	27	27	96,5	8249
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin « Maison	Maison	M3	24	24	24	59,5	965
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin « Maison	Maison	M4	35	35	28	111,5	8131
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin « Maison	Maison	M5	29	29	29	88	3581
211	Marly « Sur le Chemin de Grosyeux »	Bâtiment	1	2	2	2	20	49
215	Saint-Julien-lès-Metz « Ferme de Grimont Complexe	I		2	3	0	16	0

Fig. 118 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe\_CorpusDonnees\_2j ».

#### 4.2.22. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe\_DatationAbsolue »

Le groupe de requêtes nommé « RQTAnnexe\_DatationAbsolue » a été conçu afin d'obtenir un tableau de présentation des datations radiocarbone par contexte. Il s'agit d'un groupe de trois requêtes sélection (Tabl. 110).

Tabl. 110 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe\_DatationAbsolue ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_DatationAbsolue_1a	Tables : DatationAbsolue Echantillon DatationAbsolue_Materiel_Liste Contexte, OA Occupation Occupation_Datation_Liste OA_Commune_Liste OA_Departement_Liste Annuaire_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des contextes ayant fait l'objet d'une datation radiocarbone. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQTAnnexe_DatationAbsolue_1a_m 0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_DatationAbsolue_1b	Requêtes : RQTAnnexe_DatationAbsolue_1 a	Requête sélection permettant de concaténer dans un champ « Contexte » le nom du contexte rassemblant les Niveaux C, B et A.

Chaque ligne du tableau obtenu correspond à une datation absolue (Fig. 119). La requête « RQTAnnexe\_DatationAbsolue\_1b » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour annexes – Datations absolues » (colonne autres résultats) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

N°	Dép	Opération archéologique	Année	RO	Contexte	Code laboratoire	Matériel	14C	Datation
5 57	Moselle	Cattenom « Unterhausen »	2003-2004	L. Thomashausen	TP Panne centrale-nord 28, néant, néant	GrA-27518	Charbon de bois	6300	45 5314 BC - 5217 BC 5374 BC - 5082 BC
5 57	Moselle	Cattenom « Unterhausen »	2003-2004	L. Thomashausen	TP Panne centrale-sud 27, néant, néant	GrA-27517	Charbon de bois	6155	40 5208 BC - 5039 BC 5214 BC - 4993 BC
6 57	Moselle	Ennery « Le Breuil »	1998	M.-P. Petitdidier	Fosse 3, néant, néant	GrA-27724	Caryopse / autre fruit / graine	6020	45 4986 BC - 4845 BC 5029 BC - 4795 BC
6 57	Moselle	Ennery « Le Breuil »	1998	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 2, néant, néant	GrA-27722	Caryopse / autre fruit / graine	6025	45 4988 BC - 4847 BC 5033 BC - 4797 BC
6 57	Moselle	Ennery « Le Breuil »	1998	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 6, néant, néant	GrA-27725	Non renseigné	6125	45 5207 BC - 4991 BC 5210 BC - 4943 BC
14 57	Moselle	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyc	1993	L. Thomashausen	Four 24, néant, néant	Ly-15974 (SacA-55847)	Charbon de bois	5330	30 4240 BC - 4060 BC 4314 BC - 4050 BC
14 57	Moselle	Hettange-Grande « La Chapelle »	2011	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 3, Carré EG, néant	Poz-48795	Charbon de bois	6190	40 5211 BC - 5064 BC 5293 BC - 5012 BC
14 57	Moselle	Hettange-Grande « La Chapelle »	2011	M.-P. Petitdidier	Four 4, néant, néant	Poz-48796	Charbon de bois	5470	35 4351 BC - 4265 BC 4436 BC - 4249 BC
17 57	Moselle	Kirschnaumen-Evendorff « Dolem »	1974	Ch. Guillaume	Foyer Non renseigné 1, néant, US Charbo	Ly-1181	Charbon de bois	6050	200 5211 BC - 4726 BC 5465 BC - 4496 BC
43 57	Moselle	Metz « Ban-de-Dévant-les-Points »	1983	Ch. Guillaume	Fosse 1, Carré A13, néant	Ly-3178 (SacA-4519)	Caryopse / autre fruit / graine	6180	60 5212 BC - 5046 BC 5303 BC - 4953 BC
63 57	Moselle	Malling « Schlammlengt »	2002	M.-P. Petitdidier	Fosse latérale 11, néant, néant	GrA-27720	Caryopse / autre fruit / graine	6055	45 5010 BC - 4851 BC 5203 BC - 4802 BC

Fig. 119 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe\_DatationAbsolue\_1b ».

#### 4.2.23. Le groupe de requêtes « RQTAnnexe\_ListeAdventices »

Le groupe de requêtes nommé « RQTAnnexe\_ListeAdventices » a été conçu afin d'obtenir un tableau de présentation des taxons de plantes adventices potentielles. Il s'agit d'un groupe de onze requêtes alternant des requêtes sélection et des requêtes analyse croisée. Deux versions différentes de ce groupe ont été développées.

Dans la première version, appelée « RQTAnnexe\_ListeAdventices\_1 » (Tabl. 111), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un taxon et quelques colonnes correspondent à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent ; Fig. 120).

Tabl. 111 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe\_ListeAdventices ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_ListeAdventices_1a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste Taxon_Kreuz_Strategie_Liste Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste de taxons des plantes adventices et de leurs caractéristiques écologiques par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_1a_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_1b	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1a	Requête sélection permettant de regrouper les taxons afin d'éviter les doublons (noms latins comportant le mention « cf. »).
RQTAnnexe_ListeAdventices_1c	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique	Requête sélection permettant de dresser une liste du NMI par taxon et par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_1c_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_1d	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1c	Requête sélection permettant de dresser une liste du NMI par taxon et par période (somme).
RQTAnnexe_ListeAdventices_1e	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique	Requête sélection permettant de dresser une liste des taxons par échantillon et par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_1e_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_1f	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1e	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon, par période (compte).

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_ListeAdventices_1g	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons positifs par période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et les échantillons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_1g_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_1h	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1g	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre total d'échantillons par période (compte).
RQTAnnexe_ListeAdventices_1i	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1f RQTAnnexe_ListeAdventices_1h	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons dans lequel un taxon est présent et du nombre total d'échantillons analysés. Elle permet de calculer la fréquence relative.
RQTAnnexe_ListeAdventices_1j	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1d RQTAnnexe_ListeAdventices_1i	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons dans lequel un taxon est présent, du nombre total d'échantillons analysés, de la fréquence relative et du NMI par taxon et par période.
RQTAnnexe_AC_ListeAdventices_1k	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1j	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période et nom vernaculaire), un en-tête de colonne (période) et une valeur (NMI).
RQTAnnexe_AC_ListeAdventices_1l	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1j	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période et nom vernaculaire), un en-tête de colonne (période) et une valeur (Fréquence).
RQTAnnexe_ListeAdventices_1m	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_1b RQTAnnexe_ListeAdventices_1k RQTAnnexe_ListeAdventices_1l	Requête sélection permettant d'obtenir une liste des caractéristiques écologiques, du NMI et de la fréquence relative par période et par taxon. Les en-têtes de ligne se répètent, il sera possible à l'avenir de mettre en place une fonction afin de ne les afficher qu'une seule fois.

La requête « RQTAnnexe\_ListeAdventices\_1m » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour annexes – Liste plantes adventices » (colonne autres résultats) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Fig. 120 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe\_ListeAdventices\_1m ».

Dans la deuxième version, appelée « RQTAnnexe\_ListeAdventices\_2 » (Tabl. 112), chaque ligne du tableau obtenu correspond à un taxon et quelques colonnes correspondent à une période (p. ex. Néolithique ancien, moyen, récent ; Fig. 121).

Tabl. 112 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe\_ListeAdventices ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTAnnexe_ListeAdventices_2a	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Kreuz Taxon_Kreuz_Origine_Liste Taxon_Kreuz_DureeVie_Liste Taxon_Kreuz_HauteurCroissance_Liste Taxon_Kreuz_Strategie_Liste Taxon_Kreuz_GroupeStrategie_Liste Taxon_Kreuz_TypeReproduction_Liste Taxon_Kreuz_GroupeReproduction_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste de taxons des plantes adventices et de leurs caractéristiques écologiques par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_2a_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_2b	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2a	Requête sélection permettant de regrouper les taxons afin d'éviter les doublons (noms latins comportant le mention « cf. »).
RQTAnnexe_ListeAdventices_2c	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique	Requête sélection permettant de dresser une liste du NMI par taxon et par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_2c_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_2d	Requêtes :	Requête sélection permettant de dresser

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	RQTAnnexe_ListeAdventices_2c	une liste du NMI par taxon et par période (somme).
RQTAnnexe_ListeAdventices_2e	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Taxon Occupation_Datation_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Taxon_CaractEcologique	Requête sélection permettant de dresser une liste des taxons par échantillon et par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et la catégorie des taxons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_2e_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_2f	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2e	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons dans lequel se trouve chaque taxon, par période (compte).
RQTAnnexe_ListeAdventices_2g	Tables : Analyse Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons positifs par phase (p. ex. Rubané ancien, moyen, récent). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant la chronologie et les échantillons.
RQTAnnexe_ListeAdventices_2g_m0		Requête « modèle ».
RQTAnnexe_ListeAdventices_2h	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2g	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre total d'échantillons par période (compte).
RQTAnnexe_ListeAdventices_2i	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2f RQTAnnexe_ListeAdventices_2h	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons dans lequel un taxon est présent et du nombre total d'échantillons analysés. Elle permet de calculer la fréquence relative.
RQTAnnexe_ListeAdventices_2j	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2d RQTAnnexe_ListeAdventices_2i	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre d'échantillons dans lequel un taxon est présent, du nombre total d'échantillons analysés, de la fréquence relative et du NMI par taxon et par phase.
RQTAnnexe_AC_ListeAdventices_2k	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2j	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période et nom vernaculaire), un en-tête de colonne (phase) et une valeur (NMI).
RQTAnnexe_AC_ListeAdventices_2l	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2j	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec un en-tête de ligne (période et nom vernaculaire), un en-tête de colonne (phase) et une valeur (Fréquence).
RQTAnnexe_ListeAdventices_2m	Requêtes : RQTAnnexe_ListeAdventices_2b RQTAnnexe_ListeAdventices_2k	Requête sélection permettant d'obtenir une liste des caractéristiques écologiques, du NMI et de la fréquence

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	RQTAnnexe_ListeAdventices_2l	relative par phase et par taxon. Les entêtes de ligne se répètent, il sera possible à l'avenir de mettre en place une fonction afin de ne les afficher qu'une seule fois.

La requête « RQTAnnexe\_ListeAdventices\_2m » peut être exécutée à partir du bouton « Données pour annexes – Liste plantes adventices » (colonne autres résultats) du formulaire « FRM\_Requetes » (voir 4.1.3.4).

Nom_Categorie	RQTAnnexe_ListeAdventices_	RQTAnnexe_ListeAdventices_	Origine	Forme vie	Hauteur	Stratégie	Reproduction	RQTAn	RQTAn	RQT7	RQTA	RQTA
F. Forêts, bois, lisières	Galium aparine	Gaillet gratteron	ANT	Été	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproDia	1	14	8		19
G. MESSICOLES	Bromus arvensis	Brome des champs	ANT	?	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproDia		4			17
G. MESSICOLES	Bromus secalinus agg.	Brome seigle	ANT	?	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproDia		22	51	3	179
G. MESSICOLES	Fallopia convolvulus agg.	Vrillée liseron	ANT	Été	Élevée	Stratégies intermédiaires	ReproDia	1	38	19	3	59
G. MESSICOLES	Galium spurium agg.	Gaillet bâtard	ANT	Été	Faible	Stratégies intermédiaires	ReproDia		3			6
G. MESSICOLES	Vicia hirsuta	Vesce hérissée	ANT	Été ?	Moyenne	Rudérales	ReproDia					1
H. Végétation de zone Lolium perenne	Ray-grass commun	Ray-grass commun	ANT	Pér	Moyenne	Concurrentes	ReproDia					6
H. Végétation de zone Medicago lupulina	Luzerne lupuline	Luzerne lupuline	ANT	?	Plutôt faible	Stratégies intermédiaires	ReproDiaVeg					
H. Végétation de zone Phleum pratense agg.	Fléole des prés	Fléole des prés	ANT	Pér	Élevée	Concurrentes	ReproDia		7			19

Fig. 121 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe\_ListeAdventices\_2m ».

#### 4.2.24. Le groupe de requêtes « RQTSF\_Echantillon\_Densite »

Le groupe de requêtes appelées « RQTSF\_Echantillon\_Densite » constitue le sous-formulaire « SF\_Echantillon\_Densite ». Il s'agit d'une suite de deux requêtes sélection (Tabl. 113).

Tabl. 113 - Description du groupe de requêtes « RQTSF\_Echantillon\_Densite ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQTSF_Echantillon_Densite_1a	Tables : Echantillon Analyse	Requête sélection permettant de calculer le NMI total par échantillon (addition des champs NMI_taxon_compte et NMI_taxon_calcule).
RQTSF_Echantillon_Densite_1b	Tables : Echantillon Echantillon_Auteur_Analyse Requêtes : RQTSF_Echantillon_Densite_1a	Requête sélection permettant d'obtenir un tableau comportant le nom de l'échantillon, le NMI total, les litres de sédiment et la densité.

Dans le tableau de mesures, à l'intersection du site (en ligne) et du critère (NMI total, litres, densité, en colonne), on reporte la valeur observée (Fig. 122).

ID_Echantillon	Total_NMI_echantillon	Total_litres_echantillon	Densite_echantillon
MarainvilleNaviot_1062 Tierce	2	2	1,0
MarainvilleNaviot_1063 Tierce	14	3	4,7
MarainvilleNaviot_1064 Tierce	4	2,5	1,6
MarainvilleNaviot_1065 Tierce	150	4	37,5
MarainvilleNaviot_1073 Tierce	46	3	15,3
MarainvilleNaviot_1075 Tierce	99	5	19,8
MarainvilleNaviot_1076 Tierce	16	3	5,3

Fig. 122 - Exemple des résultats de la requête « RQTSF\_Echantillon\_Densite\_1b ».

#### 4.2.25. La requête « RQT\_EchOA »

La requête « RQT\_EchOA » est employée dans le formulaire « FRM\_Export\_Decompte » qui permet d'exporter les tableaux de décompte, le but étant d'afficher le nombre d'échantillons positifs par numéro de site et par fourchette chronologique afin de rendre plus facile le choix de la fourchette chronologique (Tabl. 114 et Fig. 123).

Tabl. 114 - Description de la requête « RQT\_EchOA ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_EchOA	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre d'échantillons positifs par numéro de site et par fourchette chronologique. Des filtres sont appliqués dans le champ « Carporesses ».

Numero_site	Borne_debut	Borne_fin	N	Carporesses
1	-4300	-3500	5	<input checked="" type="checkbox"/>
1	-3500	-2900	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2	-5260	-5220	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2	-5220	-5180	1	<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 123 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_EchOA ».

#### 4.2.26. Le groupe de requêtes « RQT\_EchOA\_Tous »

Le groupe de deux requêtes « RQT\_EchOA\_Tous » est employé dans le formulaire « FRM\_RapportCarpo » qui permet de créer les rapports carpologiques, le but étant d'afficher le nombre total d'échantillons par numéro de site et par fourchette chronologique afin de rendre plus facile le choix de la fourchette chronologique (Tabl. 115 et Fig. 124).

Tabl. 115 - Description du groupe de requêtes « RQT\_EchOA\_Tous\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_EchOA_Tous_1a	Tables : Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir une liste des échantillons positifs et négatifs par numéro de site et par fourchette chronologique.
RQT_EchOA_Tous_1b	Requêtes : RQT_EchOA_Tous_1a	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre total d'échantillons par numéro de site et par fourchette chronologique.

Numero_site	Borne_debut	Borne_fin	SommeDeN
	-4300	-3500	1
	-4300	-2150	6
	-3500	-2900	1
	-3500	-2150	7

Fig. 124 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_EchOA\_Tous\_1b ».

#### 4.2.27. Le groupe de requêtes « RQT\_RapportCarpo »

Six groupes de requêtes nommés « RQT\_RapportCarpo » ont été conçus afin d'obtenir les tableaux présentant les informations de l'analyse carpologique par site, par période chronologique et par type de contexte (Niveau C), dont les résultats sont présentés dans l'état « E\_RapportCarpo » (voir 4.3.2).

Le premier groupe comprend deux requêtes sélection qui permettent d'obtenir le nombre de contextes, le total d'échantillons et le nombre d'échantillons positifs par site, par période et par type de contexte (Tabl. 116 et Fig. 125).

Tabl. 116 - Description du groupe de requêtes « RQT\_RapportCarpo\_123\_NombreContextes ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_RapportCarpo_123 _NombreContextes	Tables : OA Occupation Contexte Echantillon Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir une liste du nombre de contextes, d'échantillons et d'échantillons positifs par site, par période et par type de contexte (Niveaux C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_RapportCarpo_123 _NombreContextes_m0		Requête « modèle ».

Numero_site	Chronologie début	Chronologie fin	Niveau_C	NbContextes	NbEch	NbEchPositif
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const ph. styl. Marainville 1, ph. Fosse latérale			1	1	1
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const ph. styl. Marainville 1, ph. TP Panne faitière			9	9	9
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const ph. styl. Marainville 1, ph. TP Panne nord			9	9	9
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const ph. styl. Marainville 1, ph. TP Panne sud			10	10	10

Fig. 125 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_RapportCarpo\_123\_NombreContextes ».

Le deuxième groupe comprend deux *requêtes sélection* qui permettent d'obtenir le nombre de litres tamisés, le nom de l'opérateur et le type de tamisage par site, par période et par type de contexte (Tabl. 117 et Fig. 126).

Tabl. 117 - Description du groupe de *requêtes* « RQT\_RapportCarpo\_4\_Tamisage ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_RapportCarpo_4_Tamisage	Tables : Echantillon Echantillon_Tamisage Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste Contexte_Niveau_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser la liste du nombre de litres de sédiments tamisés (somme), de l'opérateur et du type de tamisage par site, par période et par type contexte (Niveaux C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_RapportCarpo_4_Tamisage_m0		<i>Requête</i> « modèle ».

Numero_site	Chronologie début	Chronologie fin	Niveau_C	ID_Annuaire	ID_Tamisage	SommeTamises
100	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1	Fosse latérale	Blouet	Flottation	2,5
100	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1	TP Panne faitière	Blouet	Flottation	25
100	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1	TP Panne nord	Blouet	Flottation	23,5
100	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1	TP Panne nord	Blouet	Flottation et tamisage à l'eau des refus	3,5
100	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1	TP Panne sud	Blouet	Flottation	26
100	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1	TP Panne sud	Blouet	Flottation et tamisage à l'eau des refus	7,5

Fig. 126 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_RapportCarpo\_4\_Tamisage ».

Le troisième groupe est une suite de six *requêtes* alternant des *requêtes sélection* et des *requêtes analyse croisée* qui permet d'obtenir le type de conservation et le NMI par site, par période et par type de contexte (Tabl. 118 et Fig. 127).

Tabl. 118 - Description du groupe de *requêtes* « RQT\_RapportCarpo\_5\_Analyse ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_RapportCarpo_5a_Analyse	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des carporesses et du mode de conservation par site, par période et par type de contexte (Niveau C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Analyse_ModeConservation_Liste	
RQT_RapportCarpo_5a_Analyse_m0		Requête « modèle ».
RQT_RapportCarpo_AC_5b_Analyse	Requêtes : RQT_RapportCarpo_5a_Analyse	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte archéologique), un en-tête de colonne (catégorie de plantes) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des catégories de plantes à s'afficher.
RQT_RapportCarpo_5c_Analyse	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT_RapportCarpo_5a_Analyse	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vanes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vanes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT_RapportCarpo_5d_Analyse	Requêtes : RQT_RapportCarpo_AC_5b_Analyse RQT_RapportCarpo_5c_Analyse	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null » pour ensuite pouvoir additionner les carporesses de toutes les catégories de plantes et obtenir ainsi le NMI total.
RQT_RapportCarpo_5e_Analyse	Requêtes : RQT_RapportCarpo_5a_Analyse	Requête sélection permettant de dresser la liste du type de conservation et du NMI par site, par période et par type de contexte (Niveau C).

Numero_site	Chronologie début	Chronologie fin	Niveau_C	Conservation	NMI
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	Fosse latérale	Carbonisé	16
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne faitière	Carbonisé	499
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne nord	Carbonisé	1384
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne sud	Carbonisé	1682

Fig. 127 – Exemple des résultats de la requête « RQT\_RapportCarpo\_5e\_Analyse ».

Le quatrième groupe comprend deux *requête sélection* qui permettent d'obtenir le nombre de litres analysés et le nom du spécialiste par site, par période et par type de contexte (Tabl. 119 et Fig. 128).

Tabl. 119 - Description du groupe de requêtes « RQT\_RapportCarpo\_6\_Analyse ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_RapportCarpo_6_Analyse	Tables : Echantillon Echantillon_Auteur_Analyse Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste Contexte_Niveau_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste du nombre de litres de sédiment analysés par spécialiste, par site, par période et par type de contexte (Niveau C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_RapportCarpo_6a_Analyse_m0		Requête « modèle ».

Numero_site	Chronologie début	Chronologie fin	Niveau_C	Nom_concatene	LitresAnalyses
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	Fosse latérale	L. Berrío	2,5
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne faitière	L. Berrío	25
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne nord	J. Wiethold	3,5
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne nord	L. Berrío	23,5
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne sud	J. Wiethold	7,5
100	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne sud	L. Berrío	26

Fig. 128 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_RapportCarpo\_6\_Analyse ».

Le cinquième groupe est une suite de neuf requêtes alternant des requêtes sélection et des requêtes analyse croisée qui permet de dresser une liste de la densité minimale et maximale par type de contexte (Tabl. 120 et Fig. 129).

Tabl. 120 - Description du groupe de requêtes « RQT\_RapportCarpo\_7\_Densite ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_RapportCarpo_7a_Densite	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des carpoestes par site, par période, par type de contexte (Niveau C) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_RapportCarpo_7a_Densite_m0		Requête « modèle ».
RQT_RapportCarpo_7b_Densite	Tables : Analyse Taxon Echantillon Contexte Occupation OA Taxon_PartiePlante_Liste Taxon_NomVernaculaire_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des litres tamisés par site, par période, par type de contexte (Niveau C) et par échantillon. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
	Taxon_Categorie_Statistiques_Liste Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Echantillon_Tamisage	
RQT_RapportCarpo_7b_Densite_m0		Requête « modèle ».
RQT_RapportCarpo_AC_7c_Densite	Requêtes : RQT_RapportCarpo_7a_Densite	Requête analyse croisée permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro et nom du site, contexte, échantillon), un en-tête de colonne (catégorie de plantes) et une valeur (NMI). Elle est complétée avec l'instruction PIVOT in () (SQL) pour forcer toutes les colonnes des catégories de plantes à s'afficher.
RQT_RapportCarpo_7d_Densite	Tables : Taxon_PartiePlante_Liste Requêtes : RQT_RapportCarpo_7a_Analyse	Requête sélection permettant d'appliquer des coefficients au NMI, notamment pour calculer les vanes en bases de glume. N.B. Rappelons que les restes des vanes sont, exceptionnellement, saisis en nombre de restes et qu'une conversion en NMI (unité de calcul standard : base de glume) est nécessaire pour les analyses statistiques.
RQT_RapportCarpo_7e_Densite	Requêtes : RQT_RapportCarpo_AC_7c_Densite RQT_RapportCarpo_7d_Densite	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet également de remplir avec des 0 (zéro) les champs où se trouvent des valeurs « Null » pour ensuite pouvoir additionner les carporestes de toutes les catégories de plantes et obtenir ainsi le NMI total.
RQT_RapportCarpo_7f_Densite	Requêtes : RQT_RapportCarpo_7e_Densite RQT_RapportCarpo_7b_Densite	Requête sélection permettant d'associer les données des deux requêtes sous-jacentes. Elle permet de dresser une liste du NMI, des litres et des densités par site, par période, par type de contexte (Niveau C) et par échantillon.
RQT_RapportCarpo_7g_Densite	Requêtes : RQT_RapportCarpo_7f_Densite	Requête sélection permettant de dresser une liste de la densité minimale par site, par période et par type de contexte (Niveau C).

Numero_site	ID_OA	Chronologie début	Chronologie fin	Niveau_C	Min	Max
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	Fosse latérale	6,4	6,4
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne faitière	0,3	159,3
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne nord	0,3	214,8
100	Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	ph. styl. Marainville 1	ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1	TP Panne sud	1,3	205,8

Fig. 129 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_RapportCarpo\_7g\_Densite ».

Le sixième groupe est une suite de trois *requêtes sélection* qui permet d'établir le nom concaténé des opérations archéologiques par période et par type de contexte (Tabl. 121 et Fig. 130).

Tabl. 121 - Description du groupe de requêtes « RQT\_RapportCarpo\_8\_NomOA ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_RapportCarpo_8a_NomOA	Tables : Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste Contexte_Niveau_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste du nom de l'opération archéologique par période et par type de contexte (Niveau C). Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_RapportCarpo_8a_NomOA_m0		Requête « modèle ».
RQT_RapportCarpo_8b_NomOA	Requêtes : RQT_RapportCarpo_8a_NomOA	Requête sélection permettant de concaténer le nom des opérations archéologiques par période et par type de contexte (Niveau C). Cette concaténation est obtenue grâce au module « MOD_Concat » (voir 4.4.2).

Numero_site	CCSite	Chronologie début	Chronologie fin	Niveau_C
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo », Hettange-Grande « La Chapelle »	ph. rég. 5/6	ph. rég. 5/6	Fosse
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo », Hettange-Grande « La Chapelle »	ph. rég. 5/6	ph. rég. 5/6	Fosse latérale
14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo », Hettange-Grande « La Chapelle »	ph. rég. 5/6	ph. rég. 5/6	Trou de poteau

Fig. 130 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_RapportCarpo\_8b\_NomOA ».

#### 4.2.28. La requête « RQT\_OA\_Debut\_Fin »

La requête « RQT\_OA\_Debut\_Fin » est employée dans le formulaire « FRM\_RapportOA » qui permet d'ouvrir l'état « E\_Rapport\_OA », le but étant d'afficher les bornes de début et de fin des occupations de chaque opération archéologique (Tabl. 122 et Fig. 131).

Tabl. 122 - Description de la requête « RQT\_OA\_Debut\_Fin ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_OA_Nom	Tables : Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec les bornes de début et de fin des occupations de chaque OA.

ID_OA	Debut	Fin
Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	-5140	-4940
Ay-sur-Moselle « La Tournaille »	-5260	-930
Bertrange « Kosenacker »	-5100	-5020
Cattenom « Acheren - RD 1 »	-5220	-5100
Cattenom « Acheren - RD 64 »	-530	-400
Cattenom « Unterhausen »	-5220	-5120

Fig. 131 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_OA\_Debut\_Fin ».

#### 4.2.29. La requête « RQT\_OA\_DatationAbsolue »

La requête « RQT\_OA\_DatationAbsolue » est employée dans le formulaire « FRM\_RapportOA » qui permet d'ouvrir l'état « E\_Rapport\_OA », le but étant d'afficher le nombre ainsi que les bornes de début et de fin des datations absolues (Tabl. 123 et Fig. 132).

Tabl. 123 - Description de la requête « RQT\_OA\_DatationAbsolue ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_OA_Nom	Tables : DatationAbsolue Echantillon Contexte Occupation Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec le nombre ainsi que les bornes de début et de fin des datations absolues.

ID_OA	AbsDebut	AbsFin	NbDA
Marainville-sur-Madon « Sous le Chemin de Naviot »	-5080	-4940	6
Cattenom « Unterhausen »	-5140	-5120	2
Ennery « Le Breuil »	-4980	-4900	3
Kirschnaumen-Evendorff « Dolem »	-5300	-4900	1
Hettange-Grande « La Chapelle »	-5120	-4100	2
Malling « Schlammlengt »	-5260	-5220	3

Fig. 132 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_OA\_DatationAbsolue ».

#### 4.2.30. La requête « RQT\_OA\_NomNum »

La requête « RQT\_OA\_NomNum » est employée dans le formulaire « FRM\_RapportOA » qui permet d'ouvrir l'état « E\_Rapport\_OA », le but étant d'afficher dans un seul champ concaténé, le numéro de site, l'opération archéologique, l'année, le type d'opération, le responsable d'opération, l'institution. Elle rend également possible la présentation du nombre de datations absolues ainsi que des bornes de début et de fin des occupations et des datations absolues par opération archéologique (Tabl. 124 et Fig. 133).

Tabl. 124 - Description de la requête « RQT\_OA\_NomNum ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_OA_Nom	Tables : OA Annuaire_Liste OA_TypeOperation_Liste OA_Institution_Liste Requêtes : RQT_OA_Datation absolue RQT_OA_DebutFin	Requête sélection permettant d'obtenir une liste avec les informations relatives au numéro de site, l'opération archéologique, l'année, le type d'opération, le responsable d'opération et l'institution, concaténées dans un seul champ. Elle présente également le nombre de datations absolues ainsi que les bornes de début et de fin des occupations et des datations absolues.

ID	N° site - Opération archéologique	Debut	Fin	AbsDebut	AbsFin	NbDA
16 10	Gandrange « Bréquette - Zones A-F », 1998, Fouille préventive, O. Faye, SRA de Lorraine	-5140	-620			
82 204	Goin/Liéhon/Vigny « la Mieule/sous la Mieule - ARL », 1989, Fouille de sauvetage, V. Blouet, SRA de Lorraine	-4100	-460	-4900	-1350	8
136 14	Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », 1993, Fouille de sauvetage, L. Thomashausen, SRA de Lorraine	-4300	-3500	-4300	-3500	1
18 14	Hettange-Grande « La Chapelle - Rue Victor Hugo », 2010, Diagnostic, G. Mangin, Inrap Grand Est nord	-5120	-5100			
17 14	Hettange-Grande « La Chapelle », 2011, Fouille préventive, M.-P. Petitdidier, Inrap Grand Est nord	-5120	-3500	-5120	-4100	2
10 17	Kirschnaumen-Evendorf « Dolem », 1974, Fouille programmée, Ch. Guillaume, DAPHL	-5140	-5020	-5300	-4900	1
147 22	Koenigsmacker « Blossberger - Rue de Benassay », 2014-2015, Fouille préventive, A. Denaire, Antéa Archéologie	-1500000	2000			
143 205	La Maxe « Complexe sportif », 2019, Fouille préventive, E. Maire, Metz Métropole	-5300	-2200	-4300	-1600	3

Fig. 133 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_OA\_NomNum ».

#### 4.2.31. La requête « RQT\_RapportOA\_DatationAbsolue »

La requête nommée « RQT\_RapportOA\_DatationAbsolue\_1a » a été conçue afin d'obtenir un tableau de présentation des datations radiocarbone par échantillon (Fig. 134). Il s'agit de deux requêtes sélection (Tabl. 125) dont les résultats sont présentés dans l'état « E\_RapportOA » (voir 4.3.1).

Tabl. 125 - Description de la requête « RQT\_RapportOA\_DatationAbsolue\_1a ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_RapportOA_Datation Absolue_1a	Tables : Datation_absolue Echantillon Contexte Occupation OA DatationAbsolue_Materiel_Liste Occupation_Datation_Liste	Requête sélection permettant de dresser une liste des échantillons ayant fait l'objet d'une datation radiocarbone. Des filtres permettant de faire un choix sur les données affichées sont appliqués sur certains champs concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_RapportOA_Datation Absolue_1a_m0		Requête « modèle ».

ID_OA	Nom_usuel_OA	Nom_Echantillon	Code_labora	Nom_Materiel	Datatio	±	Datation_calBC/calAD_2_Sigma
19	Malling « Schlammlengt »	MallingSchlammlengt_11 Fosse	GrA-27720	Fruit	6055	45	5203 BC - 4802 BC
19	Malling « Schlammlengt »	MallingSchlammlengt_13 Fosse	GrA-27721	Fruit	5985	45	4995 BC - 4729 BC
19	Malling « Schlammlengt »	MallingSchlammlengt_3 Fosse	GrA-27719	Fruit	6115	45	5210 BC - 4910 BC
1	Marainville-sur-Madon « Sous MarainvilleNaviot_344B Fosse	Ly-4479	Caryopse / graine	6330	140	5556 BC - 4948 BC	
1	Marainville-sur-Madon « Sous MarainvilleNaviot_344B Fosse	Ly-5864 (SacA-)	Caryopse / graine	6440	50	5479 BC - 5315 BC	
1	Marainville-sur-Madon « Sous MarainvilleNaviot_242 Fosse	Ly-5863 (SacA-)	Caryopse / graine	6430	45	5476 BC - 5320 BC	
1	Marainville-sur-Madon « Sous MarainvilleNaviot_280 Tierce	OxA-6694	Caryopse / graine	6170	45	5289 BC - 4994 BC	
1	Marainville-sur-Madon « Sous MarainvilleNaviot_288 Tierce	Ly-4478	Caryopse / graine	6000	80	5206 BC - 4705 BC	
1	Marainville-sur-Madon « Sous MarainvilleNaviot_195 Tierce	Ly-4477	Caryopse / graine	6270	60	5368 BC - 5052 BC	
20	Marange-Silvange « La Petite   Marange-SilvangePetiteFin_50 Fos	Poz-48368	Charbon de bois	6020	40	5009 BC - 4796 BC	

Fig. 134 - Exemple des résultats de la requête « RQT\_RapportOA\_DatationAbsolue\_1a ».

#### 4.2.32. Le groupe de requêtes élaboré pour exporter les tableaux de décompte

L'un des objectifs principaux de BDRAB<sup>®</sup> était de réussir l'export des données carpologiques sous forme de tableaux en format Microsoft Excel<sup>®</sup>, avec une mise en forme la plus proche possible de la publication, afin de minimiser au maximum le traitement manuel des données, le risque d'erreur, et le temps de travail. Le fichier Microsoft Excel<sup>®</sup>

« CarpoBDRAB » est obtenu grâce à l'exécution de quatre groupes de *requêtes* au clic du bouton « Export décomptes » du *formulaire* « FRM\_1\_Accueil » (4.1.1.2). Le premier d'entre eux (Tabl. 126), permet l'obtention d'un tableau de présentation des échantillons, qui s'affiche dans la *feuille* « PresentationEchant » du fichier exporté (Fig. 135, A).

Tabl. 126 - Description du groupe de *requêtes* « RQT\_Decompte\_Echantillon\_Densite\_1 ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_Decompte_Echantillon_Densite_1a	Tables : Echantillon Analyse	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser la liste des échantillons avec le NMI total.
RQT_Decompte_Echantillon_Densite_1b	Tables : Echantillon_Auteur_Analyse Requêtes : RQT_Decompte__Echantillon_Densite_1a	<i>Requête sélection</i> permettant de dresser une liste des échantillons avec le NMI total, le total de litres analysés et la densité.
RQT_Decompte_PresentationEchant	Tables : Echantillon Echantillon_Charbons OA OA_TypeOperation_Liste Annuaire_Liste Occupation Contexte Contexte_Niveau_Liste Occupation_Datation_Liste Requêtes : RQT_Decompte__Echantillon_Densite_1b	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir la liste des échantillons avec toutes les informations nécessaires à leur présentation : numéro de site, O.A., année, R.O., type d'O.A., contexte, datation, présence de carporestes, total NMI, total de litres et présence de charbons de bois. Des filtres sont appliqués dans les <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_Decompte_PresentationEchant_m0		<i>Requête « modèle »</i>

	A	B	C	D	E	F	G	N	O	AD	AE	AF	AL	AM	AN	AO	AP
1	N° site	OA	Année OA	Responsable	Type OA	Type Niveau C	Niveau C	Type Niveau E	Niveau E	Sous-phase	Phase régionale	Phase construction	Carporestes	Total NMI	Total litres	Densité	Charbons bois
2	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Fosse latérale	2056	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	14	9,0	1,6	Oui
3	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Chablis	2057	Ensemble	E5	Rubané récent B	ph rég 6	néant	Oui	8	10,0	0,8	Oui
4	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Chablis	2058	Ensemble	E5	Rubané récent B	ph rég 6	néant	Non		8,0		Non
5	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Chablis	2059	Ensemble	E5	Rubané récent B	ph rég 6	néant	Non		10,0		Non
6	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Fosse latérale	2061	Maison	M2	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 1	Oui	2	5,0	0,4	Oui
7	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Fosse latérale	2065	Maison	M2	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 1	Oui	5	8,0	0,6	Oui
8	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce nord	2139	Maison	M2	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 1	Non		6,0		Non
9	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce sud	2318	Maison	M2	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 1	Non		6,0		Oui
10	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce nord	2319	Maison	M2	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 1	Non		4,0		Oui
11	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce nord	2322	Maison	M2	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 1	Non		6,0		Oui
12	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce nord	2385	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	5	3,0	1,7	Oui
13	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce centrale	2386	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	15	4,0	3,8	Oui
14	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce centrale	2390	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	10	3,0	3,3	Oui
15	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce nord	2391	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	2	3,0	0,7	Oui
16	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce centrale	2392	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	6	3,0	2,0	Oui
17	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce sud	2393	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	14	4,0	3,5	Oui
18	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce sud	2396	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	9	5,0	1,8	Oui
19	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce nord	2397	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	8	4,0	2,0	Oui
20	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2398	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	2	3,0	0,7	Oui
21	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce nord	2399	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	8	4,0	2,0	Oui
22	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce centrale	2400	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	23	3,0	7,7	Oui
23	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Tierce sud	2401	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	15	3,0	5,0	Oui
24	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2402	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	4	1,5	2,7	Oui
25	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2403	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Non		2,0		Oui
26	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2404	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	3	2,0	1,5	Oui
27	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2405	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Non		2,0		Oui
28	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2407	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	8	6,0	1,3	Oui
29	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2408	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Non		2,0		Oui
30	3	Bertrange « Kosenacker »	2006	L. Thomashausen	Fouille préventive	Trou de poteau	2409	Maison	M3	Rubané récent B	ph rég 6	ph const 2	Oui	2	2,0	0,7	Oui

Fig. 135 - Extrait du tableau de présentation des résultats exporté dans la feuille « PrésentationEchant » du fichier « CarpoBDRAB ».

Le deuxième groupe de *requêtes* (Tabl. 127), permet l'obtention d'un tableau comportant les informations de chaque échantillon qui constituent l'en-tête du tableau de décompte affiché dans la *feuille* « Décompte » du fichier exporté (Fig. 136, A et B).

Tabl. 127 - Description des *requêtes* « RQT\_Ech\_Auteur\_Analyse », « RQT\_Ech\_Auteurs\_Analyse » et « RQT\_Decompte\_InfosEchant ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_Ech_Auteur_Analyse	<i>Tables :</i> Echantillon_Auteur_Analyse Annuaire_Liste	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste, par échantillon, du carpologue et du nombre de litres analysés.
RQT_Ech_Auteurs_Analyse	<i>Requêtes :</i> RQT_Ech_Auteur_Analyse	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir une liste, par échantillon, du carpologue et du nombre de litres analysés. Si deux ou plusieurs carpologues ont analysé un même échantillon, alors les noms des carpologues sont concaténés dans la même ligne. Cette concaténation est obtenue grâce au module « MOD_Concat » (voir 4.4.2).
RQT_Decompte_InfosEchant	<i>Tables :</i> Echantillon Echantillon_Charbons OA OA_TypeOperation_Liste Annuaire_Liste Occupation Contexte Occupation_Datation_Liste <i>Requêtes :</i> RQT_Decompte_Echantillon_Densite_1b RQT_Ech_Auteurs_Analyse	<i>Requête sélection</i> permettant d'obtenir la liste des échantillons avec toutes les informations nécessaires à la création de l'en-tête du tableau de décompte : numéro de site, O.A., année, R.O., type d'O.A., contexte, datation, présence de carporestes, total de litres, densité et carpologues. Des filtres sont appliqués dans les <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_Decompte_InfosEchant_m0		<i>Requête</i> « modèle »

Le troisième groupe de *requêtes* (Tabl. 128) permet l'obtention des données carpologiques proprement dites, qui sont également affichées dans la *feuille* « Décompte », sous l'en-tête (Fig. 136, C). Dans cette version du tableau de décompte, les taxons sont classifiés selon des catégories établies en fonction des caractéristiques écologiques (Lambinon et Verloove, 2012 ; Vernier *et al.*, 2013), Fig. 136, D.

Tabl. 128 - Description de la requête « RQT\_Decompte\_AC\_EchantColonne\_TaxonLigne ».

<b>Requête</b>	<b>Tables/requêtes appelées</b>	<b>Description</b>
RQT_Decompte_AC_EchantColonne_TaxonLigne	<i>Tables :</i> Analyse Echantillon Contexte Occupation OA Occupation_Datation_Liste Taxon Taxon_PartiePlante_Liste Analyse_ModeConservation Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Liste	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro site, taxon, catégorie de plantes, code de regroupement, ordre de présentation, nom vernaculaire, partie de la plante, conservation), un en-tête de colonne (échantillon) et une valeur (NMI). Des filtres sont appliqués dans les <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_Decompte_AC_EchantColonne_TaxonLigne_m0		<i>Requête « modèle »</i>

4. L'application BDRAB® : les formulaires, les requêtes, les états et les modules

	B	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P			
1				N° site	18	18	18	18	18						
2				OA	La Maxe « Les Lignièrès »	La Maxe « Les Lignièrès »	La Maxe « Les Lignièrès »	La Maxe « Les Lignièrès »	La Maxe « Les Lignièrès »						
3				Année OA	1995-1996	1995-1996	1995-1996	1995-1996	1995-1996						
4				Responsable	J.-M. Blaising										
5				Type OA	Fouille préventive										
6			<b>B</b>	Niveau C	109	110	112	187	190						
7				Type Niveau C	Tierce centrale	Tierce centrale	Tierce nord	Tierce sud	Tierce sud						
12				Type Niveau D	Rangée	Rangée	Rangée	Rangée	Rangée						
13				Niveau D	1	3	1	3	1						
14				Type Niveau E	Maison	Maison	Maison	Maison	Maison						
15				Niveau E	M3	M3	M3	M3	M3						
26				Période	Néolithique ancien										
28				Groupe culturel	Rubané	Rubané	Rubané	Rubané	Rubané						
37				Total litres	3,0	1,5	3,0	2,0	2,0						
38	<b>C</b>			Densité	0,3	8,7	0,3	53,5	21,5		<b>F</b>	<b>G</b>			
39				Carpologue	L. Berrio										
41				Nom latin	Nom vernaculaire	Partie plante	Conservation	MaxeLignièrès_109 Tierce	MaxeLignièrès_110 Tierce	MaxeLignièrès_112 Tierce	MaxeLignièrès_187 Tierce	MaxeLignièrès_190 Tierce	Total NMI	Abond. relat. 165 = 100%	Fréq. relat. 5 = 100%
42				<b>A. Céréales</b>											
43				<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	Orge polystique nue	caryopse	Carbonisé		2		3	2	7	4%	60%
44				<i>Triticum dicoccon</i>	Amidonnier	base de glume	Carbonisé				2		2	1%	60%
45				<i>Triticum dicoccon</i>	Amidonnier	base d'épillet	Carbonisé				1	1	2	1%	
46				<i>Triticum dicoccon</i>	Amidonnier	caryopse	Carbonisé		5		22	7	34	21%	
47				<i>Triticum cf. dicoccon</i>	Amidonnier	caryopse	Carbonisé		2		12		14	8%	
48				<i>Triticum monococcum</i>	Engrain	base d'épillet	Carbonisé				1		1	+	40%
49				<i>Triticum monococcum</i>	Engrain	caryopse	Carbonisé				20	6	26	16%	
50				<i>Triticum cf. monococcum</i>	Engrain	caryopse	Carbonisé				17		17	10%	
51				<i>Triticum cf. aestivum</i> l.s./ <i>durum</i> / <i>turgidum</i>	Blé tendre/dur/barbu	caryopse	Carbonisé				2		2	1%	20%
52				<i>Triticum dicoccon/spelta</i>	Amidonnier/Epeautre	caryopse	Carbonisé				1		1	+	20%
53				<i>Triticum</i> sp.	Blé indéterminé	caryopse	Carbonisé					4	4	2%	20%
54				<i>Cerealia</i> indéterminata	Céréales indéterminées	caryopse	Carbonisé		2		24	15	41	25%	60%
55				<b>B. Légumineuses</b>											
56				<i>Lens culinaris</i>	Lentille	graine	Carbonisé	1	2				3	2%	40%
57				<i>Pisum sativum</i>	Pois	graine	Carbonisé					8	8	5%	20%
58				<b>F. Forêts, bois, lisières, clairières, coupes, haies, fourrés</b>											
59				cf. <i>Corylus avellana</i>	Noisetier	akène	Carbonisé			1			1	+	20%
60				<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	akène	Carbonisé				1		1	+	20%
61				<b>L. Divers</b>											
62				Fabaceae	Fabacées	graine	Carbonisé				1		1	+	20%
63				<b>Total NMI</b>				1	13	1	107	43	165		
64															
65															
66															
67															

Fig. 136 - Tableau de décompte exporté dans la feuille « Décompte » du fichier « CarpoBDRAB ».

Le quatrième groupe de *requêtes* (Tabl. 129) permet l'obtention des données carpologiques proprement dites, qui sont affichées dans la *feuille* « Ellenberg », sous l'en-tête. Dans cette version du tableau de décompte, les taxons sont classifiés selon les syntaxons définis par Ellenberg *et al.* (1991), Fig. 137, A et B.

Tabl. 129 - Description de la *requête* « RQT\_Decompte\_AC\_Ellenberg\_EchantColonne\_TaxonLigne ».

Requête	Tables/requêtes appelées	Description
RQT_Decompte_AC_Ellenberg_EchantColonne_TaxonLigne	Tables : Analyse Echantillon Contexte Contexte OA Occupation_Datation_Liste Taxon Taxon_PartiePlante_Liste Analyse_ModeConservation Taxon_NomVernaculaire_Liste Taxon_Categorie_Ellenberg_Liste Taxon_CaractEcologique Taxon_CaractEcologique_Ellenberg Taxon_Ellenberg_Syntaxon_Liste	<i>Requête analyse croisée</i> permettant d'obtenir un tableau avec des en-têtes de ligne (numéro site, taxon, catégorie de plantes, code de regroupement, ordre de présentation, nom vernaculaire, partie de la plante, conservation, syntaxon), un en-tête de colonne (échantillon) et une valeur (NMI). Des filtres sont appliqués dans les <i>champs</i> concernant le numéro de site et la chronologie.
RQT_Decompte_AC_Ellenberg_EchantColonne_TaxonLigne_m0		<i>Requête « modèle »</i>

L'exécution automatique de ces *requêtes* se fait via le bouton « Export décomptes » du *formulaire* « FRM\_1\_Accueil ». Il ouvre le formulaire « FRM\_Export\_Decompte » qui permet de choisir le numéro de site ainsi que la fourchette chronologique souhaitée.

4. L'application BDRAB® : les formulaires, les requêtes, les états et les modules

	B	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1					N° site	3	3	3	3	3				
2					OA	Bertrange « Kosenacker »	Bertrange « Kosenacker »	Bertrange « Kosenacker »	Bertrange « Kosenacker »	Bertrange « Kosenacker »				
3					Année OA	2006	2006	2006	2006	2006				
4					Responsable	L. Thomashausen								
5					Type OA	Fouille préventive								
6					Niveau C	2356	2358	2359	2362	2368				
7					Type Niveau C	Tierce sud	Tierce sud	Tierce sud	Tierce centrale	Tierce nord				
12					Type Niveau D	Rangée	Rangée	Rangée	Rangée	Rangée				
13					Niveau D	~2	~4	~5	~3	~5				
14					Type Niveau E	Maison	Maison	Maison	Maison	Maison				
15					Niveau E	M4	M4	M4	M4	M4				
20					Type Niveau H	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone				
21					Niveau H	3	3	3	3	3				
26					Période	Néolithique ancien								
28					Groupe culturel	Rubané	Rubané	Rubané	Rubané	Rubané				
29					Phase	Rubané récent								
30					Sous-phase	Rubané récent B								
31					Phase régionale	ph rég 6/7								
32					Phase construction	ph const 3	ph const 3	ph const 3	ph const 3	ph const 3				
33					Chronologie début	ph rég 6/7								
35					Chronologie fin	ph rég 6/7								
37					Total litres	4,0	8,0	6,0	8,0	8,0				
38					Densité	0,8	0,3	0,2	0,3	0,4				
39					Carpologue	L. Berrio								
41	Nom latin	Nom vernaculaire	Partie plante	Conservation	Syntaxon	trangeKosenacker_2356	TietrangeKosenacker_2358	TietrangeKosenacker_2359	TietrangeKosenacker_2362	TietrangeKosenacker_2368	Tie	Total NMI	Abond. relat. 11 = 100%	Fréq. relat. 5 = 100%
42	A. Céréales													
43	néant néant													
44	cf. <i>Triticum dicoccon</i>	Amidonnier	caryopse	Carbonisé	néant							1	9%	20%
45	Cerealia indeterminata	Céréales indéterminées	caryopse	Carbonisé	néant		1	1	2			4	36%	60%
46	B. Légumineuses													
47	néant néant													
48	<i>Lens culinaris</i>	Lentille	graine	Carbonisé	néant	1						1	9%	40%
49	cf. <i>Lens culinaris</i>	Lentille	graine	Carbonisé	néant							1	9%	9%
50	cf. <i>Pisum sativum</i>	Pois	graine	Carbonisé	néant	1	1					2	18%	40%
51	F. 3. Végétation herbacée anthropisée													
52	3.5 Artemisietea													
53	<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	akène	Carbonisé	3.5	B	1					1	9%	20%
54	K. 8. Végétation de forêts (feuillus) et buissons													
55	8.4 Quercu-Fagetea													
56	<i>Corylus avellana</i>	Noisetier	akène	Carbonisé	8.4							1	9%	20%
57	Total NMI					3	2	1	2	3		11		
58														
59														
60														

Fig. 137 - Tableau de décompte exporté dans la feuille « Ellenberg » du fichier « CarpoBDRAB ».

### Quelques considérations sur les tableaux exportés

Nous avons fait le choix d'exporter toutes les informations concernant les niveaux des contextes et les niveaux des datations, aussi bien dans le tableau de présentation des échantillons que dans les tableaux de décompte. Bien que ce choix alourdisse les tableaux, nous considérons qu'il vaut mieux pouvoir supprimer les informations jugées inutiles au moment de la publication qu'obtenir des tableaux avec des informations manquantes.

Un travail méticuleux de programmation en VBA via le module « MOD\_Export » (voir 4.4.5) a été entrepris afin de peaufiner la mise en forme du tableau.

Les noms scientifiques des taxons sont générés automatiquement en italique (Fig. 136, E). Il est à noter que le code VBA transforme tous les mots en italique à l'exception de quelques-uns (p. ex. agg., sp., cf., fo., var., ssp., l.s., tous les mots terminés par -eae). Par conséquent, si l'utilisateur remplace dans la *table* « Taxon » ces mots (p. ex. ssp. par subs., sp. par spec.), le programme ne les reconnaîtra pas et les écrira en italique. La liste d'exceptions pourra bien évidemment être enrichie en fonction des besoins des utilisateurs.

Les taxons sont classifiés selon des catégories établies en fonction des caractéristiques écologiques (Fig. 136, E et Fig. 137, B). À l'intérieur de ces catégories, l'ordre de présentation des taxons est défini en fonction des fréquences relatives (de la plus élevée à la plus faible, Fig. 136, G). À l'intérieur d'un groupe de taxons appartenant à la même espèce, l'ordre de sortie est, par exemple : *Triticum dicoccon*, *Triticum cf. dicoccon* et *cf. Triticum dicoccon*. Les taxons valise sont présentés en dessous du groupe de taxons auxquels ils font référence. Les taxons *Cerealia indeterminata* et *Leguminosae sativae indeterminatae* sont placés, respectivement, à la fin des catégories Céréales et Légumineuses.

Les fragments de matières organiques carbonisées ainsi que d'autres restes tels que les coprolithes sont renseignés dans l'inventaire, mais ne sont pas comptabilisés afin de ne pas biaiser les résultats en altérant les totaux. En effet, bien qu'utiles pour comprendre la nature et la composition des dépôts, ces éléments ne peuvent pas être comparés à des carporestes et donc comptabilisés comme tels. Leur présence est attestée dans le tableau grâce au caractère « X ».

Quant à l'abondance relative de chaque taxon au sein du corpus d'échantillons pris en compte, les caractères « + » (entre 0,5 et 1 %) et « r » (<0,5 %) sont utilisés pour représenter les valeurs (Fig. 136, F).

Le calcul de la fréquence relative des taxons a été effectué sur la base des échantillons positifs. Il a été réalisé en deux étapes. D'abord, tous les taxons appartenant à la même espèce

ou variété – dans le cas de l'orge –, c'est-à-dire, les taxons dont l'identification est certaine (p. ex. *Triticum dicoccon*) et ceux dont l'identification est incertaine (p. ex. *Triticum* cf. *dicoccon* ou cf. *Triticum dicoccon*), voire toutes les lignes appartenant au même taxon (p. ex. *Triticum dicoccon*, caryopse ; *Triticum dicoccon*, base de glume et *Triticum dicoccon*, base d'épillet), ont été rassemblés dans un même groupe (p. ex. *Triticum dicoccon*). Ensuite, le nombre d'échantillons dans lequel est représenté chaque groupe a été calculé (Fig. 136, G).

Le tableau exporte les données carpologiques en NMI, qu'elles aient été saisies en « NMI au jugé » ou en nombre de restes. Dans ce dernier cas, on travaille avec le « NMI calculé » (voir 3.1.1.4).

Le calcul des densités des carpolestes présenté dans le tableau de décompte a été effectué sur la base du volume des sédiments tamisés lorsque ce chiffre était connu. La densité est exprimée pour chaque échantillon en NMI par litre de sédiment tamisé. Toutefois, ce calcul s'effectuant directement à partir des données brutes, les valeurs des vanes sont donc celles du NR et non pas du NMI (voir Vol I, 5.2.7), ce qui permet de donner une idée globale, pas forcément très précise, de la densité de chaque échantillon.

La *feuille* « Tmp » est une *feuille* utilisée de manière temporaire au moment de l'export (Fig. 136, H), où les données de l'en-tête sont collées et transposées (collage spécial : transposé), puis coupées et collées dans les *feuilles* « Decompte » et « Ellenberg ». Cette *feuille* est vide à la fin de l'export et peut être supprimée.

#### 4.2.33. Les requêtes « modèle »

Des *requêtes* « modèle » basées sur d'autres *requêtes* ont été créées. Elles ont été appelées avec les mêmes noms des *requêtes* originales, mais avec la terminaison « \_m0 » et ne sont pas utilisables telles quelles. Lors de l'exécution de ces *requêtes*, les textes [N°Site], [BorneDebut] et [BorneFin] sont remplacés par les valeurs effectives (p. ex. 12, -5300, -3500) pour créer les *requêtes* originales, effectivement utilisées. Cela s'effectue grâce au *module* « MOD\_NewSQL » (voir 4.4.6).

### 4.3. Les états

Répondant généralement à une question spécifique, les *états* permettent de mettre en forme, de synthétiser et de présenter les données issues des tables ou des requêtes. Ils peuvent être exécutés à tout moment et reflètent toujours les données actuelles dans la base de données. Si les *états* sont généralement mis en forme pour être imprimés, ils peuvent également être affichés à l'écran, exportés vers un autre programme ou envoyés en pièce jointe d'un message électronique.

#### 4.3.1. L'état « E\_RapportOA »

L'état « E\_RapportOA » génère des fiches contenant toutes les informations administratives associées à chaque opération archéologique (Fig. 138). Ces fiches peuvent être exportées en format PDF, ce qui permet l'élaboration d'un catalogue de sites de façon automatique. Elles peuvent également être exportées en format RTF compatible avec Microsoft Word<sup>®</sup>, ce qui permet d'apporter des modifications en fonction de la mise en page souhaitée. Le rapport s'obtient grâce au bouton « Rapport » du *formulaire* « FRM\_RapportOA » (voir 4.1.3.1), ce dernier étant ouvert grâce au bouton « Rapports OA » du *formulaire* « FRM\_1\_Accueil » (voir 4.1.1.2).

Grâce au *formulaire* « FRM\_RapportOA », il est possible de choisir la plage chronologique des datations radiocarbone que l'on souhaite afficher.

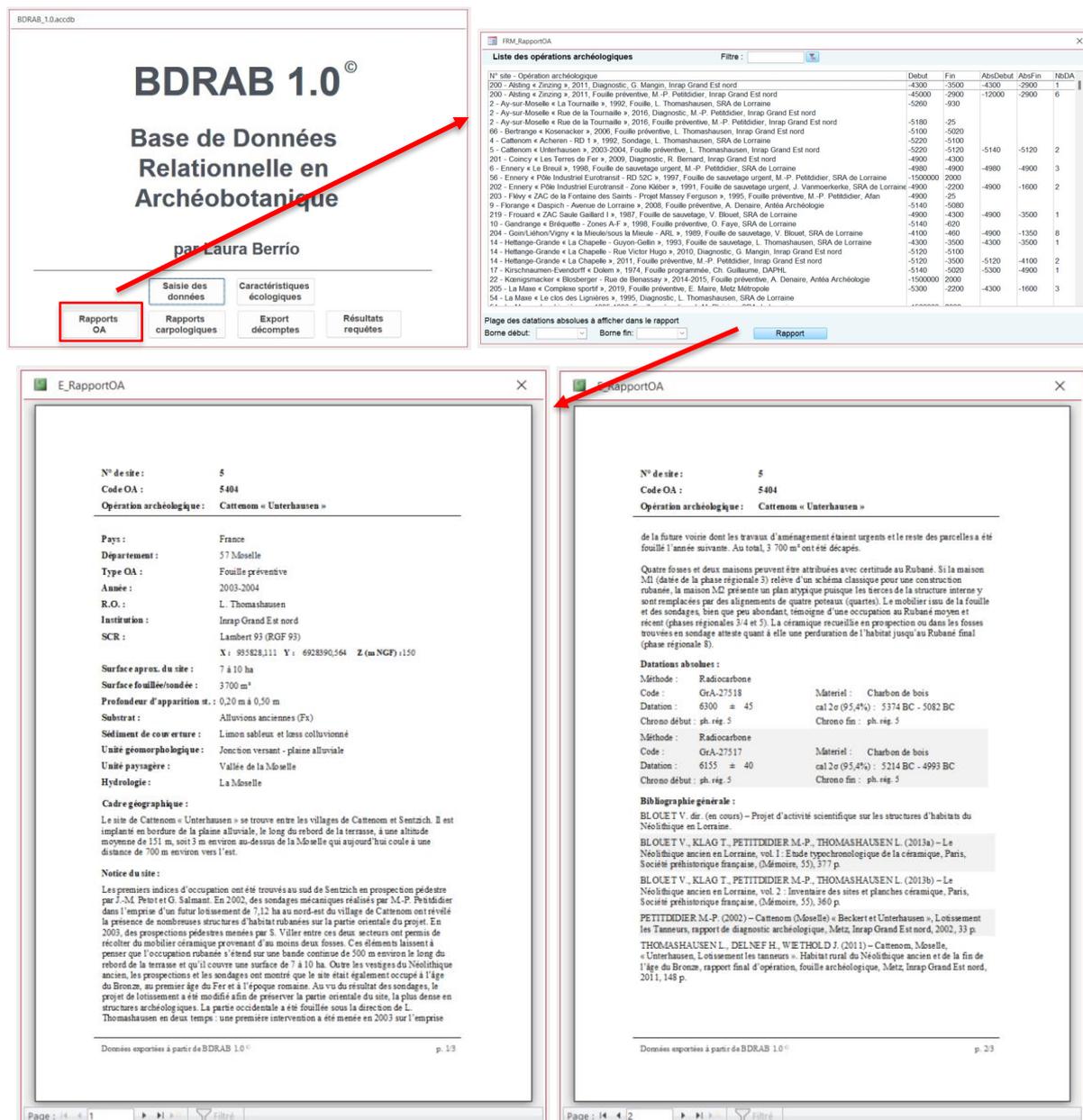


Fig. 138 - Exemple de la présentation de l'état « E\_RapportOA ».

### 4.3.2. L'état « E\_RapportCarpo »

L'état « E\_RapportCarpo » génère des fiches qui synthétisent les informations de l'analyse carpologique associée à chaque site. En effet, il est possible de connaître, par site, par période et par type de contexte, le nombre de contextes étudiés, le total d'échantillons analysés, le nombre d'échantillons positifs, les opérateurs ayant tamisé les prélèvements, le nombre de litres de sédiments tamisés, les spécialistes ayant analysé le matériel, le type de conservation des carpocestes, le NMI, ainsi que les densités minimale et maximale (Fig. 139). Ces fiches peuvent être exportées aussi bien en format PDF qu'en format RTF.

The image displays three windows from the BDRAB 1.0 application. The top-left window is the main menu, titled 'BDRAB 1.0<sup>®</sup> Base de Données Relationnelle en Archéobotanique par Laura Berrio'. It features a 'Saisie des données' button highlighted with a red box. The top-right window, 'FRM\_RapportCarpo', shows a dropdown menu for 'Site' set to '15 - Hettange-Grande « La Chapelle - Guyon-Gellin », Hettange' and a table with columns 'N° site', 'Borne début', 'Borne fin', and 'nb éch.'. The 'nb éch.' column contains values 9, 2, and 2, with 'Rapport' buttons next to each. The bottom window, 'E\_RapportCarpo', is a detailed report for site 100, providing information on archaeological operations, context, sieving, and analysis.

**Table from FRM\_RapportCarpo:**

N° site	Borne début	Borne fin	nb éch.
15	-5120	-5100	9
15	-5100	-5080	2
15	-4300	-3500	2

**Report Content (E\_RapportCarpo):**

Numéro de site : 100  
 Opération(s) archéologique(s) : Marainville-sur-Madon « sous le Chemin de Naviet »  
 Chronologie début : ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1  
 Chronologie fin : ph. styl. Marainville 1, ph. const. 1  
 Type de contexte : TP Panne nord

Contextes et échantillons  
 Nombre de contextes : 9  
 Nombre d'échantillons : 9  
 Nombre d'échantillons positifs : 9

Tamissage  
 Opérateur : V. Blouet  
 Type préév. : Sec  
 Tamissage : Flottation et tamisage à l'eau des refus  
 Litres tamisés : 3,5

Opérateur : V. Blouet  
 Type préév. : Sec  
 Tamissage : Flottation  
 Litres tamisés : 23,5

**Total litres tamisés : 27**

Analyses carpologiques  
 Carpologue : L. Berrio  
 Litres analysés : 23,5  
 Carpologue : J. Wietold  
 Litres analysés : 3,5  
**Total litres analysés : 27**

Résultats  
 Conservation : Carbonisé  
 NMI : 1384  
**Total NMI : 1384**

Densité  
 Densité minimale : 0,3  
 Densité maximale : 214,8

Données exportées à partir de BDRAB 1.0<sup>®</sup> p. 3/4

Fig. 139 - Exemple de la présentation de l'état « E\_RapportCarpo ».

#### **4.4. Les modules standard**

Un *module standard* est une unité d'organisation servant à stocker des blocs de code source VBA, autrement dit, des *fonctions*. Ces *fonctions* pourront ensuite être appelées par des *requêtes*, par des *formulaires*, par des *états* ou par d'autres blocs situés dans d'autres modules de la base de données à condition d'être déclarées comme étant publiques. Un module est donc une sorte de « boîte à outils ».

##### **4.4.1. Le module « MOD\_Attach »**

Ce *module* présente la description de la *fonction* « AttacherTables » qui permet d'attacher les tables du fichier de données sélectionné préalablement.

##### **4.4.2. Le module « MOD\_Backup »**

Ce *module* présente la description de la *fonction* « BackUp » qui rend possible la sauvegarde du fichier des données lors de la fermeture de l'interface.

##### **4.4.3. Le module « MOD\_ClearData »**

Ce *module* présente la description de la *fonction* « ClearMyData » qui permet de vider les tables souhaitées.

##### **4.4.4. Le module « MOD\_Concat »**

Ce *module* présente la description de la *fonction* « ConcatRelated » (Browne, 2008). Il y a 5 paramètres, dont le dernier concerne le séparateur qui est par défaut une virgule (« , »).

##### **4.4.5. Le module « MOD\_Export »**

Ce *module* présente la description de la *fonction* « Export\_vers\_Excel » qui définit la mise en page des tableaux de décompte exportés vers Microsoft Excel<sup>®</sup>.

La mise en forme du tableau de décompte comprend notamment la mise en italique des noms scientifiques des taxons, l'ajout de sections par catégorie de plantes, le tri des lignes, ainsi que l'ajout de calculs tels que les sommes, les pourcentages et les fréquences.

##### **4.4.6. Le module « MOD\_Fichier »**

Ce *module* présente la description de la *fonction* « DossierChoisi » qui permet de choisir le fichier de données.

#### 4.4.7. Le module « MOD\_NewSQL »

Ce module comporte six fonctions. Deux d'entre elles rendent possible l'exécution des requêtes « modèle » qui ne sont pas utilisables telles quelles. Lors de l'exécution de ces requêtes, les textes [N°Site], [BorneDebut] et [BorneFin] sont remplacés par les valeurs effectives (p. ex. 12, -5300, -3500) pour créer les requêtes d'origine, effectivement utilisées :

- NewSQL1 : va chercher tout ce qui est entre les dates début et fin.
- NewSQL2 : va chercher ce qui correspond exactement à ces dates début et fin.

La troisième fonction rend possible l'exécution des requêtes « modèle » qui ne sont pas utilisables telles quelles. Lors de l'exécution de ces requêtes, les textes [BorneDebut] et [BorneFin] sont remplacés par les valeurs effectives (p. ex. -5300, -3500) pour créer les requêtes d'origine, effectivement utilisées :

- NewSQL3 : va chercher tout ce qui est entre les dates début et fin.

La quatrième fonction rend possible l'exécution des requêtes RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_1e, RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_1d, RQT8\_ContexteDiagrammeCereales\_2e et RQT8\_ContexteDiagrammeLegumineuses\_2d.

- NewRQT8 : elle « saute » les champs qui se répètent et place entre crochets les noms des champs contenant des caractères spéciaux tels que des virgules, des points, des apostrophes (toujours à risque en VBA et SQL).

La cinquième fonction rend possible l'exécution de la requête RQT10\_RapportFrequenceNMI\_2h.

- NewRQT10 : elle « saute » les champs qui se répètent et place entre crochets les noms des champs contenant des caractères spéciaux tels que des virgules, des points, des apostrophes (toujours à risque en VBA et SQL). Par ailleurs, elle exécute un tri des noms des champs.

La sixième fonction rend possible l'exécution de la requête RQT12\_GeomorphoAFCTaxons\_1h.

- NewRQT12 : elle « saute » les champs qui se répètent et place entre crochets les noms des champs contenant des caractères spéciaux tels que des virgules, des points, des apostrophes (toujours à risque en VBA et SQL).

#### **4.4.8. Le module « MOD\_Record »**

Ce *module* présente la description des *fonctions* « RFirst », « RPrevious », « RNext », « RLast », « RNew », « RDelete », « RSave » et « RFind » qui rendent possible l'exécution des boutons dans les formulaires.

## PERSPECTIVES

Lors de la conception de cette base de données, nous cherchions non seulement à répondre aux problématiques de ce travail de recherche, mais aussi à répondre aux besoins de nos collègues archéobotanistes, notamment de ceux travaillant en archéologie préventive. L'un de nos objectifs était donc de concevoir et de mettre à disposition de notre communauté un outil de travail permettant à la fois d'optimiser le temps de travail et d'effectuer une exploitation poussée de données, tout en limitant le risque d'erreur.

L'outil proposé est assez flexible et facile d'utilisation, dans la mesure où il permet à chaque utilisateur d'adapter et de compléter les tables de listes alimentant les listes déroulantes, ainsi que de créer ses propres requêtes.

Notre objectif est donc de pérenniser cette base de données. Pour cela, nous continuerons à l'alimenter avec toutes les données carpologiques en provenance des sites archéologiques lorrains qui restent encore à saisir. Par ailleurs, nous envisageons de développer les *tables* et les *formulaires* de saisie des données anthracologiques en collaboration avec des spécialistes de cette discipline. En outre, nous mettrons en place les premiers tests avec d'autres utilisateurs dont le retour d'expériences permettra d'améliorer les versions suivantes. Enfin, l'étape suivante consistera dans le développement d'une application web open source (p. ex. Postgres).



## BIBLIOGRAPHIE

APG IV (2016) – An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, p. 1-20.

BOARDMAN S., JONES G. (1990) – Experiments on the effects of charring on cereal plant components, *Journal of Archaeological Science*, 17, 1, p. 1-11.

BROWNE A. (2008) – Concatenate values from related records, *Microsoft Access: VBA Programming Code*. [En ligne] <http://allenbrowne.com/func-concat.html> (consulté le 29 avril 2021).

DUCOS G. (2014) – Paramétrage de la zone de liste déroulante d'un champ d'une table Microsoft Access, *In-Set*. [En ligne] <https://kb.in-set.com/paramtrage-de-la-zone-de-liste-droulante-dun-champ-dune-table-microsoft-access/> (consulté le 29 avril 2015).

ELLENBERG H., WEBER H.E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D. (1991) – *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*, Göttingen, Eric Goltze KG, (Scripta geobotanica, 18), 262 p.

INRAP (2020) – L'archéologie pas à pas, *Inrap*. [En ligne] <https://www.inrap.fr/l-archeologie-pas-pas-14995> (consulté le 15 décembre 2022).

JULVE P. (2020) – Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France, *Catalogue des milieux naturels (CATMINAT), première version 1998*. [En ligne] <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm> (consulté le 28 avril 2020).

KREUZ A., SCHÄFER E. (2011) – Weed finds as indicators for the cultivation regime of the early Neolithic Bandkeramik culture?, *Vegetation History and Archaeobotany*, 20, p. 333-348.

LAMBINON J., VERLOOVE F. (2012) – *Nouvelle flore de la Belgique, du G.-D. de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines*, 6ème édition, Meise, Éditions du Jardin botanique national de Belgique, 1195 p.

LEHOËRFF A. (2009) – Les paradoxes de la Protohistoire française, *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 64e année, 5, p. 1107-1133.

PPG I (2016) – A community-derived classification for extant lycophytes and ferns, *Journal of Systematics and Evolution*, 54, 6, p. 563-603.

REIMER P.J., AUSTIN W.E.N., BARD E., BAYLISS A., BLACKWELL P.G., RAMSEY C.B., BUTZIN M., CHENG H., EDWARDS R.L., FRIEDRICH M., GROOTES P.M., GUILDERSON T.P., HAJDAS I., HEATON T.J., HOGG A.G., HUGHEN K.A., KROMER B., MANNING S.W., MUSCHELER R., PALMER J.G., PEARSON C., PLICHT J. VAN DER, REIMER R.W., RICHARDS D.A., SCOTT E.M., SOUTHON J.R., TURNEY C.S.M., WACKER L., ADOLPHI F., BÜNTGEN U., CAPANO M., FAHRNI S.M., FOGTMANN-SCHULZ A., FRIEDRICH R., KÖHLER P., KUDSK S., MIYAKE F., OLSEN J., REINIG

F., SAKAMOTO M., SOOKDEO A., TALAMO S. (2020) – The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP), *Radiocarbon*, 62, 4, p. 725-757.

RUAS M.-P., BOUBY L. (2010) – Carbonisation, conservation et déformation des restes carpologiques, in I. Théry-Parisot, L. Chabal, et S. Costamagno (dir.), *Taphonomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique*, actes de la table ronde, CEPAM, Valbonne, 27-29 mai 2008, P@lethnologie, 2, p. 69-79.

VERNIER F., ROTH A., MONTAGNE P., ANTOINE S., BOULAY F., BRULÉ H., CARTIER D., HOLVECK P., GAMA G., GAYE G., GODARD J., LILBERT M., LOUIS M., MAHEVAS T., MILLARAKIS P., WEISS J.-M. (2013) – *Floraine. Atlas de la flore lorraine*, Strasbourg, France, Vent d'Est, 1241 p.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

<b>APG</b>	<i>Angiosperm Phylogeny Group</i>
<b>BDRAB</b>	Base de données relationnelle en Archéobotanique
<b>MCD</b>	Modèle conceptuel des données
<b>MLD</b>	Modèle logique des données
<b>O.A.</b>	Opération archéologique
<b>PDF</b>	<i>Portable Document Format</i>
<b>PPG</b>	<i>Pteridophyte Phylogeny Group</i>
<b>R.O.</b>	Responsable d'opération
<b>RTF</b>	<i>Rich Text Format</i>
<b>SGBD</b>	Système de gestion de bases de données
<b>SQL</b>	<i>Structured Query Language</i>
<b>VBA</b>	<i>Visual Basic for Applications</i>



## LISTE DES FIGURES

Fig. 1 - Schéma des composantes d'une base de données Microsoft Access® .....	10
Fig. 2 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « OA » .....	15
Fig. 3 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Contexte » .....	17
Fig. 4 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Contexte » .....	19
Fig. 5 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Echantillon » .....	21
Fig. 6 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « DatationAbsolue » .....	23
Fig. 7 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Analyse » .....	25
Fig. 8 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Taxon » .....	27
Fig. 9 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique » .....	28
Fig. 10 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Analyse_MesuresGraines » .....	29
Fig. 11 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Bibliographie_OA » .....	30
Fig. 12 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Bibliographie_Archeobotanique » .....	30
Fig. 13 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Contexte_Mobilier » .....	31
Fig. 14 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Echantillon_Auteur_Analyse » .....	31
Fig. 15 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Echantillon_Tamisage » .....	32
Fig. 16 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Ellenbergs » .....	34
Fig. 17 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Floraine » .....	35
Fig. 18 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Lambinon » .....	37
Fig. 19 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Julve » .....	39
Fig. 20 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Kreuz » .....	40
Fig. 21 - Exemple de création d'une liste de choix selon la méthode « liste valeurs » .....	41
Fig. 22 - Exemple de création d'une liste de choix selon une variante de la méthode « liste valeurs » .....	41
Fig. 23 - Schéma relationnel simplifié de la <i>table</i> « Occupation_Datation_Liste » .....	48
Fig. 24 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_0_Info » .....	59
Fig. 25 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_1_Accueil » .....	60
Fig. 26 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_2_OA » .....	62
Fig. 27 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_2_OA » (suite) .....	62
Fig. 28 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_3_Occupation » .....	64
Fig. 29 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_4_Contexte » .....	66
Fig. 30 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_5_EchantillonAnalyse » .....	68
Fig. 31 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_4_EchantillonAnalyse » (suite) .....	69
Fig. 32 - Vue du <i>sous-formulaire</i> « SF_Analyse » .....	69
Fig. 33 - Vue du <i>sous-formulaire</i> « SF_Analyse » (suite) .....	69
Fig. 34 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_6_DatationAbsolue » .....	70

Fig. 35 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_7_Taxon ».....	72
Fig. 36 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_8_Taxon_CaractEcologique ».....	73
Fig. 37 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_RapportOA ».....	75
Fig. 38 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_RapportCarpo ».....	76
Fig. 39 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_Exporte_Decompte ».....	76
Fig. 40 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_Requetes ».....	77
Fig. 41 - Vue du <i>formulaire</i> « FRM_RQT9 ».....	77
Fig. 42 - Exemple des résultats de la requête « RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_1d ».....	79
Fig. 43 - Exemple des résultats de la requête « RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_2d ».....	80
Fig. 44 - Exemple des résultats de la requête « RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_3d ».....	81
Fig. 45 - Exemple des résultats de la requête « RQT0_AC_AdventicesSyntaxon_4d ».....	82
Fig. 46 - Exemple des résultats de la requête « RQT1_AC_AdventicesStrategie_1d ».....	83
Fig. 47 - Exemple des résultats de la requête « RQT1_AC_AdventicesStrategie_2d ».....	84
Fig. 48 - Exemple des résultats de la requête « RQT1_AC_AdventicesStrategie_3d ».....	85
Fig. 49 - Exemple des résultats de la requête « RQT1_AC_AdventicesStrategie_4d ».....	86
Fig. 50 - Exemple des résultats de la requête « RQT1_AC_AdventicesStrategie_5e ».....	88
Fig. 51 - Exemple des résultats de la requête « RQT1_AC_AdventicesStrategie_6e ».....	89
Fig. 52 - Exemple des résultats de la requête « RQT2_AC_AdventicesReproduction_1d ».....	90
Fig. 53 - Exemple des résultats de la requête « RQT2_AC_AdventicesReproduction_2d ».....	91
Fig. 54 - Exemple des résultats de la requête « RQT2_AC_AdventicesReproduction_3d ».....	92
Fig. 55 - Exemple des résultats de la requête « RQT2_AC_AdventicesReproduction_4d ».....	93
Fig. 56 - Exemple des résultats de la requête « RQT2_AC_AdventicesReproduction_5e ».....	94
Fig. 57 - Exemple des résultats de la requête « RQT2_AC_AdventicesReproduction_6e ».....	95
Fig. 58 - Exemple des résultats de la requête « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_1d ».....	96
Fig. 59 - Exemple des résultats de la requête « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_2d ».....	97
Fig. 60 - Exemple des résultats de la requête « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_3d ».....	98
Fig. 61 - Exemple des résultats de la requête « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_4d ».....	99
Fig. 62 - Exemple des résultats de la requête « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_5e ».....	101
Fig. 63 - Exemple des résultats de la requête « RQT3_AC_AdventicesFormeVie_6e ».....	102
Fig. 64 - Exemple des résultats de la requête « RQT4_AC_AdventicesFloraison_1d ».....	103
Fig. 65 - Exemple des résultats de la requête « RQT4_AC_AdventicesFloraison_2d ».....	104
Fig. 66 - Exemple des résultats de la requête « RQT4_AC_AdventicesFloraison_3d ».....	105
Fig. 67 - Exemple des résultats de la requête « RQT4_AC_AdventicesFloraison_4d ».....	106
Fig. 68 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AC_AdventicesHauteur_1d ».....	107
Fig. 69 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AC_AdventicesHauteur_2d ».....	108
Fig. 70 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AC_AdventicesHauteur_3d ».....	109
Fig. 71 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AC_AdventicesHauteur_4d ».....	110

Fig. 72 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AC_AdventicesHauteur_5e ».....	112
Fig. 73 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AC_AdventicesHauteur_6e ».....	113
Fig. 74 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AdventicesHauteur_7b ».....	114
Fig. 75 - Exemple des résultats de la requête « RQT5_AdventicesHauteur_8b ».....	114
Fig. 76 - Exemple des résultats de la requête « RQT6_AC_AdventicesOrigine_1d ».....	116
Fig. 77 - Exemple des résultats de la requête « RQT6_AC_AdventicesOrigine_2d ».....	117
Fig. 78 - Exemple des résultats de la requête « RQT6_AC_AdventicesOrigine_3d ».....	118
Fig. 79 - Exemple des résultats de la requête « RQT6_AC_AdventicesOrigine_4d ».....	119
Fig. 80 - Exemple des résultats de la requête « RQT6_AC_AdventicesOrigine_5e ».....	120
Fig. 81 - Exemple des résultats de la requête « RQT6_AC_AdventicesOrigine_6e ».....	121
Fig. 82 - Exemple des résultats de la requête RQT7_NomSiteConcatene_1b.....	122
Fig. 83 - Exemple des résultats de la requête « RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1d ».....	123
Fig. 84 - Exemple des résultats de la requête « RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2d ».....	124
Fig. 85 - Exemple des résultats de la requête « RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1e ».....	126
Fig. 86 - Exemple des résultats de la requête « RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2e ».....	127
Fig. 87 - Exemple des résultats de la requête « RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1d ».....	129
Fig. 88 - Exemple des résultats de la requête « RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2d ».....	130
Fig. 89 - Exemple des résultats de la requête « RQT9_ContexteDensite_1g ».....	132
Fig. 90 - Exemple des résultats de la requête « RQT9_ContexteDensite_2g ».....	133
Fig. 91 - Exemple des résultats de la requête « RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_1f ».....	135
Fig. 92 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la requête « RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_1f ».....	135
Fig. 93 - Exemple des résultats de la requête « RQT10_RapportFrequenceNMI_2h ».....	137
Fig. 94 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la requête « RQT10_RapportFrequenceNMI_2h ».....	137
Fig. 95 - Extrait du tableau d'effectifs issu des requêtes « RQT10_RapportFrequenceNMI_1f » et « RQT10_RapportFrequenceNMI_2h ».....	138
Fig. 96 - Exemple des résultats de la requête « RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_3f ».....	139
Fig. 97 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la requête « RQT10_AC_RapportFrequenceNMI_3f ».....	139
Fig. 98 - Exemple des résultats de la requête « RQT10_RapportFrequenceNMI_4h ».....	141
Fig. 99 - Vue du fichier exporté avec les résultats de la requête « RQT10_RapportFrequenceNMI_4h ».....	141
Fig. 100 - Extrait du tableau d'effectifs issu des requêtes « RQT10_RapportFrequenceNMI_3f » et « RQT10_RapportFrequenceNMI_4h ».....	141
Fig. 101 - Exemple des résultats de la requête « RQT11_ContexteAFCCategories_1a ».....	142
Fig. 102 - Exemple des résultats de la requête « RQT11_ContexteAFCCategories_3a ».....	143

Fig. 103 - Exemple des résultats de la requête « RQT11_EnsembleAFCCategories_2a ».....	144
Fig. 104 - Exemple des résultats de la requête « RQT11_EnsembleAFCCategories_4a ».....	144
Fig. 105 - Exemple des résultats de la requête « RQT12_GeomorphoAFCTaxons_1h ».....	146
Fig. 106 - Exemple des résultats de la requête « RQT13_AdventicesEchantillons_1i ».....	147
Fig. 107 - Exemple des résultats de la requête « RQT13_AdventicesEchantillons_2i ».....	149
Fig. 108 - Exemple des résultats de la requête « RQT14_AC_CerealesFrequence_1f ».....	150
Fig. 109 - Exemple des résultats de la requête « RQT14_AC_CerealesFrequence_2f ».....	151
Fig. 110 - Exemple des résultats de la requête « RQT15_AC_LegumineusesFrequence_1f ».....	153
Fig. 111 - Exemple des résultats de la requête « RQT15_AC_LegumineusesFrequence_2f ».....	154
Fig. 112 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS1_TousSites_1b ».....	155
Fig. 113 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS2_SitesEchantillons_1h ».....	156
Fig. 114 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS3_AC_CerealesFrequence_1f ».....	158
Fig. 115 - Exemple des résultats de la requête « RQTQGIS3_AC_LégumineusesFrequence_2f »... ..	158
Fig. 116 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe_ListeSites_1c ».....	159
Fig. 117 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe_CorpusDonnees_1k ».....	161
Fig. 118 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe_CorpusDonnees_2j ».....	162
Fig. 119 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe_DatationAbsolue_1b ».....	163
Fig. 120 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe_ListeAdventices_1m ».....	166
Fig. 121 - Exemple des résultats de la requête « RQTAnnexe_ListeAdventices_2m ».....	168
Fig. 122 - Exemple des résultats de la requête « RQTsf_Echantillon_Densite_1b ».....	169
Fig. 123 - Exemple des résultats de la requête « RQT_EchOA ».....	169
Fig. 124 - Exemple des résultats de la requête « RQT_EchOA_Tous_1b ».....	170
Fig. 125 - Exemple des résultats de la requête « RQT_RapportCarpo_123_NombreContextes ».....	171
Fig. 126 - Exemple des résultats de la requête « RQT_RapportCarpo_4_Tamisage ».....	171
Fig. 127 – Exemple des résultats de la requête « RQT_RapportCarpo_5e_Analyse ».....	172
Fig. 128 - Exemple des résultats de la requête « RQT_RapportCarpo_6_Analyse ».....	173
Fig. 129 - Exemple des résultats de la requête « RQT_RapportCarpo_7g_Densite ».....	174
Fig. 130 - Exemple des résultats de la requête « RQT_RapportCarpo_8b_NomOA ».....	175
Fig. 131 - Exemple des résultats de la requête « RQT_OA_Debut_Fin ».....	175
Fig. 132 - Exemple des résultats de la requête « RQT_OA_DatationAbsolue ».....	176
Fig. 133 - Exemple des résultats de la requête « RQT_OA_NomNum ».....	177
Fig. 134 - Exemple des résultats de la requête « RQT_RapportOA_DatationAbsolue_1a ».....	177
Fig. 135 - Extrait du tableau de présentation des résultats exporté dans la feuille « PrésentationEchant » du fichier « CarpoBDRAB ».....	179
Fig. 136 - Tableau de décompte exporté dans la feuille « Decompte » du fichier « CarpoBDRAB ».....	182
Fig. 137 - Tableau de décompte exporté dans la feuille « Ellenberg » du fichier « CarpoBDRAB ».....	184
Fig. 138 - Exemple de la présentation de l'état « E_RapportOA ».....	188

Fig. 139 - Exemple de la présentation de l'état « E\_RapportCarpo »..... 189



## LISTE DES TABLES

Tabl. 1 - Structure de la <i>table</i> « OA ».	14
Tabl. 2 - Structure de la <i>table</i> « Contexte ».	16
Tabl. 3 - Structure de la <i>table</i> « Contexte_Detaille ».	18
Tabl. 4 - Structure de la <i>table</i> « Echantillon ».	21
Tabl. 5 - Structure de la <i>table</i> « DatationAbsolue ».	22
Tabl. 6 - Structure de la <i>table</i> « Analyse ».	24
Tabl. 7 - Structure de la <i>table</i> « Taxon ».	26
Tabl. 8 - Structure de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique ».	28
Tabl. 9 - Structure de la <i>table</i> « Analyse_MesuresGraines ».	29
Tabl. 10 - Structure de la <i>table</i> « Bibliographie_OA ».	29
Tabl. 11 - Structure de la <i>table</i> « Bibliographie_Archeobotanique ».	30
Tabl. 12 - Structure de la <i>table</i> « Contexte_Detaille_Mobilier ».	31
Tabl. 13 - Structure de la <i>table</i> « Echantillon_Auteur_Analyse ».	31
Tabl. 14 - Structure de la <i>table</i> « Echantillon_Tamisage ».	32
Tabl. 15 - Structure de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Ellenberg ».	33
Tabl. 16 - Structure de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Floraine ».	35
Tabl. 17 - Structure de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Lambinon ».	36
Tabl. 18 - Structure de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Julve ».	38
Tabl. 19 - Structure de la <i>table</i> « Taxon_CaractEcologique_Kreuz ».	40
Tabl. 20 - Liste des tables de type « _Liste ».	42
Tabl. 21 - Structure de la <i>table</i> « Taxon_PartiePlante_Liste ».	44
Tabl. 22 - <i>Table</i> « Taxon_PartiePlante_Liste ».	45
Tabl. 23 - Structure de la <i>table</i> « Occupation_Datation_Liste ».	47
Tabl. 24 – <i>Table</i> « Occupation_Datation_Liste ».	50
Tabl. 25 - Échelle utilisée pour enregistrer le stade de déformation des caryopses	54
Tabl. 26 - Échelle utilisée pour enregistrer le degré de conservation des caryopses.	55
Tabl. 27 - Échelle utilisée pour enregistrer le degré de conservation des carpores autres que des caryopses.	55
Tabl. 28 - Liste des catégories définies pour les tableaux de décompte.	55
Tabl. 29 - Liste des catégories définies pour les tableaux de décompte selon H. Ellenberg.	56
Tabl. 30 - Liste des catégories définies pour les analyses statistiques.	57
Tabl. 31 - Conseils pour la saisie des <i>champs</i> du <i>formulaire</i> « FRM_2_OA ».	61
Tabl. 32 - Conseils pour la saisie des <i>champs</i> du <i>formulaire</i> « FRM_3_Occupation ».	63
Tabl. 33 - Conseils pour la saisie des <i>champs</i> du <i>formulaire</i> « FRM_4_Contexte ».	65

Tabl. 34 - Conseils pour la saisie des <i>champs</i> du <i>formulaire</i> « FRM_5_EchantillonAnalyse » et du sous- <i>formulaire</i> « SF_Analyse ».....	66
Tabl. 35 - Conseils pour la saisie des <i>champs</i> du <i>formulaire</i> « FRM_6_DatationAbsolue ».....	70
Tabl. 36 - Conseils pour la saisie des <i>champs</i> du <i>formulaire</i> « FRM_7_Taxon ».....	71
Tabl. 37 - Conseils pour la saisie des <i>champs</i> du <i>formulaire</i> « FRM_8_Taxon_CaractEcologique »..	72
Tabl. 38 - Boutons des <i>formulaires</i> .....	74
Tabl. 39 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT0_AdventicesSyntaxon_1 ».....	78
Tabl. 40 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT0_AdventicesSyntaxon_2 ».....	79
Tabl. 41 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT0_AdventicesSyntaxon_3 ».....	80
Tabl. 42 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT0_AdventicesSyntaxon_4 ».....	81
Tabl. 43 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT1_AdventicesStrategie_1 ».....	83
Tabl. 44 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT0_AdventicesSyntaxon_2 ».....	84
Tabl. 45 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT1_AdventicesStrategie_3 ».....	85
Tabl. 46 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT1_AdventicesStrategie_4 ».....	86
Tabl. 47 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT1_AdventicesStrategie_5 ».....	87
Tabl. 48 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT1_AdventicesStrategie_6 ».....	88
Tabl. 49 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT2_AdventicesReproduction_1 ».....	89
Tabl. 50 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT2_AdventicesReproduction_2 ».....	90
Tabl. 51 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT2_AdventicesReproduction_3 ».....	91
Tabl. 52 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT1_AdventicesReproduction_4 ».....	92
Tabl. 53 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT2_AdventicesReproduction_5 ».....	93
Tabl. 54 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT2_AdventicesReproduction_6 ».....	94
Tabl. 55 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT3_AdventicesFormeVie_1 ».....	96
Tabl. 56 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT3_AdventicesFormeVie_2 ».....	97
Tabl. 57 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT2_AdventicesReproduction_3 ».....	98
Tabl. 58 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT1_AdventicesStrategie_4 ».....	99
Tabl. 59 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT3_AdventicesFormeVie_5 ».....	100
Tabl. 60 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT3_AdventicesFormeVie_6 ».....	101
Tabl. 61 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT4_AdventicesFloraison_1 ».....	103
Tabl. 62 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT4_AdventicesFloraison_2 ».....	104
Tabl. 63 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT4_AdventicesFloraison_3 ».....	105
Tabl. 64 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT4_AdventicesFloraison_4 ».....	106
Tabl. 65 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT5_AdventicesHauteur_1 ».....	107
Tabl. 66 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT5_AdventicesHauteur_2 ».....	108
Tabl. 67 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT5_AdventicesHauteur_3 ».....	109
Tabl. 68 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT5_AdventicesHauteur_4 ».....	110
Tabl. 69 - Description du groupe de <i>requêtes</i> « RQT5_AdventicesHauteur_5 ».....	111

Tabl. 70 - Description du groupe de requêtes « RQT5_AdventicesHauteur_6 ».....	112
Tabl. 71 - Description du groupe de requêtes « RQT5_AdventicesHauteur_7 ».....	113
Tabl. 72 - Description du groupe de requêtes « RQT5_AdventicesHauteur_8 ».....	114
Tabl. 73 - Description du groupe de requêtes « RQT6_AdventicesOrigine_1 ».....	115
Tabl. 74 - Description du groupe de requêtes « RQT6_AdventicesOrigine_2 ».....	116
Tabl. 75 - Description du groupe de requêtes « RQT6_AdventicesOrigine_3 ».....	117
Tabl. 76 - Description du groupe de requêtes « RQT6_AdventicesOrigine_4 ».....	118
Tabl. 77 - Description du groupe de requêtes « RQT6_AdventicesOrigine_5 ».....	119
Tabl. 78 - Description du groupe de requêtes « RQT6_AdventicesOrigine_6 ».....	120
Tabl. 79 - Description du groupe de requêtes « RQT7 ».....	121
Tabl. 80 - Description du groupe de requêtes « RQT8_ContexteDiagrammeCategories_1 ».....	122
Tabl. 81 - Description du groupe de requêtes « RQT8_ContexteDiagrammeCategories_2 ».....	124
Tabl. 82 - Description du groupe de requêtes « RQT8_ContexteDiagrammeCereales_1 ».....	125
Tabl. 83 - Description du groupe de requêtes « RQT8_ContexteDiagrammeCereales_2 ».....	126
Tabl. 84 - Description du groupe de requêtes « RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_1 ».....	128
Tabl. 85 - Description du groupe de requêtes « RQT8_ContexteDiagrammeLegumineuses_2 ».....	129
Tabl. 86 - Description du groupe de requêtes « RQT9_ContexteDensite_1 ».....	130
Tabl. 87 - Description du groupe de requêtes « RQT9_ContexteDensite_2 ».....	132
Tabl. 88 - Exemple du tableau d'effectifs nécessaire pour la réalisation des graphiques à barres regroupées .....	134
Tabl. 89 - Description du groupe de requêtes « RQT10_RapportFrequenceNMI_1 ».....	134
Tabl. 90 - Description du groupe de requêtes « RQT10_RapportFrequenceNMI_2 ».....	136
Tabl. 91 - Description du groupe de requêtes « RQT10_RapportFrequenceNMI_3 ».....	138
Tabl. 92 - Description du groupe de requêtes « RQT10_RapportFrequenceNMI_4 ».....	139
Tabl. 93 - Description de la requête « RQT11_ContexteAFCCategories_1a ».....	142
Tabl. 94 - Description de la requête « RQT11_ContexteAFCCategories_3a ».....	142
Tabl. 95 - Description de la requête « RQT11_EnsembleAFCCategories_2a ».....	143
Tabl. 96 - Description de la requête « RQT11_EnsembleAFCCategories_4a ».....	144
Tabl. 97 - Description du groupe de requêtes « RQT12_GeomorphoAFCTaxons ».....	145
Tabl. 98 - Description du groupe de requêtes « RQT13_AdventicesAdventices_1 ».....	146
Tabl. 99 - Description du groupe de requêtes « RQT13_AdventicesEchantillons_2 ».....	148
Tabl. 100 - Description du groupe de requêtes « RQT14_CerealesFrequence_1 ».....	149
Tabl. 101 - Description du groupe de requêtes « RQT14_CerealesFrequence_2 ».....	150
Tabl. 102 - Description du groupe de requêtes « RQT15_LegumineusesFrequence_1 ».....	152
Tabl. 103 - Description du groupe de requêtes « RQT15_LegumineusesFrequence_2 ».....	153
Tabl. 104 - Description du groupe de requêtes « RQTQGIS1 ».....	154
Tabl. 105 - Description du groupe de requêtes « RQTQGIS2 ».....	155

Tabl. 106 - Description du groupe de requêtes « RQTQGIS3 ».	157
Tabl. 107 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe_ListeSites_1 ».	158
Tabl. 108 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe_CorpusDonnees_1 ».	159
Tabl. 109 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe_CorpusDonnees_2 ».	161
Tabl. 110 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe_DatationAbsolue ».	163
Tabl. 111 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe_ListeAdventices ».	164
Tabl. 112 - Description du groupe de requêtes « RQTAnnexe_ListeAdventices ».	166
Tabl. 113 - Description du groupe de requêtes « RQTSF_Echantillon_Densite ».	168
Tabl. 114 - Description de la requête « RQT_EchOA ».	169
Tabl. 115 - Description du groupe de requêtes « RQT_EchOA_Tous_1 ».	170
Tabl. 116 - Description du groupe de requêtes « RQT_RapportCarpo_123_NombreContextes ».	170
Tabl. 117 - Description du groupe de requêtes « RQT_RapportCarpo_4_Tamisage ».	171
Tabl. 118 - Description du groupe de requêtes « RQT_RapportCarpo_5_Analyse ».	171
Tabl. 119 - Description du groupe de requêtes « RQT_RapportCarpo_6_Analyse ».	173
Tabl. 120 - Description du groupe de requêtes « RQT_RapportCarpo_7_Densite ».	173
Tabl. 121 - Description du groupe de requêtes « RQT_RapportCarpo_8_NomOA ».	175
Tabl. 122 - Description de la requête « RQT_OA_Debut_Fin ».	175
Tabl. 123 - Description de la requête « RQT_OA_DatationAbsolue ».	176
Tabl. 124 - Description de la requête « RQT_OA_NomNum ».	176
Tabl. 125 - Description de la requête « RQT_RapportOA_DatationAbsolue_1a ».	177
Tabl. 126 - Description du groupe de requêtes « RQT_Decompte_Echantillon_Densite_1 ».	178
Tabl. 127 - Description des requêtes « RQT_Ech_Auteur_Analyse », « RQT_Ech_Auteurs_Analyse » et « RQT_Decompte_InfosEchant ».	180
Tabl. 128 - Description de la requête « RQT_Decompte_AC_EchantColonne_TaxonLigne ».	181
Tabl. 129 - Description de la requête « RQT_Decompte_AC_Ellenbergs_EchantColonne_TaxonLigne ».	183