

Approche paléoécologique des paysages anciens en contexte fluvial. L'apport de la carpologie

Caroline Schaal

▶ **To cite this version:**

Caroline Schaal. Approche paléoécologique des paysages anciens en contexte fluvial. L'apport de la carpologie. Archéologie et Préhistoire. Université Bourgogne Franche-Comté, 2019. Français. ⟨NNT : ⟩. ⟨tel-02747373⟩

HAL Id: tel-02747373

https://theses.hal.science/tel-02747373v1

Submitted on 3 Jun 2020

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.



HAL Authorization

Université Bourgogne Franche-Comté
UFR Sciences de l'Homme et de la Société
École doctorale Sociétés Espace Pratiques Temps 594
CNRS Laboratoire Chrono-environnement UMR 6249
GéoArchÉon Sarl

Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat
de l'Université Bourgogne-Franche-Comté

Spécialité Archéologie mention Paléoécologie

Approche paléoécologique des paysages anciens en contexte fluvial L'apport de la carpologie

Présentée et soutenue par Caroline SCHAAL

Sous la direction de Émilie GAUTHIER et Henri-Georges NATON

Soutenance publique le 16 octobre 2019

Volume 1 - Texte

Christophe PETIT (Rapporteur) Professeur des Universités, Panthéon-Sorbonne, Paris
Yannick MIRAS (Rapporteur) Ingénieur de Recherche HDR, CNRS UMR 7194 Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris
Hervé RICHARD (Président du jury) Directeur de Recherche, CNRS UMR 6249 Chrono-environnement, Besançon
Gudrun BORNETTE (Examinatrice) Directrice de Recherche, CNRS UMR 6249 Chrono-environnement, Besançon
Laurent BOUBY (Examinateur) Ingénieur de Recherche, CNRS UMR 5554 ISEM, Montpellier
Julian WIETHOLD (Examinateur) Chargé d'opération et de recherche, Inrap Grand Est, Metz
Henri-Georges NATON (Co-directeur) Gérant de GéoArchÉon, Chercheur associé UMR 7041 ArScAn, Nanterre
Émilie GAUTHIER (Directrice) Professeure des Universités, Bourgogne -ranche-Comté, Besançon

Université Bourgogne Franche-Comté
UFR Sciences de l'Homme et de la Société
École doctorale Sociétés Espace Pratiques Temps 594
CNRS Laboratoire Chrono-environnement UMR 6249
GéoArchÉon Sarl

Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat
de l'Université Bourgogne-Franche-Comté

Spécialité Archéologie mention Paléoécologie

Approche paléoécologique des paysages anciens en contexte fluvial L'apport de la carpologie

Présentée et soutenue par Caroline SCHAAL

Sous la direction de Émilie GAUTHIER et Henri-Georges NATON

Soutenance publique le 16 octobre 2019

Volume 1 - Texte

Christophe PETIT (Rapporteur) Professeur des Universités, Panthéon-Sorbonne, Paris

Yannick MIRAS (Rapporteur) Ingénieur de Recherche HDR, CNRS UMR 7194 Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris

Hervé RICHARD (Président du jury) Directeur de Recherche, CNRS UMR 6249 Chrono-environnement, Besançon

Gudrun BORNETTE (Examinatrice) Directrice de Recherche, CNRS UMR 6249 Chrono-environnement, Besançon

Laurent BOUBY (Examinateur) Ingénieur de Recherche, CNRS UMR 5554 ISEM, Montpellier

Julian WIETHOLD (Examinateur) Chargé d'opération et de recherche, Inrap Grand Est, Metz

Henri-Georges NATON (Co-directeur) Gérant de GéoArchÉon, Chercheur associé UMR 7041 ArScAn, Nanterre

Émilie GAUTHIER (Directrice) Professeure des Universités, Bourgogne-Franche-Comté, Besançon

À la mémoire de mon père, Jean-Patrick Schaal (1952-2010)

Watch the river flow,

Watchin' the river flow,

Watchin' the river flow,

But I'll sit down on this bank of sand

And watch the river flow.

Bob Dylan

Watchin' The River Flow (1971)

En hommage à Karen Lundström-Baudais (1949-2006)

APULÉE

L'Âne d'or ou les Métamorphoses

Le Conte d'Amour et de Psyché
(IV 28, 1 - VI 24, 4)

Première épreuve : le tri des grains (VI 10, 1 - 11, 2)

En proférant ces mots, elle s'élance sur la pauvre Psyché, met sa robe en pièces, lui arrache les cheveux, et lui meurtrit de coups la tête. Ensuite elle se fait apporter du froment, de l'orge, du millet, de la graine de pavots, des pois, des lentilles et des fèves. Elle mêle et confond le tout, et s'adressant à sa victime : une servante, une créature si disgraciée doit être une habile personne pour avoir su se faire si bien venir. Eh bien ! Je veux essayer ton savoir-faire. Tu vois cet amas de graines confondues ? Tu vas me trier tout, séparer chaque espèce, et en faire autant de tas. Je te donne jusqu'à ce soir pour m'expédier cette tâche. Et, après lui avoir taillé cette belle besogne, la déesse sort pour se rendre à un repas de noces.

Psyché ne songe pas même à mettre la main à ce chaos inextricable. Elle reste immobile et stupéfaite d'une exigence aussi extravagante. Alors la fourmi, chétive habitante des champs, qui pouvait si bien apprécier la difficulté d'une semblable tâche, prend en pitié l'épouse d'un dieu, qu'elle y voit impitoyablement condamnée. Tout indignée de cet acte de marâtre, elle court convoquer le ban des fourmis de son quartier. Soyez compatissantes, filles alertes de la terre, vite au travail ! Une femme aimable, l'épouse de l'Amour, a besoin de vos bons offices. Aussitôt la gent aux mille pieds de se ruer, de se trémousser par myriades. En un clin d'œil tout cet amas confus est divisé, classé par espèces, distribué en autant de tas distincts ; et zeste, tous les travailleurs ont disparu.

Vers le soir, Vénus revient de la fête, échauffée par les rasades, arrosée de parfums et couverte de guirlandes de roses. Elle voit avec quel soin merveilleux la tâche a été remplie : ce n'est pas toi, coquine, cria-t-elle, qui as fait cette besogne. J'y reconnais la main de celui à qui tu as trop plu, pour ton malheur et pour le sien. Là-dessus, elle jette à Psyché un morceau de pain, et va se mettre au lit.

Traduction française : M. Nisard, *Pétrone, Apulée, Aulu-Gelle. Oeuvres complètes*, Paris, 1860, p. 266-414
(Collection des auteurs latins sous la direction de M. Nisard)

Résumé

L'histoire des sociétés passées doit être replacée dans un contexte global incluant l'environnement climatique et biologique. Cette démarche, qui fait appel à de nombreux spécialistes, est aujourd'hui adoptée par la majorité des équipes de recherche, notamment celles qui s'appliquent à reconstituer le couvert végétal dans lequel ces sociétés ont vécu et qu'elles ont en partie domestiqué. Les analyses « carpologiques » (étude des éléments macroscopiques d'origine végétale : graines, fruits, champignons, algues, mousses, sphaignes, feuilles, etc.), sont essentiellement développées en contexte anthropique. Parallèlement aux fouilles des sites archéologiques, une recherche en contexte « hors-site », visant à étudier l'histoire de la végétation, reste aujourd'hui à développer. À partir des comblements de paléochenaux actuels, sub-actuels et passés, qui sont situés en basses vallées de Bourgogne, Franche-Comté et Ardennes (France), cette thèse s'attachera à interpréter les signaux carpologiques pour reconstituer les communautés végétales et leurs évolutions en fonction de facteurs climatiques, hydrologiques et pédologiques. Dans une démarche multiscalaire et un cadre chronologique précis, les données des écofacts végétaux croisées avec celles de la géoarchéologie, de la paléobotanique et de la paléozoologie apportent une compréhension plus fine des paysages anciens. De surcroît, le fonctionnement des zones humides est en partie restitué par l'analyse des macro-restes végétaux. Les modèles ainsi établis pourront guider les réflexions sur les modifications écologiques actuelles. Notre recherche, à partir des carpo-restes, a pour ambition de développer des méthodes appropriées pour l'identification, la quantification et la reconstitution des paléo-paysages. La carpologie vient enrichir les données pluridisciplinaires paléoécologiques en apportant une lecture complémentaire de l'histoire des biotopes du Passé.

Mots-clés : Carpologie ; Paléoenvironnement ; Paléoécologie ; Macro-restes végétaux ; Contexte fluvial ; Nord-Est de la France

Abstract

History of past societies must be placed in a global context that includes the climatic and biological environment. This approach, which involves many specialists, is now adopted by the majority of research teams, particularly those working to restore the vegetation cover in which these societies have lived and which they have partly domesticated. "Carpological" analyses (study of macroscopic elements of plant origin: seeds, fruits, fungi, algae, mosses, sphagnum mosses, leaves, etc.), are essentially developed in an anthropogenic context. In parallel with excavations of archaeological sites, research in an "off-site" context, aimed at studying the history of vegetation, remains to be developed. Based on the current, sub-actual and past paleochannel fillings, which are located in the lower valleys of Bourgogne, Franche-Comté and Ardennes (France), this thesis will focus on interpreting carpological signals to reconstruct plant communities and their evolution according to climatic, hydrological and pedological factors. In a multiscalar approach and a precise chronological framework, data of plant ecofacts crossed with those of geoarchaeology, palaeobotany and paleozoology provide a more detailed understanding of ancient landscapes. Analysis of plant macro-remains also establishes past models of wetland functioning that can guide thinking on current ecological changes. Aim of this study is to develop appropriate methods for identifying and quantifying environmental changes, to reconstruct history of paleo-landscapes and to evaluate carpology's contribution in crossing multidisciplinary data to understand history of Past biotopes.

Keywords : Carpology; Palaeoenvironment; Palaeoecology; Plant macro-remains ; Fluvial context; North-East France

Remerciements

Au terme de la rédaction de cette thèse, je souhaite témoigner tout particulièrement ma profonde gratitude à ceux qui en ont permis l'aboutissement.

À l'origine de mon projet de recherche, il y a Henri-Georges Naton, gérant de l'entreprise GéoArchÉon et chercheur associé à l'équipe d'Ethnologie préhistorique de l'UMR7041. À côté du support financier indispensable à la réalisation de mon projet, Henri-Georges a apporté tout le support scientifique dans l'encadrement de cette thèse. Sa gentillesse, sa prévenance, ses compétences spécifiques en paléoenvironnement ont nourrit mes efforts vers la réalisation de ce doctorat. Qu'il en soit remercié.

Je tiens également à remercier Émilie Gauthier, professeure des Universités, de la confiance qu'elle m'a témoignée en acceptant la direction scientifique de mes travaux. Tout au long de la construction de ce doctorat, j'ai pu bénéficier de sa compétence d'enseignant-chercheur d'une grande qualité. Elle a supervisé mes travaux avec une continuelle bienveillance assortie d'encouragements rassurants. Que ce travail lui exprime tout mon attachement et ma profonde gratitude.

Je remercie Christophe Petit, professeur des Universités et Yannick Miras, ingénieur de recherche HDR au CNRS, de l'honneur qu'ils me font de participer à mon jury de thèse en qualité de rapporteurs. J'espère que ce travail en sera digne.

Je remercie Julian Wiethold, chercheur carpologue à l'Inrap, et Laurent Bouby, ingénieur de recherche carpologue au CNRS, de la considération qu'ils m'ont témoignée en acceptant d'être examinateurs de ma thèse. Qu'ils soient, tous deux, assurés de ma profonde reconnaissance pour le regard porté depuis vingt ans à mon travail.

Parmi les membres examinateurs du jury, je m'adresse tout particulièrement à Gudrun Bornette, directrice de recherche au CNRS responsable de l'UMR 6249 Chrono-environnement. Gudrun m'a ouvert en toute confiance les portes du laboratoire et a su percevoir tout l'intérêt scientifique d'une collaboration entre nos deux spécialités. Qu'elle soit remerciée d'avoir élargi par-là, le champ de recherche de ma thèse.

Je m'adresse également à Hervé Richard, directeur de recherche au CNRS, qui m'a accueilli, en 1998, au laboratoire Chrono-écologie lors de mes premiers pas en maîtrise de carpologie. Qu'il soit remercié de son soutien indéfectible au cours de ces deux décennies de recherche, de l'attention apportée à l'élaboration de mon projet et de la confiance scientifique qu'il m'accorde.

J'adresse également mes chaleureux remerciements aux structures suivantes :

- l'ANRT qui a soutenu ce projet de recherche par une bourse CIFRE ;
- l'Université de Bourgogne-Franche-Comté ;
- l'École doctorale SEPT et son gestionnaire Ludovic Jeannin ;
- le laboratoire Chrono-environnement de Besançon ;
- le Conseil départemental des Ardennes.

Tous ces partenaires m'ont apporté un soutien financier ou logistique ou un lieu de travail de qualité apte à favoriser l'émulation d'une recherche scientifique ou une possibilité de m'exprimer par l'enseignement.

Je tiens à remercier avec beaucoup d'affection Anne-Marie Pétrequin, chercheur ethnoarchéologue, et Pierre Pétrequin, directeur de recherche ethnoarchéologue au CNRS, désormais en retraite, qui, voilà plus de vingt ans, m'ont offert l'opportunité de découvrir les « petites graines » et les trésors de l'archéologie lacustre, initiant ainsi ma vocation de carpologue.

Je remercie Georges Willcox, directeur de recherche carpologue au CNRS, actuellement en retraite, qui m'a accueilli dans son laboratoire en Ardèche à un moment douloureux de mon existence ; ce qui m'a permis de garder vivant mon enthousiasme sur ce chemin de recherche en archéobotanique.

Je remercie mes collègues de GéoArchÉon, Guillaume Jamet, chercheur géoarchéologue associé au L.G.P. Environnements quaternaires et actuels, de m'avoir continuellement aidé pour ce projet. Salomé Granai, chercheur malacologue associé au L.G.P. Environnements quaternaires et actuels, pour les analyses malacologiques. Mathieu Lejay, chercheur géoarchéologue associé à l'équipe SMP3C du laboratoire TRACES, pour la réalisation des cartes. Carole Vissac, chercheur géarchéologue, pour son soutien amical.

Je remercie toutes les personnes avec lesquelles j'ai pu collaborer au cours de mes travaux de recherche. Manon Cabanis, chercheur carpologue à l'Inrap, ma collègue carpologue et amie de toujours. Olivier Brun, chef de service Culture et Patrimoine au conseil départemental des Ardennes et responsable des opérations de fouilles à Autrecourt-et-Pourron, de m'avoir confié les analyses carpologique du site. Laurent Brou, archéologue au Centre national de recherche archéologique du Grand-Duché de Luxembourg, de son soutien sincère. Pascale Ruffaldi et Carole Bégeot, maîtres de conférence à l'UBFC, qui ont largement contribué à ce projet de recherche. Philippe Barral, professeur des Universités, pour l'édition des actes du 13e colloque des Rencontres d'Archéobotanique. Benoit Valot, ingénieur de recherche au CNRS, pour les analyses génomiques. Christophe Loup, assistant ingénieur au CNRS, pour les analyses physico-chimiques. Marguerite Perrey, ingénieur d'études à l'UBFC, pour son aide lors des analyses granulométriques. Julien Didier, assistant ingénieur au CNRS, pour les forages et la mise en œuvre technique sous la neige et la canicule. Vincent Bichet, maître de conférence à l'UBFC, pour les analyses Sédilog. François Gillet, professeur des Universités, pour le développement des statistiques. Daniel Gilbert, professeur des Universités, pour le projet Zone Atelier Arc Jurassien sur le Mératon. Benjamin Dièttre, post-doctorant, pour les statistiques sous R-studio. Petra Villette, post-doctorante, pour l'anglais. Fanny Duprat-Oualid, post-doctorante, qui a relu cette thèse et qui en a relevé les « coquilles ».

Je remercie Sylvie Damy, maître de conférence à l'UBFC, d'avoir pris part avec enthousiasme à l'amélioration de la base de données carpologiques et de m'avoir confié des stagiaires en informatique.

Je remercie également Gilles Bailly et Rémi Collaud, coordinateurs botanistes-phytosociologues du Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, pour leur transmission lors des formations à la bryologie intitulées ateliers « petite-mousse ».

Je remercie Nicolas Perret, jardinier botaniste à Besançon, de m'avoir donné l'entrée des serres du jardin botanique de Besançon et de m'avoir permis l'usage de sa carpothèque.

Pour avoir facilité tous les aspects administratifs de ma vie de doctorante, je remercie Francis Raoul, maître de conférence à l'UBFC et directeur adjoint du laboratoire Chrono-environnement. Sylvie Costille, assistante ingénieur au CNRS et gestionnaire administratif du laboratoire. Agnès Jodon, adjointe technique à l'UBFC. Nathalie Puillet, technicienne au CNRS. Catherine Pagani, assistante ingénieur au CNRS.

J'adresse mes remerciements les plus vifs à Jean-Daniel Tissot, ingénieur d'études au CNRS et Charles-Henri Falconnet, assistant ingénieur au CNRS, de leur aide logistique régulière et pour m'avoir aidé lors des angoissants « beugs » informatiques.

Je remercie Estelle Franc, assistante ingénieur à l'UFC, de son aide précieuse à la mise en page de ce manuscrit.

Je remercie tous les membres et amis du laboratoire de leur disponibilité, de leur gentillesse et pour les éclairages apportés au cours de nombreuses discussions scientifiques informelles, Michel Magny, Boris Vannière, Christophe Cupillard, Matthieu Le Bailly, Damien Rius, Laurent Millet, Olivier Girardclos, Valérie Verneaux, Eve Alfonso, Clémentine Frischt, Renaud Scheifler, Christophe Ramseyer, Hélène Masclaux, Thibault Powolny, Vincent Driget, Dominique Rieffel, Frédéric Gimbert, Emmanuel Garnier, Badr Aloui-Sosse, Nadia Crini, Grégorio Crini, Hélène Celle-Jeanton, Nicolas Carry, Michaël Coeurdassier, Didier Convert-Gaubier, Matthieu Thivet, Christelle Sanchez, Dominique Sordoillet, Isabelle Jouffroy-Bapicot.

Un grand merci à mes copains/copine de bureau, Nicolas Dedieu, Kevin Roche, Émilie Gouriveau, de leur vaillance à supporter mon effervescence. Merci et salut à vous amis doctorants, toujours fidèles dans les rires et les larmes, Céline Maicher, Amandine Angeli, Aurore Dupin, Marion Lestienne, Marine Rousseau, Quentin Cuenot, Sinji Ozaki, Adnane Amnai.

Je terminerai ces remerciements par une pensée tournée vers ma famille chère à mon cœur. Merci à ma grand-mère Simone et à mon frère Jean-Baptiste pour leur soutien et leur amour. Merci à mon oncle, frère, sœurs, neveu et nièces, cousin et cousine, belle-sœur, de leur grande patience affectueuse à mes côtés.

À ma Maman, à mes enfants, Ugo et Adèle qui éclairent ma vie.

SOMMAIRE

Résumé 11

Abstract 13

Remerciements 15

Introduction générale 21

1. Cadre thématique et conceptuel 23
2. Cadre physique, la paléoécologie en milieu fluvial 27
3. Projet de thèse, enjeux de la recherche et démarche méthodologique mise en œuvre 32

Partie 1 - Méthode
Carpo-reste, un bio-marqueur de la végétation 43

1. Confrontation de trois marqueurs de végétation - carpo-restes, pollens et marqueurs moléculaires - pour identifier la végétation et comprendre le fonctionnement de bras déconnectés des rivières 47
2. Reconstitution de la dynamique de végétation d'un paléoméandre subactuel du Doubs à l'aide de marqueurs carpologiques, palynologiques et génétiques 71
3. Taphonomie des carpo-restes en contexte fluvial 93

Partie 2 - Résultats
Restitution paléoécologique à partir des comblements de paléochenaux de la Meuse française 107

1. Les Ardennes : contextes géologique, climatique et archéologique 111
2. La zone d'étude d'Autrecourt-et-Pourron 120
3. Palaeoecological response to the Early Holocene climatic changes: insight from an abandonned-channel sequence of the Meuse River at Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France) 143
4. Focus sur la phase terminale du Préboréal à Autrecourt-et-Pourron 170

Partie 3 - Discussion
Apports de la carpologie en paléoécologie 181

1. Des méthodes carpologiques innovantes pour les zones fluviales 184
2. Pourquoi intégrer la carpologie dans les études paléoenvironnementales en contexte fluvial ? 187
3. La carpologie pour appréhender finement l'Histoire du climat et des biotopes du Préboréal dans le nord-est de la France 195

Conclusion générale 203

1. La carpologie et les approches interdisciplinaires 205
2. L'émergence de nouvelles problématiques en carpologie 205
3. Perspectives : quels défis pour l'avenir ? 207

Bibliographie 213

Tables de références 239

Table des matières 248



Nuphar lutea, Charette (Saône-et-Loire). C. Schaal, 2017

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Cadre thématique et conceptuel

1.1. Le potentiel des séquences sédimentaires fluviales

L'objectif de ce travail doctoral est d'étudier les dynamiques du paysage en contexte fluvial au moyen d'une approche paléoécologique et plus spécifiquement paléocarpologique. Les éléments d'introduction du cadre thématique sont issus de l'article publié aux Nouvelles de l'Archéologie en 2018 (Annexe 1, page 259).

> O. Brun, H.-G. Naton, C. Schaal, G. Jamet, L. Brou, F. Le Brun-Ricalens – septembre 2018 – Archéo-écologie des plaines alluviales de la Meuse en France et de la Moselle au Luxembourg. *Nouvelles de l'Archéologie* n°153, pp. 39-44

Les secteurs de fond de vallée, par la puissance de leurs enregistrements sédimentaires et la bonne conservation des écofacts, sont des zones indispensables à la compréhension des évolutions morphosédimentaires et environnementales des bassins versants. Il convient de les considérer comme de véritables réservoirs d'informations sur les environnements du Passé par l'emploi d'approches pluridisciplinaires en archéoscience. Dans les secteurs de recherches à faible impact anthropique, dit « hors sites » du point de vue archéologique, les travaux de reconstitutions paléoenvironnementales, géomorphologiques et chronostratigraphiques doivent être favorisés car, ils constituent un atout fondamental pour la compréhension des modalités et des contextes d'occupation des sites anthropiques. Comme d'autres types de zones humides, les plaines alluviales font l'objet d'aménagements intensifs (exploitation de granulats, barrages, stations d'épuration, bassins de rétention pour la gestion des risques hydrologiques, etc.). Elles sont au cœur de différentes problématiques archéologiques, notamment chronologiques et environnementales (Fruget et Dessaix 2003).

L'exploitation des données conservées reste souvent limitée pour documenter le contexte paléoenvironnemental et chronologique des occupations humaines. Hors des contextes archéologiques, les fonds de vallées possèdent pourtant un large potentiel heuristique encore sous-exploité, qui est à même de nous renseigner sur l'impact du climat et de l'anthropisation sur l'évolution de ces milieux naturels. Rappelons que l'étude des contextes paléoenvironnementaux, par l'analyse des écofacts, fait partie intégrante de la recherche archéologique.

Le législateur l'a clairement inscrit dans la loi du Code du Patrimoine 2016, article L510-1 : *« Constituent des éléments du patrimoine archéologique tous les vestiges, biens et autres traces de l'existence de l'humanité, y compris le contexte dans lequel ils s'inscrivent, dont la sauvegarde et l'étude, notamment par des fouilles ou des découvertes, permettent de retracer le développement de l'histoire de l'humanité et de sa relation avec l'environnement naturel. »*

Dans la programmation nationale de la recherche archéologique (2016), le Centre National de la Recherche Archéologique (CNRA) sous tutelle du Ministère de la Culture et de la Communication stipule qu'il est important *« d'appuyer les approches et études liées au paléoenvironnement dans le cadre d'une meilleure compréhension possible des relations homme/milieu et de manière à restituer l'évolution diachronique du paysage »* (p. 21). Le CNRA encourage d'une part *« les études environnementales afin de répondre aux questions de mobilités des populations dans un paysage compartimenté »* (p. 22) et d'autre part « *la prise en compte des espaces fragilisés par le dérèglement climatique* » (p.23). Pour ce faire, *« il s'agit d'exploiter les archives environnementales en dehors des sites présentant des indices d'implantation humaine bien caractérisés, afin de mesurer à la fois les conditions préexistant aux installations, l'impact de ces dernières sur le milieu, la capacité de ce dernier à enregistrer différents modes d'exploitation et les processus de résilience consécutifs à d'éventuelles déprises ou changements majeurs d'activité (Delhon et al. 2009) »* (p. 66).

L'existence et la conservation des restes organiques, marqueurs des paléoenvironnements, ne sont pas inhérentes à la présence de sites archéologiques. Les zones dépourvues d'éléments anthropiques tangibles (structure ou mobilier), ou bien seulement marquées par un bruit de fond, sont en général qualifiées de « hors sites » et ne font pas l'objet de fouilles, entraînant la destruction d'une importante documentation. Cependant, ces secteurs peuvent se révéler primordiaux dans la compréhension des évolutions paléoenvironnementales des fonds de vallées. Parfois même, ils représentent les seules sources d'informations permettant de reconstituer les milieux dans lesquels ont évolué les sociétés humaines et surtout de déterminer les interactions entre ces dernières et leurs biotopes naturels (Richard 1985 ; Richard 1991 ; Sacca et Cubizolle 2008 ; Cubizolle *et al.* 2014 ; Thiébault 2010 ; Seddon *et al.* 2014).

Ainsi, les fonds de vallées constituent des secteurs clés pour définir des modèles de l'évolution diachronique des impacts climatiques et socio-éco-systémiques sur l'environnement. Notre capacité à intégrer ces informations dépend des possibilités d'accès aux archives sédimentaires. Longtemps, les études paléoenvironnementales ont été conduites dans le cadre de recherches sur des secteurs hautement conservateurs mais inégalement répartis dans l'espace d'un bassin versant, comme les tourbières ou les lacs alpins (e.g. Mannion 1986 ; Cupillard et Richard 2000 ; Bégeot *et al.* 2003 ; Anderson *et al.* 2006 ; Brisset *et al.* 2015 ; Cupillard *et al.* 2015). Les études réalisées en zones fluviales sont sporadiques et rarement menées dans le cadre de longs programmes (Gauthier 2004) : par exemple un seul article est disponible pour les Ardennes françaises (Lefèvre *et al.* 1993). Ce secteur géographique constituera la zone privilégiée de recherche paléocarpologique de ce doctorat. La pratique du diagnostic préventif mécanisé révèle fréquemment des séquences sédimentaires à forte valeur informative (Naton *et al.* 2003, 2004, 2009 ; Naton 2011). De telles séquences sédimentaires sont mises au jour, non seulement, dans des zones

reconnues comme significatives, mais également dans des pièges de plus faibles dimensions (quelques m^2) dont la localisation est imprévisible.

Le matériel d'étude livré par ces séquences sédimentaires, en raison de sa fragilité, peut poser des problèmes de conservation et de traitement, sans oublier l'importance des budgets à déployer pour réaliser son étude. À l'heure où les questions environnementales et la définition de mesures d'adaptation aux changements climatiques et de développement durable deviennent fondamentales, le potentiel heuristique des données paléoenvironnementales, acquises grâce aux opérations archéologiques, intéresse bien d'autres disciplines scientifiques comme l'écologie, l'écotoxicologie, etc. (Bravard 1987 ; Bravard et Magny 2002 ; Burnouf *et al*. 2007). Leurs études nourrissent notre connaissance des forçages externes, naturels ou anthropiques, et des changements environnementaux qu'ils engendrent (crues, phénomènes d'érosion et d'assèchement, pollutions, etc.).

1.2. Reconstitution des communautés végétales en zones fluviales

Les contextes « hors-sites » sont caractérisés par des dépôts stratigraphiques qui recèlent peu ou pas de perturbations anthropiques majeures, ni mobilier, ni structure (Campy et Macaire 2004). Dans ces contextes présupposés « naturels », il importe de s'interroger sur les processus pédosédimentaires et paléoécologiques qui en découlent. Par exemple, un milieu forestier peut être l'aboutissement d'une évolution locale telle qu'une reprise de la végétation suite à l'abandon de zones cultivées. Autre exemple, un bas-marais peut évoluer en prairie mésophile sous l'influence de drainages et de modifications d'hygrométrie conduits par les hommes. Afin d'étudier précisément l'évolution des paysages anciens, la perspective est de diriger l'approche paléobotanique, et plus spécifiquement paléocarpologique, à la marge ou en dehors des sites d'habitat. En effet, en contexte anthropique, l'interprétation des données environnementales n'est pas évidente du fait des apports humains de végétaux, pour ses besoins propres comme l'alimentation, la construction, l'artisanat, le fourrage, les litières, etc. (Marinval *et al.* 1990 ; Ruas et Marinval 1991 ; Cappers *et al.* 1996 ; Bourquin-Mignot *et al.* 1999 ; Dietsch et Matterne 2002 ; Jacomet 2007a, 2007b ; Cappers et Neef 2012 ; Schaal et Pétrequin 2016).

L'intérêt des études paléoécologiques en contexte fluvial repose sur la variabilité géographique des enregistrements de tourbes ou de sédiments lacustres. En effet, pour étudier certains contextes, notamment les secteurs de plaines, s'en remettre aux lacs et tourbières ne suffit pas toujours. Nous nous interrogerons en ces termes, dans une démarche multiscalaire et un cadre chronologique précis. Les données paléocarpologiques croisées, entre autres, avec les études géoarchéologiques et palynologiques permettent-elles d'établir ou d'améliorer les modèles d'évolution environnementale au cours du temps ? Grâce à une approche intégrée des marqueurs archéobotaniques et pédosédimentaires, est-il alors possible de mieux définir les dynamiques des écosystèmes et leurs interdépendances avec les fluctuations

environnementales et/ou les impacts anthropiques (gestion des espaces naturels, défrichements, agriculture, pastoralisme) ?

La reconstitution de l'histoire des communautés végétales des zones humides est devenue au cours de ces dernières décennies un champ d'analyses privilégié pour rendre compte des interactions passées entre l'Homme et son milieu. De mieux en mieux maîtrisées dans les écosystèmes lacustres et tourbeux, l'application et l'interprétation des méthodes de cette reconstitution restent encore délicates en système fluvial (Petit *et al.* 2006). En effet, les annexes fluviales sont sujettes à des contraintes environnementales et anthropiques fortes rendant plus complexe la reconstitution de leurs dynamiques.

Est-il possible de définir la pertinence et les limites des techniques de reconstitution de la végétation passée en zone humide fluviale ? Pour répondre à cette question, nous avons conduit des analyses sur des méandres actuels et subactuels en comparant la végétation en place avec des marqueurs de la végétation conservés dans les archives sédimentaires (chenaux déconnectés du Doubs, de la Loue et de l'Ain). Les sédiments accumulés depuis moins d'une décennie (actuel) et moins de deux siècles (subactuel) ont fait l'objet de carottages et d'analyses pour identifier la présence de restes végétaux par l'intermédiaire de trois marqueurs : carpologique, palynologique et génétique par amplification et séquençage du gène chloroplastique (rbcL). Des relevés floristiques ont été réalisés sur les sites pour rendre compte de la diversité actuelle des communautés végétales de ces zones humides. Les marqueurs biologiques des archives sédimentaires ont été mis en relation avec les pressions environnementales et anthropiques connues. Pour décrire l'évolution de la végétation passée des zones humides fluviales et les impacts d'évènements perturbateurs sur leurs fonctionnements, les analyses vont démontrer tout l'intérêt des reconstitutions de la végétation par une approche intégrée.

Par comparaison avec les lacs et les tourbières, à partir desquels il est plus facile d'obtenir des enregistrements continus et souvent réguliers, les milieux fluviaux sont très souvent de nature discontinue, avec des phases de ralentissement ou au contraire d'accélération de la sédimentation. Néanmoins, les archives sédimentaires conservées en contexte de basses plaines pourraient également offrir l'opportunité d'analyser en diachronie les dynamiques morphosédimentaires et écologiques. Est-il alors possible de percevoir différentes oscillations climatiques par l'étude paléoécologique des forages réalisés en contexte de paléochenaux de fond de vallée ? C'est ce que nous verrons avec l'étude de séquences sédimentaires d'un ancien chenal du fleuve Meuse qui couvrent la première partie de l'Holocène.

2. Cadre physique, la paléoécologie en milieu fluvial

2.1. Carpologie : histoire de la discipline. Deux branches distinctes : l'archéobotanique et la paléobotanique

Au milieu du 19e siècle, les premières découvertes de plantes, de graines, de fruits et de bois fossiles conservés dans les sédiments de sites lacustres du domaine circum-alpin du Néolithique (Figure 1) ont éveillé la curiosité des géologues naturalistes et des botanistes (Heer, 1866).

À la fin du 19e siècle, l'histoire des plantes cultivées devient une recherche prioritaire. Pour chaque espèce de plantes cultivées, les botanistes tentent de déterminer le/ou les ancêtres sauvages, les aires de répartition passées et présentes, les lieux et les dates où la domestication est intervenue et comment les cultures se sont progressivement diffusées à travers le monde. Cet axe de recherche reste encore d'actualité (e.g. Allaby *et al.* 2005 ; Fuller 2007 ; Terral *et al.* 2010).



Figure 1 : Exemple de contexte lacustre néolithique. Reconstitution de maisons sur pilotis (3000 av. J.-C.) aux bords du lac de Chalain dans le Jura. Elles ont été reconstituées d'après des données de fouilles et des modèles ethnographiques du Bénin. O. Weller, 2018

Dans les années 1950-60, une nouvelle approche de l'étude des macro-restes végétaux s'est progressivement imposée. Cette approche trouve son origine dans les théories de la « New archaeology » anglo-saxonne (Lewis R. Binford, Colin Renfrew, David L. Clarke). Ce courant de l'archéologie veut dépasser les limites de l'approche uniquement typologique des vestiges, au profit d'une archéologie qui cherche à tracer l'évolution des interactions entre les environnements naturels et les différents systèmes socio-économico-culturels. Par cet axe nouveau de la recherche, les disciplines naturalistes, appliquées à l'archéologie, connaissent un véritable essor. La définition des modes de subsistance devient alors un point central pour les archéologues. Dès les années 1970, ils sollicitent les spécialistes pour :

1. tenter de définir les techniques et les chaînes opératoires mises en œuvre dans les productions agricoles et artisanales ;
2. évaluer l'impact de l'Homme sur son milieu, comme les effets des déboisements, de l'agriculture, de l'élevage et des habitats eux-mêmes ;
3. connaître les limites imposées par les milieux naturels sur les comportements humains.

La New Archaeology a sorti l'archéobotaniste de son laboratoire, le faisant membre des équipes de fouille et l'intégrant directement dans les problématiques archéologiques.

Au cours des années 1970, Bas van Geel (Université d'Amsterdam, Pays-Bas) a initié et développé les études carpologiques et paléoécologiques en « hors-site » (van Geel, 1978). Hilary Helen Birks (Université de Bergen, Norvège) a travaillé à la reconnaissance des restes fossiles de plantes présentes dans les sédiments lacustres du Quaternaire. Elle a pu ainsi préciser les conditions climatiques ainsi que l'évolution des écosystèmes au cours de l'Holocène (Birks, 1980).

Par rapport à l'Allemagne (e.g. Behre 1967 ; Baas 1974) et la Suisse (e.g. Villaret von Rochow 1967 ; van Zeist et Capsparie 1974), l'arrivée des archéobotanistes-carpologues s'est faite tardivement en France. Ce n'est qu'à partir des années 1980-90, que la discipline a été définitivement inscrite dans la recherche scientifique française grâce aux travaux de trois carpologues recrutés au CNRS : Karen Lundström-Baudais, Philippe Marinval et Marie-Pierre Ruas.

Dans sa large acception, la carpologie aborde deux grands domaines de recherche : la paléoethnobotanique et le paléoenvironnement.

- La paléoethnobotanique a pour but principal la reconstitution des activités humaines liées à l'exploitation des plantes sauvages et cultivées. Il s'agit de retracer les interactions qu'entretenaient les hommes avec le monde végétal.
- Le paléoenvironnement, par le prisme des écofacts, rend accessible la notion de paysage et de gestion des territoires en contribuant à la connaissance de l'histoire des plantes et des évolutions des associations végétales.

Largement favorisée par la réglementation du dispositif national de l'archéologie (Code du Patrimoine Loi du 17 janvier 2001) et la création de l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), la recherche carpologique française s'est principalement concentrée sur l'axe paléoethonobotanique en contexte archéologique « intra-site ». En France, des travaux succincts sur les macro-restes végétaux sont parfois conduits en zones naturelles. Cependant le riche potentiel de ces études n'est pas pleinement exploité. Les recherches sur les macro-fossiles végétaux en contexte naturel « hors-sites » ne font pas fait l'objet d'études approfondies et synthétiques conduites par un spécialiste en paléobotanique-carpologie. Les rares exceptions de recherches paléoenvironnementales « hors-site » comportant un volet d'analyse des carpo-restes, portent très majoritairement sur des zones de lacs ou de tourbières d'altitude inégalement réparties sur le territoire français.

- Pyrénées (Jalut *et al*. 1998 ; Hebrard *et al*. 1999)
- Jura et contreforts (Grandvoinnet *et al*. 1987 ; Bégeot 2000 ; Goubet et Darinot 2014)
- Allier (Goubet 2007)
- Massif Central (Fassion 2013 ; Fassion *et al*. 2015 ; Dendievel *et al.* 2014 ; Dendievel 2017 ; Dendievel *et al.* 2019).

2.2. Paléoécologie des rivières et des fleuves, contextualisation

Pourtant, les milieux fluviaux, par le jeu des dépôts d'alluvions, peuvent également être de véritable réservoirs de données. Ils sont propices à la conservation non seulement des sites archéologiques mais aussi des archives sédimentaires qui permettent d'en reconstituer les changements et les évolutions.

« *En France, la recherche paléoenvironnementale en milieu fluvial est née dans un premier temps de l'intérêt des quaternaristes pour l'étude des terrasses alluviales (chronologie et géométrie des dépôts, évolution climatique du Quaternaire, occupations humaines). Ce n'est que dans les années 1980, sous l'impulsion des grands chantiers d'archéologie préventive que les paléoenvironnementalistes se sont tournés vers l'étude des fonds de vallées (Berger et al., 2000 ; Bravard et Magny, 2002 ; Carcaud, 2004). Bien que ne conservant qu'une fraction plus ou moins évènementielle de leur histoire, ces derniers constituent des lieux d'archivage morphologique et sédimentaire (Macaire, 1990) et apparaissent à ce titre comme des zones pertinentes pour étudier l'évolution des paysages fluviaux.* » (Piana *et al*. 2009, p.74-75).

Le concept d'hydrosystème fluvial, apparu au début des années 1990, est défini comme l'ensemble des écosystèmes aquatiques, semi-aquatiques et terrestres évoluant sur le court et le long terme (Amoros et Petts 1993). La notion de temporalité permet de retranscrire la dynamique du système fluvial. En fonction des contextes géoarchéologiques des basses vallées, les paléoenvironnementalistes développent des problématiques spécifiques mettant en œuvre des méthodes et protocoles originaux. Les principales approches s'attachent, d'une part à reconstituer l'histoire hydrologique des vallées, les paléoenvironnements des systèmes fluviaux et, d'autre part, à analyser les réponses des cours d'eau en relation avec des variations climatiques et des pressions des peuplements humains sur ces systèmes (Bravard 1992). Ainsi, depuis une quinzaine d'années en France, les milieux fluviaux font l'objet d'une intense recherche interdisciplinaire qui s'appuie sur le développement des investigations archéologiques et paléoenvironnementales. Les approches archéologiques en contexte fluvial mettent en œuvre des méthodes intégrées pouvant associer, par exemple, la géomorphologie, la sédimentologie (granulométrie, minéralogie, géochimie, etc.), les méthodes de datation radiocarbone et les analyses paléoécologiques comme la palynologie, la dendrologie, la carpologie, la malacologie et la paléoentomologie. Les données disponibles en France sur les contextes fluviaux sont inégales selon les régions et les périodes chronologiques. Ces inégalités sont la conséquence des prescriptions des fouilles archéologiques réalisées en amont de grands travaux d'aménagement.

Le Pléniglaciaire est assez peu documenté, en raison de la rareté du matériel organique dans ses alluvions. Les séquences fluviales du Tardiglaciaire et de l'Holocène sont plus nombreuses. À l'échelle de la France, les données transcrivent la diversité des hydrosystèmes dont les dynamiques peuvent varier d'un territoire à

l'autre en fonction des oscillations climatiques pluri-millénaires et des pressions anthropiques préhistoriques et historiques exercées sur les milieux naturels. Les recherches paléoenvironnementales sur les fleuves et les rivières mettent en exergue toute l'implication de la recherche en basses vallées alluviales, ainsi que l'immense potentiel restant à exploiter (Figure 2) (listing non exhaustif).

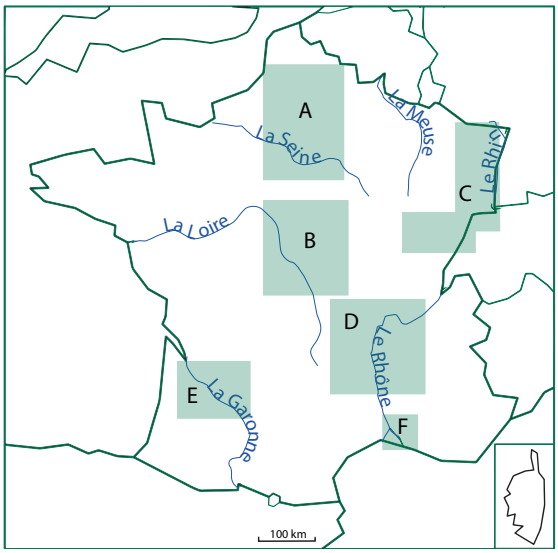


Figure 2 : Localisation géographique des principales recherches paléoenvironnementales en zones fluviales en France. A - France septentrionale (Somme, bassin parisien), B - Loire, C - Alsace, Bourgogne-Franche-Comté, D - Massif central et Rhône, E - Garonne, F - delta du Rhône

- En France méridionale (zone F sur la carte), les données sont rares, notons cependant celles sur le delta du Rhône (Arnaud-Fassetta *et al.* 2000 ; Degeai *et al.* 2017).

- En France centrale et occidentale (zones B et E sur la carte), quelques études portent sur les vallées de la Loire (Carcaud et Garcin 2001 ; Piana *et al.* 2009), de la Dordogne (Bertran *et al.* 2009) et de la Garonne (David 2016).

- Le couloir rhodanien et le Massif Central (zone D sur la carte) font l'objet de recherches paléoenvironnementales depuis plus de 30 ans. Cette zone fournit de nombreuses études pour les vallées du Rhône (Jurasz et Amoros 1991 ; Salvador *et al.* 2005 ; Delhon *et al.* 2010 ; Gaucher 2011 ; Bravard *et al.* 2016), de la Loire (Defive *et al.* 2018) et de l'Allier (Ejarque *et al.* 2015).

- En France orientale (zone C sur la carte), les données sont plus éparses. Elles concernent quelques études dans les vallées de la Moselle (Carcaud 1990 ; Richard 1990), du Rhin (Vigreux *et al.* 2011), de la Saône (Argant *et al.* 2011), du Doubs (Vannière *et al.* 2000), de Laigne (Petit et *al.* 2006).

- En France septentrionale (zone A sur la carte), de nombreux sites sont bien documentés (Limondin-Lozouet *et al.* 2002 ; Pastre *et al.* 1997, 2000, 2003). Les plaines alluviales de la Somme (Munaut 1998 ; Antoine 1997 ; Antoine *et al.* 2000, 2003a, 2003b ; Limondin-Lozouet et Antoine 2001), de l'Oise (Coutard *et al.* 2010 ; Leroyer *et al.* 2017), de la Seine (Granai *et al.* 2011), de la Marne (Le Jeune *et al.* 2012) et de la Scarpe (Munaut et al. 1995) sont explorées depuis la fin des années 1990. Les séquences sédimentaires remarquables sont principalement datées du Weichselien (dernière période glaciaire). Au début de l'Holocène, les chenaux ont souvent connu une forte incision et un lessivage des sédiments (Pastre *et al.* 1997, 2000 ; Limondin-Lozouet *et al.* 2002, 2004). Néanmoins, les niveaux post-glaciaires du Bassin parisien ne sont pas tous érodés et des séquences comportant des niveaux du Préboréal sont

parfois conservés. C'est le cas des sites de Renancourt et d'Etouvie du bassin de la Somme (Antoine *et al.* 2003a), dont les études géomorphologiques et palynologiques des sédiments de la Selle constituent des référentiels pour la vallée de la Somme et plus généralement pour le Bassin parisien (Antoine *et al.* 2000, 2003b). De même en vallée de la Marne, la séquence alluviale de la Haute-Île renseigne une très large partie de la période Holocène, du Préboréal au Subatlantique (Le Jeune *et al.* 2005).

Toutefois, faute de spécialiste ou de pertinence scientifique (à nous de le dire), les macro-restes végétaux ne sont pas pris en compte dans le cadre de ces recherches en contexte fluvial ; mentionnons de très rares exceptions comme les analyses de A.-M. Dendievel pour le bassin de la Loire (Defive *et al*. 2018), d'A. Salavert dans le bassin du Rhône (inédit) et de C. Leroyer en Dordogne (Bertran *et al.* 2009). Pour l'instant, laissons de côté la question de l'intérêt scientifique des analyses carpologiques en contexte fluvial (nous y reviendrons dans la partie méthodologique de ce manuscrit), pour nous tourner vers les recherches conduites internationalement sur les sites alluviaux.

À l'échelle européenne (Figure 3), les études carpologiques, intégrées aux approches paléoécologiques en contexte de rivière de basse plaine, sont également sporadiques et récentes, puisque mises en œuvre depuis la fin du 20e siècle. Néanmoins, les auteurs considèrent l'approche carpologique comme novatrice et complémentaire pour aider à la restitution des paléo-paysages et à l'analyse de l'impact des changements sur les environnements et les comportements humains associés.

- Angleterre (Howard *et al.* 2000 ; Smith *et al.* 2010).
- Belgique (Meylemans *et al.* 2013 ; Denis *et al.* 2013 ; Deforce *et al.* 2014 ; Bos *et al.* 2017, 2018a, 2018b).
- Pays-Bas (van Geel *et al.* 1980 ; Bos *et al.* 2005, 2006, 2007 ; Bos et van Geel 2017 ; Bakels 2016 ; Zuidhoff et Bos 2017).
- Allemagne (Kreuz *et al.* 1998 ; Bos et Urz 2003 ; Bos *et al.* 2008 ; Turner *et al.* 2013).
- Pologne (Starkel 2003 ; Dzieduszynska *et al.* 2014; Pawlowski *et al.* 2015a, 2015b ; Kiettel *et al.* 2016 ; Kolaczek *et al.* 2018a, 2018b).
- Hongrie (Magyari *et al.* 2008).

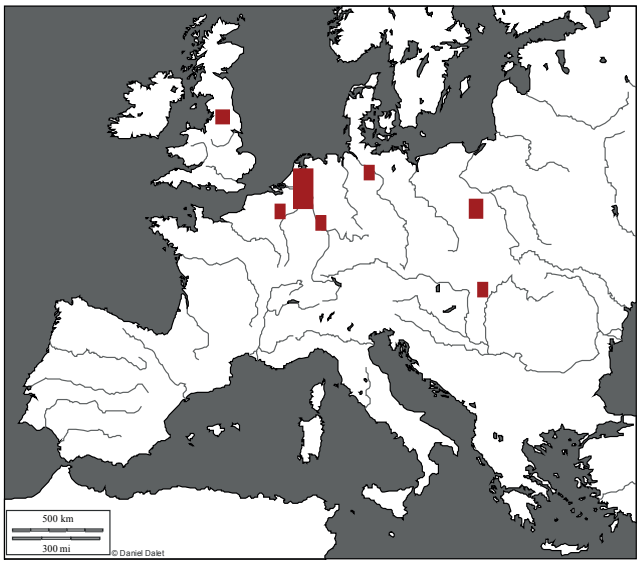


Figure 3 : Localisation des principales zones d'études en contexte fluvial en Europe de l'Ouest

3. Projet de thèse, enjeux de la recherche et démarche méthodologique mise en œuvre

3.1. Cadre et objectifs

La reconstitution des assemblages végétaux est un outil majeur pour mesurer l'impact des sociétés humaines sur les écosystèmes. La mise en œuvre des méthodes visant à déduire les communautés végétales est complexe dans les zones humides des plaines inondables. En effet, celles ci sont soumises généralement à de fortes contraintes environnementales (crues à l'origine de phénomènes d'érosion et de dépôts, hydrogéologie affectant la qualité du sédiment et la conservation des restes) et anthropiques (aménagements fluviaux, curages, etc).

3.1.1. Vallées du Doubs, de la Loue et de l'Ain

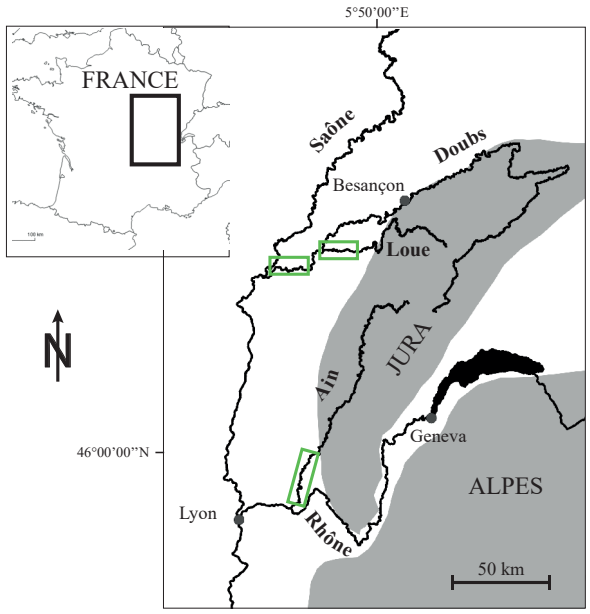


Figure 4 : Localisation des zones d'études dans les vallées du Doubs, de la Loue et de l'Ain. C. Schaal, 2016

Pour définir la pertinence et les limites de trois méthodes d'investigation des restes végétaux dans les sédiments (carpologie, palynologie et génomique) et mesurer leur pertinence dans le contexte particulier des systèmes fluviaux, nous nous sommes intéressés à des séquences sédimentaires de 15 anciens chenaux de rivières d'origine géomorphologique et de fonctionnement écologique (trophie, hydrogéologie, hydraulique) contrastés. Ces zones humides de basse plaine sont réparties le long de trois rivières, le Doubs, la Loue et l'Ain (Figure 4).

Chaque descripteur végétal a été évaluée en comparant les informations issues de l'analyse des sédiments superficiels (0-2 cm) avec la communauté végétale existante. Nous étudierons la capacité des marqueurs de végétation pour retranscrire, de manière isolée ou combinée, la bidiversité et la structure fonctionnelle des chenaux déconnectés de la rivière.

L'objectif de cette approche est de caractériser, à l'aide de référentiels actuels, la portée des analyses de macro-restes végétaux et ainsi valider le bien-fondé méthodologique de la recherche interdisciplinaire.

Le méandre du Mératon (Jura) fera l'objet d'une analyse diachronique sur les deux siècles suivant l'endiguement artificiel du Doubs daté de 1856. Les nombreux documents d'archives offriront un axe de comparaison entre les représentations et les marqueurs de la végétation.

3.1.2. Vallée de la Meuse

Dans ses parties belges et hollandaises, la vallée de la Meuse a fait l'objet de nombreuses recherches paléoécologiques. Depuis les années 1990, les paléoenvironnementalistes explorent des séquences sédimentaires dilatées et hautement conservatoires des anciens chenaux de la Meuse et de ses affluents (Teunissen 1990 ; Bohncke et Hoek 2007 ; Bos *et al.* 2007 ; Otten, 2013 ; Hoek *et al.* 2017 ; Bos et van Geel 2017 ; Zuidhoff et Bos 2017). Quant au secteur de la Meuse française, il n'a fait l'objet que d'une seule étude et publication (Lefèvre *et al.* 1993).

En 2012, nous sommes intervenus en fouille sur un secteur « hors site » de la vallée de la Meuse française dans le cadre d'une fouille préventive au lieu-dit le «Pré du Roi » à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France), conduites par le Conseil Départemental des Ardennes (CD08). C'est un terrain tout choisi pour poursuivre les recherches paléoécologiques des fonds de vallées en France septentrionale et, tenter d'apporter un regard nouveau, grâce à la paléocarpologie, sur la reconstitution des dynamiques passées des paysages de fond de vallée.

Le site d'Autrecourt-et-Pourron est localisé sur la rive gauche du cours moyen de la Meuse ardennaise, à environ 6 km de sa confluence avec la rivière Chiers et à 4 km du site de Mairy, fouillé par Clément Marolle (Marolle 1989) (Figure 5). Pour rappel, Mairy, situé sur la rive droite, est un des sites de référence des Ardennes françaises pour les périodes du Néolithique et de la Protohistoire. Pour la première fois en Ardennes françaises, les études naturalistes pluridisciplinaires faites lors de la fouille de deux paléochenaux du site de Mairy en 1993 (My87 et My90) ont permis de caractériser les dynamiques des environnements sédimentaires et biologiques à la fin du Tardiglaciaire-Préboréal et au Subboréal/Subatlantique (Lefèvre *et al.* 1993).

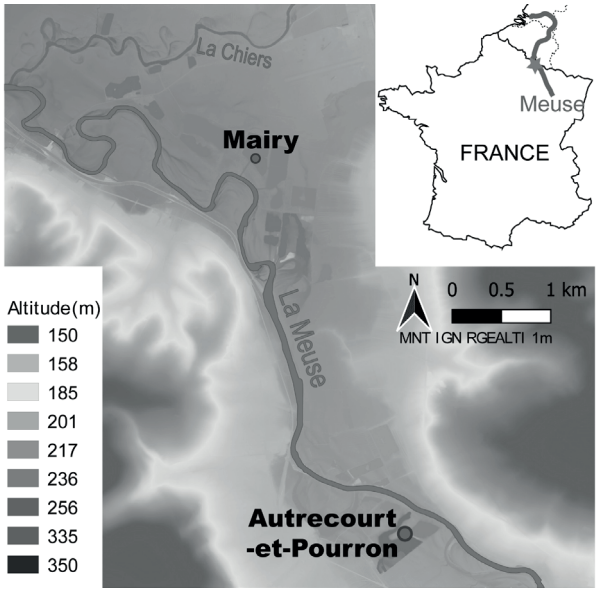


Figure 5 : Carte des localisations des opérations archéologiques de Mairyu et d'Autrecourt-et-Pourron sur fond de carte IGN. M. Lejay, H.-G. Naton et C. Schaal, 2019

En 2000 et 2008, sur le secteur du Pré-du-Roi, préalablement à l'exploitation des graviers, les diagnostics archéologiques ont mis en évidence des systèmes complexes de paléochenaux de la fin du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène (Vanmoerkerke 2000 ; Rabasté 2008). Ces découvertes ont poussé à la prescription d'une fouille archéologique malgré la fugacité d'indices d'aménagements anthropiques sur cette zone. L'arrêté de prescription de la fouille préventive peut être consultée en annexe (Annexe 2, page 267).

En 2012, sur ce secteur réservé de 15 000 m², une fouille archéologique a permis d'appréhender une partie significative du lit majeur de la Meuse. Le projet scientifique de recherche peut être consulté en annexe (Annexe 3, page 278).



Figure 6 : Coupe 3 du sondage 6 b, Autrecourt-et-Pourron, Ardennes. H.G. Naton, 2012

Grâce au rabattement de la nappe phréatique et l'exploitation des graviers tout autour de la zone concernée, nous avons bénéficié de conditions idéales pour la fouille des paléochenaux. Les niveaux profonds ont ainsi pu être atteints et étudiés à pied sec, ce qui est souvent impossible dans ces contextes de fond de vallée situés sous le niveau de la nappe. Un des enregistrements pédosédimentaire, rencontré est tout à fait remarquable. Il présente une épaisse séquence fluvio-palustre (± 1,5 m), avec des niveaux organiques datant du début de l'Holocène (Figure 6).

Un travail interdisciplinaire comprenant des analyses morpho-stratigraphiques, palynologiques, carpologiques et malacologiques, a été initié.

Dés 2016, les investigations préliminaires en palynologie (P. Ruffaldi) et en carpologie (C. Schaal) ont révélé l'excellente conservation des restes végétaux qui détaillent, aux échelles régionale et locale, le fonctionnement écologique de la zone humide au début de l'Holocène. Ces investigations ont fait l'objet d'un poster présenté au colloque du Groupe des Méthodes Pluridisciplinaires contribuant à l'Archéologie (GMPCA) en 2017 à Rennes (Annexe 5, page 288) et d'un article soumis à la revue *Monographie d'Archéologie Méditerranéenne* suite à la communication aux 12e Rencontres d'Archéobotanique de 2017 à Perpignan (Annexe 17, page 368).

C. Schaal, O. Brun, E. Gauthier, G. Jamet, H.-G. Naton, B. Roseau, P. Ruffaldi, W. Tegel - 2017 - Données paléoécologiques de la séquence holocène de la Meuse à Autrecourt-et-Pourron. Poster, GMPCA, 18-21 avril 2017, Rennes.

C. Schaal, P. Ruffaldi, O. Brun, G. Jamet, E. Gauthier, H.-G. Naton - accepté - Paléoécologie des paysages anciens : approches carpologiques de la séquence de fond de vallée de la Meuse à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). *Monographie d'Archéologie Méditerranéenne*

Le premier objectif de notre travail porte sur l'ajustement des protocoles carpologiques, issus des recherches archéologiques en zone dite « intra-site », pour quantifier par extrapolation les variations écologiques en zone « hors-site ». Afin d'objectiver ces résultats, nous appliquerons une approche pluridisciplinaire novatrice en contexte fluvial afin d'estimer la fiabilité des mesures paléobotaniques. Le second objectif concerne l'identification et l'évaluation détaillée, par les marqueurs biologiques et géologiques, des périodes de stabilités et de changements environnementaux d'origine climatique et/ou anthropique en basse plaine.

3.2. Démarche scientifique

Cette thèse prend place dans le champ conceptuel et méthodologique de la paléoécologie et tout particulièrement de la recherche paléocarpologique. Cette dernière se déroule en 5 phases (Figure 8), basées sur les travaux de H. H. Birks (Birks 2001, 2017) et de K. Lundström-Baudais (inédit).

La première étape, dite exploratoire, repose sur les questionnements et les objectifs de la recherche à partir de l'examen des sources documentaires disponibles (état de l'art) et des contextes archéologiques (terrain). Cette étape aboutit à la sélection de la zone archéologique la plus propice pour engager les analyses paléocarpologiques en relation avec la (les) problématique(s). Différents facteurs taphonomiques, tels que la production, la dispersion, la redéposition et la préservation des carpo-restes, entrent en jeu dans la sélection du site.

La seconde étape consiste à collecter sur le terrain les archives sédimentaires qui feront l'objet d'analyses paléocarpologiques. Pour ce faire, les sédiments sont prélevés mécaniquement à l'aide de tarières et/ou manuellement, selon un pas d'échantillonnage régulier ou stratigraphique. Les carottes et les prélèvements de sédiments ainsi recueillis sont stockés, échantillonnés et préparés en vue de l'étape suivante. La mise en œuvre de protocoles soignés minimisera les sources de contamination et de dommages occasionnés sur les restes fossiles.

La troisième étape est celle de l'analyse carpologique en laboratoire. Le protocole de laboratoire consiste en plusieurs phases dont les principales sont le tamisage des échantillons selon des protocoles adaptés (Steiner *et al.* 2015, 2017), les tris des refus de tamis sous stéréomicroscope (loupe binoculaire), l'identification floristique des macro-restes végétaux et le décompte de ces restes (Figure 7). La détermination des diaspores (partie du végétal permettant sa reproduction et sa dissémination) est fondée sur l'observation de leurs caractères morphologiques et biométriques (Damblon 1985). La couleur ne peut pas constituer un critère d'identification car celle du matériel étudié a pu évoluer au cours de sa conservation. Les diaspores subissent aussi l'altération ou la perte des couches superficielles, et la déformation des cellules modifient l'aspect du matériel pouvant rendre la détermination difficile. C'est pourquoi, il est important de disposer d'une littérature traitant non seulement de l'identification des diaspores d'après leurs critères morphologiques, mais aussi en fonction des distorsions physiques subies (amidon disparu, péricarpe inexistant, carbonisation, par exemple).

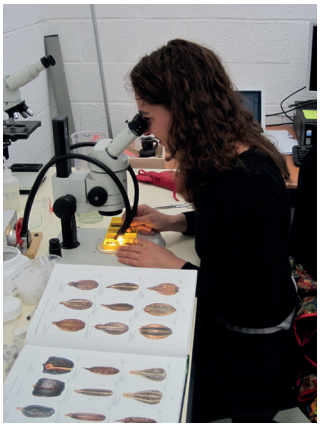


Figure 7 : Tri et identification à l'aide d'un stéréomicroscope. C. Schaal, 2006

Les ouvrages paléobotaniques de diverses natures sont des pistes de réflexions pour l'identification des paléosemences. Des guides généraux constituent des sources imagées ou photographiées de diaspores. O. Heinisch (1955) et W. Beijerinck (1976) ont réalisé des atlas de représentations d'un certain nombre de paléosemences.

W. H. Schoch, B. Pawlik et F. H. Schweingruber ont publié en 1988 un atlas d'une centaine de taxons fréquemment rencontrées dans les gisements archéologiques (photographies et courtes descriptions). R. Cappers, R. Bekker, J. Jans publient en 2006 un atlas de référence qui est, à ce jour, le plus grand recueil de photographies de semences. D'autres ouvrages présentent des clés de détermination pour les semences. K. Bertsch (1941) réuni les données morphologiques de nombreuses diaspores. L'ouvrage de G. Berggren (1969) traite de plusieurs familles botaniques et des clés facilitent leur détermination. U. Körber-Grohne (1964) réuni des informations indispensables pour la détermination des semences de Juncaceae et de Poaceae. Enfin, un appui est apporté par les publications des découvertes carpologiques des sites archéologiques puisqu'elles présentent les altérations occasionnées par la conservation. Par exemple, en contexte archéologique, C. Jacquat (1988) a réuni l'ensemble des paléosemences analysées sur le site de l'âge du Bronze de Hauterive-Champréveyres (Neuchâtel, Suisse). Les diaspores du site néolithique de Hochdorf I ont été étudiées par U. Körber-Grohne et H. Küster (1985). De même, S. Jacomet, C. Brombacher et M. Dick ont publié en 1989 les recherches carpologiques d'un site néolithique d'Allemagne. En contexte naturel, Payette et Rochefort (2001) ont recensé les macro-restes en tourbières du Quebéc. D. Mauquoy et B. van Geel ont réuni et publié, en 2013, des macro-restes végétaux et des restes d'animaux issus de tourbières.

La détermination des diaspores est complétée par la comparaison des paléosemences avec des semences modernes, sur la base d'une collection de références (C. Schaal, laboratoire Chrono-environnement, GéoArchÉon). Seule la comparaison entre les semences nous apporte des certitudes pour la détermination. C'est pourquoi la collection doit non seulement contenir un maximum d'espèces différentes, mais aussi des échantillons de souches écologiques variées pour chacune. Le plus souvent les déterminations présentées sont précises à l'espèce. Cependant, si la conservation des diaspores est mauvaise, une telle précision est parfois impossible ; dans ce cas, la détermination s'arrête au genre ou à la famille botanique. Dans quelques cas, le matériel ne peut pas être identifié. Toutefois, il est conservé et signalé comme indéterminable. La flore de référence utilisée pour la taxonomie est celle de Suisse et des territoires limitrophes (Aeschimann et Burdet 1989).

Afin de replacer les échantillons dans le temps, les chronologies ont été établies à partir des datations radiocarbone AMS réalisées sur du matériel organique (bois, charbons, graines) échantillonné dans les prélèvements étudiés. Un tableau des décomptes des restes par taxons a été associé au modèle âge-profondeur constitué au préalable. L'ensemble des données produites est répertorié dans une base de données interrelationnelles. Pour notre part, les méta-données carpologiques sont recensées dans dat@Osu (Annexe 4, page 287).

La quatrième étape consiste à analyser les données carpologiques afin de reconstituer la végétation du passé. L'objectif est de produire des interprétations en termes d'écosystème végétal, qu'il soit terrestre ou aquatique. Dans un tableau général, les effectifs des diaspores par échantillon ont été classés en fonction de groupements de végétation. Ces analyses reposent principalement sur les connaissances de l'écologie actuelle et plus particulièrement de la phytosociologie.

La cinquième et dernière étape est l'intégration des données carpologiques à d'autres données paléoécologiques d'origines biotiques et abiotiques comme la physico-chimie, la géomorphologie, la palynologie, ou encore la malacologie. La finalité est à la fois de produire des hypothèses holistiques concernant les paléoenvironnements et d'identifier des fluctuations en lien avec le climat et/ou les activités humaines

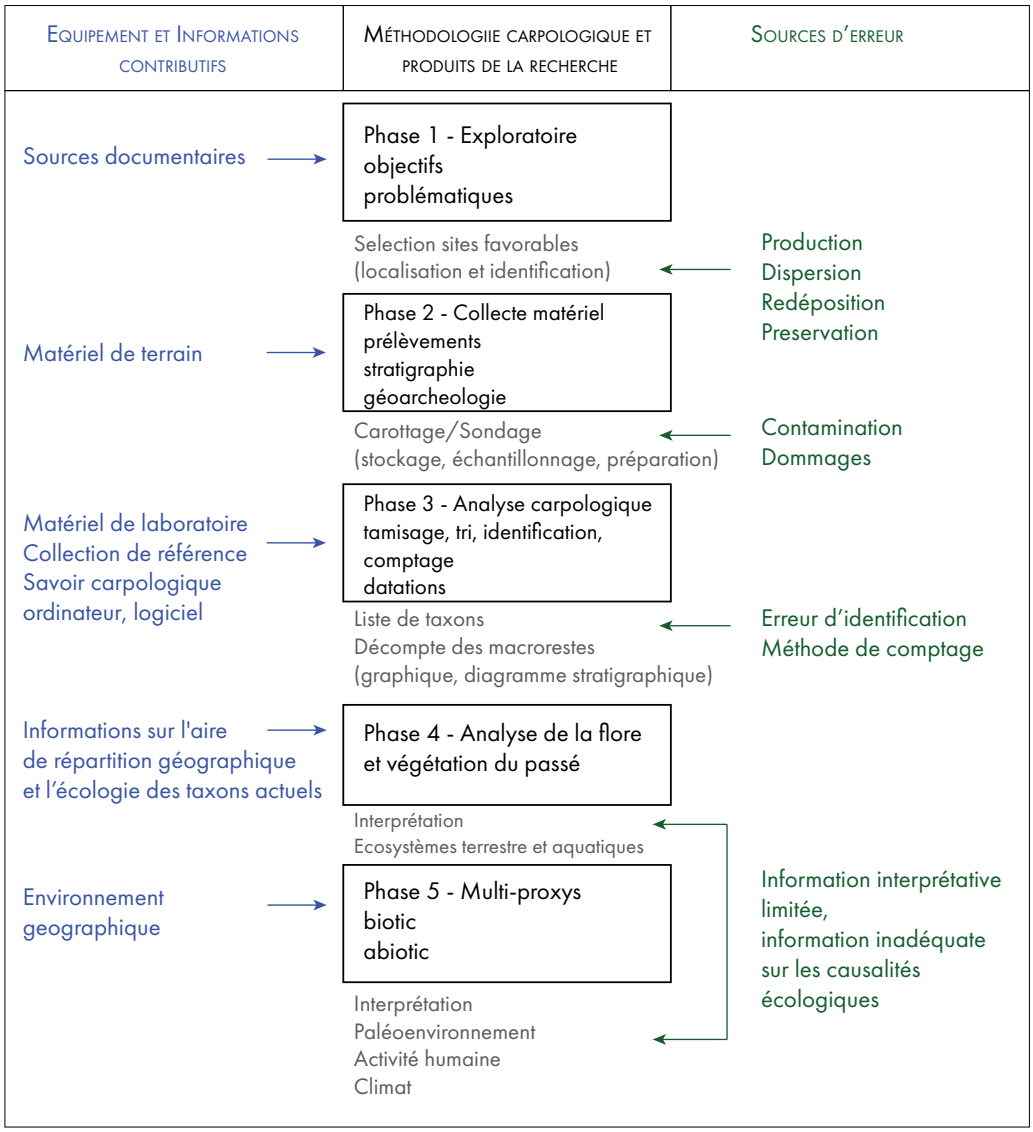


Figure 8 : Organigramme de la démarche méthodologique et des produits de l'analyse paléocarpologique (colonne centrale en noir), les équipements et informations contributives (colonne de gauche en bleu), des potentielles sources d'erreurs (colonne de droite en vert) Modification et ajout C. Schaal 2019 à partir de H. Birks 2001, 2017

Remarque concernant les classements écologiques.

Une communauté végétale est un groupement de végétaux spécifiques lié aux conditions géographiques, géomorphologiques et pétrographiques du milieu. Les associations végétales observées sont composées d'espèces caractéristiques, liées d'une part à une communauté végétale singulière, et d'autre part aux espèces compagnes à plus large amplitude écologique. Suivant leurs caractères biologiques, les espèces colonisent un milieu privilégié mais aussi d'autres habitats secondaires ; parfois l'espèce est ubiquiste en ne choisissant pas de milieu particulier pour croître. L'étude des groupements de végétation sur un gisement archéologique prend nécessairement de la distance avec le modèle écologique moderne (Behre et Jacomet 1991 ; van der Veen 1992). En effet, les associations formées par les plantes peuvent évoluer au cours du temps sous l'action de modifications naturelles (changements climatiques par exemple) et/ou sous l'action anthropique (les défrichements ou la mise en culture des terrains) (Figure 9). De plus, l'environnement peut se modifier graduellement (Imboden 1976) ; les associations végétales se transforment en fonction des différents changements écologiques ou anthropiques du milieu. Un marais, par exemple, peut progressivement se combler laissant place à une prairie humide. L'approche carpologique de l'interprétation de la végétation ne fait que s'appuyer sur les données phytosociologiques et ne pourra restituer qu'une esquisse de la végétation.

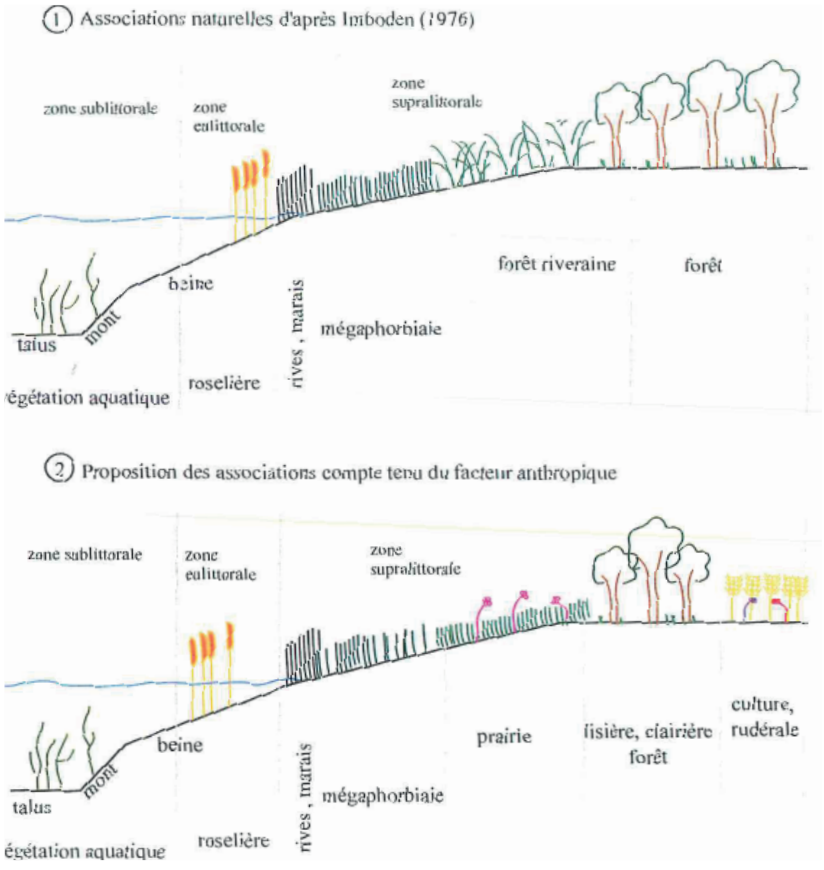


Figure 9 : Exemples théoriques d'associations des espèces végétales en fonction de l'anthropisation des milieux. C. Schaal, 2000

3.3. Organisation du manuscrit

Ce manuscrit de thèse présente le projet de recherche qui s'organise en trois grandes parties selon le modèle classique : Méthodes-Résultats-Discussions. Plusieurs sous-parties sont rédigées et présentées sous la forme d'articles qui sont en partie publiés ou seront soumis à des revues scientifiques nationales et internationales. Pour conserver l'homogénéité de ce manuscrit de thèse, les bibliographies, spécifiques à chaque thématique de recherche, ont été compilées dans la bibliographie générale (page 213). Les annexes sont présentées dans un volume séparé, la pagination est continue entre les deux volumes.

La première partie sera consacrée aux méthodes de recherche carpologique. Nous poserons la question de la fiabilité des carpo-restes en tant que bio-marqueurs de la végétation. La carpologie est-elle à même de permettre une reconstitution réaliste de la végétation ? Pour tester le crédit à accorder aux carpo-restes fossiles, nous conduirons des recherches méthodologiques sur les périodes actuelle, subactuelle et passée.

- Nous confronterons des relevés de végétation actuelle avec des analyses carpologiques, palynologiques et génétiques des sédiments de surface. L'étude portera sur 15 chenaux déconnectés du Doubs, de la Loue et de l'Ain. L'approche intégrée sera prudemment considérée comme pertinente pour reconstituer les végétations des zones humides.
- Nous proposerons ensuite d'explorer l'évolution d'un écosystème fluvial dont nous possédons l'enregistrement sédimentaire des 19^{e} et 20^{e} siècles. Cette recherche, sur une chronologie subactuelle, présentera l'avantage d'offrir des documents opposables comme les anciens relevés de flore et d'hydrologie, des photographies aériennes et des cartographies anciennes.
- La dernière sous-partie portera sur une réflexion méthodologique de l'état de préservation des macro-restes végétaux fossiles conservés dans les sédiments alluviaux pendant plusieurs millénaires. La taphonomie, susceptible d'influencer l'interprétation des résultats, n'est pas homogène dans l'espace et le temps. C'est pourquoi, il est indispensable d'élaborer des systèmes de contrôle du potentiel conservatoire afin de jauger de la qualité du site et des échantillons sélectionnés pour les études carpologiques.

La deuxième partie présentera les résultats des analyses carpologiques de paléochenaux du nord de la France datés du début de l'Holocène. Fort de nos constats méthodologiques, nous développerons les reconstitutions paléoécologiques, à partir des séquences sédimentaires de bras morts de la Meuse française du site d'Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France).

- Dans une première sous-partie, nous présenterons le contexte géographique, hydrologique et environnemental de la région de la basse vallée de la Meuse au nord de la France, le contexte détaillé du site d'Autrecourt-et-Pourron, ainsi que les échantillons analysés.
- Dans une deuxième sous-partie, nous présenterons l'étude paléoécologique réalisée sur la séquence sédimentaire du paléochenal de la coupe 3 d'Autrecourt-et-Pourron, datée des 12e et 11e millénaires avant notre ère.
- Dans une troisième sous-partie, nous présenterons l'étude carpologique et palynologique du comblement du paléochenal de la coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Cette séquence datée du 11e millénaire représente un focus détaillé de la phase finale de la période Préboréal.

La troisième et dernière partie sera une discussion générale. Elle fera la synthèse des données produites par nos analyses carpologiques en contexte fluvial, des périodes présentes et passées, en vue d'une meilleure compréhension des évolutions paléoécologiques des paysages. Nous proposerons une réflexion sur les apports de la carpologie et nous tenterons de répondre aux interrogations posées dans le cadre de cette recherche doctorale.

- Dans une première sous-partie, nous présenterons les innovations en matière de protocole carpologique appliqué au contexte fluvial.
- Dans une deuxième sous-partie, nous synthétiserons l'évaluation de la robustesse des données carpologiques en fluvial et nous présenterons les limites de la discipline, qui doivent nécessairement être prises en compte pour appréhender l'étude des sites soumis aux biais de la recherche.
- Dans une dernière sous-partie, nous verrons quels sont les apport de la carpologie pour reconstituer une histoire des paysages anciens sous l'influence des changements climatiques du Préboréal en France septentrionale. Nous comparerons nos interprétations à l'échelle inter-régionale du bassin versant de la Meuse et du Nord de la France.

Nous terminerons ce manuscrit par une brève **conclusion générale** ouvrant sur des perspectives de recherche innovante en carpologie.



Hippuris vulgaris, Charette (Saône-et-Loire). C. Schaal, 2017

PARTIE 1 - MÉTHODE
CARPO-RESTE, UN BIO-MARQUEUR DE LA VÉGÉTATION

Dans la première partie de ce mémoire, nous évaluerons les performances des carpo-restes en tant que bio-marqueurs des végétations alluviales. Pour répondre à cette interrogation d'ordre méthodologique, nous avons mobilisé différents types d'analyses :

- Tout d'abord, une recherche sur **la période actuelle** a été conduite**,** afin d'estimer la robustesse des marqueurs de végétation pour retranscrire la flore actuellement en place. Dans le cadre des recherches de 2015 à 2018 sur la reconstitution diachronique de l'impact de l'utilisation des terres sur le fonctionnement des zones humides des vallées de l'Ain, de la Loue et du Doubs (thèse non soutenue de Q. Cuenot, post-doctorat de J. Oudot-Canaff), des analyses carpologiques, palynologiques et génétiques du sédiment ont été menées. Au total, 15 anciens lits fluviaux ont été échantillonnés et des analyses multi-proxy couplées à de la géochimie et de l'hydrogéomorphologie ont été réalisées sur les **niveaux de surface des sédiments** (0-2 cm). Les recherches ont confronté les marqueurs botaniques avec la végétation actuelle et le fonctionnement des zones humides (trophie, hydrogéologie, dynamique fluviale). La problématique est posée en ces termes : les données issues des proxy de végétation sont-elles suffisamment fiables pour être représentatives des archives végétales en fonction des communautés végétales existantes ? Cette étude novatrice a pour but de valider un outil indispensable dans la reconstitution environnementale des communautés végétales passées des zones humides fluviales et de leurs abords. La recherche a été réalisée en collaboration avec Gudrun Bornette (écologue, DR CNRS, UMR 6249) Carole Bégeot (palynologue, MC UBFC, UMR 6249).

- Ensuite, afin de **reconstituer les dynamiques fonctionnelles historiques** sous contrainte anthropique et d'aboutir à des scénarios prédictifs, des analyses multi-proxy ont été engagées sur **les niveaux subactuels** (datant de moins de 200 ans) du méandre déconnecté du Mératon (Doubs). L'objectif était de caractériser la robustesse de l'information par comparaison entre les proxy (graines, pollens, ADN), les anciens relevés floristiques et les archives documentaires (cartes et photographies aériennes). Les études des restes végétaux du sédiment sont-ils complémentaires ? L'intégration des proxy permet-elle d'améliorer nos capacités à reconstituer des peuplements passés de zones humides ? L'approche multi-proxy permet-elle de restreindre les biais de chaque méthode ? Cette étude a été réalisée en collaboration avec Gudrun Bornette, Carole Bégeot, et Emmanuel Garnier (historien, DR CNRS, UMR6249).

- Enfin, un travail de recherche sur **les phénomènes taphonomiques** a été réalisé sur les données carpologiques du site d'Autrecourt-et-Pourron, datées du début de l'Holocène. En théorie, les milieux humides de la séquence sédimentaire sont propices à la conservation du matériel organique et donc à l'exploration paléocarpologique. Néanmoins, les sédiments baignés dans la nappe phréatique actuelle ne présument pas toujours d'une conservation exceptionnelle du matériel

subfossile imbibé. Au fil du temps, le matériel végétal déposé a pu être soumis à de nombreux évènements taphonomiques (dispersion, érosion, corrosion, etc.). Ainsi, appréhender avec justesse les états de dépôt, de conservation et de dégradation du matériel macro-botanique est nécessaire à la bonne interprétation des archives fossiles végétales. Ce travail a été le fruit de notre collaboration avec Henri.-Georges Naton (géoarchéologue, GéoArchÉon, UMR 7041).

1. Confrontation de trois marqueurs de végétation - carpo-restes, pollens et marqueurs moléculaires - pour identifier la végétation et comprendre le fonctionnement de bras déconnectés des rivières

1.1. Introduction

Les usages des milieux aquatiques par les hommes sont multiples et varient fortement selon les époques : source de biens (eau, granulats, poissons) et de services (rouissage, transport fluvial, production d'énergie). Pour satisfaire ces différents besoins, les populations transforment les plaines alluviales en modifiant la morphologie du cours d'eau, en contrôlant les flux hydriques et hydrauliques et en exploitant la ressource en eau et les granulats (Figure 10). De surcroit, les activités agricoles modifient le volume et la qualité des intrants au cours d'eau et à ses annexes (zones humides, nappes) et le fonctionnement hydrogéologique des milieux aquatiques, en prélevant parfois de manière très importante, la ressource en eau. Toutes ces activités entraînent des perturbations physiques (canalisation, travaux de régularisation, extraction de sédiments), des pollutions liées aux ruissellements des eaux urbaines, des activités industrielles et agricoles, l'expansion d'espèces exotiques et la déforestation (Tockner *et al.* 2010). La morphologie, le fonctionnement et les communautés végétales des hydrosystèmes sont donc menacés par les profondes modifications conduites par les sociétés humaines (Bravard 1987 ; Thoms 2003).



Figure 10 : Les plaines alluviales sont des écosystèmes qui concentrent les activités humaines. Corvol-l'orgueuilleux, Le pont sur la rivière, éditeur Barrat, Photographe Varsy, début 20e siècle

Les approches paléoécologiques fournissent un moyen de considérer les trajectoires des changements écologiques de ces milieux. Elles peuvent aider à décrire les écologies du passé et du présent. Ces approches aident également à comprendre la nature des changements par rapport aux conditions initiales. Avec l'étude des assemblages de plantes fossiles, en particulier les grains de pollen et les macro-restes végétaux disponibles dans les archives sédimentaires anoxiques, la paléoécologie fournit des informations sur les déterminants écologiques et anthropiques des environnements (e.g. Birks et Birks 2000 ; Fyfe *et al.* 2003 ; Giesecke 2005 ; Davidson *et al.* 2005 ; Finsinger et Tinner 2007 ; Hilt *et al.* 2008 ; Quinlan *et al.* 2008 ; Miras *et al.* 2013 ; Boxem *et al.* 2017). Ces études, plus couramment menées à partir des remplissages des lacs, restent rares en domaine alluviale en raison des biais méthodologiques liés à la sédimentation de ces milieux. En effet, contrairement aux études sur les lacs ou les tourbières, les archives sédimentaires des systèmes

alluviaux sont soumises à des facteurs divers : une fenêtre temporelle plus étroite, la remobilisation des sédiments pendant les crues, l'oxydation des sédiments, la bioturbation, etc. (Bornette *et al.* 1998 ; Corenblit *et al.* 2015). L'application des méthodes paléoenvironementales en milieu alluvial est aussi plus complexe en raison de l'irrégularité des régimes hydrologiques qui entraînent des remaniements sédimentaires importants. Pourtant les études portant sur des zones fluviales préservées des fortes agitations sédimentaires ont produit des résultats exploitables. Ces données ont été utilisées pour révéler les changements dans la nature et la variabilité des eaux fluviales, pour analyser les interactions entre les rivières et leurs plaines inondables et pour établir les conditions écologiques passées des réseaux fluviaux (Bhattacharya *et al.* 2016 ; Wolfe *et al.* 2005 ; Gell *et al.* 2005 ; Grundell *et al.* 2012 ; Kattel *et al.* 2015). Les efforts de recherche dans la connaissance des conditions de base de ces zones humides et de leur évolution écologique dans le temps se sont alors avérés indispensables.

La végétation aquatique reflète pour partie le fonctionnement de ces milieux. Les communautés végétales aquatiques intègrent des informations majeures sur les paramètres hydrologiques tels que la nature des eaux rejetées, les niveaux d'eau, la température ainsi que la teneur en nutriments (Kors *et al.* 2012). Depuis les années 1970, les chercheurs étudient les modes de production, de dissémination, de dépôt et de conservation des grains de pollen et des semences, pour évaluer si les ensembles fossiles reflètent correctement la végétation contemporaine (Heim 1970 ; Collinson 1983 ; Greatrex 1983 ; Dunwiddie 1987 ; Ruffaldi 1994 ; Dieffenbacherkrall 2007 ; Birks *et al.* 2016 ; Corenblit *et al.* 2016). En effet, la qualité et la résolution des marqueurs de végétation disponibles, ainsi que la connaissance des facteurs environnementaux et des interactions écologiques qui régissent leur distribution, conditionnent l'interprétation des données fossiles. Outre les classiques éléments à prendre en compte tels que les modes de production, le transport, la redistribution du matériel fossile, la persistance et, la préservation des fossiles dans les sédiments (qui varient considérablement d'un taxon à l'autre), la principale difficulté des études paléoécologiques en rivière réside dans la reconstitution des communautés aquatiques à partir des seuls restes liés à la reproduction sexuée (pollen et fruit) (Birks et Birks 1980 ; Dieffenbacher-Krall et Halteman 2000 ; Zhao *et al.* 2006 ; Dieffenbacher-Krall 2007). Les plantes aquatiques ont des stratégies de reproduction et des capacités de dispersion particulières (Cappers 1993). Elles produisent peu de grains de pollen et de semences, en faveur de la multiplication végétative (Barrat-Segretain et Bornette 2000 ; Bornette et Puijalon 2009). De plus, les plantes aquatiques souffrent peu du stress gravitationnel et produisent donc des tissus peu sclérifiés qui se dégradent rapidement sans laisser de traces macroscopiques. Ces facteurs sont contraignants et peuvent biaiser les analyses. Jusqu'à récemment, notre connaissance de la paléoécologie des plaines inondables était basée sur les diagrammes palynologiques qui sont relativement limités compte tenu du manque de spécificité taxonomique. Depuis, la précision des reconstitutions

paléoécologiques en terme de biodiversité et de structure des communautés des plantes des milieux humides ont été grandement améliorées par l'utilisation de plusieurs paléo-indicateurs, notamment des macro-fossiles végétaux, des stomates de plantes, des spores de champingnons, des diatomées et des coléoptères (e.g. van Geel 1978 ; Jurasz et Amoros 1991 ; Salvador *et al.* 2005 ; Ponel *et al.* 2011 ; Ammann *et al.* 2014 ; Ejarque *et al*. 2015 ; Bertran *et al.* 2016). L'analyse génomique du sédiment par la méthode du métabarcoding, pourrait aussi fournir un marqueur de végétation permettant d'améliorer les reconstitutions. Bien que la précision de la détermination ne soit pas encore optimale, cette approche est de plus en plus associée aux analyses paléoécologiques (Parducci *et al.* 2013 ; Rawlence *et al.* 2014 ; Thomsen et Willerslev 2015 ; Alsos *et al.* 2018).

Des études ont exploré les relations entre les assemblages de plantes contemporaines et les restes de macro-fossiles pour améliorer notre capacité à interpréter les séquences sédimentaires. Seulement quelques études paleoenvironnementales concernent la végétation aquatique. Les travaux pionniers de Birks (1973) dans les lacs du Minnesota (centre-nord des États-Unis) ont comparé la végétation aquatique de petits lacs à des échantillons de sédiments de surface. Cette étude a mis en évidence la nécessité de reconnaître les relations spatiales entre la végétation aquatique contemporaine et les vestiges de macro-fossiles contenus dans les sédiments de surface. Ces approches sont essentielles pour interpréter correctement les assemblages fossiles et les reconstitutions paléoécologiques à partir des relations entre l'abondance des espèces présentes dans la végétation et leur représentation dans les spectres fossiles.

Dans le cadre de ces travaux de recherche, nous avons souhaité tester la robustesse et la fiabilité des archives végétales dans la reconstitution de la végétation aquatique des zones humides riveraines. Nos travaux n'ont pas pour objectif de compléter les référentiels portant sur les productions de semences et de pollens, sur la dispersion ou la conservation des restes permettant de réduire les biais de chaque discipline par l'ajout de facteurs correctifs dépendant de paramètres multiples. Bien qu'essentiels, ces thèmes de recherches produisent des modèles qui peuvent se révéler parfois complexes à appréhender et à manipuler. En parallèle de ces travaux de modélisation, nous proposons ici un autre angle d'attaque : celui du champ de l'interdisciplinarité. L'interdisciplinarité naît de la confrontation simultanée et effective de différentes disciplines tendant vers une même problématique. Par cette approche intégrée, l'étude de l'association de différents assemblages des restes végétaux, offre ainsi la perspective de restituer en détail les milieux et l'impact des sociétés humaines sur ceux-ci. Le développement des analyses croisées, dites approches intégrées, constitue un enjeu remarquable dans la compréhension et l'interprétation des sources paléoécologiques et archéobotaniques.

L'objectif de cette étude est donc de comparer les informations fournies par l'association de différents marqueurs de végétation avec des relevés de végétation actuelle. Les marqueurs sont-ils de véritables transcripteurs de la végétation, en termes de biodiversité taxonomique, de structure de végétation et de conditions écologiques de l'environnement de la rivière ? Pour réaliser cette étude, nous avons choisi trois marqueurs de la végétation : les grains de pollens, les macro-restes végétaux et l'ADN végétal contenus dans les sédiments de surface (0-2 cm de profondeur) de 15 sites alluviaux du bassin versant du Rhône. Nous discuterons de la pertinence de l'interdisciplinarité pour traduire la biodiversité des communautés végétales en contexte de chenaux déconnectés, et nous donnerons un aperçu de l'interprétation du fonctionnement structurel des zones étudiées à partir des restes végétaux contenus dans les sédiments de surface.

1.2. Zone d'étude

Quinze zones humides riveraines réparties le long de trois cours d'eau avec des contextes hydrauliques et géomorphologiques contrastés ont été sélectionnées. Les trois rivières sont situées dans le bassin versant du Rhône : le Doubs, la Loue et l'Ain (Figure 11) et table 1). Elles prennent leurs sources et coulent dans leur partie supérieure, dans les montagnes karstiques du Jura. La morphologie des sites varie, des grands méandres du Doubs aux milieux tourbeux avec une forte accumulation de matière organique pour l'Ain. L'hydrologie des sites varie également, allant des niveaux d'eau constants liés aux nappes souterraines aux sites sensibles aux inondations et aux zones d'assèchement fortement reliées à la rivière.

L'Ain prend sa source dans le Jura sur le plateau de Nozeroy (681 m d'altitude) et se jette dans le Rhône après un parcours de 190 km. L'Ain est une rivière aux méandres libres avec de rares digues locales, qui subit un processus d'incision depuis plusieurs décennies, dû aux barrages situés dans la zone des gorges, aux rectifications et à l'extraction de gravier dans sa zone de confluence avale (Marston *et al.* 1995). La Loue prend sa source à Ouhans, à 528 m d'altitude, à partir d'une grande résurgence alimentée en partie par les pertes du Doubs et du Drugeon. Elle est soumise à un régime hydrologique, pluviométrique et neigeux. La plus grande partie de la basse vallée, le Doubs est une rivière calme et elle est couverte de dépôts alluviaux récents d'origine jurassienne, dont 90% sont des pierres grossières à dominante calcaire. Notons que le Doubs et la Loue ont été endiguées au 18^{e} siècle pour protéger les villages des inondations et linéariser les cours d'eau facilitant le transport fluvial (Malavoi 2004, Sauty 2007)

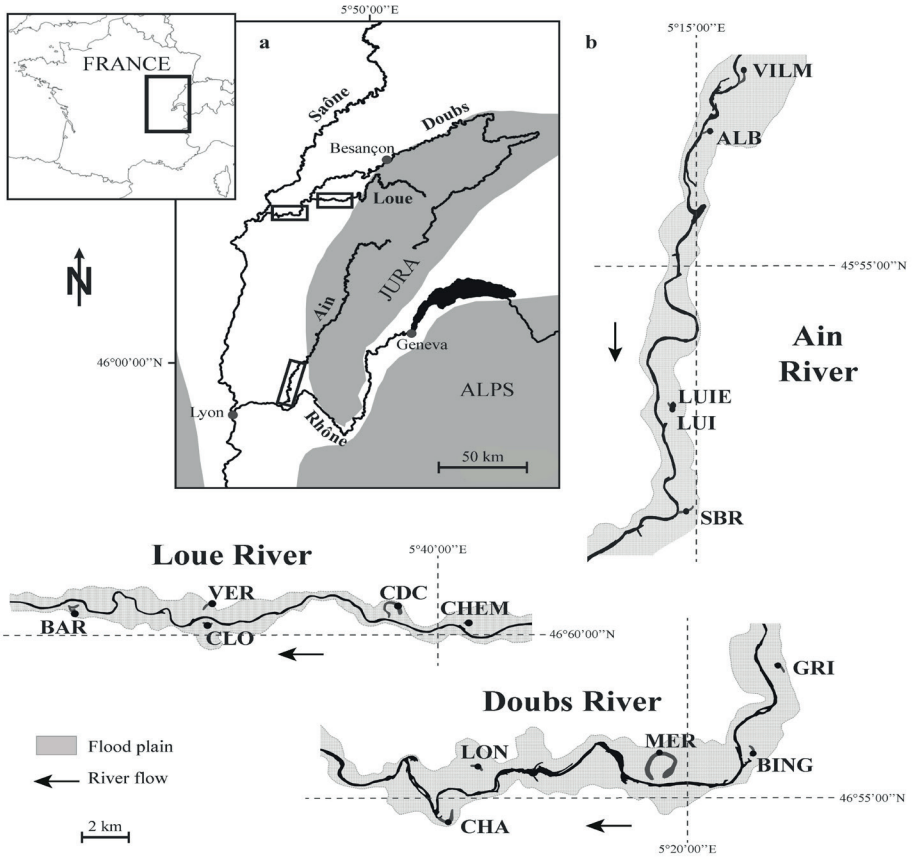


Figure 11 : Localisation des tronçons étudiés de rivières indiqués par des rectangles (a) et des cartes des zones humides étudiées dans leur plaine d'inondation respective (b) CHEM: Chemillère, CDC: Champs des creux, VER: la Verne, CLO: le Clos, BAR: Baraquier, GRI: les Grimonts, BING: le bras des Inglats, MER: Mératon, LON: Longepierre, CHA: Charrette, VILM: Villette amont, ALB: Albarine, LUIE: Luizard Est, LUI: Luizard, SBR: Sous-Bresse. Q. Cuenot, et C. Schaal, 2019

Hydrosystème	Site	Code du site	GPS Latitude (WGS84)	GPS Longitude (WGS84)	Longueur bras mort en km	Largeur bras mort en m	Altitude en m
Ain	L'Albarine	ALB	45.9665	5.2621	2.66	14,85	222
Loue	Le Baraquier	BAR	47.0115	5.5009	1.34	16,63	198
Doubs	Bras des Inglas	BING	46.9349	5.3708	2.4	19,54	182
Loue	Chemin des Creux	CDC	47.011	5.6486	2.09	14,91	218
Doubs	Charrette	CHA	46.9101	5.2098	2.05	52,00	175
Loue	Chemillière	CHEM	47.0042	5.6806	1.4	8,11	220
Loue	Le Clos	CLO	47.006	5.5613	2.03	5,00	205
Doubs	Grimonts	GRI	46.9704	5.3854	2.57	41,29	185
Doubs	Longepierre	LON	46.9325	5.2263	2.52	11,31	179
Ain	Le Luizard	LUI	45.8616	5.2361	2.75	18,80	205
Ain	Le Luizard Est	LUIE	45.863	5.2365	2.75	12,18	205
Doubs	Meraton	MER	46.9363	5.3217	3.8	79,11	181
Ain	Sous-Bresse	SBR	45.8227	5.2424	3.15	16,33	201
Loue	La Verne	VER	47.0137	5.5638	2.65	9,40	207
Ain	Vilette Amont	VILM	45.9893	5.2826	1.57	5,71	226

Table 1: Tableau des sites sélectionnés pour l'étude

1.3. Matériel et méthodes

1.3.1. Méthode de prélèvement et de datation

Pour échantillonner toute la hauteur des dépôts sédimentaires, plusieurs carottes sédimentaires ont été prélevées dans la partie en eau des sites, à l'aide d'un carottier d'interface Küllenberg (Figure 12). Les carottes ont été soumises à une spectrophotométrie haute résolution et à des mesures de susceptibilité magnétique (intervalles de 5 mm) sur un banc de mesure (Geotek® Multi Sensor Core Logger). Les carottes ont été découpées en tranches de 2 cm sur toute leur longueur pour les analyses ultérieures. Des analyses palynologiques, carpologiques et génétiques ont été effectuées sur la tranche de surface de 0-2 cm (Figure 12).

Les analyses ont uniquement portées sur le niveau de surface, entre 0 et 2 cm de profondeur. Ce niveau correspond aux trois dernières années d'accumulation, de 2014 à 2017.



Figure 12 : Gauche : carottier d'interface Küllenger ; droite : carotte de sédiment. Q. Cuenot et C. Schaal, 2017

1.3.2. Inventaires floristiques

Sur chaque site, deux inventaires floristiques de la végétation aquatique et humide ont été réalisés en novembre 2015 et juillet 2016 (Annexe 6, page 289). Ces inventaires ont été effectués dans un rayon de 100 m autour de la zone de prélèvement de sédiment, le long de transects équidistants perpendiculaires à la direction de l'écoulement de l'eau. Sur chaque transect, 5 blocs de 4 m² chacun ont été répartis pour couvrir la surface en eau d'une rive à l'autre. Les espèces végétales présentes dans chaque quadrat ont été identifiées et leur abondance respective estimée en utilisant des indices de recouvrement (Braun-Blanquet 1964).

1.3.3. Analyse palynologique

Les sédiments ont été prélevés dans les carottes avec un volume constant de 2,27 ml et préparés selon une méthode standard : addition d'une quantité contrôlée de spores de *Lycopodium* pour calculer la concentration en pollen (Stockmarr 1971), traitements chimiques (NaOH, HCl et HF) et coloration par acétolyse. L'acétolyse sert également à séparer la paroi du pollen de son cytoplasme. Les grains de pollen, les spores et les sclérites (cellules ramifiées en forme d'étoile assurant la rigidité de la plante) ont été identifiés sous un microscope optique à un grossissement de 400 x. Les identifications ont été réalisées à l'aide de clés de détermination, d'atlas de grains de pollen et de spores (Reille 1992 ; Beug 2004 ; van Geel et Aptroot 2006) et de la collection de référence du laboratoire Chrono-environnement. Entre 300 minimum et 1000 grains de pollen et de spores ont été compté par échantillon (Annexe 7, page 304).

1.3.4. Analyse carpologique

Le volume des échantillons carpologiques a été mesuré, variant entre 60 et 740 ml. Les sédiments ont été tamisés sur une colonne de tamis à mailles de 0,25 ; 0.5 ; 1 ; 2 mm. Les refus de tamis ont été triés sous stéréomicroscope à un grossissement de 2 à 60 x. Les graines, fruits, bourgeons et d'autres restes végétaux identifiables ont été isolés. La détermination des macro-fossiles végétaux a été effectuée par comparaison avec des collections de références actuelles et fossiles (C. Schaal, Chrono-environnement, GéoArchÉon) et des atlas d'identification (Berggren 1981 ; Schoch *et al.* 1988 ; Anderberg 1994 ; Cappers *et al.* 2006). Les écofacts entiers et fragmentés ont été dénombrés et stockés dans un mélange antifongique. Le nombre de restes fragmentés a été converti en un nombre minimum d'individus (NMI) selon la méthode dite « au jugé » (Pradat 2015). Cette méthode consiste à estimer visuellement le nombre de fragment permettant de constituer un élément entier. Ce nombre varie donc en fonction des dimensions des fragments et des taxons observés. Le tableau des données brutes peut être consulté en annexe (Annexe 8, page 306).

1.3.5. Analyse génomique du sédiment

L'analyse des marqueurs biomoléculaires des sédiments a été effectuée par métabarcoding sur des échantillons de 250 mg. L'ADN a été extrait à partir de la matrice sédimentaire (Axyprep™ MAG soil, stool and water DNA kit protocol, Axigen®). L'amplification par PCR a été ensuite réalisée sur le gène chloroplastique rbcL à l'aide des amorces Z1aF et rbcLB (Little 2014). Les amplicons ont été analysées par séquençage haut-débit (Illumina MiSeq 2x300bp). Après la création des contigs et l'élimination des erreurs de séquençage (Schloss 2009), les séquences ont été assignées, avec un seuil de 99 % d'identité, en utilisant comme référence une liste de 419 espèces se développant dans et autour des zones humides. Des recherches supplémentaires dans la base de données Genbank ont été effectuées spécifiquement si les séquences ne pouvaient pas être liées à un taxon de la liste

précédente. Le tableau des données brutes peut être consulté en annexe (Annexe 9, page 307).

1.3.6. Analyse des données

Les données palynologiques, carpologiques et moléculaires correspondant à la couche de surface de 0-2 cm de profondeur ont été analysées et comparées aux données moyennes des inventaires végétaux. Pour chaque donnée des proxy, une transformation de Hellinger a été appliquée sur les abondances des restes (nombre de restes par volume de sédiment). La distance de Hellinger permet d'accorder un poids faible aux variables peu représentées ou absentes. Les données ont fait l'objet d'analyses statistiques de similarité, à savoir des Analyses en Composantes Principales (ACP) par taxon et par site et des analyses hiérarchiques afin d'organiser les résultats et de constituer des groupes homogènes présentant des caractéristiques communes. Les données ont été traitées avec le logiciel R (3.2.2) en utilisant les packages ade4 (Thioulouse *et al*. 1997) et vegan (Dixon 2003).

L'identification floristique (rangs de la famille, genre, espèce) varie d'une spécialité à l'autre. Dans la perspective des comparaisons et des croisements des données produites par l'analyse des bio-marqueurs, nous avons constitué une liste homogène des taxons (Figure 13). Pour chaque taxon identifié par les marqueurs de végétation nous avons associé un standard (Annexe 10, page 308). Cette liste a été constituée à partir de nos connaissances et de nos remarques. Elle ne s'applique qu'au cadre de nos recherches (Annexe 10, page 306), et pourra être modifiée lors de prochaines recherches. Par ailleurs, les taxons ont été associés à des groupements écologiques établis sur les bases de la phytosociologie (Landolt 1977 ; Ellenberg 1979, 1992 ; Julves 1998). Au total, six groupes de végétation ont été constitués : les hydrophytes (plantes strictement aquatiques), les hélophytes (plantes dont les parties basales se développent en eau une partie de l'année), les amphiphytes (plantes supportant indifféremment les conditions inondées ou exondées), les plantes des milieux riverains, celles des milieux terrestres et un groupe non précisé en raison du manque de précision de l'identification floristique. Ce classement de la végétation reste discutable compte tenu de l'ubiquité de certains taxons.

Dans le cadre de ce travail – dont l'objectif est d'établir une comparaison entre la végétation de la zone en eau du chenal et les marqueurs de végétation – seuls les groupes des plantes des milieux humides (hydrophytes, hélophytes et amphiphytes) ont été considérées. Il ne sera pas fait mention des plantes des ripisylves et des milieux terrestres, compte tenu des différences structurelles de ces communautés végétales. Nous sommes conscients que ces milieux riverains participent néanmoins à l'écosystème de la zone fluviale, c'est pourquoi ils feront l'objet de recherches ultérieures qui permettront d'instrumenter plus en détail ces associations végétales des bords du chenal et leurs relations avec la zone en eau.

Typologie	Liste homogène	Relevé de végétation humide	Relevé de végétation des Rives	ADN	Pollen	Macro-reste
Hydrophyte	Ceratophyllum demersum	cera_dem		Ceratophyllum	CERATOPHYLLUM?	Ceratophyllum demersum
Hydrophyte	Chara					Chara sp.
Hydrophyte	Chara gymnophylla	chara_gymn				
Hydrophyte	Chara major	chara_maj				
Hydrophyte	Chara vulgaris	chara_vul_cont				
Hydrophyte	Elodea			Elodea		
Hydrophyte	Elodea canadensis	elod_can				
Hydrophyte	Elodea nuttalii	elod_nut				
Hydrophyte	Groenlandia densa	groenl_d				
Hydrophyte	Hottonia palustris	hotto_pa		Hottonia	Hottonia type	
Hydrophyte	Hydrocharis morsus-ranae	hydroc_mor			HYDROCHARIS?	
Hydrophyte	Lemna				LEMNA	
Hydrophyte	Lemna minor	lem_minor				
Hydrophyte	Lemna minus	lem_minus				
Hydrophyte	Lemna trisulca	lem_trisu				
Hydrophyte	Myriophyllum	myrio_sp		Myriophyllum		
Hydrophyte	Myriophyllum spicatum	myrio_spi			MYRIOPHYLLUM SPICATUM	
Hydrophyte	Myriophyllum verticillatum	myrio_ver				
Hydrophyte	Nitella syncarpa	nitel_syn				
Hydrophyte	Nuphar lutea	nuphar_l		Nuphar	NUPHAR	Nuphar lutea
Hydrophyte	Nymphea				NYMPHEA	
Hydrophyte	Nymphea alba					Nymphea alba
Hydrophyte	Nymphea peltata	nymph_pe				
Hydrophyte	Nympheaceae					Nymphaeaceae
Hydrophyte	Nympheaceae				SCLERITE	
Hydrophyte	Potamogeton			Potamogeton	POTAMOGETON	Potamogeton sp.
Hydrophyte	Potamogeton coloratus	potamo_col				
Hydrophyte	Potamogeton crispus	potamo_cri				
Hydrophyte	Potamogeton lucens	potamo_luc				
Hydrophyte	Potamogeton natans	potamo_nat				
Hydrophyte	Potamogeton nodosus	potamo_nod				
Hydrophyte	Potamogeton pectinatus	potamo_pec				
Hydrophyte	Potamogeton pusillus	potamo_pus				
Hydrophyte	Potamogeton trichoides	potamo_tri				
Hydrophyte	Ranunculus aquatilis					Ranunculus aquatilis agg.
Hydrophyte	Ranunculus circinatus	ranun_cir				
Hydrophyte	Ranunculus fluitans					Ranunculus fluitans
Hydrophyte	Ranunculus peltatus	ranun_pel				
Hydrophyte	Ranunculus trichophyllus	ranun_tri				
Hydrophyte	Spirodela polyrhiza	spirod_p				
Hydrophyte	Tolypella	tolyp_sp				
Hydrophyte	Utricularia vulgaris	utricu_vul				
Hydrophyte	Zannichellia palustris	zannich_pal		Zannichellia		Zannichellia palustris
Helophyte	Acorus				ACORUS?	
Helophyte	Alisma plantago_aquatica	alisma_pl		Alisma; Luronium	ALISMA PLANTAGO AQUATICA	
Helophyte	Bidens			Bidens		Bidens tripartita
Helophyte	Butomus	butom_umb			BUTOMUS	
Helophyte	Calla palustris				CALLA PALUSTRIS?	
Helophyte	Caltha palustris	caltha_p				
Helophyte	Carex			Carex		Carex sp.
Helophyte	Carex	carex_aqua				
Helophyte	Carex acutiformis	carex_acut				
Helophyte	Carex elata	carex_el				
Helophyte	Carex flacca	carex_fla				
Helophyte	Carex panicea	carex_pan				
Helophyte	Carex pseudocyperus	carex_pseu				
Helophyte	Cyperaceae				CYPERACEAE	Cyperaceae
Helophyte	Cyperus fuscus	cyper_fusc				Cyperus fuscus
Helophyte	Eleocharis			Eleocharis		
Helophyte	Eleocharis palustris	eleoc_pal				
Helophyte	Epilobium			Epilobium	EPILOBIUM	Epilobium sp.
Helophyte	Equisetum	equis_sp				
Helophyte	Equisetum				EQUISETUM	
Helophyte	Glyceria maxima	glyc_sp				
Helophyte	Hydrocotyle vulgaris	hydroc_vul				
Helophyte	Iris			Iris		
Helophyte	Iris pseudacorus	iris_pse				
Helophyte	Juncus				JUNCACEAE	Juncaceae
Helophyte	Juncus			Juncus		Juncus sp.
Helophyte	Juncus bulbosus	junc_bulb				

Figure 13 : Extrait du listing homogène des taxons et des groupements écologiques. Le listing complet peut être consulté en annexe (Annexe 10, page 308)

1.4. Résultats

1.4.1. Palynologie

L'ACP des données des grains de pollen présente des axes à forte inertie, 47.3 % pour l'axe 1 et 13.6 % pour l'axe 2 (Figure 14).

Dans sa partie positive, l'axe 1 est essentiellement porté par *Potamogeton* sp. (contribution > 10 %). Dans une moindre mesure, *Equisetum*, Juncaceae et *Calla palustris* contribuent également à cet axe (contribution < 5 %).

Dans sa partie négative, l'axe 1 est fortement contraint par les sclérites de Nympheaceae (contribution > 70 %). Ces sclérites peuvent être associées aux pollens de *Nuphar lutea* qui apparaîssent de manière discrète (< 5%).

L'axe 2 est caractérisé dans sa partie positive par les abondances de *Lemna* (contribution > 40 %) associées aux *Typha angustifolia/Sparganium* et *Polygonum* type *hydropiper* (contribuant respectivement à 10 % et < 5 %).

Dans sa partie négative, l'axe 2 est principalement porté par les Cyperaceae (contribution > 30 %) qui est une famille de plantes hélophytes se développant en bordures des chenaux dans des conditions relativement pauvres en éléments nutritifs (méso-oligotrophes, mésotrophes).

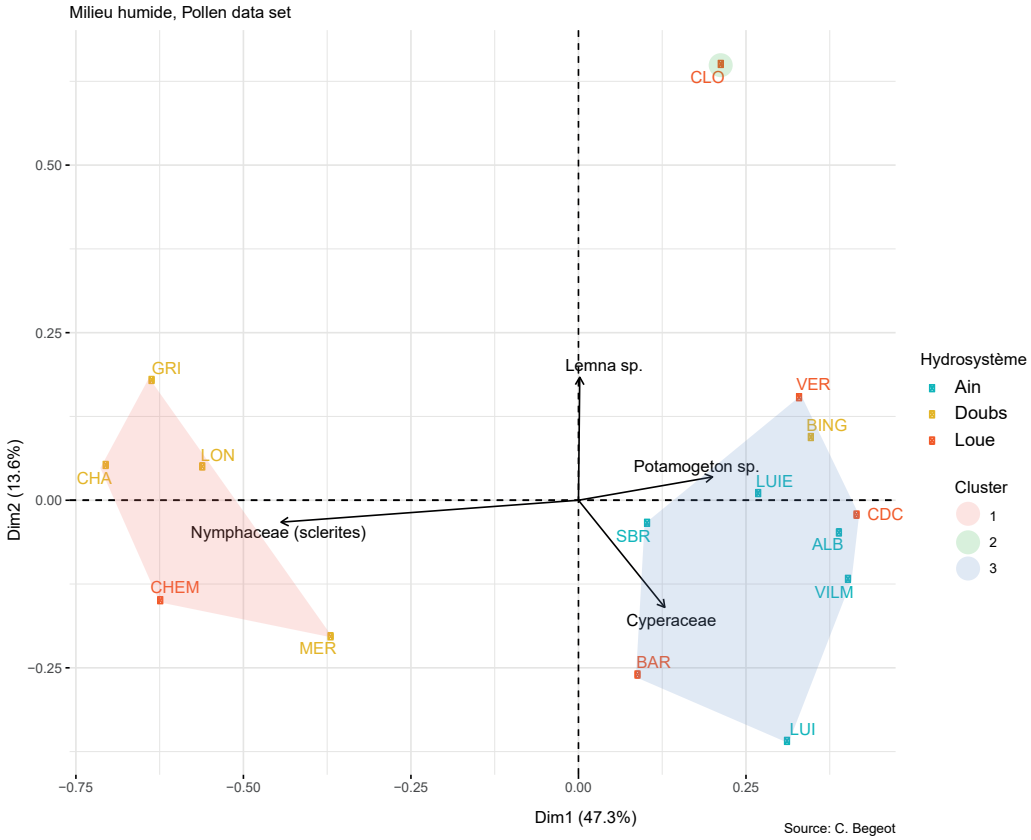


Figure 14 : Analyse en Composantes Principales des abondances des grains de pollens. (Variables = taxons, observations = sites, données = abondance en nombre de grains/cm^3)

1.4.2. Carpologie

L'ACP des macro-restes végétaux montre une inertie de 26.9 % pour l'axe 1 et 19 % pour l'axe 2 (Figure 15).

L'axe 1 est très majoritairement porté dans sa partie positive par *Callitriche* sp (> 60 %) en association avec de discrètes *Lycopus europaeus* (< 5 %). La partie négative de l'axe 1 est caractérisé par *Potamogeton* sp. et *Nuphar lutea* (< 5 %)

L'axe 2 est porté dans sa partie positive par *Juncus* sp. (> 40 %), *Chara* sp et *Carex* sp. (respectivement < 5%). Dans sa partie négative, l'axe 2 est porté par *Rorippa amphibia* (>30%) et *Ceratophyllum demersum* (>10%).

R. amphibia est une plante vivace hélophyte mésotrophe des bords de rivières se développant sur sols régulièrement inondés de faible profondeur d'eau. *Ceratophyllum demersum* est une plante vivace hydrophyte et non ancrée dans le substrat caractéristique des milieux eutrophisés en eaux stagnantes moyennement profondes (50 à 300 cm).

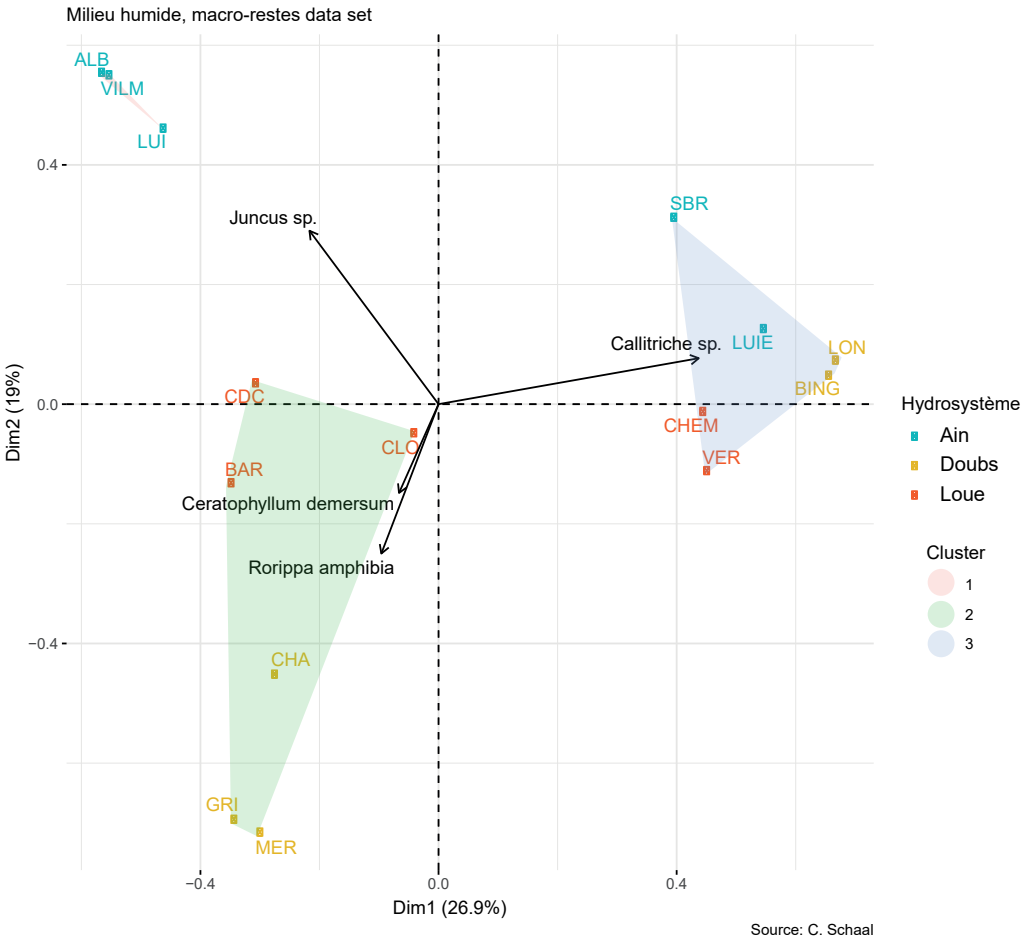


Figure 15 : Analyse en Composantes Principales des abondances des macro-restes végétaux. (Variables = taxons, observations = sites, données = abondance en nombre de restes/cm^3)

1.4.3. Génomique

L'ACP des séquences ADN présente des axes à forte inertie : 40.2 % pour l'axe 1 et 28.5 % pour l'axe 2 (Figure 16).

L'axe 1 est fortement contraint dans sa partie négative par *Nuphar lutea* (> 60 %) et dans sa partie positive par *Callitriche* sp (> 30 %).

L'axe 2 est également contraint dans sa partie négative par *Callitriche sp.* (> 40 %) et dans sa partie positive par l'assemblage de *Potamogeton* sp. (> 20 %), *Zanichellia palustris* (> 5 %), et *Myriophyllum* (> 5 %). Ces taxons hydrophytes signalent une eutrophisation (meso-eutrophe) du milieu en eau moyennement profonde entre 1 et 3 m. et ensoleillée.

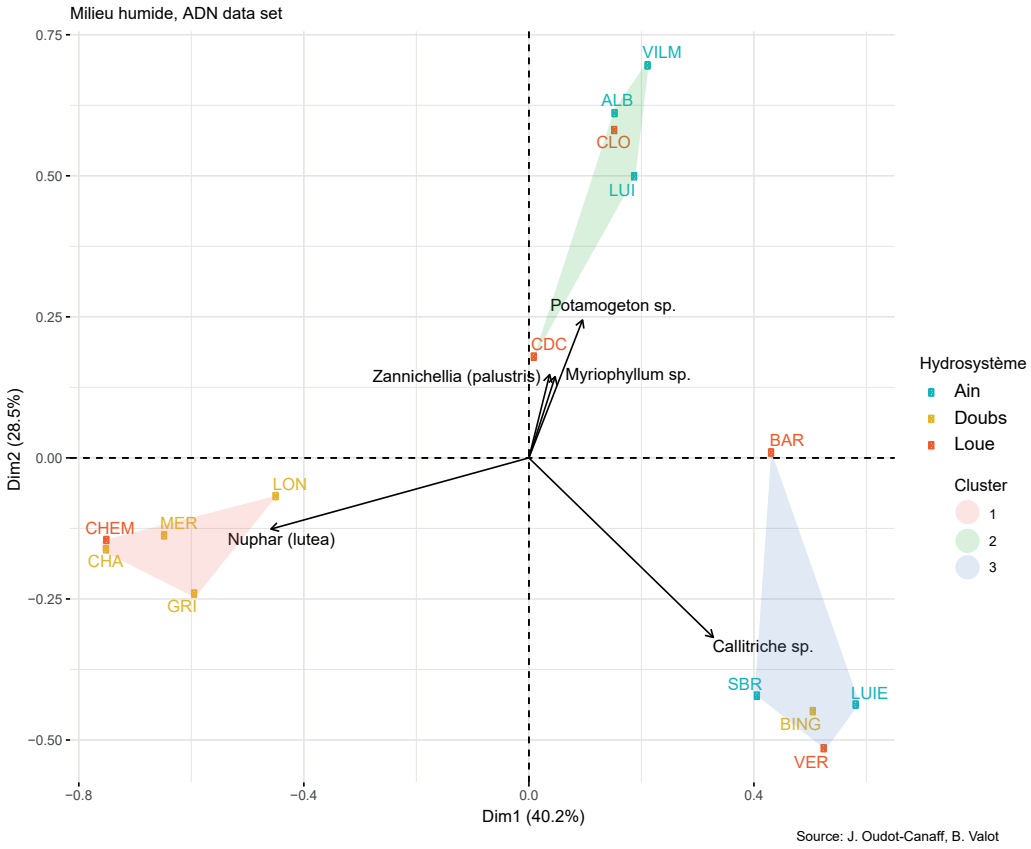


Figure 16 : Analyse en Composantes Principales des abondances des séquences ADN. (Variables = taxons, observations = sites, données = abondances des séquences/cm^3)

1.4.4. Relevés de végétation

L'ACP des relevés de la végétation montre une inertie de 28,9 % sur l'axe 1 et de 15,3 % sur l'axe 2 (Figure 17).

La partie négative de l'axe 1 est fortement conditionnée par la présence de *Nuphar lutea* (> 45 %). Le nénuphar jaune est une plante vivace hydrophyte des eaux calmes ou stagnantes, d'une profondeur entre 50 et 200 cm, calcaires et ensoleillées. Ses larges feuilles d'environ 20 cm sont flottantes ou émergentes, ses racines et rhizomes sont ancrés dans le substrat méso-eutrophe argileux suffisamment riche en matière organique.

La partie positive de l'axe 1 souligne l'importance des sites à *Berula erecta* (> 10 %), et dans une moindre mesure à *Juncus articulatus* (> 5 %) et à *Carex elata* (> 5 %). Ces espèces - amphiphytes pour les deux premières et hélophytes pour *Carex elata* - sont caractéristiques des communautés végétales mésotrophes à méso-eutrophes des bordures de cours d'eau à débit faible, frais et peu profonds entre 0 et 60 cm, sur substrat calcaire à tourbeux.

L'axe 2 est essentiellement portée dans sa partie positive par des sites caractérisés par *Lemna minor* (> 10 %). La petite lentille d'eau est une plante annuelle hydrophyte flottante non fixée dans le sol dont les feuilles sont de petites dimensions de l'ordre du centimètre. Cette plante mésotrophe se développe en eaux lentes à stagnantes d'une profondeur maximale de 2 à 5 m, ensoleillées et riches en matière organique et nitrates. Deux autres espèces contribuent à l'axe 2 dans la même direction que *Lemna*, il s'agit de *Spirodela polyrhiza* (> 5 %) et *Callitriche stagnalis* (> 5 %), dont les caractéristiques écologiques sont similaires.

1.4.5. Ensemble des marqueurs

Les données obtenues par l'ensemble des ACP peuvent être réunies à l'aide d'une Analyse Factorielle Multiple. Cette AFM dont l'inertie est égale à 28.7 % pour l'axe 1 et 19.9 % pour l'axe 2, fait apparaître trois groupes principaux (Figure 18).

Cluster 1 : les sites de Charrette (CHA), Mératon (MER), Grimonts(GRI), Chemillière (CHEM) et Longepierre(LON) sont principalement caractérisés par les restes de *Nuphar lutea* dont les sclérites, ainsi que par *Rorippa amphibia* et *Ceratophyllum demersum*. Cet ensemble est caractérisé par des habitats mesotrophes à eutrophes constamment ennoyés sous 50 à 300 cm d'eau.

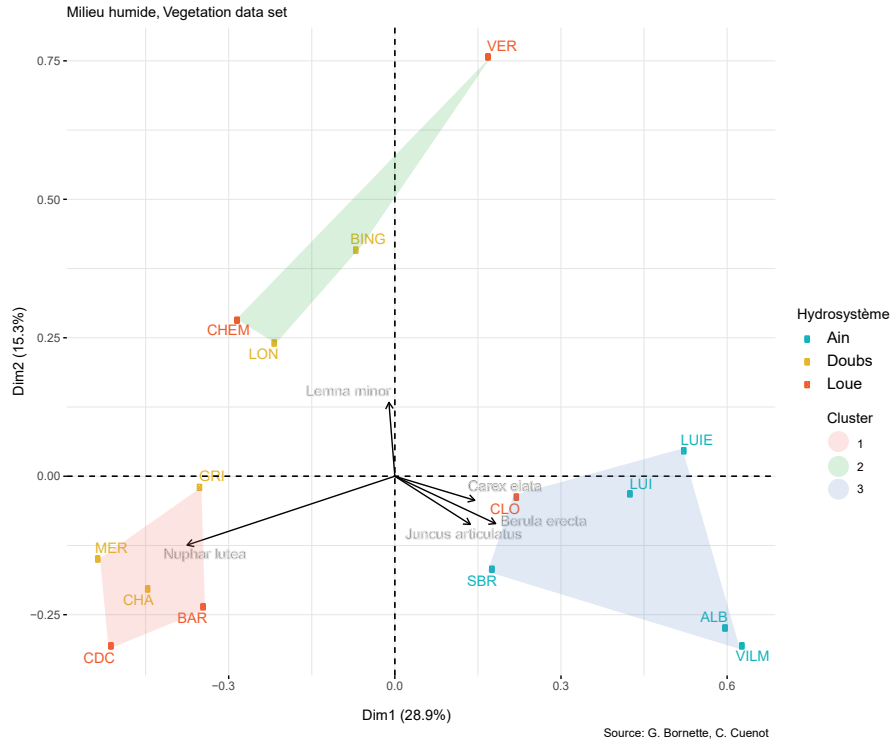


Figure 17 : Analyse en Composantes Principales des relevés de la végétation humide (Variables = taxons floristique, observations = sites, données = moyenne des abondances selon Braun-Blanquet)

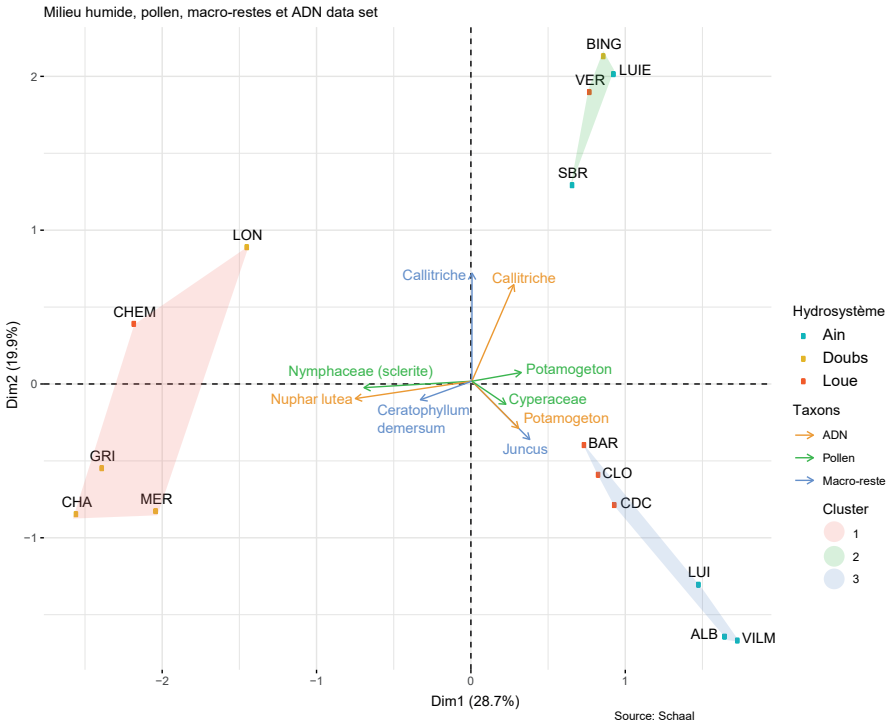


Figure 18 : Analyse Factorielle Multiple des trois bio-marqueurs du sédiment (pollens, macro-restes, ADN). Variables = taxons, observations = sites

Cluster 2 : les sites de Sousbresse (SBR), La Verne (VER), Bras des Inlgats (BING) et Luizard est (LUIE) sont pour l'essentiel conditionnés par la présence des *Callitriche* et des *Lemna*. Les conditions écologiques qui en ressortent sont quasiment identiques à celles du cluster 1 avec une tendance plus eutrophe liée à un début d'atterrissement des chenaux.

Cluster 3 : les sites de Baraquier (BAR), Le Clos (CLO), Champs des creux (CDC), Luizard (LUI), Albarine (ALB) et Vilette amont (VILM) présentent un profil similaire avec notamment des présences de *Potamogeton*, de Cyperaceae et de *Juncus*. Les conditions écologiques relatives à ces assemblages sont de types mésotrophes à eutrophes avec des hauteurs d'eau relativement faibles, correspondant à une phase d'atterrissement et des sols riches en nitrates.

Nous avons réalisé des corrélations à l'aide du Test de Fisher à partir des tableaux de contingences de chaque analyse statistique précédente. Prises de manière indépendante, les corrélations entre les relevés de végétation et les bio-marqueurs pollens et ADN ne sont pas significatives. Seule la corrélation entre les relevés de la végétation et les macro-restes végétaux est pertinente avec une p-value <0.05. La corrélation entre l'assemblage des trois bio-marqueurs et les relevés de la végétation est relativement bonne avec une p-value égale à 0.052:

- végétation/pollen, p-value = 0.1548
- végétation/macro-reste, p-value = 0.0007
- végétation/ADN, p-value = 0.1223
- végétation/pollen-macro-reste-ADN, p-value = 0.0527

Sur l'ensemble des 15 chenaux étudiés, 4 sites analysés par les proxy du sédiment se trouvent en dehors des groupements de sites établis à partir de la végétation. Il s'agit de CDC, BAR, SBR et LUIE. D'après les marqueurs du sédiment, CDC et BAR présentent des profils écologiques en phase d'atterrissement et de faible profondeur d'eau, tandis qu'en termes de végétation ils appartiennent au grand méandre à nénuphar. SBR et LUIE sont caractérisés selon les marqueurs par des habitats à *Callitriche* tandis qu'ils sont classés en termes de végétation dans le cluster en phase d'atterrissement.

1.4.6. Biodiversité

Dans le but de comparer les enregistrements de la biodiversité floristique entre la flore et les bio-marqueurs, la richesse taxonomique des communautés de plantes aquatiques et humides a été calculée. Premièrement pour chaque marqueur (ADN, macro-restes, pollens et flore) et deuxièmement de manière combinée pour l'ensemble des marqueurs du sédiment (Figure 19). Lors du décompte des taxons pour l'ensemble des 3 bio-marqueurs, nous avons fait attention à la redondance de l'information : un même taxon identifié par deux ou trois proxy n'a été compté qu'une seule fois.

La médiane de la richesse taxonomique obtenue par chacun des bio-marqueurs du sédiment est inférieure à 5 taxons/site, tandis que celle calculée pour les relevés de la flore est supérieure à 7 taxons/site. Les écarts observés entre chaque proxy et les relevés de la végétation sont donc importants. Les proxy pris isolément renseignent deux à quatre fois moins de taxons que les relevés de la végétation. En revanche, la richesse taxonomique combinée des trois marqueurs du sédiment est approchante à celle des relevés la végétation.

L'analyse de la richesse compilée pour l'ensemble des marqueurs (pollens-macro-restes-ADN) permet de relever des détails en fonction des trois sous-groupes écologiques de plantes humides :

- les hydrophytes présentent une richesse taxonomique combinée proche de celle de la végétation existante (les box-plots se superposent en partie) ;
- la richesse des hélophytes de l'ensemble des marqueurs compilés est supérieure à celle de la flore actuelle ;
- inversement, le groupe des amphiphytes présente une richesse inférieure à celle de la flore actuelle.

1.4.7. Composition de la végétation humide

Pour chaque marqueur, l'abondance relative des effectifs (nombre de restes/volume de sédiment et moyenne et relevés) a été calculée en fonction de chaque proxy et en fonction de chaque groupe écologique (Figure 20).

Les différences structurelles entre les marqueurs du sédiment et les relevés de la végétation sont importantes. Aucun des proxy du sédiment ne permet de reproduire le schéma structurel global de la végétation.

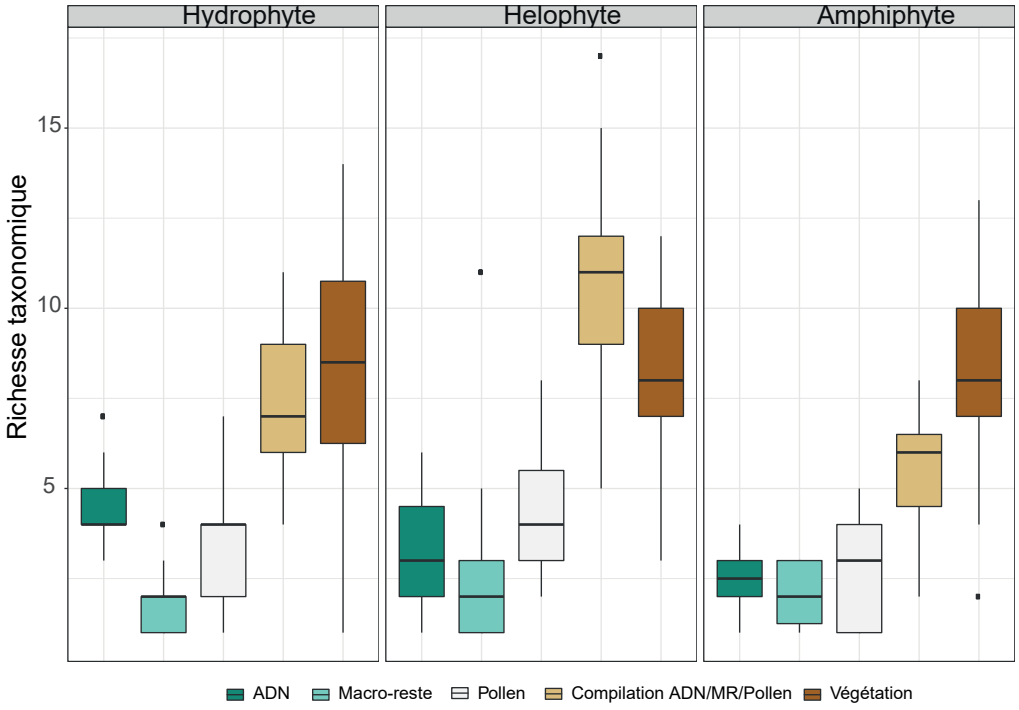


Figure 19 : Box-plot présentant la médiane, le maximum et le minimum du nombre de taxons identifiés de chaque site par les analyses génomique, carpologique, palynologique et floristique ainsi que la compilation sans redondance du total de taxons observés par les trois marqueurs du sédiment ensemble.

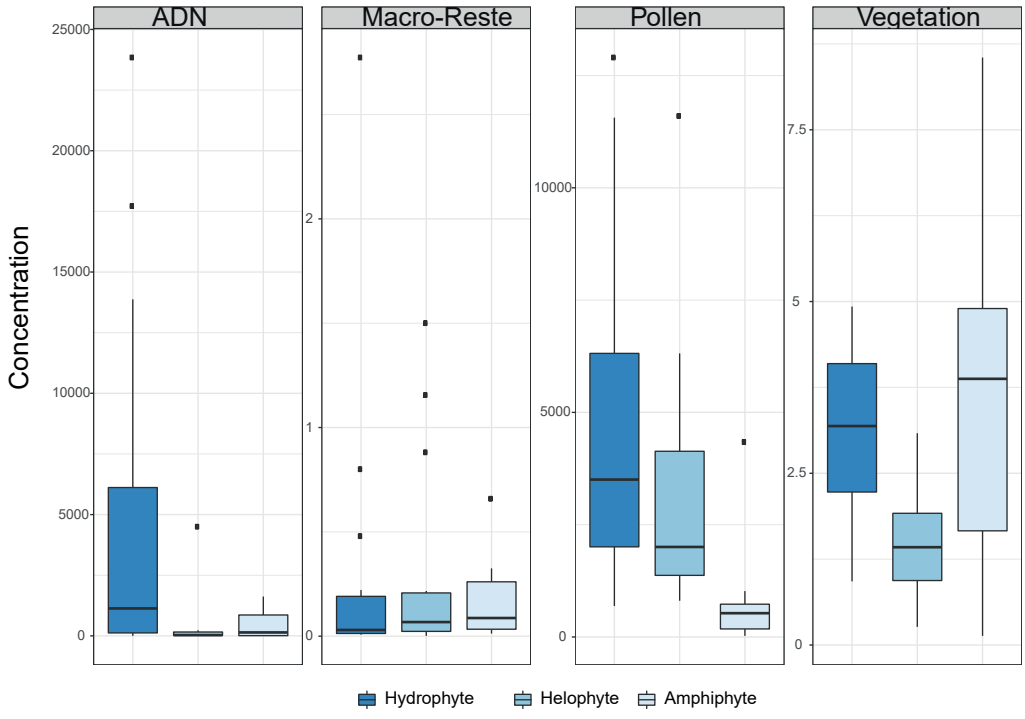


Figure 20 : Box-plot des abondances par marqueurs et groupement de végétation. Les concentrations sont en nombre de reste par cm^3 et les abondances de la flore correspondent à la moyenne des relevés par la méthode Braun-Blanquet.

1.5. Discussion

1.5.1. Représentativité de la biodiversité et de la structure de la végétation

Les études paléoécologiques sur des gisements modernes ont démontré la précision des recherches palynologiques et carpologiques en termes de résolution taxonomique et de représentativité de la biodiversité (Birks 2013 ; Dunwiddie 1987 ; Martinetto et Vassio 2010 ; Vassio et Martinetto 2012 ; Szymczyk 2012, 2016 ; Bishop *et al.* 2017). La carpologie se montre pertinente pour retranscrire la composition de la communauté végétale, en identifiant les taxons les plus abondants à un niveau taxonomique très précis (e.g. *Rorippa amphibia, Ceratophyllum demersum, Mentha aquatica*). Ces analyses suggèrent que les assemblages de plantes fossiles sont représentatifs de la composition de la végétation, mais qu'ils dépendent fortement de la nature du système hydrique dont ils proviennent (Sayer *et al.* 1999 ; Davidson *et al.* 2005 ; Rasmussen et Anderson 2005).

Bien que la plupart des plantes aquatiques puissent se reproduire par floraison et fructification, beaucoup d'entre elles ont une reproduction asexuée extensive au moyen de rhizomes et de racines. Pour la plupart des espèces aquatiques, la reproduction sexuelle est souvent secondaire à la reproduction végétative. Cependant, les plantes aquatiques produisent quand même du pollen et des graines dans le cadre de leur cycle de reproduction. Des études antérieures ont mis en évidence la faible représentation de certaines espèces dans les assemblages de végétaux fossiles, comme par exemple les *Potamogeton* qui produisent peu de semences (Birks 1973 ; Davis 1985 ; Davidson *et al.* 2005 ; Zhao *et al.* 2006). De même, les plantes entomophiles, comme les Nympheaceae, ont à la fois une faible production de pollens et de graines qui sont par ailleurs volumineuses et consommées par les canards (Faegri et Iversen 1989). Dans le cadre de notre étude, nous avons noté que très peu de grains de pollen et de semences de *Nuphar lutea*, ont été identifiés, en dépit de l'importance de cette espèce dans la végétation établie. Les abondances de ces plantes sont donc sous-représentées dans les diagrammes des marqueurs fossiles et rendent plus difficile la reconstitution des communautés végétales des milieux humides. En outre, nous avons constaté que la représentativité des Nympheaceae était aléatoire dans les résultats de nos analyses. Certains sites comme les Baraquiers (BAR) et Champs des Creux (CDC) ont un fort recouvrement de nénuphars qui n'est enregistré par aucun des marqueurs alors que les sites de Chemilière (CHEM) et Longepierre (LON) ont un recouvrement moindre. Nous nous interrogeons alors sur la question de l'adéquation entre la période d'installation de ces nénuphars sur les sites et la chronologie des échantillons de sédiment. Les sclérites de Nympheaceae ont fourni des résultats interprétables qui démontrent tout leur intérêt dans ce type d'analyse (Marotte *et al.* 2012). Les cicatrices abscission foliaire de Nympheaceae sont également exploitables par la carpologie (non décompté dans cette étude). Il importera alors de mieux les identifier.

Sur le même principe, certaines espèces, produisant de très nombreuses semences, sont nettement sur-représentées dans les assemblages (p. ex. *Chara* sp., *Nitella flexilis* agg., *Zannichellia palustris, Rorippa amphibia,* etc.). Ces résultats peuvent s'expliquer par l'influence de la stratégie de reproduction et de dispersion des taxons. On peut citer en exemple *Rorippa amphibia*, un taxon produisant un grand nombre de graines, qui se trouve sur-représenté dans les macro-restes par rapport aux données de recouvrement de la végétation. De même *Zanichellia palustris* peut être relativement rare dans l'environnement, mais laisser un grand nombre de semences. Une telle constatation est conforme à la stratégie de reproduction de cette espèce, qui repose principalement sur la production de graines pour l'hivernage (Kautsky 1990). C'est pourquoi les abondances des restes dans un échantillon doivent être interprétées avec précaution.

Dans la perspective de limiter les biais de représentativité, les chercheurs construisent des référentiels et des modèles numériques de représentativité du couvert végétal à partir d'analogues actuels des productions et des distances de dispersion des grains de pollen et des semences (e.g. Birks 1990 ; Sugita *et al.* 1998a, 1998b ; Nathan et Muller-Landau 2000 ; Goman 2001 ; Kunes *et al.* 2008 ; Blarquez *et al.* 2013 ; David *et al.* 2015 ; Birks *et al.* 2016). Cependant, ces modélisations sont complexes à mettre en œuvre et elles présentent des limites sous tendues par la finesse des identifications floristiques. De plus, la capacité des marqueurs à fournir une image fiable de la structure de la végétation existante diffère fortement entre les proxy. Généralement, les grains de pollen donnent une image régionale de la végétation qui englobent surtout le bassin versant, tandis que les graines et l'ADN conservés proviennent principalement d'un environnement proche de la zone de prélèvement. La carpologie est moins sensible que la palynologie aux apports de matériel végétal exogène et donne une représentation plus locale de la végétation, sur un rayon d'une centaine de mètres.

Nos constats de recherche rejoignent ceux des études antérieures, qui concluent que les macro-restes végétaux représentent de manière précise les communautés végétales locales (Zhao *et al.* 2006 ; Heggen *et al.* 2012 ; Clark *et al.* 2014 ; Birks *et al.* 2016). En outre dans le cadre de notre étude, l'analyse moléculaire s'est montrée très fidèle aux abondances relatives de la végétation présente au voisinage direct du point de carottage dans un rayon de 10 mètres. Cette méthode est performante à une échelle locale de quelques mètres car elle est peu sensible aux apports lointains de restes végétaux (Parducci *et al*. 2014 ; Thomsen et Willerslev 2015). Ainsi, en parallèle des modélisations, une autre alternative basée sur la complémentarité des indicateurs de la végétation peut être mise en œuvre pour limiter les biais de représentativité de chaque proxy. De notre point de vue, l'approche intégrée des marqueurs de végétation permettrait de reconstituer fidèlement la composition de la végétation existante en limitant les biais de représentativité. À l'avenir, cette approche multi-proxy innovantes pourra être développée pour confirmer nos résultats préliminaires.

1.5.2. Interprétations de la typologie des sites alluviaux à partir des marqueurs de végétation

1.5.2.1. Les grands méandres

La comparaison entre les données des relevés de végétation et celles des bio-marqueurs souligne une corrélation pour les sites de Mératon (MER) (Figure 21), Charette (CHA) (Figure 22) et Grimonts (GRI) (Figure 23). Ces trois grands méandres du Doubs, à forte capacité hydraulique et avec des profondeurs moyennes d'eau entre 50 et 150 cm, sont caractérisés par un groupe de végétation constitué en majorité de *Nuphar lutea*, *Rorippa amphibia* et *Ceratophyllum demersum*. Ce groupe de végétation permet d'identifier des milieux calmes en voie d'eutrophisation et soumis à des processus d'alluvionnements fluviaux lors des crues (présence de *Rorippa*). Dans ce cas, la vitesse de sédimentation peut être importante, engendrant potentiellement une bonne conservation des restes végétaux.

Dans ce groupe des grands méandres, l'analyse des relevés de la végétation intègre deux autres sites du bassin de la Loue, les Baraquiers (BAR) et Champ des Creux (CDC), tandis que l'analyse croisée des marqueurs de végétation intègre ces deux sites dans les méandres en atterrissement (cf. paragraphe suivant). Deux hypothèses sont envisageables. D'une part les données des bio-marqueurs du sédiment pourraient indiquer que BAR et CDC reçoivent, ou ont reçu, des nitrates (ce qui est visible selon les analyses chimiques), ce qui pourrait expliquer pourquoi ils ressemblent à des méandres en atterrissement alors que la végétation en place les classent dans les grands méandres à Nympheaeceae. D'autre part, la vitesse de sédimentation pourrait être limitée par l'absence d'alluvionnement. Dans ce cas, la dégradation du matériel végétal pourrait être rapide, entraînant une mauvaise conservation des restes labiles. Des phénomènes taphonomiques peuvent être à l'origine d'un écueil dans l'enregistrement des données.

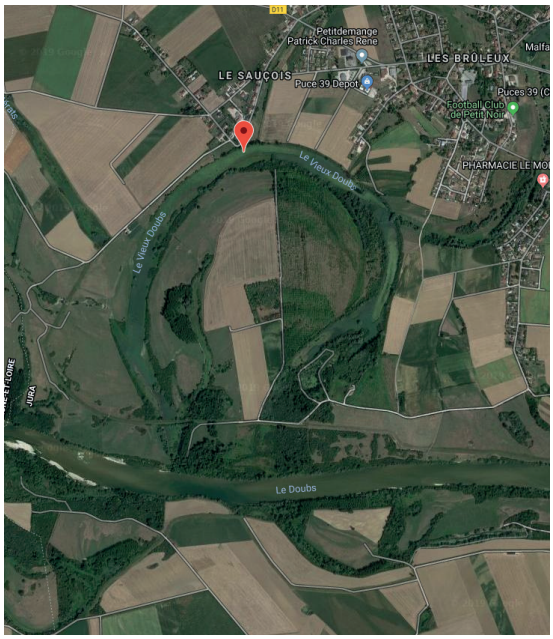


Figure 21 : Photographie aérienne du site de Mératon (MER-Doubs) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage


Le Doubs
Le Doubs
Rue de Chanet
Rue de Chanet
Rue du Chanet
Rue du Chanet
Rue du

1.5.2.2. Les bras de rivière en début d'atterrissement

La confrontation des données des relevés de la végétation avec celles des bio-marqueurs souligne une bonne corrélation pour les sites de Bras des Inglats (BING) (Figure 24) et de la Verne (VER) (Figure 25). Ces deux bras de rivière en voie de forte eutrophisation (riche en ammonium d'après les analyses chimiques) sont caractérisés par un groupe de végétation à *Lemna minor* et *Callitriche stagnalis*. *Lemna* et *Callitriche* appartiennent au même habitat écologique typique des débuts de phase d'atterrissement. Ici, *L. minor* est plutôt associée à l'eutrophisation, bien qu'elle colonise tout autant les milieux non perturbés. Le signal des *Lemna* est très faible dans les marqueurs de végétation. Il est cependant renforcé par la présence des restes de *Callitriche* confirmant l'atterrissement des chenaux. Ces bras sont fréquemment parcourus par les crues avec des vitesses suffisantes pour provoquer l'érosion des sédiments et la fragmentation des végétaux. Ces perturbations empêchent potentiellement l'expression d'espèces eutrophes non fixées à croissance plus lente (e.g. *Ceratophyllum*, *Nuphar-Nymphea*) qui colonisent les milieux calmes eutrophes. Ici, la conservation pourrait dépendre de la trophie du milieu et l'érosion provoquerait une forte perte des restes fossiles.



Figure 24 : Photographie aérienne du site du Bras des Inglats(BING-Doubs) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage



Figure 25 : Photographie aérienne du site de la Verne (VER-Loue) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage

1.5.2.3. Les bras en fin d'atterrissement

Les données des relevés de la végétation comparées aux données des bio-marqueurs font ressortir une dernière corrélation pour trois sites du bassin de l'Ain : Albarine (ALB), Villette amont (VIL), et Luizard (LUI) et un site du bassin de la Loue : le Clos (CLO). Ces sites sont caractérisés par un groupe de végétation à *Berula erecta*, *Carex elata*, *Juncus articulatus* et *Potamogeton*. Ce groupe oligo-mésotrophe est significatif des tourbières alcalines de profondeurs variables et alimentées par les eaux souterraines. La conservation des restes est meilleure dans ce type d'habitats. Nous avons constaté une meilleure concordance et représentativité des restes labiles (macro-restes et ADN). Rappelons que ces milieux sont menacés par le boisement et l'assèchement et qu'une meilleure compréhension de leur histoire et de leur fonctionnement par le biais des analyses paléoécologiques pourrait accompagner des interventions de la part des gestionnaires.

1.6. Conclusion

Cette étude combinée des marqueurs végétaux du sédiment par les approches palynologique, carpologique et moléculaires a permis de restituer significativement la végétation actuelle, le fonctionnement des sites et leurs contextes environnants. L'alliance de ces trois outils s'est révélé pertinente pour restituer une image fidèle de la végétation en contexte fluvial comme cela a été montré en milieu lacustre (Feurdean et Bennike 2008 ; Jørgensen *et al*. 2012 ; Pedersen *et al*. 2013). Les trois méthodes ont montré une forte complémentarité qui améliore nos capacités d'analyse des peuplements des zones humides de basse vallée. Les biais et limites de chaque méthode rendent pertinente leur utilisation coordonnée.

Des études récentes ont mis en évidence le potentiel pour évaluer le développement et la dynamique à long terme de la végétation submergée (Sayer *et al.* 1999 ; Odgaard et Rasmussen 2001 ; Dieffenbacher-Krall et Nurse 2005 ; Davidson *et al.* 2005 ; Rasmussen et Anderson 2005). L'évolution des communautés végétales, reflétée dans les registres fossiles, permet par exemple d'enregistrer les variations des niveaux d'eau et de l'état nutritionnel des milieux (Battarbee 2000 ; Bogaart *et al.* 2003). De cette façon, l'approche paléoécologique visant à reconstituer les communautés végétales aquatiques passées pourrait fournir des évaluations quantitatives à haute résolution des changements environnementaux. Les données à long terme pourraient aider à déterminer la nature des changements au fil du temps afin d'établir des bases pour conseiller les stratégies de gestion écologique.

L'interdisciplinarité constitue un axe de travail novateur en paléoécologie. L'intégration des marqueurs carpologique, palynologique et moléculaire s'est révélée efficace pour limiter les biais de représentativité. La carpologie et la biologie moléculaire ont apporté de la finesse et du détail aux résolutions de la palynologie. Désormais, il s'avère indispensable d'engager systématiquement l'analyse des macro-restes végétaux et des séquences génétiques lors des recherches paléoécologiques en contexte de rivière. À l'avenir, nous envisageons d'associer à cette approche intégrée de nouveaux marqueurs. Par exemple, l'étude des diatomées (micro-algues), utilisée pour surveiller la santé des écosystèmes d'eau douce (car les diatomées se reproduisent rapidement et réagissent de manière sensible aux changements environnementaux), pourrait venir compléter et augmenter la résolution de nos analyses.

2. Reconstitution de la dynamique de végétation d'un paléoméandre subactuel du Doubs à l'aide de marqueurs carpologiques, palynologiques et génétiques

Ce chapitre a fait l'objet d'une publication en 2019 dans un Hors-série de la revue *Bourgogne-Franche-Comté Nature* (Annexe 12, page 310).

C. Schaal, C. Bégeot, J. Oudot-Canaff, Q. Cuenot, B. Valot, E. Gauthier, G. Bornette - 2018 - Reconstruction de la végétation actuelle et passé d'un méandre du Doubs à l'aide de marqueurs carpologiques, palynologiques et génétiques. VIe Colloque international du Groupe d'Histoire des Zones Humides. *Bourgogne-Franche-Comté Nature*. Hors-série 16-2018, p.29-38

2.1. Introduction

Les recherches paléoécologiques visent à reconstituer le fonctionnement des écosystèmes passés, et notamment la dynamique temporelle des habitats et des communautés vivantes (Figure 26).

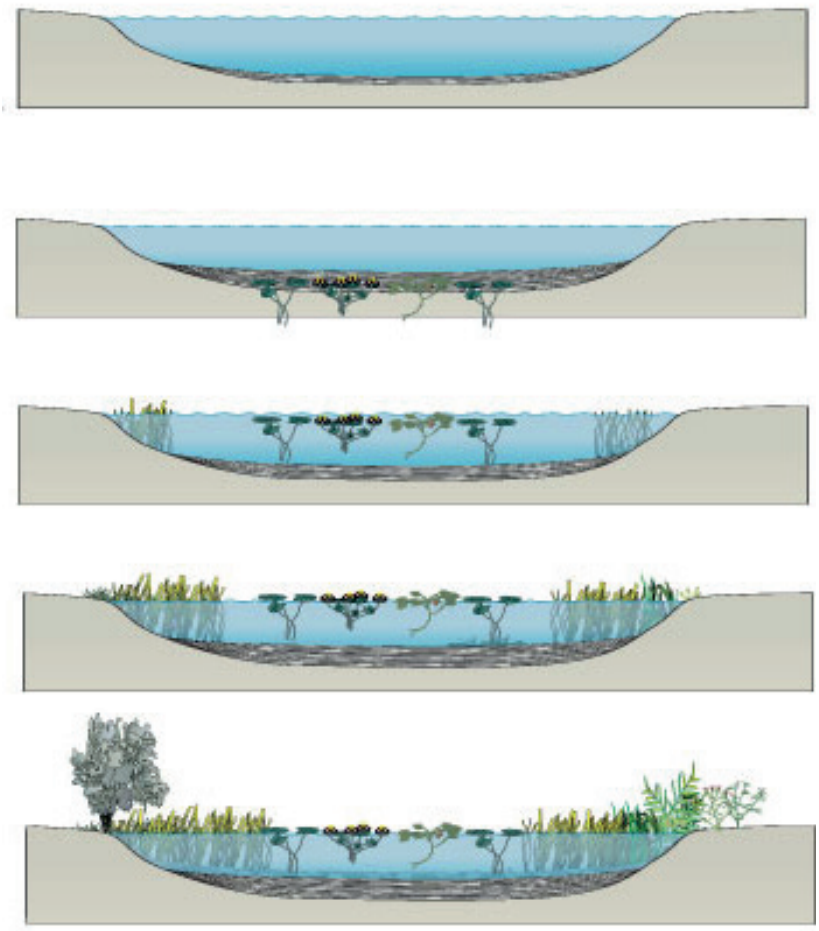


Figure 26 : Schéma d'une dynamique théorique de comblement d'un chenal par la végétation. La chronologie est de haut en bas. http://sciencebitz.com/?page_id=41

Les études paléoenvironnementales sont abondantes dans les milieux lacustres et tourbeux, dans lesquels les dépôts sédimentaires couvrent de longues périodes (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'années) et dont les caractéristiques physico-chimiques (anoxie, pression) favorisent la conservation des restes biologiques. En système alluvial, les archives sédimentaires sont encore peu explorées et peuvent être complexes à appréhender (fenêtre temporelle plus étroite, remobilisation sédimentaire lors des crues, oxydation des sédiments, abondance de la faune bioturbatrice) (Bornette *et al.* 1998 ; Corenblit *et al*. 2015). Néanmoins, des études menées dans des paléochenaux de rivières - pouvant rester en eau pendant plusieurs siècles après leur recoupement - ont montré que ces archives pouvaient être de qualité suffisante pour être exploitées (Jurasz et Amoros 1991 ; Salvador *et al*. 2005 ; Ejarque *et al.* 2015).

Les plaines alluviales se caractérisent par une très forte pression anthropique, du fait de l'exploitation des ressources hydrologiques (pompages, endiguements, aménagements hydrauliques), de la pression agricole, de l'urbanisation intensive, et de leur utilisation comme corridors pour le transport fluvial ou terrestre. À ce titre, les sociétés humaines ont fréquemment modifié ces hydrosystèmes, parfois jusqu'à altérer profondément leur morphologie, leur fonctionnement et les communautés vivantes qui s'y développent (Bravard 1987 ; Thoms 2003). Les travaux systématiques de canalisation des cours d'eau ont été appliqués au milieu et à la fin du 19^{e} siècle en Europe pour répondre aux demandes de contrôle des crues, d'amélioration du drainage ou d'entretien de la navigation (Downs et Gregory 2004). Ces travaux ont entraîné des transformations considérables du paysage. La dégradation du lit peut par exemple entraîner l'abaissement du niveau des eaux souterraines adjacentes, ce qui entraîne une perte de connectivité entre les plaines d'inondation et les rivières et ainsi une tendance à la terrestrialisation des plaines inondables (Girel *et al.* 2003). En outre, de nombreux cours d'eau canalisés ont fait l'objet de travaux d'ingénierie supplémentaires au 20^{e} siècle (p. ex. barrages hydroélectriques et gravières). L'exploration des trajectoires fonctionnelles du changement devrait être utile pour anticiper les réactions après la restauration, en évaluant les potentiels avantages et limites de la réparation des canaux (Mika *et al.* 2010). La compréhension de l'histoire des impacts multiples sur des échelles spatio-temporelles fines est un défi majeur dans le contexte de la restauration actuelle des cours d'eau.

Les recherches paléoenvironnementales, et notamment la reconstitution des paysages du Passé dans les plaines alluviales, constituent un outil pertinent pour déterminer la dynamique de ces écosystèmes et mesurer l'impact des pressions anthropiques sur cette dynamique. Les méthodes de restitutions paléoenvironnementales renseignent sur les déterminants écologiques et anthropiques des biotopes anciens. L'étude des assemblages végétaux est une approche privilégiée car la végétation est un descripteur pertinent des paysages et de leurs usages. De plus, le registre fossile disponible dans les archives sédimentaires est abondant, notamment avec la présence

de nombreux micro et macro-restes végétaux qui sont classiquement étudiés pour définir les environnements. La présente étude se fixe comme objectif l'intégration de l'information fournie par les grains de pollen, les macro-restes végétaux et les fragments d'ADN présents dans le sédiment, pour transcrire l'histoire de la végétation de la zone humide d'un ancien lit de la rivière du Doubs. Cette étude repose sur la couverture taxonomique, la précision de l'identification des taxons et la fidélité de la représentation de leur abondance. Un référentiel comparatif est établi à partir de l'état de la végétation actuelle aux abords proches et dans le méandre. Ces travaux vont permettre d'étudier l'évolution de la végétation du chenal, de la fin du 19e siècle à nos jours soit environ deux siècles. Les recherches confronteront les marqueurs botaniques avec le fonctionnement de la zone humide (trophie, hydrogéologie, dynamique fluviale) et les archives historiques (aménagement, utilisation des terres), afin d'appréhender la dynamique fonctionnelle historique sous contrainte anthropique.

2.2. Site d'étude

Sur une grande partie de son cours, le Doubs est une rivière de plaine. La majeure partie de la basse vallée du Doubs est tapissée d'alluvions récentes, d'origine jurassienne, composés à 90 % de cailloutis grossiers à éléments calcaires dominants. Par ailleurs, l'histoire géologique de la rivière et de la région explique que des alluvions, d'origine alpine et vosgienne, soient également présentes en basse vallée (DREAL Franche-Comté, 2015).L'étude porte sur le bras mort « vieux Doubs » localisé au lieu-dit « Mératon » (46°56'11" N, 5°19'24"E) sur la commune de Petit-Noir dans le Jura, à une altitude de 177 m (Figure 27).

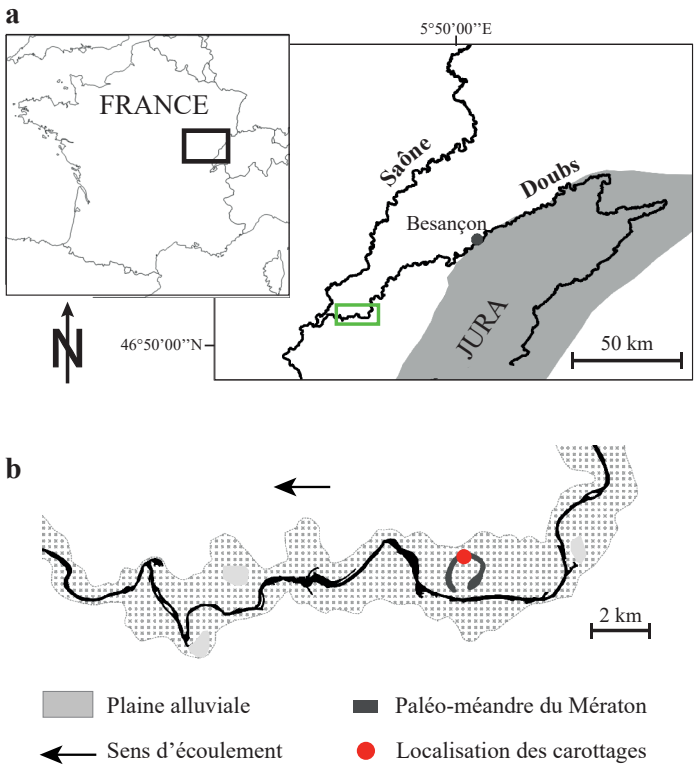


Figure 27 : (a) Localisation géographique du tronçon de la plaine alluviale où se situe le méandre du Mératon, (b) localisation du méandre dans la plaine alluviale. Q. Cuenot et C. Schaal, 2019

Actuellement, le méandre recoupé est alimenté superficiellement par la rivière seulement en période de crue. Malgré l'absence d'alimentation en basses eaux, le méandre reste en moyenne sous 1 mètre d'eau permanente au centre du chenal pendant la période estivale (Bornette et Cuenot inédit). Pour la basse vallée du Doubs, ce bras mort de plus de 3 km de linéaire est un site riche pour la flore et la faune (oiseaux, amphibiens protégés). Actuellement, le méandre, déconnecté en amont et en aval du chenal principal, tend à s'atterrir (Contrat de rivière, Vallée du Doubs et territoires associés, janvier 2014, EPTB Saône et Doubs). En 2014, le méandre du Mératon présentait une capacité hydraulique de 77.31 m^3, une sinuosité de 8.56 $m.m^{-1}$, un Δ température de 1.47 ($\pm$ 0.42) et une surface en eau de 43395 m^2 (communication personnelle Q. Cuenot).

Dès la fin du 18^e siècle, de nombreux travaux d'endiguement et d'aménagement des berges ont été réalisés afin de protéger le village de Petit-Noir des inondations (Figure 28). En 1855-1856, une digue a été construite en amont du méandre du Mératon dans le cadre de travaux du projet Polonceau afin de rectifier et de linéariser le cours de la rivière (Malavoi 2004, Sauty 2007) (Figure 29). Après ces premiers travaux, le méandre est resté en partie avale connecté avec le chenal principal du Doubs. Entre 1876 et 1882, une digue supplémentaire a été élevée à l'embouchure avale du bras ce qui a conduit à la déconnexion complète du méandre (Figure 30). Pour des questions d'harmonisation visuelle de l'orientation du méandre du Mératon, plusieurs plans cadastraux ont été retournés vers le nord (les annotations figurant sur les plans s'en trouvent inversés).

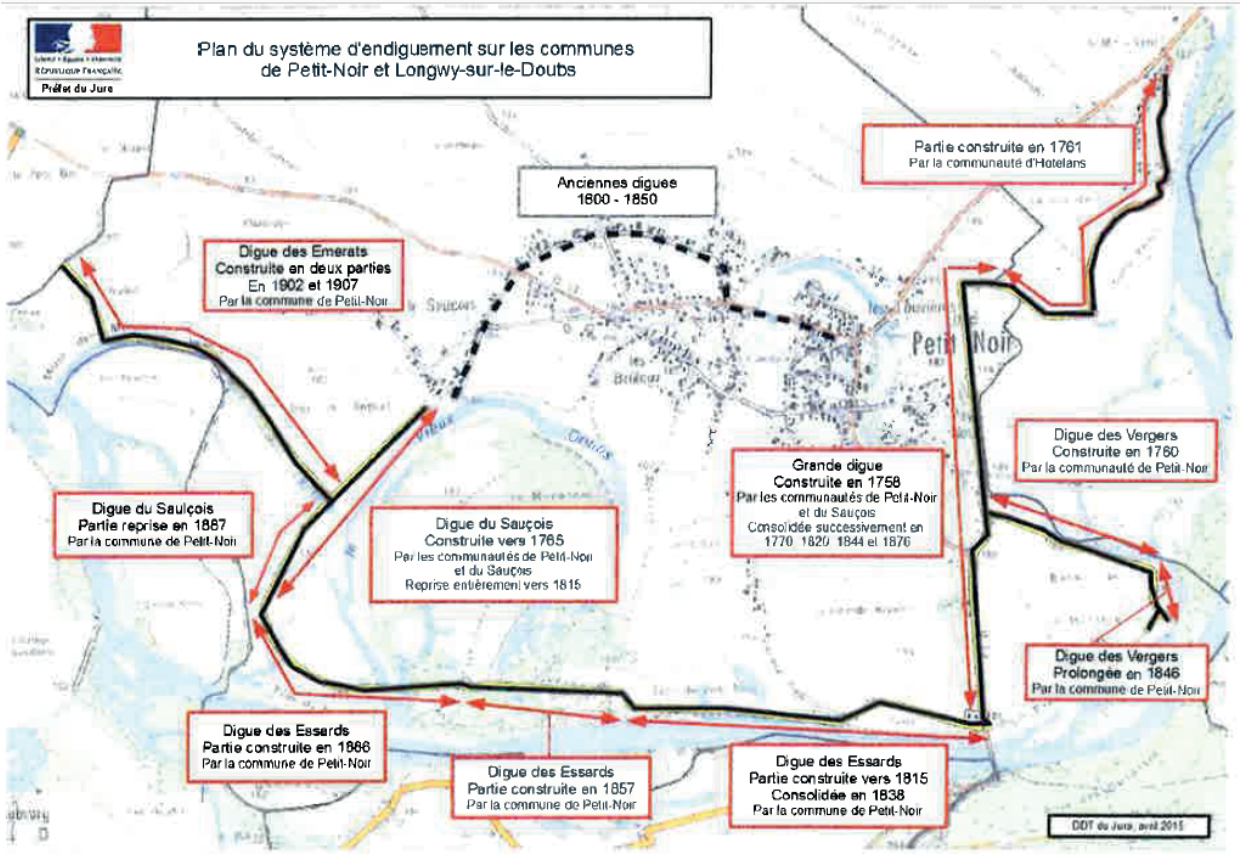


Figure 28 : Carte synthétique des aménagements du cours d'eau. Direction départemental des territoires du Jura, 2015

.

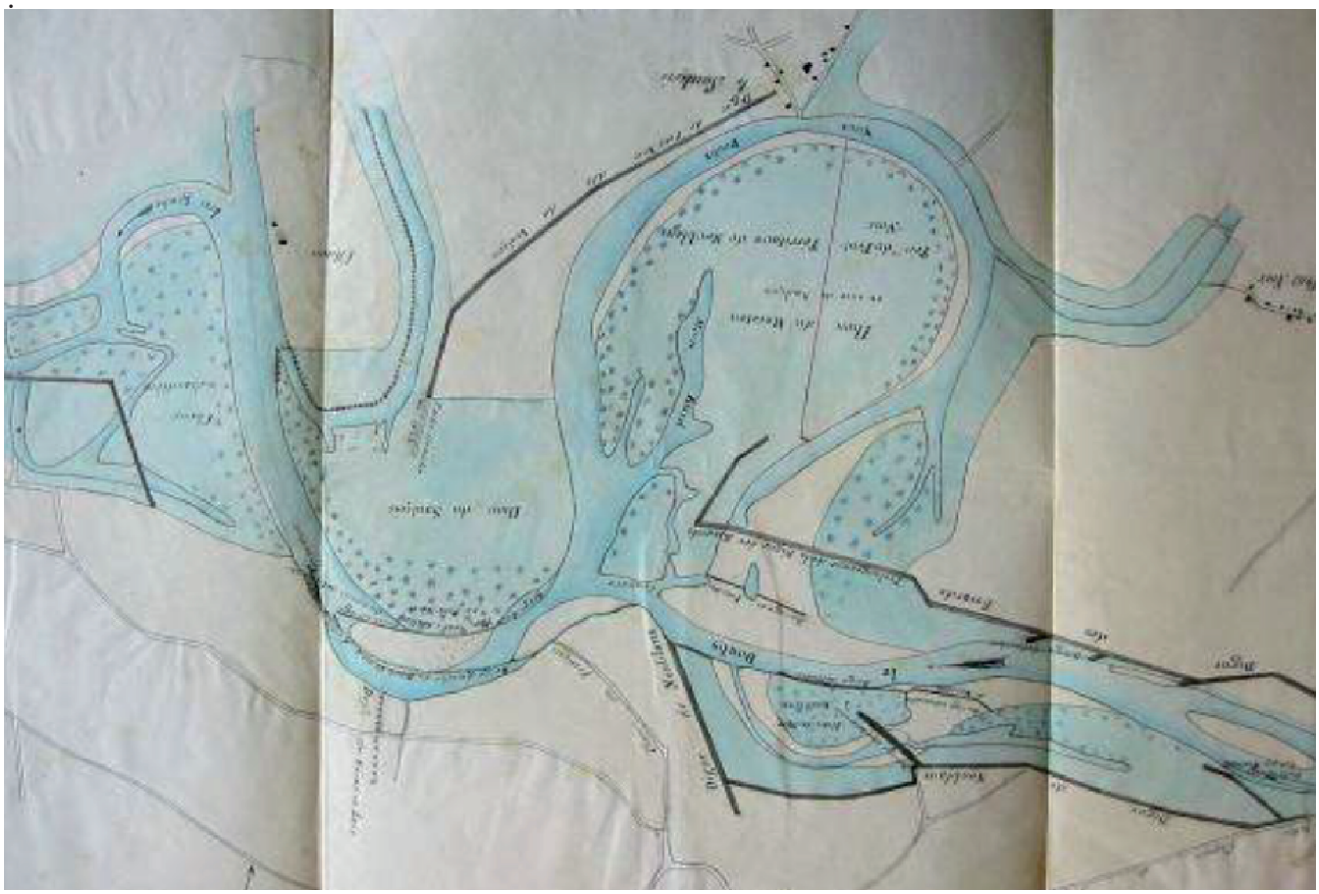


Figure 29 : Plan cadastraux de 1859. Mairie Petit Noir (Jura)

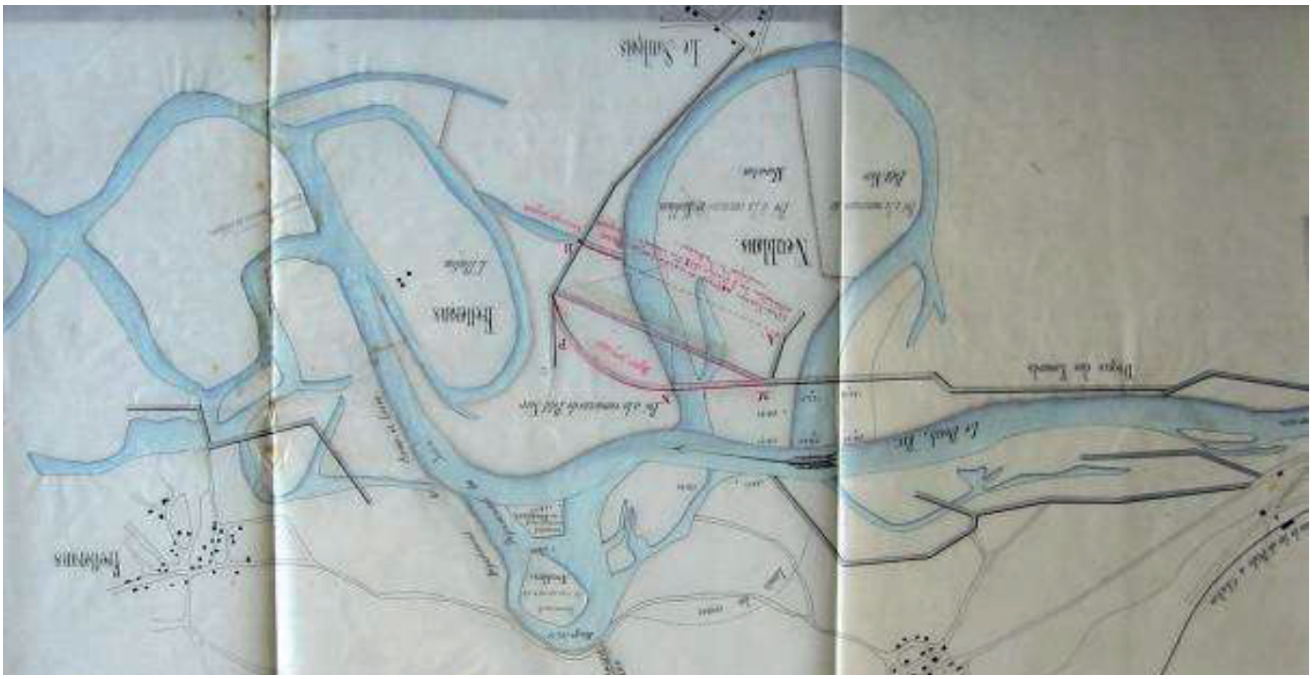


Figure 30 : Plan cadastraux de 1882. Mairie Petit Noir (Jura)

2.3. Matériel et Méthodes

2.3.1. Échantillonnage des sédiments

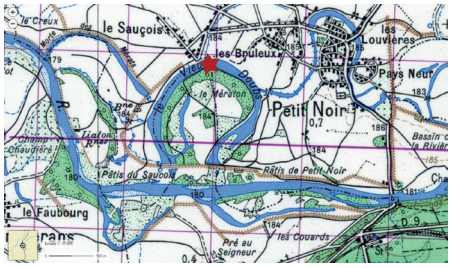


Figure 31 : Localisation des carottage sur le méandre de Mératon, étoile rouge. Fond de carte IGN

Quatre carottes de sédiments ont été prélevées dans les zones en eau situées dans la plus grande concavité du méandre (Figure 31). Afin d'échantillonner toute la hauteur des dépôts sédimentaires, nous avons utilisé un carottier d'interface Küllenberg.

Les carottes ont été soumises à une spectrophotométrie haute résolution et à des mesures de susceptibilité magnétique (intervalles de 5 mm) sur un banc de mesure (Geotek® Multi Sensor Core Logger, Besançon) (Figure 32). Les carottes ont été corrélées en fonction des variations de mesures des différents profils obtenus. Ensuite, les carottes ont été coupées en tranches de 2 cm sur toute leur longueur pour les analyses ultérieures. Les études palynologiques, carpologiques et génétiques ont été effectuées sur 11 tranches stratigraphiques.



Figure 32 : Banc du spectromètre Geotek, Laboratoire Chrono-environnement CNRS UMR6249, Besançon

2.3.2. Méthode de datation

Les carottes sédimentaires ont été datées de façon absolue en mesurant l'activité des radioéléments plomb 210 (^{210}Pb) et césium 137 (^{137}Cs). Les mesures ont d'abord été prises tous les 6 cm, puis tous les 2 cm à des profondeurs encadrant les deux pics de ^{137}Cs. Les échantillons ont été séchés à 60°C dans une étuve, puis broyés et enfin analysés par spectrométrie gamma à l'aide d'un détecteur BEGe au Germanium Hyper Pur (GeHP) planaire. À partir des deux dates obtenues (1963 et 1986), correspondant aux deux pics de ^{137}Cs observés, un modèle âge-profondeur a été construit.

2.3.3. Granulométrie et chimie du sédiment

Les 11 échantillons de sédiments ont fait l'objet d'une analyse granulométrique. La granulométrie des sédiments a été évaluée à l'aide d'un analyseur laser (Coulter LS 230). L'analyseur mesure, avec une précision inférieure à 1%, les proportions relatives d'argile (0,04-2 µm), de limon (2-50 µm) et de sable (50-2000 µm). Les échantillons ont été préparés par décarbonatation (H_2O_2) et dissolution de la matière organique (HCl). Ils ont été tamisés à 2 mm et défloculés en introduisant quelques ml d'hexamétaphosphate de sodium ($Na_6O_{18}P_6$).

La teneur en Carbone Organique Total (COT) a été mesurée par oxydation thermocatalytique (Elementar, analyseur cube TOC Vario). Les analyses ont été effectuées sur 100 mg de sédiments secs à l'aide du CNS-Analyser. Le rapport carbone sur azote (C/N) renseigne sur l'aptitude de la matière organique à se décomposer

plus ou moins rapidement dans le sol (Verneaux *et al.* 1991). Plus le rapport est élevé (>20), plus la décomposition est lente. Combinée à d'autres facteurs comme la température, l'activité organique et les flux hydrauliques, l'information fournie par le rapport C/N est essentielle dans l'étude des bio-marqueurs de végétation car elle fournit une indication sur la taphonomique du sédiment. Les échantillons ont également fait l'objet d'analyses de chimie totale par ICP-MS (spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif). L'intérêt a été centré sur le phosphore, le potassium et le calcium. Le phosphore a une fonction plastique qui favorise la constitution des cellules et donc des tissus. Le potassium a une fonction d'échange et de régulation pour maintenir la pression de turgescence des cellules et le maintien de la plante tout au long de sa croissance et lors du développement de ces fruits. Le calcium est un élément nutritif indispensable aux végétaux.

2.3.4. Analyses des bio-marqueurs végétaux

La végétation aquatique actuelle a fait l'objet de deux inventaires floristiques réalisés en novembre 2015 et juillet 2016. Ces inventaires ont été effectués dans un rayon de 100 m depuis la zone centrale le long de transects équidistants perpendiculaires à la direction de l'écoulement de l'eau. Sur chaque transect, 5 blocs, de 4 m² chacun, ont été répartis pour couvrir la surface d'eau d'une rive à l'autre. Les espèces présentes dans chaque quadrat ont été identifiées et leur abondance respective estimée en utilisant des indices de rétablissement (Braun-Blanquet 1964). Les relevés de la végétation du site de Mératon (MER) peuvent être consultées en annexe (Annexe 6, page 289). En complément, des relevés de présence-absence antérieurs à 2014 nous ont été fourni par la Société Botanique de Franche-Comté (SBFC) et le Conservatoire Botanique National de Franche-Comté (CBNFC).

L'analyse palynologique a été conduite sur les sédiments prélevés dans une carotte à un volume constant de 2,27 ml et préparés selon une méthode standard : traitements chimiques (NaOH, HCl et HF) et coloration par acétolyse. Au total, 10 échantillons palynologiques ont été analysés. Les grains de pollen, les spores et les astroscléroïdes ont été identifiés sous un microscope optique à un grossissement de 400 x à l'aide de clés de détermination, d'atlas de pollen et de spores (Reille 1992 ; Beug 2004 ; van Geel et Aptroot 2006) et de à la collection du laboratoire Chrono-environnement. De 300 (minimum) à 1000 grains de pollen et de spores ont été compté par niveau. Les abondances polliniques ont été calculées à partir de l'ajout dans les préparations d'une quantité contrôlée de spores de *Lycopodium* (Stockmarr 1971). Cette procédure permet d'estimer une concentration en abondance / cm³ de sédiment. Le listing palynologique est consultable en annexe (Annexe 13, page 322)

L'analyse carpologique a été effectuée sur des échantillons de sédiments issus de plusieurs carottes prélevées de manière quasi-jointive (afin d'augmenter de manière significative les volumes de sédiment) et corrélées stratigraphiquement à l'aide des résultats du Sédilog. Au total, 10 échantillons carpologiques ont été analysés en stratigraphie pour un volume de 150 ml chacun et un échantillon

de surface pour un volume de 740 ml. Les sédiments ont été tamisés sur une colonne de tamis de mailles 0,25 ; 0,5 ; 1 et 2 mm. Les refus de tamis ont été triés au stéréomicroscope avec des grossissements de 2 à 60 x. Les graines, les fruits, les bourgeons et certains restes végétaux comme les rameaux des plantes aquatiques ont été isolés. L'identification des macro-fossiles végétaux a été faite par comparaison avec des collections de référence (C. Schaal, Chrono-environnement, GéoArchEon) et des atlas d'identification (Berggren 1981 ; Schoch *et al*. 1988 ; Anderberg 1994 ; Cappers *et al*. 2006). Les écofacts entiers et fragmentés ont été dénombrés et stockés dans des tubes hermétiques avec un antifongique, à savoir un mélange d'éthanol et de glycérol. Le nombre de restes fragmentés a été converti en un nombre minimum d'individus selon le principe dit « au jugé » (Pradat 2015). Les abondances des macro-restes végétaux ont été calculées à l'aide de coefficients de correction pour obtenir des concentrations rapportées au nombre de restes / cm^3 de sédiment, permettant la comparaison entre les proxy. Le listing est consultable en annexe (Annexe 14, page 324).

L'analyse des marqueurs biomoléculaires des sédiments par métabarcodage a été effectuée sur 11 échantillons de 250 mg de sédiments. L'ADN a été extrait directement d'un kit sur la matrice sédimentaire (Axyprep™ MAG soil, stool and water DNA kit protocol, Axigen®). L'amplification par PCR a ensuite été réalisée sur le gène chloroplastique rbcL à l'aide des amorces Z1aF et rbcLB (Little 2014). Les amplicons ont été séquencés par la méthode Sanger (Illumina MiSeq 2x300bp). Après élimination des erreurs de séquençage, les séquences ont été assignées en utilisant comme référence une liste de 419 espèces se développant dans et autour des zones humides. Des recherches supplémentaires dans la base de données Genbank ont été effectuées spécifiquement si les séquences ne pouvaient pas être liées à un taxon de cette liste. Les abondances ont été calculées en nombre / cm^3 de sédiment (Annexe 15, page 348).

2.3.5. Documents d'archives

La recherche documentaire a porté sur les plans cadastraux des archives départementales du Jura des 19e et 20e siècles, les cartes historiques de Cassini datées de la deuxième moitié du 18e siècle et les cartes de l'État-major datées de la première moitié du 19e siècle. En complément, les photographies aériennes et satellitaires de l'Institut National d'Information Géographique (IGN) offrent des vues régulières et précises du secteur de Mératon depuis 1940. L'utilisation des documents d'archives et des photographies permettront de corréler et d'illustrer notre propos sur l'évolution des végétations de la zone humide étudiée.

2.3.6. Traitements des données

De manière générale, l'ensemble des taxons des bio-marqueurs de végétation (grains de pollen, macro-restes végétaux, séquences ADN) est assigné à de larges groupements écologiques . Cette typologie a permis de classer les résultats selon un gradient d'humidité, des plantes aquatiques aux plantes terrestres. Les données palynologiques, carpologiques et moléculaires ont été traitées et compilées chronologiquement en fonction des taxons floristiques regroupés en trois écologies principales : les plantes terrestres, les plantes de rives et les plantes aquatiques/ hélophytes. Les analyses de données ont été réalisées avec le logiciel Rstudio (1.1.463) en utilisant les packages ade4 (Thioulouse *et al*. 1997) et vegan (Dixon 2003). Les diagrammes stratigraphiques ont été créés avec le logiciel C2 data analysis v.1.7.7 (©Juggins 2014).

2.4. Résultats

2.4.1. Spectrométrie, corrélation des carottes de sédiment

Les analyses carpologiques nécessitant une quantité de sédiment importante (Antolín *et al*. 2017a, 2017b), les volumes ont été augmentés par la multiplication des carottes. Bien que prélevés sur une surface de faible rayon, soit moins de 0.5 m^2, les carottes ont dû être mises en relation pour s'assurer de leur correspondance stratigraphique. Comme précisé dans la méthode, les carottes ont été corrélées en fonction de la variation des mesures de la susceptibilité magnétique (Figure 33).

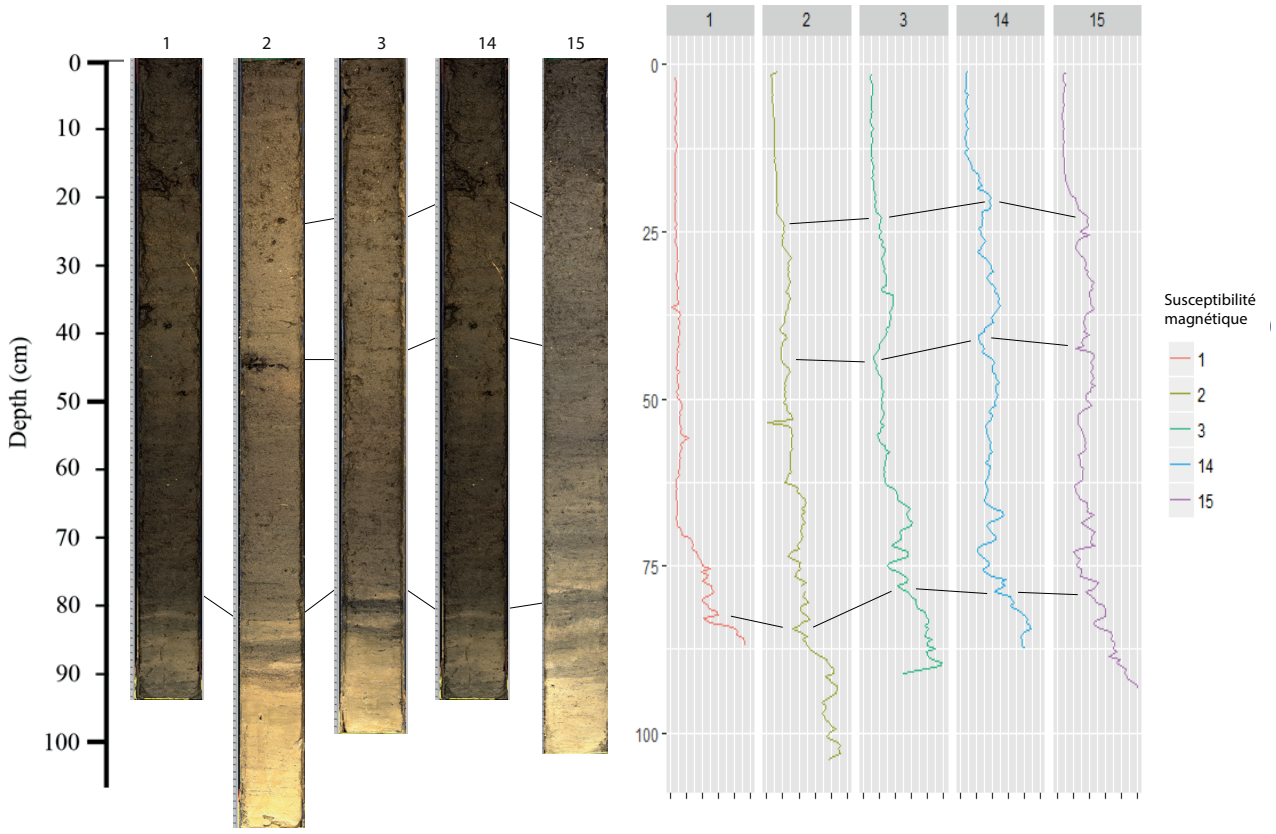


Figure 33 : Photographie des carottes de sédiment et diagramme de corrélation de la susceptibilité magnétique.
Q. Cuenot et C. Schaal, 2017

2.4.2. Chronologie, modèle âge-profondeur

Les analyses ^{210}Pb, bien que présentant une courbe régressive, ne nous permettent pas d'obtenir un calage chronologique en adéquation avec la temporalité du site. Les résultats obtenus présentent une courbe rajeunissant les échantillons (Figure 34) et t(Table 2). À contrario les résultats ^{137}Cs identifient clairement le pic des essais nucléaires des années 1960 et la catastrophe de Tchernobyl en 1986.

Le modèle âge-profondeur du site de Mératon est construit à partir de ces résultats, auxquels sont associées les dates de terminus 2014-2016 (forages) et de recoupement du chenal de 1855. Les 11 échantillons stratigraphiques analysés sont datés par corrélation du modèle d'âges.

.

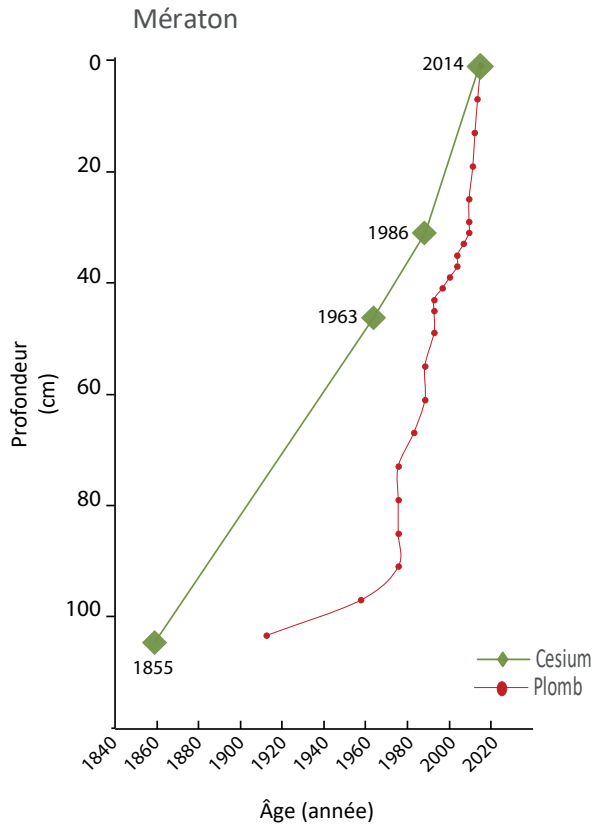


Figure 34 : Modèle âge-profondeur selon les courbes du ^{137}Cs et ^{210}Pb. 1855, date de la déconnexion du méandre. 1963, essais nucléaires. 1986, catastrophe de Tchernobyl. 2014-2016, niveau de surface

Profondeur en cm	Dates BC.
1	2014-2016
5	2010
11	2005
15	2001
21	1995
35	1979
49	1956
63	1930
77	1904
89	1882
103	1855

Table 2: Tableau des échantillons sélectionnés pour l'étude et leur corrélation chronologique à partir du modèle âge-profondeur

2.4.3. Sédimentologie et chimie du sédiment

Les analyses de la granulométrie du sédiment mettent en avant des variations entre les proportions d'argile, de limons et de sable (Figure 35). Les données soulignent l'augmentation sensible des proportions d'argile entre 1882 et 1956.

Les analyses, du rapport Carbone Total (Ct) sur Azote Total (Nt), révèlent une chute brutale entre 1855 et 1882, puis une diminution régulière entre 1855 et 2014 (Figure 36). Notons, un léger sursaut en 1979.

Le Potassium (K) présente une concentration élevée pour les périodes anciennes (Figure 37). Cette concentration, qui chute dès 1882, se stabilisera à partir des années 1956. Inversement le Calcium (Ca) augmente dès 1882, puis il se stabilise entre les années 1930 et nos jours. Le Phosphore (P) est stable entre les années 1955 et 1995, puis augmente progressivement.

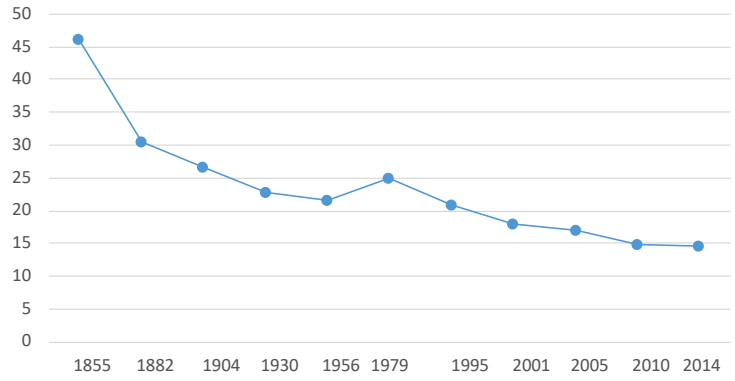


Figure 36 : Rapport carbone sur azote (C/N)

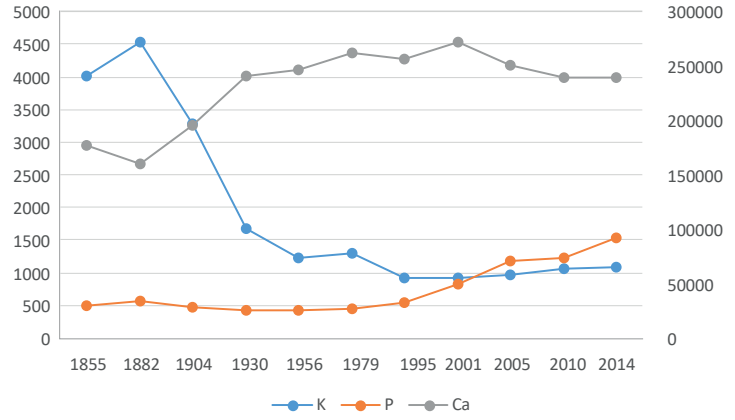


Figure 37 : Échelle de gauche : Courbe Potassium (K), Phosphore (P), échelle de droite Calcium (Ca), Analyse ICP optique (µg/g de sédiment sec)

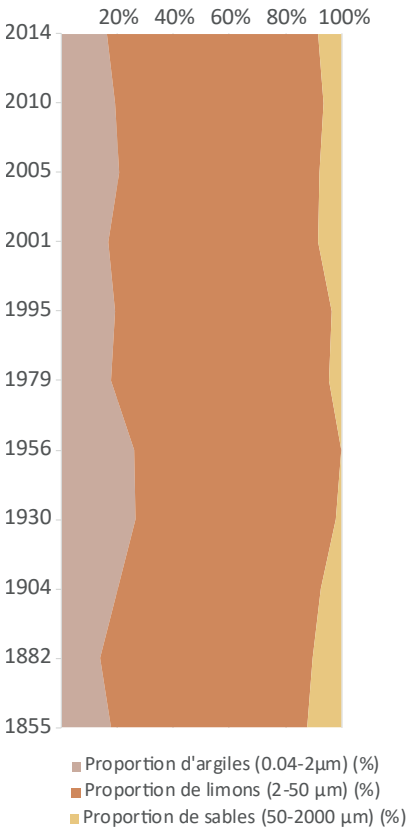


Figure 35 : Courbe granulométrique des sables, limons et argiles

2.4.4. Bio-marqueurs : abondance et richesse moyenne

Les premiers résultats généraux des analyses méta-génomique, palynologique et carpologique soulignent des disparités importantes en termes d'abondance (nombre de restes par volume de sédiment) et de richesse (nombre de taxons par échantillon). Quel que soit le proxy, il n'y a pas de corrélation entre l'abondance (nombre de restes par volume de sédiment) et la richesse taxonomique (nombre total de taxons par échantillon).

Les données génétiques sont caractérisées par des abondances et des richesses taxonomiques très variables entre les échantillons. Les données palynologiques sont relativement plus homogènes avec deux pics d'abondance le premier en 1855 qui est en lien avec de fortes concentrations en grains de pollen d'*Humulus/Cannabis*, et le second en 2005 est lié à la présence importante de sclérites de Nympheaceae et d'oogones de Characeae. Par ailleurs, l'abondance des restes carpologiques augmentent entre les périodes anciennes et récentes. La raison principale de cette augmentation est la meilleure conservation du matériel organique. Il semblerait que le matériel conservé dans les sédiments moins d'une vingtaine d'années est bien conservé. Au-delà, le matériel subit la corrosion et des dégradations en lien avec des processus taphonomiques.

2.4.5. Groupements de végétation

Le diagramme des abondances de restes des trois marqueurs de végétation du site de Mératon souligne une tripartition chronologique de la végétation (Figure 38).

- Les niveaux profonds de 1855 et 1882 se caractérisent par une faible présence des taxons associés au groupement des macrophytes et des ripisylves. Les groupes des plantes terrestres et des plantes cultivées sont observés en plus grand nombre par la carpologie et la palynologie.
- À la suite de la déconnexion complète, et pendant plusieurs décennies (échantillons datés des années 1904, 1930, 1956 et 1979), les assemblages floristiques des trois marqueurs soulignent l'augmentation des restes de plantes des milieux humides. Dans le même temps, les données polliniques révèlent deux pics de plantes associées à la ripisylve, en 1930 et 1979.
- La période actuelle des vingt dernières années (échantillons datés de 1995, 2001, 2005, 2010 et 2014) est toujours marquée par la présence de plantes de milieux humides associée à une forte abondance des plantes de ripisylves et de plantes terrestres.

Suite à ces premiers résultats, des choix méthodologiques ont été faits. Bien que jouant un rôle incontestable dans les dynamiques environnementales, les plantes terrestres ne sont pas directement impactées par le fonctionnement des zones humides.

Les résultats fournis par le groupe des plantes terrestres ne sont pas à écarter, cependant la trop forte hétérogénéité des informations fournies par les bio-marqueurs (absence des relevés d'abondance de la flore terrestre actuelle, sur-représentation des pollens, faible représentation dans les séquences génétiques) limite nos interprétations et requiert donc des analyses complémentaires. Pour ces raisons et dans le cadre de ce chapitre, nous avons fait le choix de centrer notre propos sur les taxons aquatiques/hélophytes et ripisylves. Les paragraphes suivants détaillent les compositions de chaque groupe de végétation.

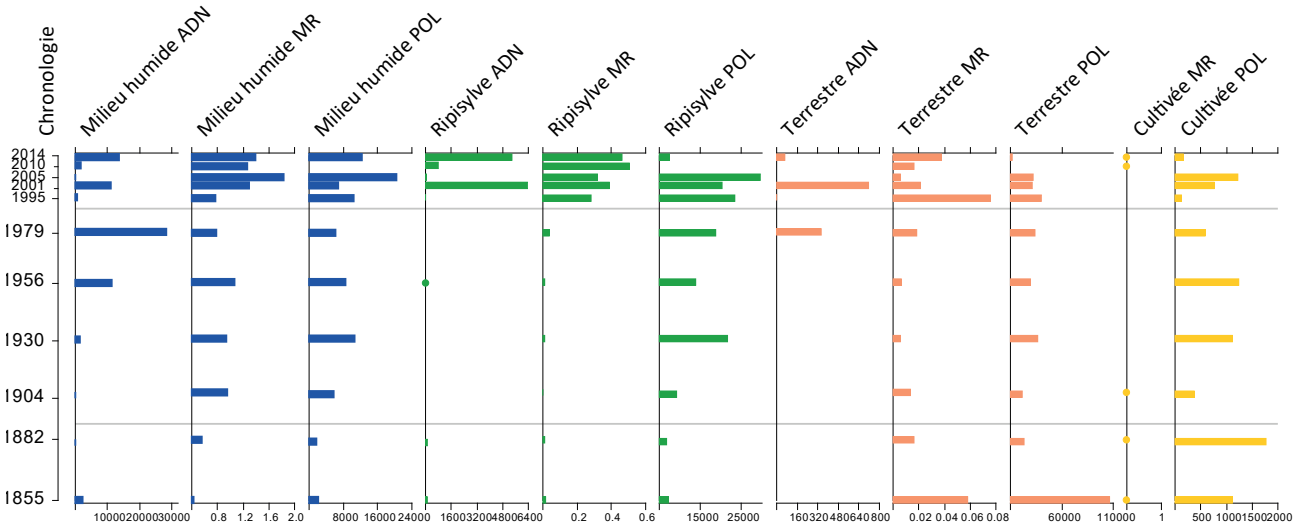


Figure 38 : Diagramme chronologique des abondances (nb de restes / cm^3) par proxy (ADN, MR=Macro-reste, POL=Pollen) et groupes de végétation. C. Schaal, C. Bégeot, J. Oudot-Canaff et B. Valot, 2019

2.4.6. Les milieux humides

Le groupe des plantes des milieux humides est divisé en trois sous-groupes en fonction de la phytosociologie des taxons. L'analyse pollinique fait principalement ressortir l'abondance des plantes hydrophytes comme *Hottonia palustris, Myriophyllum spicatum*, *Nuphar* sp., *Nymphea alba* et *Potamogeton* sp. (Figure 39). Les amphiphytes, plantes supportant des exondations temporaires, sont représentés par *Callitriche* sp. et *Hippuris vulgaris*. La présence des hélophytes, plantes tolérant des périodes d'inondations répétées, est soulignée par *Alisma plantago-aquatica*, Cyperaceae, *Equisetum* sp., *Typha angustifolia/Sparganium*. Les pollens de *M. spicatum*, *Nuphar* sp., *Nymphea alba*, *Potamogeton* sp., Cyperaceae et *Typha angustifolia/Sparganium*, de même que les sclérites de Nympheaceae dominent l'assemblage. Ces taxons sont présents tout au long de la carotte avec des fréquences élevées dans les sédiments de surface.

L'analyse moléculaire complète l'assemblage des macrophytes avec, entre autres, les présences de *Elodea* sp , *Ceratophyllum* sp., *Iris* sp. et *Rorippa* sp.(Figure 40).

La carpologie permet d'affiner certaines identifications spécifiques comme par exemple *Ceratophyllum demersum*. Elle complète également le spectre floristique, en soulignant les présences de *Ranunculus aquatilis*, *Cyperus fuscus*, *Mentha aquatica* et *Schoenoplectus lacustris* (Figure 41).

De 1855 à 1882, l'analyse intégrée des trois méthodes note l'importance relative de *Potamogeton* sp., *Alisma plantago-aquatica* et *Certophyllum demersum* associés à quelques *N. lutea* et *Callitriche* sp. Dans les échantillons couvrant la période 1905-1979, les assemblages sont nettement plus diversifiés avec *Myriophyllum verticillatum*, *H. palustris*, *R. aquatilis* et *H. vulgaris* qui apparaissent pour la première fois dans le méandre. Les *Potamogeton* sont en léger recul, et les Nympheaceae sont discrètes. Pour la période 1995 à nos jours, les Nympheaceae sont en augmentation, accompagnées par *Hottonia palustris*. *Equisetum* sp. et *Typha angustifolia/Sparganium*. Enfin, notons qu'à partir des années 2010-2014, *Myriophyllum verticillatum* et *Callitriche* sp. tendent à disparaître, laissant la place à *Elodea* sp. qui fait sa première apparition.

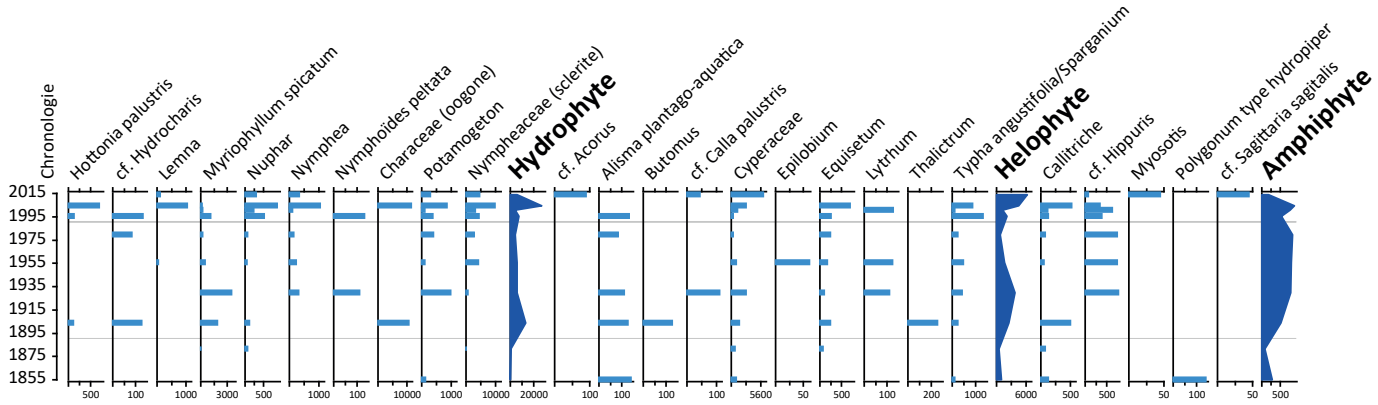


Figure 39 : Diagramme pollinique du groupe des macrophytes en abondance (nb/cm^3). C. Bégeot, 2019

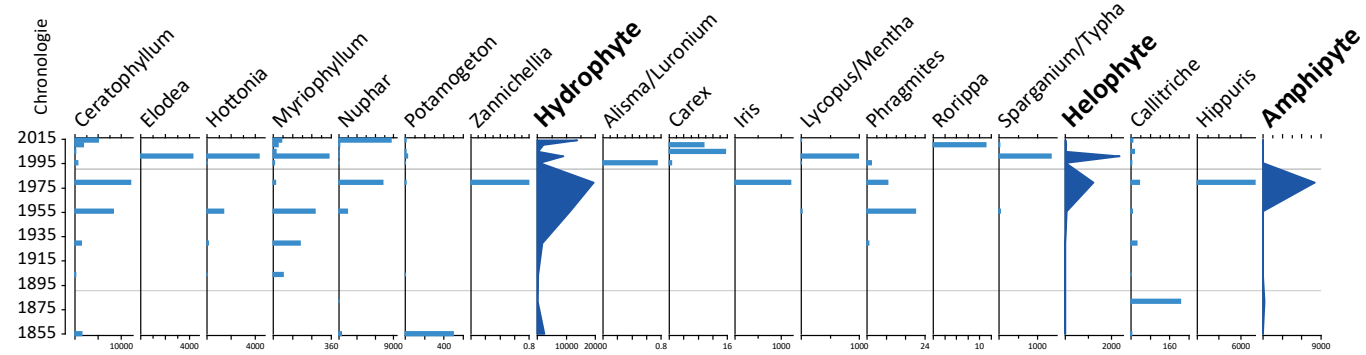
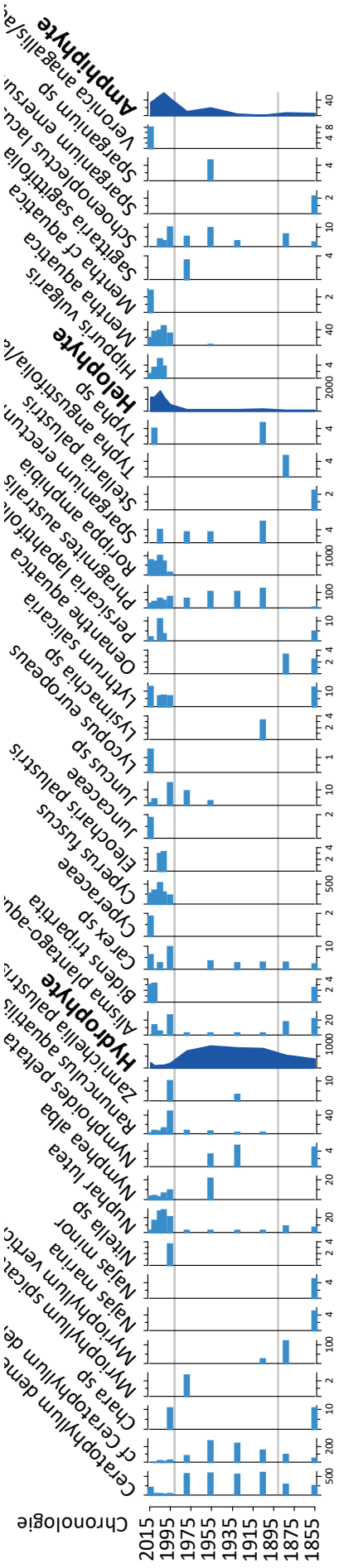


Figure 40 : Diagramme génétique du sédiment du groupe des macrophytes en abondance (nb/cm^3).
J. Oudot-Canaff et B. Valot, 2019


Chronologie
2015
1995
1975
1955
1935
1915
1895
1875
1855
Ceratophyllum demer
cf Ceratophyllum de
Chara sp
Myriophyllum spicat
Najas marina
Najas minor
Nitella sp
Nuphar lutea
Nymphaea alba
Ranunculus peltata
Zannichellia palustris
Hydrophyte
Alisma plantago-aqu
Bidens tripartita
Carex sp
Cyperaceae
Eleocharis fuscus
Juncaceae
Juncus sp
Lycopus europaeus
Lysimachia sp
Oenanthe silicaria
Persicaria aquatica
Phragmites australis
Rorippa amphibia
Sparganium erectum
Stellaria palustris
Typha angustifolia
Typha sp
Helophyte
Hippuris vulgaris
Mentha aquatica
Sagittaria cf aquatica
Schoenoplectus lacu
Sparganium emersu
Sparganium sp
Veronica anagallis/a
Amphiphyte
500
200
10
2
100
4
4
4
20
20
4
40
4
20
10
1000
20
4
2
500
2
10
2
4
10
2
4
1
10
2
4
10
100
10
4
1000
4
2
4
2000
4
40
2
4
8
4
2
10
4
2
40
4
2
1
2
4
8
4
2
10
4
2
40
4
2
1
2
4
8
4
2
10
4
2
40
4
2
1

2.4.7. Les ripisylves

La palynologie renseigne sur la présence de nombreux genres d'arbres couramment présents en ripisylves comme *Alnus*, *Betula*, *Populus* et *Salix,* ainsi que de nombreux autres taxons moins inféodés aux ripisylves mais profitant de ce contexte pour se développer comme *Corylus*, *Fraxinus*, *Prunus*, *Quercus*, *Tilia* et *Viburnum* (Figure 42). La palynologie révèle également la présence de plantes herbacées se développant sur les sols humides comme *Filipendula* sp. et les Urticaceae. Les données palynologiques soulignent une présence importante de la fruticée riparienne dans les années 1930. Cette forêt riveraine semble reculer jusque dans les années 1995 pour se développer à nouveau actuellement.

L'analyse moléculaire n'améliore pas le spectre floristique. La génomique du sédiment peine à identifier de manière spécifique les arbres des ripisylves. Ainsi les séquences peuvent appartenir à de grands groupes comme *Acer/Fraxinus/Ligustrum* ou *Alnus/Betula/Carpinus/Corylus/Ulmus* (Figure 43). Les données ADN soulignent tout particulièrement la présence des plantes de ripisylve à partir des années 2000.

Les macro-restes végétaux améliorent un peu l'identification spécifique des arbres de la ripisylve comme par exemple *Betula pendula* et *Sambucus nigra* (Figure 44). Les données carpologiques complètent de manière significative le spectre des herbacées affectionnant les milieux des rives avec *Eupatorium cannabinum*, *Chenopodium rubrum*, *Linum catharticum* et *Poa palustris*. La palynologie, l'ADN, et la carpologie met en avant une augmentation des abondances de la ripisylve à partir des années 1990.

D'après les données croisées des trois marqueurs de végétation, nous pouvons constater que les plantes inféodées à la ripisylve sont présentes tout au long de la séquence chronologique. Néanmoins, avant 2005, la ripisylve est peu développée, voire absente. Un léger pic d'abondance, particulièrement mis en avant par la palynologie et par la génétique et la carpologie de manière moins marqué, est à souligner pour les années 1930. Les herbacées associés à la ripisylve présentent des fréquences hétérogènes au fil du temps comme *Filipendula* sp. qui est abondante entre 1882 et 1904. À partir de 1995, les trois proxy soulignent une nette augmentation des abondances de restes de la ripisylve, avec un maximum en 2005.

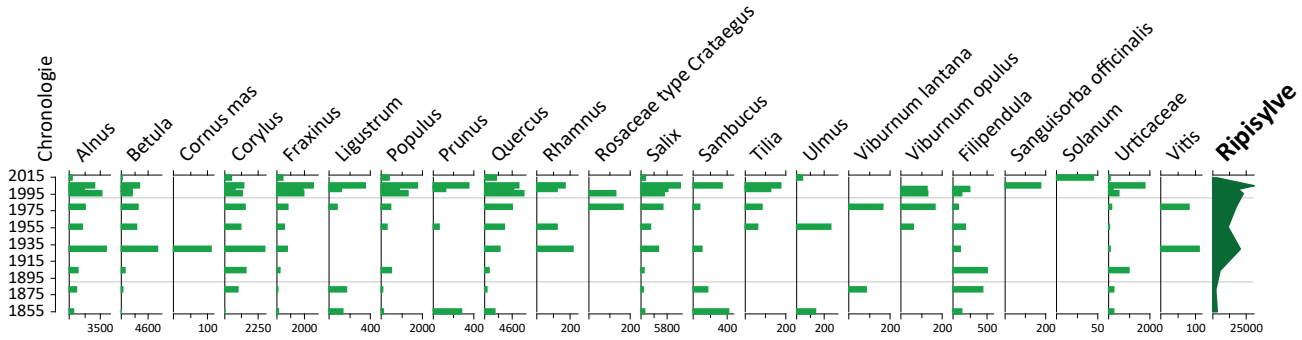


Figure 42 : Diagramme pollinique du groupe des ripisylves en abondance (nb/cm^3). C. Bégeot, 2019

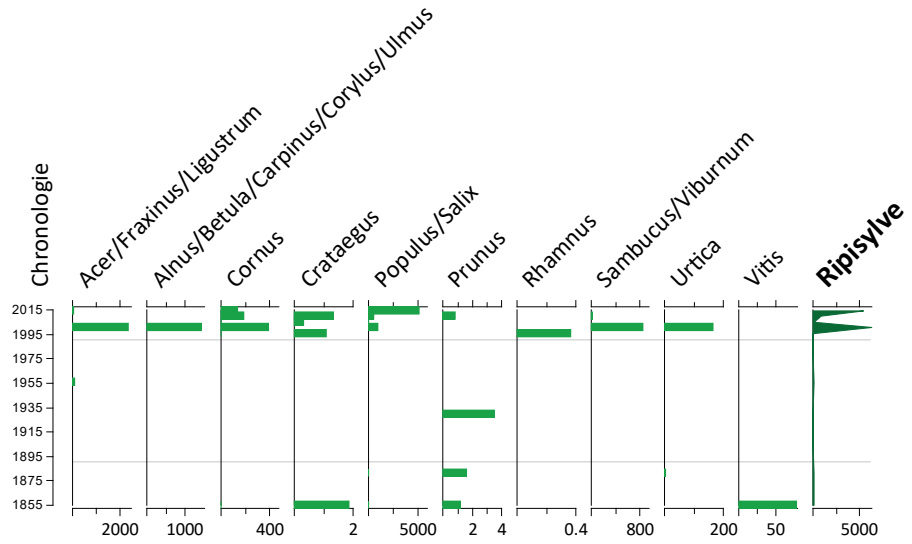


Figure 43 : Diagramme génétique du sédiment du groupe des ripisylves en abondance (nb/cm^3)
J. Oudot-Canaff et B. Valot, 2019

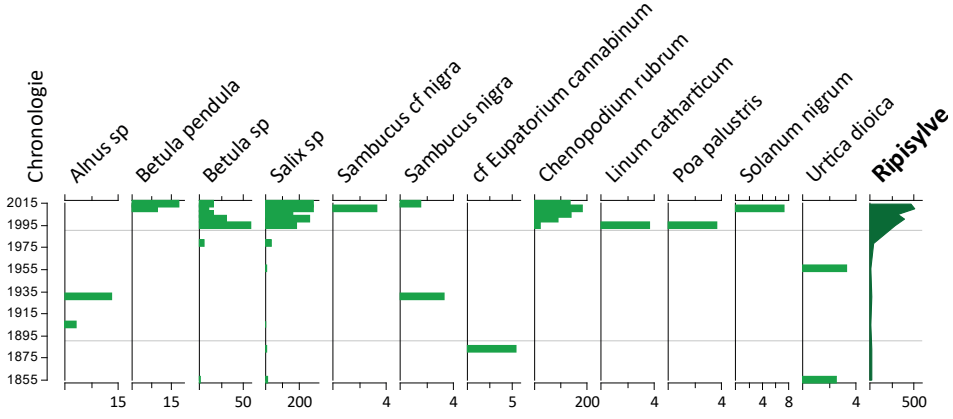


Figure 44 : Diagramme carpologique du groupe des ripisylves en abondance (nb/litre).
C. Schaal, 2019

2.5. Discussion - Atterrissement d'un bras mort de Mératon pendant 160 ans

2.5.1. Avant 1855

À partir du recoupement artificiel du méandre de Mératon en 1855, les marqueurs de végétation mettent en lumière des changements importants dans la composition floristique de la zone. Avant cette date, nous ne disposons d'aucune donnée compte tenu de l'absence de sédiment. L'élaboration d'un système de carottage permettant de forer jusqu'au substratum, est en cours. À ce jour, seules les archives historiques documentaires permettent de retranscrire succinctement l'environnement du site de Mératon avant 1855.

La cartographie extrêmement détaillée de 1828 (Figure 45) illustre un méandre entièrement connecté au Doubs. Les rives en zones convexes sont principalement couvertes d'une ripisylve dense. Les berges opposées sont réservées aux pâtures et aux cultures. Par la suite, la carte de 1848 (Figure 46), bien que moins détaillée, expose le même faciès hydrologique et paysager.



Figure 45 : Carte du méandre de Mératon 1828. Mairie Petit-Noir (Jura)

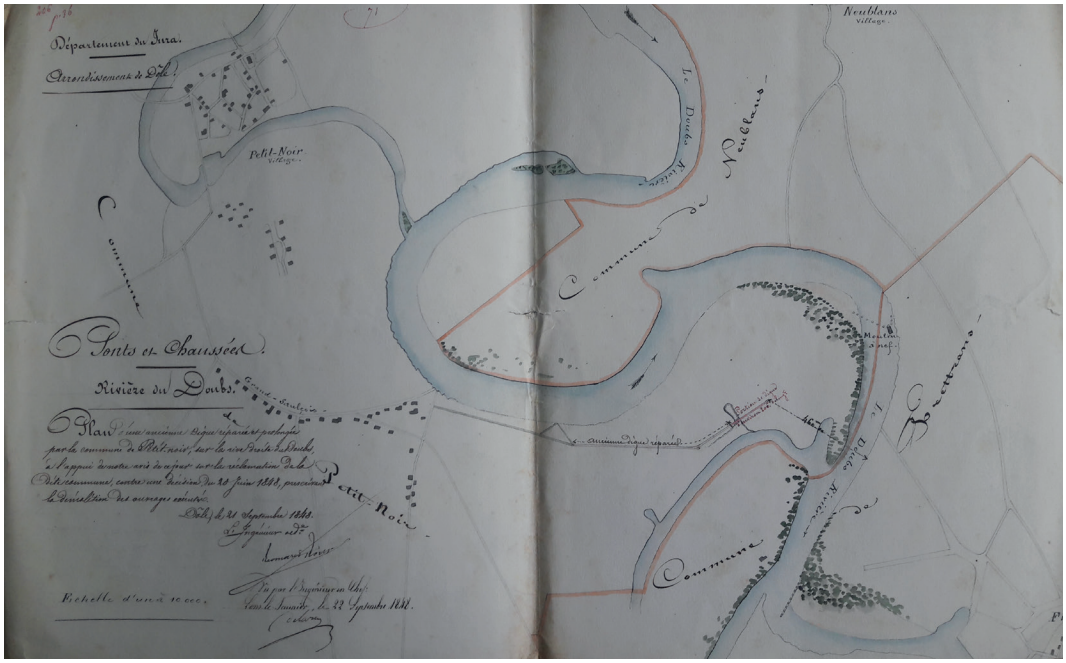


Figure 46 : Carte du méandre de Mératon 1848. Mairie Petit-Noir (Jura)

2.5.2. De 1855 à 1885

Pour cette période d'environ trois décennies, nous ne disposons pas d'archive cartographique illustrant les formations végétales du chenal. Les documents d'archives mentionnent et illustrent les modifications liées aux constructions des digues.

Suite à la construction de la digue amont en 1856, les assemblages de restes fossiles de plantes témoignent de la prédominance de plantes liées à une charge importante en nutriments (*Ceratophyllum demersum*) et du maintien, malgré le premier recoupement, d'une connexion au chenal actif (espèces rudérales *Callitriche* sp., *Alisma plantago-aquatica*, et *Potamogeton* sp. en fonction de l'espèce). La présence des algues characées semble indiquer une eau relativement calme. Les rives sont couvertes d'une fruticée à prunellier (*Prunus* sp., *Sambucus* sp., *Crataegus* sp.) associée aux plantes de prairies riches et humides (*Filipendula ulmaria*, *Eupatorium cannabinum*, *Urtica dioica*). Les premiers aulnes s'installent ou se réinstallent suite aux travaux d'aménagement des berges.

2.5.3. De1885 à 1995

Suite à la construction de la digue aval (1886) et la déconnexion complète du méandre, la végétation figurée sur la carte de la fin du 19e siècle est similaire à celle du début du siècle (Figure 47). Les berges intérieures du méandre sont couvertes par la ripisylve, les autres parcelles étant des communaux destinés à l'agro-pastoralisme. À partir de la fin des années 1960 et jusqu'à la fin des années 1980, l'extraction massive de granulat en lit mineur, en amont de Petit-Noir à pont Champdivers et à

l'aval de Petit-Noir à Champ Chaudière (Malavoi 2004, Sauty 2007) a pu conduire à une incision significative du lit du Doubs, entraînant l'abaissement piézométrique des eaux des zones humides et l'augmentation du drainage de celles-ci par la rivière. Après l'arrêt des extractions, le Doubs, grâce aux flux sédimentaires amont, a potentiellement pu reconstituer son profil en long, combler les fosses d'extraction et s'exhausser à nouveau. L'impact écologique des incisions du lit peut être traduit par une transformation des substrats moins favorables à l'installation de la flore aquatique. En outre, un abaissement de la nappe alluviales a pu entrainer la disparition des arbres à bois tendre. Soulignons également la mise en culture d'une peupleraie dans les années 1960, au centre du méandre (Figure 48).

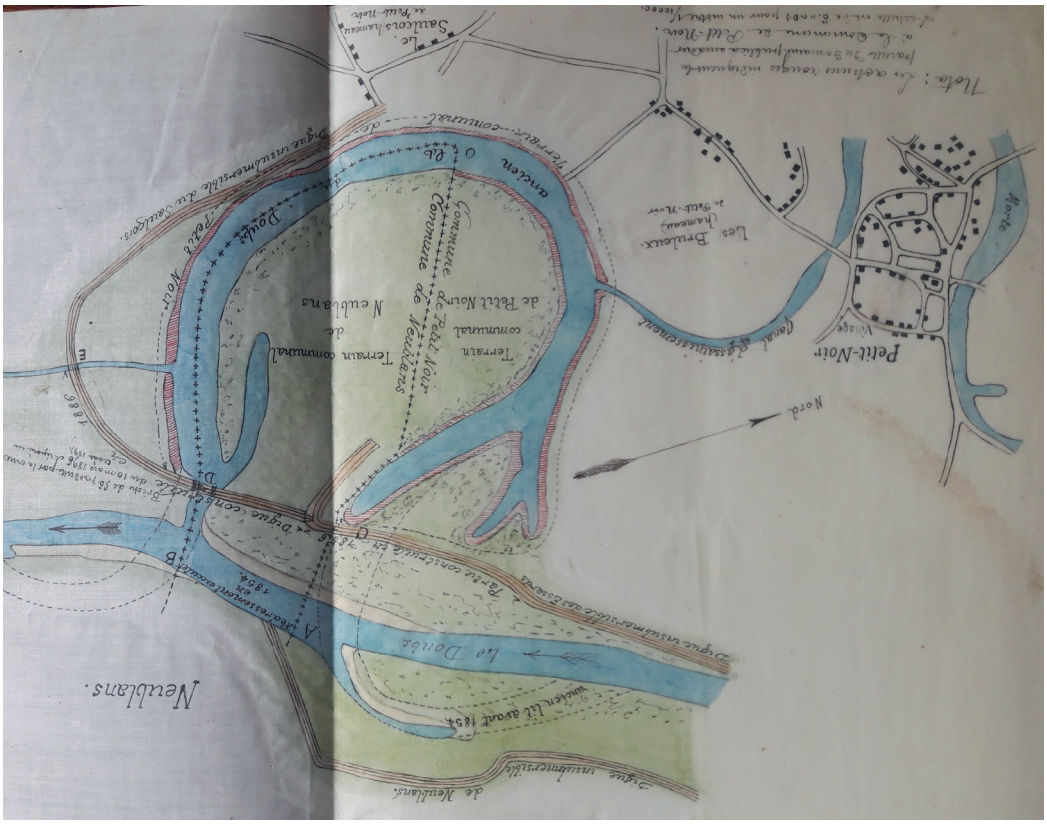


Figure 47 : Plan cadastral de 1897, Mairie Petit-Noir (Jura)

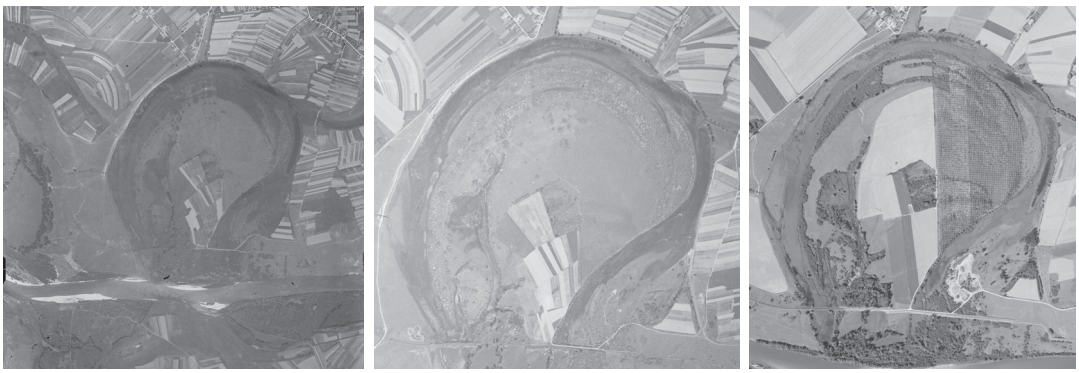


Figure 48 : Photographies aériennes du méandre de Mératon (Petit Noir, Jura) de 1940, 1953 et 1978. IGN-Géoportail.

Pendant un siècle, les marqueurs de végétation fossiles soulignent des constantes. *Ceratophyllum demersum*, toujours dominant, s'associe aux espèces des grands méandres en eau stagnante, telles *Myriophyllum* et *Hippuris vulgaris*. *Hippuris* est habituellement associée à des milieux peu profonds et connectés aux nappes phréatiques. La granulométrie souligne une légère augmentation des argiles, ce qui renforce l'idée d'un ralentissement important des entrées d'eau depuis le chenal principal. Quant aux abords du chenal, ils sont discrètement occupés par les plantes et arbres de ripisylve. L'augmentation accidentelle des abondances de grains de pollens de ripisylve pour l'échantillon des années 1930 n'a pas reçu d'explication ; aucune crue majeures n'a été recensée pour cette période. Par ailleurs, les données des marqueurs de la végétation ne permettent pas de retranscrire de changements majeurs liés aux extractions de granulats. La méthode d'échantillonnage pourrait expliquer en partie ce manquement. En effet, le pas large entre chaque échantillon défavorise les lectures fines des variations des abondances des micro- et macro-restes végétaux. Il importera dans le projet futur, d'effectuer un échantillonnage à haute résolution selon un pas resserrer au centimètre.

2.5.4. Depuis les années 1995

Les marqueurs de végétation indiquent que la végétation aquatique connait une profonde modification. Les nénuphars, *Nuphar lutea* (Figure 49) et *Nymphea alba* (Figure 50), colonisent en masse le méandre. Leurs feuilles larges et flottantes occultent la lumière et limitent le développement des plantes immergées. La dynamique du méandre entre dans une phase d'atterrissement, probablement favorisée par l'augmentation des fréquences d'inondation (exhaussement du lit mineur) et par la rétention de sédiment exercée par la végétation ayant colonisé le méandre pendant la période précédente.



Figure 49 : *Nuphar lutea*, Mératon (Petit-Noir, Jura). E. Chiapponi, 2019



Figure 50 : *Nymphea alba*, Mératon (Petit-Noir, Jura). E. Chiapponi, 2019

D'abord très peu prononcée, la ripisylve progresse peu au cours de la période 1885-1995. Ce n'est qu'à partir de 1995 que les analyses décèlent une augmentation très nette du couvert de la forêt riveraine. Cette colonisation rapide des abords du méandre peut être observée en parallèle sur les photographies aériennes (IGN, BD ORTHO®) (Figure 51). L'augmentation de l'emprise de la forêt riveraine pourrait être due au remembrement des terres agricoles, entrepris à partir des années 1970, qui a souvent conduit à l'abandon de l'entretien des rives du méandre. La diminution de la pression pastorale sur les parcelles situées en bordure du méandre peut aussi expliquer la reprise de la végétation des bords de l'ancien chenal.



Figure 51 : Photographies aériennes datées de gauche à droite de 1996, 2001 et 2017. IGN-Géoportail

2.6. Conclusion

L'approche intégrée de la palynologie, de la carpologie et de la génétique du sédiment sur les restes végétaux préservés dans les sédiments du méandre du Mératon a permis de restituer en partie l'évolution des paysages au cours des 160 dernières années. Ces trois méthodes ont montré une forte complémentarité qui améliore notre capacité à reconstituer les paysages de zone humide. En effet, les limites méthodologiques de chaque proxy ont rendu pertinente l'utilisation coordonnée des marqueurs de végétation. En contexte de bras morts, la complémentarité des marqueurs permet de mieux comprendre le fonctionnement passé et présent du site et de son contexte environnemental. À Mératon, l'étude paléoécologique a montré des modifications significatives au cours du temps, notamment l'évolution de la communauté de la végétation aquatique, avec l'importance de *Ceratophyllum demersum* pendant plus d'un siècle puis une colonisation importante par *Nuphar lutea*, associée à une nette expansion de la ripisylve à partir des années 1990. Les modifications du fonctionnement du méandre peuvent ainsi être détectées et interprétées, et leur potentiel géomorphologique et hydrologique discuté. La méthode d'échantillonnage, avec un pas relativement lâche, nous contraint à la plus grande prudence d'interprétation. Les recherches paléoécologiques futures sur le site de Mératon s'attacheront à mettre en œuvre de nouveaux protocoles afin de dépasser les contraintes techniques de cette présente étude.

3. Taphonomie des carpo-restes en contexte fluvial

Ce chapitre sera publié au numéro spécial du *Bulletin de la Société géologique de France (*BSGF), « L*es relations Sociétés/Environnement par les Géosciences* ». Ce numéro réunira des thématiques multiples concernant les paléoenvironnements, la géoarchéologie, les circulations des matières premières et les archéo-matériaux. Dans ce cadre, nous avons souhaité présenter nos travaux de recherches concernant les processus taphonomiques et les enjeux qu'ils représentent dans l'interprétation paléocarpologique et géoarchéologique des sédiments.

C. Schaal et H.-G. Naton - en préparation - Apport de la carpologie à la compréhension des phénomènes taphonomiques. Le cas du paléochenal Préboréal d'Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). *Bulletin de la Société géologique de France (BSGF) - Earth Sicences Bulletin*

3.1. Introduction

Les accumulations sédimentaires en milieu humide, c'est-à-dire saturé en eau et pauvre en oxygène, sont hautement conservatoires pour un grand nombre de restes organiques (Bourquin-Mignot *et al*. 1999 ; Lebreton *et al*. 2017). Mélangées en quantités variables aux particules minérales, les accumulations de débris de végétaux (bois, feuilles, racines, graines, etc.) et d'animaux (mammifères, poissons, insectes) forment des tourbes/gyttja caractéristiques de part leurs couleurs et textures. Une tourbe non dégradée se compose essentiellement de fibres et d'eau tandis qu'une tourbe très dégradée se compose de matière organique amorphe en état de saturation. Il existe entre ces deux situations toute une série d'états indiquant le degré de dégradation du matériel. Ce degré est fonction à la fois du matériel initial, de l'âge de la formation et des conditions hydriques et pédoclimatiques.

Les pédologues disposent d'outils de caractérisation et de classification de ces sols organiques. Par exemple, l'indice de von Post (von Post et Granlund 1926) définit une échelle des horizons histiques comportant 10 degrés d'humification. Autre exemple, la méthode de Troël-Smith (1955) modifiée par Aaby et Berglund (1986) permet de caractériser visuellement les sédiments à partir des propriétés physiques, du degré d'humification et des types de composants des sédiments (Turfa, Limus, Detritus, Argilla et Grana). Quelle que soit sa composition, la tourbe se développe lorsque le taux d'accumulation organique est supérieur au taux de décomposition (Moore et Bellamy 1974 ; Clymo 1978, 1983 ; Manneville 2006). Les conditions d'entourbement sont favorisées par des températures fraîches sans être trop basses et un niveau élevé de la nappe phréatique (Gignac et Vitt 1994). Ainsi, la formation des tourbes résulte de la diminution des interactions entre les conditions abiotiques (température et humidité du sol, caractéristiques physico-chimiques du sol) et les communautés des macro- et micro-organismes (bactéries, champignons,

invertébrés) présentes dans les sédiments et responsables de la dégradation de la matière organique (Martín-Closas et Gomez 2004 ; Heal *et al.* 1997).

Les paléobotanistes constatent que seuls certains éléments de la plante, comme la lignine ou la sporopollénine, sont résistants au processus de dégradation (Martín-Closas et Gomez 2004). Les parties les plus molles, comme le mésocarpe et l'endocarpe de l'épiderme, la chaire, l'amidon et le germe, se dégradent rapidement et disparaissent. En contexte humide, la conservation des restes organiques s'effectue selon un processus qui stoppe ou ralentit très fortement les attaques des micro-organismes et les réactions physico-chimiques (Lebreton *et al*. 2017). Ce processus, nommé imbibition, n'entraîne pas la fossilisation des restes organiques. En effet, la dégradation des restes, dits « subfossiles », reprendra si les conditions initiales (saturation en eau, anoxie, température de l'eau) changent (Rettallack 1981 ; Bleicher et Schubert 2015 ; Bleicher *et al.* 2018). De longue date, les carpologues s'interrogent sur les processus de formation des couches sédimentaires pouvant influencer la conservation des macro-restes végétaux (Gee et Sander 1997 ; Behre et Jacomet 1991 ; Gee 2005 ; Bleicher et Schubert 2015 ; Lebreton *et al*. 2017 ; Antolín *et al*. 2017a ; Steiner 2018a, 2018b). Cependant, la définition des indicateurs d'enfouissement et de fossilisation est complexe, car elle porte à la fois sur les circonstances de dépôt des sédiments, les processus « dépositionnels » ou « biostratinomiques » et, les processus « post-dépositionnels » ou « diagénétiques », comme l'influence de l'eau et de l'érosion (Holyoak 1984 ; Martín-Closas et Gomez 2004). Néanmoins, les indicateurs taphonomiques peuvent globalement être classés en deux grands types de dégradation (Antolín *et al*. 2017a, 2017b) :

- corrosif, lorsque les conditions anaérobies sont modifiées dans le sens d'un assèchement et d'une réoxygènation. La corrosion produit des dégâts sur les macro-restes végétaux, comme par exemple la reprise des actions chimiques et/ou des micro-organismes qui digèrent la matière ;
- érosif, qui est un processus mécanique engendré par l'action naturelle des eaux et des sédiments et/ou par l'action anthropique. L'érosion provoque essentiellement la fragmentation des macro-restes, la dégradation des surfaces, le transport et la redéposition.

Ainsi, il est important de déterminer quels facteurs affectent les dépôts des macro-restes végétaux et si certains taxons sont sous- ou sur-représentés dans les assemblages fossiles (Ferguson 1995, 1996). L'objectif de l'approche taphonomique, par les carpologues, est d'estimer avec justesse la part conservée des restes organiques présents autrefois sur les sites et d'évaluer les biais dans la composition des spectres de carpo-restes (Martín-Closas et Gomez 2004 ; Bleicher et Schubert, 2015). En effet, pour chaque étude carpologique, il est important de déterminer la robustesse des assemblages paléocarpologiques en considérant l'histoire taphonomique des macro-restes végétaux. Dans le cadre de nos analyses paléocarpologiques des sédiments d'un paléochenal de la Meuse sur le site d'Autrecourt-et-Pourron, le

Pré du Roi (Ardennes, France), nous nous sommes interrogés sur la qualité de conservation de plantes fossiles présentes sur ce site naturel de type fluvio-palustre. En nous inspirant des recherches carpologiques en contexte humide et anthropique, nous avons élaboré un référentiel statistique de l'état de conservation des carpo-restes préservés dans les sédiments du comblement du paléochenal. L'objectif principal est de définir la représentativité de chaque assemblage carpologique en amont de l'étude paléoécologique.

3.2. Matériel et méthodes

3.2.1. Zone d'étude

Le site d'Autrecourt-et-Pourron le Pré du Roi (Ardennes, France) est localisé sur la rive gauche du cours moyen de la Meuse ardennaise, à environ 6 km de sa confluence avec la rivière Chiers. La fouille archéologique, réalisée en 2012 par le Conseil Départemental des Ardennes (CD08), a mis au jour un système complexe de paléochenaux sur environ 1 hectare. Le rabattement de la nappe phréatique par l'exploitation des graviers tout autour de la zone excavée, a facilité la fouille des niveaux profonds qui ont pu être étudiés à pied sec. Les enregistrements pédo-sédimentaires ont recelé plusieurs séquences fluvio-palustres avec des niveaux organiques qui correspondent à d'anciens chenaux de la Meuse. Notre recherche a porté sur l'une de ces séquences mise au jour sur la coupe 3 du sondage 6b (Figure 52). Les datations radiocarbones de ce paléochenal ont été réalisées sur 10 échantillons de bois et de graines. Un modèle âge-profondeur a été construit à l'aide de ©Clam et Rstudio. Le comblement du chenal est daté du début de l'Holocène entre 11.7 et 10.7 ka cal. BP.

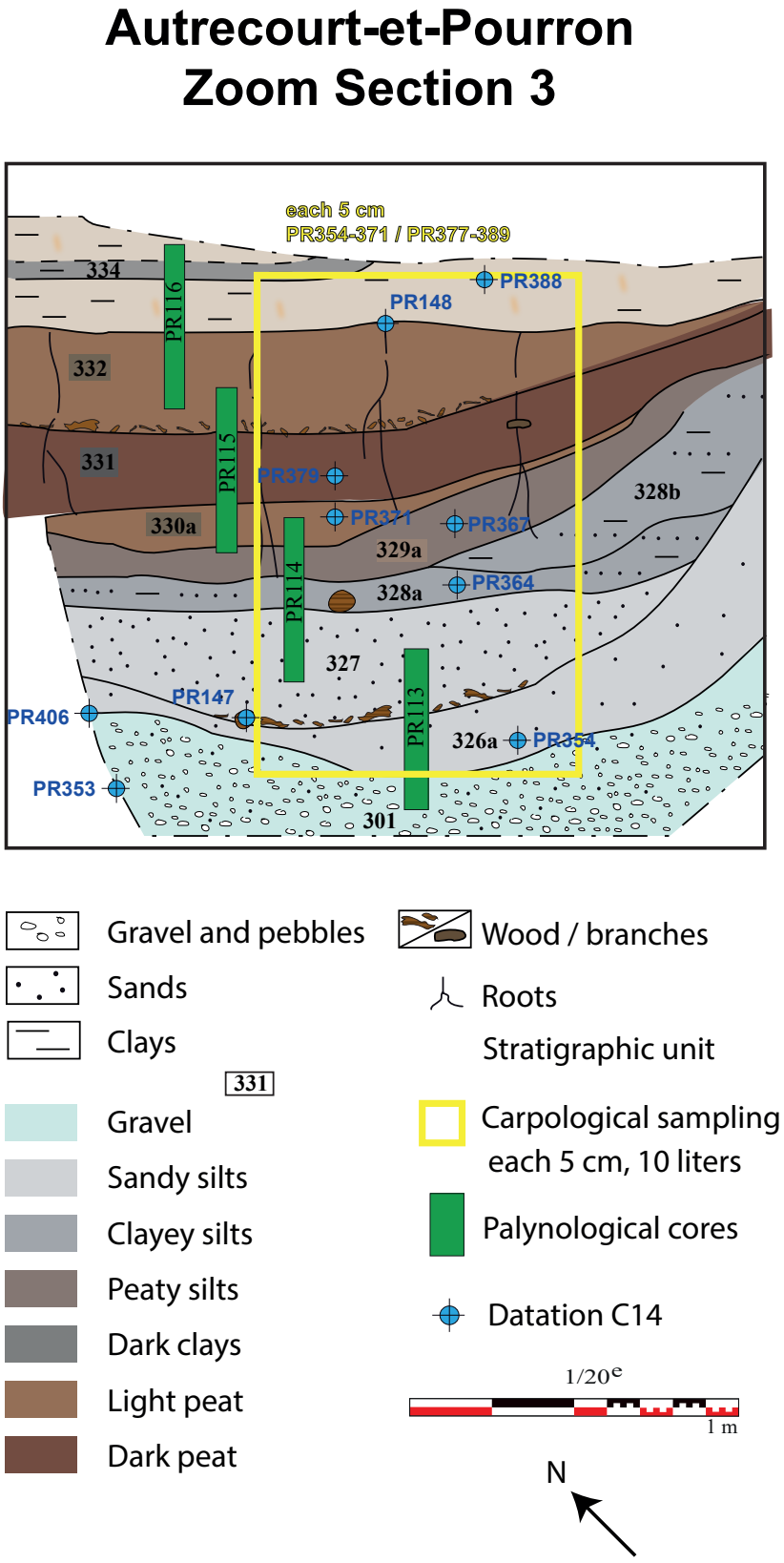


Figure 52 : Coupe stratigraphique et localisation des prélèvements carpologiques. C. Schaal, G. Jamet, H.-G. Naton, 2019

3.2.2. Analyses des macro-restes végétaux

Dans un premier temps, un test exploratoire a été mis en œuvre pour vérifier la présence de macro-restes végétaux dans les sédiments et déterminer de manière empirique l'état général de conservation de ceux-ci. Ce test a été réalisé sur 12 prélèvements de sédiment répartis sur l'ensemble du site du Pré du Roi. À partir des résultats de ce test, nous avons estimé que les macro-restes fossiles végétaux étaient suffisamment bien conservés et, que les densités et les spectres floristiques étaient statistiquement représentatifs pour entreprendre une étude complète et détaillée (Schaal, poster 2017) (Annexe 5, page 288). Cette étude globale, réalisée dans un second temps, a porté sur l'analyse carpologique à haute résolution de la séquence sédimentaire de la coupe 3 du sondage 6b. Au total 29 échantillons de sédiment, prélevés par passes continues de 5 cm, ont été analysés (rectangle jaune (Figure 52)).

Les prélèvements ont été échantillonnés à raison de 2 ou 4 litres de sédiments. Les sédiments ont été tamisés délicatement sous l'eau au travers d'une colonne de tamis de maille 2 ; 1 ; 0,5 et 0,25 mm. Les refus de tamis, avec adjonction d'eau déminéralisée, ont été intégralement triés et identifiés sous stéréomicroscope de grossissement 2 à 60 x. Certaines diaspores dont l'identification est délicate, en raison de leurs très petites dimensions et d'une faible variabilité inter-spécifique, ont été étudiées sous microscope grossissement 100 à 400 x. Les éléments extraits des refus de tamis ont été : les diaspores (parties constitutives d'une plante permettant sa reproduction et sa dissémination : fruits, graines, enveloppes, capsules etc.), les bryophytes, les bourgeons, les parties végétatives identifiables au rang du genre (entre-nœuds, cicatrices d'abscission foliaire), et les brindilles supérieures à 2 mm de diamètre. Les tiges, racines et fragments de parois épidermiques sont exclues de nos analyses.

Les macro-restes isolés ont été archivés dans des tubes hermétiques avec adjonction d'un fongicide composé de glycérol et d'éthanol. Les macro-fossiles végétaux ont été identifiés à l'aide de la littérature usuelle spécialisée (Berggren 1969 ; Beijerinck 1976 ; Tomlinson 1985 ; Cappers *et al*. 2006 ; Bailly *et al*. 2004 ; Hölzer 2010) et de la collection de référence de l'auteur (composée de graines, de bourgeons et de bryophytes modernes et archéologiques (C. Schaal, laboratoire Chrono-environnement, Besançon, GéoArchÉon). Les restes ont été dénombrés selon le principe : un reste entier égale un. Les fragments ont également été comptés puis convertis en entier estimé ou nombre minimum d'individus selon la méthode dite « au jugé » (Pradat 2015). L'ensemble des données : site, prélèvements, échantillons, tamisage, écologie et restes fossiles, a été enregistré dans une base de données ©Access (Schaal inédit). L'information est accessible sous forme de tableaux et exploitable statistiquement à partir des effectifs, des abondances et des fréquences. Les données brutes sont consultables en annexe (Annexe 16, page 350).

Par ailleurs, chaque échantillon de sédiments a fait l'objet d'une analyse granulométrique afin d'évaluer les proportions relatives d'argile (0,04-2 µm), de limon (2-50 µm) et de sable (50-2000 µm). Cette analyse a été réalisée à l'aide d'un analyseur de granularité laser (Coulter LS 230). De plus, la teneur en carbone organique total (COT) et en azote (N) a été mesurée par oxydation thermocatalytique à l'aide d'un analyseur Elementar TOC Vario cube.

Sur les sites lacustres du Néolithique de Zürich-Parkhaus Opéra (Suisse) et de Zug-Riedmatt (Suisse), les carpologues ont défini des indicateurs de l'état de préservation des écofacts grâce à une compilation de 47 descripteurs les plus pertinents pour évaluer les conditions de préservation (Antolín *et al*. 2017a ; Steiner 2018b). Dans le cadre de notre recherche, cette démarche n'a pas été applicable en l'état. Même si les différences typologiques et constitutionnelles entre des systèmes lacustres et des systèmes fluviaux sont écartées, la plupart des 47 paramètres précités sont en lien avec des résidus de plantes cultivées ou intentionnellement sélectionnées et apportées sur les sites archéologiques par les hommes. Le paléochenal d'Autrecourt-et-Pourron étant à la fois en dehors de toute occupation humaine et antérieure à la période des premiers agriculteurs, d'autres paramètres devaient être pris en compte pour évaluer les conditions de préservation du site. Pour ce faire, nous avons pris en considération les critères suivants, définis selon des paramètres qualitatifs et quantitatifs. Le tableau de données peut être consulté en annexe (Annexe 16, page 348). Les lettres entre parenthèses correspondent aux abréviations des différents états de conservation.

- Le niveau de sclérification des téguments ou péricarpes des restes : sclérifié (s), non sclérifié (n), mixte (état intermédiaire, m).
- Le niveau de fragmentation : entier (e) ou fragmenté (f)
- Le niveau de corrosion : intact (i) ou dégradé (d)
- Le mode de conservation : imbibé, carbonisé
- La nature des macro-restes : bourgeons, diaspores, spores, oogones

Ces paramètres sont associés aux densités des macro-restes végétaux calculées par volume de sédiment. Notons que la variation des densités est généralement fonction de la nature du sédiment, du type de conservation, des zones d'accumulation ou de dispersion des diaspores et de l'état de conservation des macro-restes végétaux.

À partir d'une ACP, réalisée sous ©Rstudio avec le package vegan, un classement du potentiel conservatoire des macro-restes a été défini. Ainsi, les échantillons d'Autrecourt-et-Pourron ont été classés qualitativement et un référentiel a été constitué pour le site.

3.3. Résultats

3.3.1. Généralités

Au total, 18 065 macro-restes végétaux pour 88 taxons ont été isolés des 29 échantillons de sédiments, pour un total de 99 litres de sédiment brut.

Pour réaliser l'ACP, certaines données ont dû être retirées de l'assemblage de départ car elles fournissaient des informations discordantes et perturbatrices. C'est le cas pour les observations issues des niveaux sédimentaires supérieurs (-225 à -205 cm de profondeur) qui présentent des assemblages extrêmement mal conservés et très pauvres en restes et en taxons. Pour d'autres raisons, les variables « oogones » et « restes carbonisés » ont également été retirées car leur différence typologique ne permettait pas d'obtenir un schéma global cohérent.

3.3.2. Résultats de l'Analyse en composantes principales

Les résultats de l'ACP soulignent une nette structuration des variables (Figure 53). L'axe 1 conserve 52,7 % de l'inertie du nuage de points. L'axe 2 porte également une part conséquente avec 21,6 % de l'inertie. Le graphique montre des tendances claires dans la répartition des groupes en fonction de leur conservation. Du côté négatif de l'axe 1, se trouvent les échantillons des niveaux profonds caractérisés par des macro-restes végétaux non sclérifiés entiers et intacts (nei) et des restes non sclérifiés entiers mais dégradés (ned) associés aux sclérites de *Fungi*. Du côté positif de l'axe 1, se situent les échantillons de profondeurs intermédiaires associés aux macro-restes sclérifiés entiers intacts (sei) et des sclérifiés entiers mais dégradés (sed). L'axe 2 est fortement influencé par le caractère de mixité de sclérification ; les macro-restes végétaux mixtes entiers intacts (mei) se répartissant pour la majorité du côté négatif de l'axe. La classification hiérarchique des observations a permis d'isoler 5 groupes différents.

- **Cluster 1** regroupe les échantillons des niveaux profonds (de -355 à -335 cm) appartenant à l'Unité Stratigraphique US326 auxquels s'associent les échantillons de l'US328 situés à -305 et -300 cm.
- **Cluster 2** concerne les échantillons des US327 (de -330 à -315 cm) et US329 (-290 à -280 cm).
- **Cluster 3** englobe l'ensemble des échantillons de l'US330 (-275 à -265), de l'US332 (-240 à -225) et un échantillon de l'US331 (-260).
- **Cluster 4** est composé de trois échantillons de l'US331 (-255 à -245).
- **Cluster 5** (non figuré sur le graphique) regroupe les échantillons de l'US333 (-220 à -205 cm) situé au sommet de la séquence et dont les macro-restes étaient mal conservés.

3.3.3. Distribution des variables carpologiques

Les variables paléocarpologiques de l'ACP issues du paléochenal d'Autrecourt-et-Pourron sont clairement distribuées en fonction de l'état de conservation et du niveau de corrosion des macro-restes végétaux allant de « très bon » en partie négative de l'axe, à « mauvais » en partie positive. Cette distribution est corrélée à la granulométrie et à la chimie organique, soulignant que les échantillons dont les macro-restes sont les mieux conservés ont un taux de sable et un rapport C/N élevés. A contrario, les macro-restes les moins bien conservés appartiennent à des échantillons aux taux de sable et un rapport C/N bas. Les échantillons intermédiaires présentent toute une gamme de variations des facteurs granulométriques et chimiques d'ordre croissant ou décroissant.

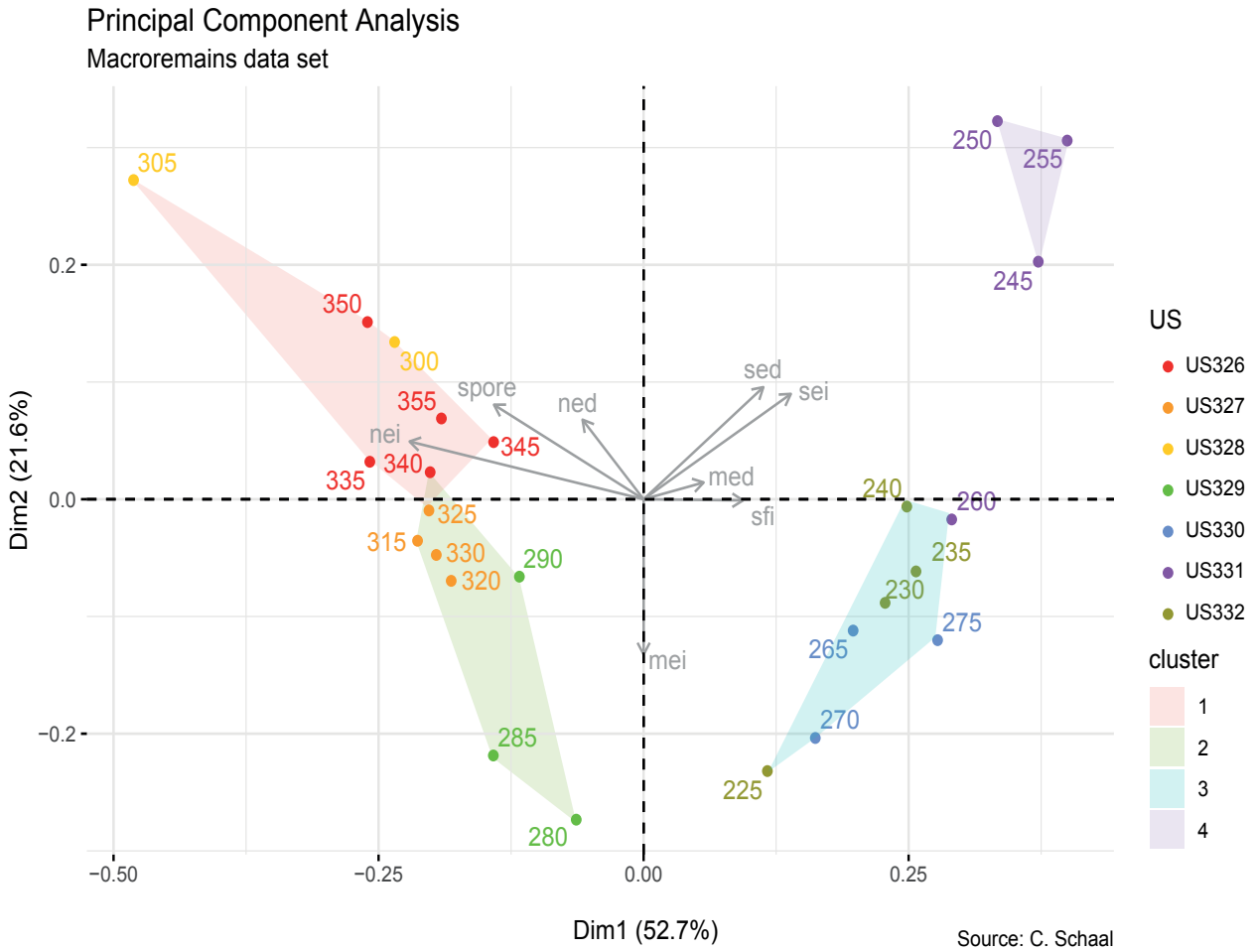


Figure 53 : ACP sur les variables taphonomiques. Les couleurs des points correspondent aux unités stratigraphiques. Les chiffres correspondent aux profondeurs des échantillons. Les plages de couleurs correspondent au cluster de l'analyse des correspondances. Les flèches correspondent aux variables définissant l'état de conservation des macro-restes (nei : non-sclérifié entier intact, ned : non-sclérifié entier dégradé, mei : mixte entier intact, med : mixte entier dégradé, sei : sclérifié entier intact, sed : sclérifié entier dégradé, sfi : sclérifié fragmenté intact)

3.4. Discussion

La genèse des assemblages de plantes fossiles résulte à la fois de la production de diaspores par les plantes, des modes de dispersion de ces diaspores et des modes d'enfouissement correspondant à des évènements plus ou moins rapides de sédimentation (Tiffney 1990 ; Cappers 1993 ; West *et al.* 1993). Ces processus biostratinomiques sont difficilement abordables à partir des assemblages paléocarpologiques d'Autrecourt-et-Pourron et il en résulterait une information parcellaire peu interprétable. En effet, même si les assemblages carpologiques reflètent généralement bien la végétation locale, ils échouent à capturer la totalité de la flore présente dans l'environnement. En revanche, l'analyse bio-morphologique de chaque macro-reste associée aux analyses physico-chimiques du sédiment permet de dresser un répertoire des processus diagénétiques majeurs.

3.4.1. Bonne conservation des niveaux profonds de la séquence

Concrètement, les contextes limoneux-sableux, limoneux-argileux ou limoneux-tourbeux, (US326 à 329) situés à plus de 280 cm de profondeur sous le niveau du sol actuel et constamment baignés dans la nappe phréatique, sont très favorables à la conservation des restes végétaux. Les restes non sclérifiés aux parois fragiles sont majoritairement présents sous forme d'éléments entiers ne présentant pas de dégradation morphologique majeure. Les rameaux feuillus de bryophytes, les akènes de Cyperaceae encore enserrées dans leurs utricules (Figure 54), les graines de *Rorippa palustris*, *Linaria supina* ou *Linum alpinum* sont des exemples typiques de ces macro-restes fragiles. En parallèle, les présences de sclérites de *Cenococcum geophilum* dans les US326 à 328 pourraient être un indice d'érosion chronique ou transitoire des sols terrestres à proximité du chenal. En effet, l'abondance des sclérites de champignons est généralement considérée comme un marqueur d'érosion des sols (Eide *et al*. 2006 ; Kroll 1988 ; van Geel *et al*. 1989 ; Walker *et al*. 2003). Les sclérites conservées dans le paléochenal de la Meuse ont été transportées et déposées par ruissellements. Cependant ces phénomènes érosifs ne semblent pas avoir eu d'impact sur l'état des autres macro-restes ou *a contrario* que l'impact a été tel que les restes impactés ne nous sont pas parvenus.

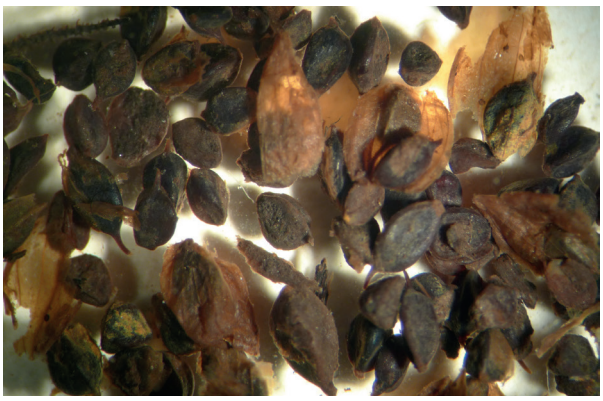


Figure 54 : Akènes et utricules de *Carex* sp. Autrecourt-et-Pourron. C. Schaal, 2017

Ainsi, les restes carpologiques présents dans les niveaux stratigraphiques profonds du paléochenal d'Autrecourt-et-Pourron sont très peu érodés ou corrodés. Le niveau de confiance rapporté aux assemblages fossiles est robuste. Les assemblages sont représentatifs des écosystèmes en place.

3.4.2. Conservation différentielle dans les niveaux tourbeux

Les contextes à tourbes brun clair, US330 et 332, situés entre 275-255 et 245-225 cm de profondeur et toujours sous le niveau maximum de la nappe phréatique actuelle, restent favorables à la préservation du matériel organique végétal. Cependant ces niveaux à tourbes claires constituent un contexte de moindre conservation par rapport aux contextes sédimentaires sous-jacents. Le rapport carbone sur azote chute en-dessous de 20. Ce rapport C/N indique que le milieu sédimentaire redevient favorable à la décomposition sans pour autant être optimum. Les macro-restes très fragiles (feuilles de bryophytes, utricules de Cyperaceae) sont absents. Quelques restes non sclérifiés sont encore présents mais morphologiquement plus dégradés. La part des restes dont les parois sont plus résistantes (dites mixtes ou intermédiaires entre les non sclérifiés et les sclérifiés) augmente proportionnellement. Ce sont par exemple les graines de *Carex* sp*., Filipendula ulmaria, Myriophyllum spicatum* ou *Ranunuculus aquatilis*. Ces niveaux à tourbes claires sont caractérisés par un ralentissement de la circulation d'eau, notable par l'augmentation de la proportion de limons, accompagné d'un développement de la végétation marécageuse.

Les restes les plus fragiles, qui ne se déposent pas rapidement dans l'eau pour être ensevelis par les sédiments, se dégradent en contexte aérobie. La mégaphorbiaie se développe, limitant les apports par ruissellements. Néanmoins le sol et l'atmosphère restent suffisamment humides, ralentissant ainsi la dégradation importante du matériel organique. La robustesse des assemblages fossiles est diminuée mais conserve cependant la confiance de leur représentativité. Le biais taphonomique, bien que faible mais perceptible, devra être considéré avec attention lors des interprétations paléoécologiques.

Intercalé entre les deux niveaux de tourbes claires, se trouve l'US331 qui est un horizon à tourbe brun foncé. Il est situé entre 255 et 245 cm de profondeur dans la nappe phréatique actuelle. La densité des macro-restes végétaux par volume de sédiment chute brutalement passant de 2385 à 886 restes par litre. En revanche, le nombre moyen de taxons reste relativement stable passant de 35 à 28 taxons. Le rapport C/N de 17 souligne l'accélération de la décomposition de la matière organique. Cet horizon sédimentaire à tourbe brun foncé est essentiellement constitué de macro-restes végétaux sclérifiés entiers intacts ou dégradés, comme par exemple les graines de *Sparganium erectum, Thalictrum flavum, Hippuris vulgaris* ou les bourgeons de *Salix* sp. Les éléments non sclérifiés sont absents ou rares et très dégradés.

L'environnement du chenal est soumis au début d'une phase d'atterrissement. Cette fermeture du milieu s'accélérera au cours de la phase suivante (US332). Néanmoins, la composition floristique de l'environnement végétal du chenal n'est pas le facteur majeur de l'aggravation de la décomposition du matériel organique. Il s'agirait plutôt des conditions hydrologiques et climatiques qui se modifient dans le sens d'un assèchement et/ou d'un réchauffement et de l'abaissement du niveau de la

nappe phréatique du passé. Cette évolution de l'environnement est corroborée par la présence significative de macro-restes végétaux carbonisés (bois et graines) dont l'origine climatique et/ou anthropique reste à discuter (Schaal *et al*. à paraître). Ces changements majeurs des conditions pédologiques et hydrologiques provoquent des variations taphonomiques importantes qui entraînent l'augmentation de la décomposition. L'interprétation paléoécologique de ce niveau sédimentaire devra prendre en considération la faible robustesse des assemblages carpologiques en raison de conditions taphonomiques dégradées.

3.4.3. Des niveaux sommitaux dégradés

Le niveau supérieur US333 de la coupe stratigraphique, situé sous le niveau de la nappe actuelle, est argileux de couleur grise à verte. Les échantillons de ce niveau n'ont pas pu être intégrés à l'ACP en raison d'une trop forte différence avec le reste de l'information carpologique. Les analyses granulométriques soulignent la forte augmentation des pourcentages d'argile. Le rapport C/N de 14 est à son plus bas niveau soulignant l'accélération de l'altération de la matière organique. Les densités moyennes et les diversité taxonomiques des macro-restes végétaux sont au plus bas avec 392 restes par litre pour 15 taxons. Les assemblages carpologiques sont caractérisés par une majorité de restes fragmentés et/ou dégradés. L'érosion par action mécanique est potentiellement le facteur principal responsable de la haute dégradation du matériel carpologique, voire de la destruction totale d'une large part de l'assemblage qui ne nous est pas parvenu. L'interprétation paléoécologique des assemblages devra être extrêmement prudente et il faudra redoubler de circonspection compte tenu du biais taphonomique très important.

3.5. Conclusion

En théorie, les milieux humides sont des contextes presque idéaux pour la mise en œuvre des recherches paléocarpologiques. En effet la quantité de matériel organique préservé est souvent bien supérieure à celle observée dans les milieux secs. S'il est certain que l'absence de milieu humide entraine la destruction des écofacts non fossilisés pour ne conserver que ceux fossilisés par voie de carbonisation ou de minéralisation, la présence actuelle d'eau de la nappe ne présume pas d'une conservation exceptionnelle du matériel subfossile imbibé.

En contexte anthropique, l'installation passée des habitats humains en zone humide a eu pour conséquence archéologique une conservation remarquable d'une partie du matériel organique d'origine végétale, que ce soient les bois d'architecture, les artefacts en matière périssable et de façon plus générale les témoins naturels non façonnés. Dans ces conditions de conservation aussi bonnes que possible, des programmes de recherche scientifique ont été développés sur des thèmes originaux peu abordés ou difficilement abordables à partir des sites de terre ferme où les vestiges fragiles ont presque systématiquement disparu. Les nombreuses

recherches archéobotaniques en contexte humide sur les villages lacustres ou sur des structures archéologiques en creux, de type puits, ou latrines conservées dans la nappe phréatique, ont cependant démontré l'extrême variabilité des états de conservation des macro-restes végétaux (Antolín *et al*. 2017). C'est pourquoi les interprétations des assemblages ne sont pas univoques et la reconstitution de leur histoire taphonomique doit être priorisée avant toutes interprétations paléoenvironnementales. La qualité de la préservation doit être évaluée à partir de critères et de paramètres standardisés.

À ce jour, pour les contextes naturels, il n'existe pas de référentiel complet permettant d'évaluer l'état de conservation des macro-fossiles végétaux en contexte humide. En nous appuyant sur les différentes recherches faites dans ce domaine, nous avons mis en place une méthodologie spécifique pour l'analyse du paléochenal d'Autrecourt-et-Pourron. Cette méthode s'est appuyée sur des mesures granulométrique et physico-chimique du sédiment auxquelles nous avons associés des paramètres histologiques et bio-morphologiques des carpo-restes. À partir de la combinaison de ces paramètres, nous avons créé une échelle taphonomique permettant d'évaluer l'état de conservation du matériel archéobotanique et ainsi estimer le niveau de confiance que nous pouvons apporter aux assemblages carpologiques lors de leur interprétation. Ce modèle pourra être développé dans le but de constituer des référentiels plus larges sur les processus taphonomiques impactant les diaspores en contexte fluvial.

Comme pouvait le laisser présager la géomorphologie du site, chaque niveau stratigraphique de la coupe d'Autrecourt-et-Pourron présente des conditions particulières de conservation du matériel organique. Les niveaux profonds de nature limoneuse ont été propices à la bonne conservation des assemblages carpologiques. Pour ces niveaux, l'étude des restes très faiblement corrodés et érodés permettra de reconstituer des environnements passés proches de la réalité. Au-dessus des limons, le premier niveau de tourbe claire, dont le taux d'humidité est resté suffisamment constant, est aussi un milieu propice à la bonne conservation du matériel organique même si ce dernier a été plus sujet à la corrosion que les niveaux inférieurs. Le matériel archéobotanique a été peu soumis au déplacement et au remaniement des sédiments. Au-dessus de la tourbe claire, le niveau de tourbe foncée est quant à lui fortement impacté par la corrosion des restes végétaux. Le niveau sédimentaire suivant, à nouveau tourbeux brun clair, a conservé des diaspores dont l'état est comparable au précédent niveau de tourbe claire. Enfin, le niveau supérieur d'argile grise est très fortement soumis aux facteurs d'érosion. Le matériel carpologique est très probablement déplacé et remanié, ce qui entraine sa fragmentation voire sa destruction. Ces phénomènes destructifs sont potentiellement favorisés par l'augmentation des ruissellements de pentes.

Globalement, les grains de pollen sont moyennement conservés tout au long de la séquence de la coupe 3 d'Autrecourt-et-Pourron (étude P. Ruffaldi (3, page 143). La diversité taxonomique est cependant suffisante pour entreprendre des analyses palynologiques. Ainsi, l'état de conservation des carpo-restes ne présume pas de l'état des grains de pollen. Les phénomènes taphonomiques n'impactent pas le matériel organique de la même manière compte tenu des différences histologiques des restes. La bonne ou mauvaise conservation des paléosemences ne constitue pas un critère pertinent pour évaluer la conservation du pollen, et réciproquement. Lors des échantillonnages et des analyses, il est alors important de considérer, de manière indépendante, l'état de préservation de chaque marqueur de végétation.

Les changements perceptibles dans la taphonomie des macro-restes végétaux pose l'hypothèse d'une évolution de la structure paysagère du chenal accompagnée de modification hydrologique et climatique. La dégradation importante des écofacts pourrait avoir été causé par un assèchement brutal, hypothétiquement provoqué par un changement climatique important et une baisse du niveau de la nappe phréatique. En revanche, une meilleure conservation pourrait être corrélée avec une dégradation climatique et hydrologique tendant vers une augmentation de la pluviométrie et une remontée de la nappe. Le retour à des contextes plus humides et anoxies pourrait améliorer la conservation des macro-restes en dépit de variations structurelles de l'environnement des chenaux (atterrissement, colmatage). Dans le chapitre 3 de la deuxième partie de ce mémoire (3, page 143), nous détaillerons les paléo-végétations à partir des analyses carpologique et palynologique du site d'Autrecourt-et-Pourron. En s'appuyant sur un modèle d'âge solide nous établirons une correspondance des oscillations climatiques perçues avec l'état global des carpo-restes.

En conclusion, il apparaît indéniable que l'approche taphonomique contribue de manière importante à la bonne compréhension des formations des assemblages fossiles. Le Centre national de recherche en archéologie (CNRA) recommande « *d'affiner les modélisations taphonomiques sous différents aspects : processus d'accumulation et de modification par des agents biologiques, processus naturels de vieillissement des taphocénoses* » (Programmation national 2016 p. 35). Omettre de reconstituer l'histoire diagénétique des couches sédimentaires peut conduire à des interprétations paléoécologiques erronées. Pour les futures études paléoécologique, il importera de renforcer nos connaissances par des approches multi-disciplinaires, afin de constituer des référentiels solides et adaptés aux contextes archéologiques spécifiques tels que les sites fluviaux et les « hors-sites ».



Relevés photographique et prélèvements du comblement du paléochenal de la coupe 3 d'Autrecourt-et-Pourron (Ardennes). O. Brun, 2012

PARTIE 2 - RÉSULTATS
RESTITUTION PALÉOÉCOLOGIQUE
À PARTIR DES COMBLEMENTS DE
PALÉOCHENAUX DE LA MEUSE FRANÇAISE

Dans la partie précédente, la méthodologie carpologique a été développée et validée à partir de sites fluviaux datés des périodes actuelle et sub-actuelle. La deuxième partie de ce mémoire présente l'application de cette méthodes sur des paléochenaux conservés depuis plus de 12 mille ans à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). L'objectif est de savoir si la paléocarpologie apporte une information suffisamment pertinente pour être intégrer aux analyses paléoenvironnementales classiques comme la géomorphologie et la palynologie.

L'approche génomique, explorée en méthodologie, n'a pas été mise en œuvre dans cette partie. Il sera intéressant de développer l'approche par métabarcoding pour les contextes fluviaux anciens sans perdre de vue que l'ADN ancien est dégradé et qu'il requière une compétence particulière pour son analyse.

L'étude des paléochenaux du début de l'Holocène, qui constituent le cœur de notre projet, est présentée dans les quatre sous-parties suivantes.

- Dans une première sous-partie, nous présenterons les **contextes géologique, environnemental et archéologique** de la région d'étude : les Ardennes françaises. Cette région présente des spécificités géographique et climatiques ayant pu conduire à l'installation ou non des populations humaines au cours du temps.

- Dans une deuxième sous-partie, la zone d'étude d'Autrecourt-et-Pourron sera détaillée et, les choix méthodologiques en vue des analyses paléoécologiques seront présentés. **Les analyses des échantillons de sédiments prélevés sur le site d'Autrecourt-et-Pourron** seront développées**.** Une partie de ces échantillons se sont révélés stériles ou très pauvres en macro-restes végétaux. En revanche, une série (dans laquelle les restes fossiles sont significativement représentatifs) est intéressante car elle présente l'avantage de détailler le dernier tiers du Préboréal.

- Dans une troisième sous-partie, **une séquence d'Autrecourt-et-Pourron datée du Préboréal** est analysée en détails. L'approche carpologique, couplée à la géomorphologie et à la palynologie, permettra de renseigner les changements morphosédimentaires et environnementaux du paléochenal**.** Les données environnementales sur cette période précédant l'entrée dans le Boréal sont essentielles. Une résolution paléoenvironnementale fine de la transition Préboréal/Boréal pourrait apporter des détails de compréhension sur les transformations des biotopes caractérisés par l'extension du couvert forestier. Ce chapitre est rédigé sous la forme d'un article scientifique en anglais. Il fera l'objet d'un dépôt de publication dans une revue scientifique internationale. Cette recherche est conduite en collaboration avec Olivier Brun (archéologue, CD08), Henri-Georges Naton (géoarchéologue, GéoArchÉon, UMR 7041), Guillaume Jamet (géoarchéologue, GéoArchÉon, UMR 8591), Salomé Granai

(malacologue, GéoArchÉon, UMR 8591) et Pascale Ruffaldi (palynologue, MC UBFC, UMR 6249).

- Dans une quatrième et dernière sous-partie, nous focaliserons **l'étude sur la fin du Préboréal** à partir des analyses paléoenvironnementales du paléochenal de la coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Cette étude est conduite en collaboration avec Olivier Brun, Henri-Georges Naton, Guillaume Jamet et Pascale Ruffaldi

1. Les Ardennes : contextes géologique, climatique et archéologique

1.1. Géologie, hydrologie

Le département des Ardennes (08) est situé au nord-est de la France, il couvre une surface de 5 246 km². Sa préfecture est Charleville-Mézières, les sous-préfectures sont Sedan, Rethel et Vouziers. Il partage une frontière avec la Belgique (Figure 55) et est limitrophe des départements de l'Aisne (02), de la Marne (51) et de la Meuse (55). Il est situé dans le territoire de l'ancienne région Champagne-Ardenne et donc rattaché à la nouvelle entité administrative qu'est la grande région Grand-Est.



Figure 55 : Localisation de la région des Ardennes (France)

La position géographique du département des Ardennes le place sur la bordure nord du Bassin parisien dont les formations géologiques viennent recouvrir la bordure sud du massif des Ardennes (Figure 56). Ces deux entités géologiques influencent fortement les paysages du département avec au nord des reliefs très vallonnés et au sud des plaines et des cuestas en lien avec la morphologie du Bassin parisien.

Ces deux grands ensembles géologiques se distinguent avec au nord, le massif primaire des Ardennes, correspondant à la terminaison occidentale du Massif Schisteux Rhénan, essentiellement constituée de dépôts sédimentaires dévono-carbonifères déformés par les orogénèses calédoniennes puis hercyniennes et au centre et au sud les auréoles méso-cénozoïques du Bassin parisien dont les dépôts sédimentaires sont essentiellement carbonatés et reposent en discordance sur les terrains primaires, et se structurent en monoclinaux très légèrement déversés vers le sud-est où se localise le centre du bassin. (Prognon et Lacquement 2008).

L'Ardenne primaire est un massif complexe, fortement plissé, faillé (orientation des failles NE-SW et E-W) et métamorphisé faiblement. Les schistes et quartzites datés du Cambrien forment le socle ancien. Ils sont surmontés en discordance par les dépôts dévoniens (poudingues, schistes et grès). Dans la région de Givet se voit le cas particulier de bancs calcaires récifaux.

Ce sont sur ces formations du Paléozoïque que reposent les sédiments mésozoïques qui constituent les successions monoclinales de la bordure nord-est du Bassin parisien.

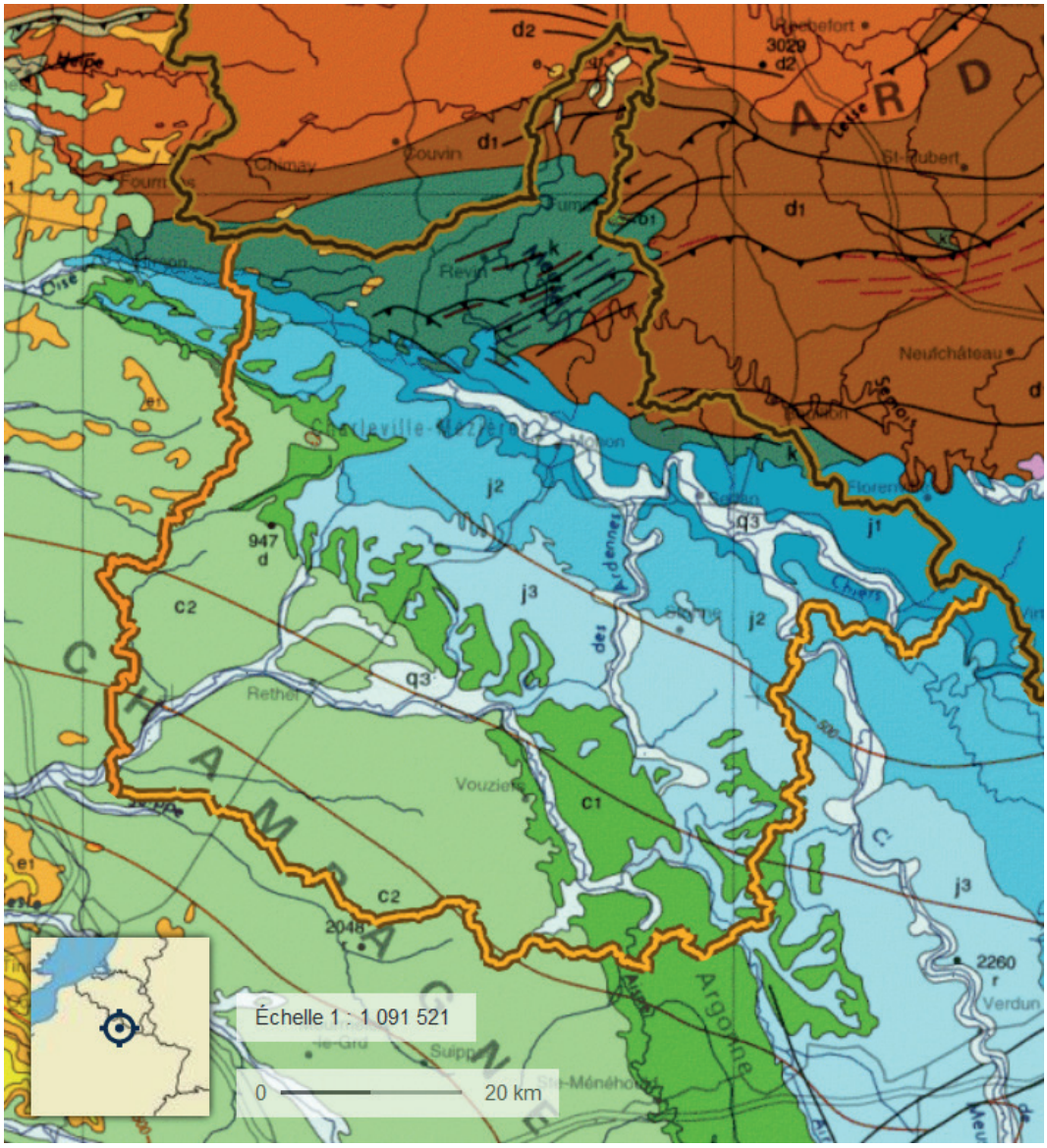


Figure 56 : Carte géologique. Département des Ardennes en contour orange. H.G. Naton, 2019 d'après IGN

Le Jurassique inférieur, en limite du socle paléozoïque, est représenté par des marnes, des calcaires marneux et des grès liasiques orientés sensiblement d'ouest en est. La nature tendre de ces formations du Lias forme une large dépression occupée par la Meuse et la Sormonne.

En appui au nord sur le Lias avec une limite assez régulière, le Jurassique moyen (Bajocien et Bathonien) est composé en grande partie de calcaires oolithiques qui forment les cuestas et crêtes pré-Ardennaises. Les formations marneuses du Callovien et de l'Oxfordien inférieur forment quant à elle une dépression qui se prolonge vers le sud-est par la plaine de la Woëvre dont le caractère mal drainé est notable.

Le Jurassique supérieur a pour base une argile très fossilifère sur laquelle repose une puissante assise de gaize, roche siliceuse assez dure et sèche (gaize Oxfordienne des Crêtes).

Le Crétacé inférieur est formé par des sables wealdiens, très relictuels, par les argiles du Gault et par la gaize, plus développée au sud du département, dans l'Argonne. Ces dépôts renferment à différents niveaux, du phosphate de chaux.

La craie est la roche dominante du Crétacé (craie marneuse du Turonien et craie blanche, tendre ou dure du Sénonien) qui affleure au sud du département.

Les formations quaternaires sont constituées par les alluvions des grandes vallées fluviatiles et par les limons des plateaux, qui recouvrent les terrains crétacés au nord de l'Aisne. L'origine périglaciaire de ces limons ne fait aucun doute quand ils se trouvent sur les formations crayeuses, mais qu'il est plus difficile à démontrer quand ils recouvrent les formations marneuses du jurassique ou les gaizes d'Argonne car ils peuvent être confondu avec des altérations de ces formations.

D'un point de vue géomorphologique, six unités paysagères géomorphologiques composent le département. Du nord au sud-ouest.

- Le massif ancien des Ardennes dans le nord du département forme un vaste plateau boisé qui culmine à près de 500 m aux environs de Fumay. Ce massif est fortement incisé par la vallée méandriforme de la Meuse qui coule du sud au nord, et par celle de son affluent la Semoy, qui coule d'est en ouest jusqu'à sa confluence à Monthermé. Les flancs de ces vallées sont très abrupts, avec des dénivelés importants, 200 m ou plus.
- Les Crêtes pré-Ardennaises présentent des reliefs très vallonnés, armés par les calcaires jurassiques. Elles dominent sous forme de cuesta la dépression marneuse qui borde le massif ardennais, dans laquelle coulent la Meuse et son affluent la Sormonne, où se trouvent les agglomérations principales de Charleville-Mézières et de Sedan.
- La Côte d'Argonne érodée et peu prononcée à l'ouest de Vouzier, fait transition entre la Champagne humide au nord et le massif forestier de l'Argonne, qui se développe au sud dans le département de la Marne, où son relief est plus prononcé. Côte et massif d'Argonne sont en grande partie composés et armés par les formations de la gaize, roches siliceuses très légères, et de calcaires.
- La Champagne Humide est une vaste dépression argileuse, à la topographie molle, mal drainée, dominée par le massif de l'Argonne, armé par les terrains indurés de la gaize.

- La Côte de Champagne qui sépare la Champagne crayeuse de la Champagne Humide. C'est la superposition de la craie blanche sur les niveaux de marnes, sables et argiles qui est responsable de cette cuesta ; la forme est convexo-concave, la dénivellation est faible (quelques dizaines de mètres) et la pente douce. La différence de perméabilité de ces deux roches donne des lignes de sources à l'origine de petit vallons.
- La Champagne Crayeuse (« Champagne sèche » ou « Champagne pouilleuse »), fréquemment appelée « Plaine de Champagne » qui est un vaste plateau mollement ondulé, d'altitude comprise entre 100 et 200 m, traversée d'est en ouest par la large vallée de l'Aisne. Les villes principales sont Rhetel et Vouzier.

D'un point de vue hydrographique, le département des Ardennes est traversé par deux vallées alluviales principales. À l'est la Meuse circule d'abord dans la dépression liasique selon une direction est-ouest entre Mouzon et Charleville-Mézières où elle bifurque vers le nord jusqu'à Givet au travers du massif primaire ardennais. Dans le sud l'Aisne parcourt le département d'est en ouest.

La Meuse est un fleuve de 950 km de long dont le bassin versant est étroit, coincés entre le bassin du Rhin à l'est, qu'elle semble rejoindre à la fin de son parcours au Pays-Bas au niveau de leur delta commun et le bassin Parisien puis les plaines de Belgique à l'ouest. De sa source à Pouilly-en-Bassigny commune de Châtelet-sur-Meuse dans le département de la Haute-Marne (52) à 409 m d'altitude sur le plateau de Langres à la mer du Nord à Moerdijk (Pays-Bas), la Meuse va traverser trois pays (France, Belgique et Pays-Bas), et être rejointe par de nombreux affluents (la Saônelle, le Mouzon, le Vair, la Chiers, la Semois, la Lesse, le Bocq, le Hoyoux, l'Ourthe et la Roer sur la rive droite, la Bar, la Sormonne, le Viroin, la Molignée, la Sambre, la Mehaigne et le Geer sur la rive gauche). Cependant ce n'est qu'après son entrée dans le département des Ardennes juste après notre site d'étude (Autrecourt-et-Pourron) qu'elle va recevoir les eaux d'une rivière conséquente la Chiers (Harmand 1992)

Beaucoup moins importante que la Meuse, l'Aisne est une rivière d'une longueur totale de 335 km, elle traverse le Sud du département sur 140 km. L'Aisne reçoit dans les Ardennes deux affluents notables : l'Aire près de Grandpré et la Retourne à la sortie du département. Le bassin de l'Aisne et ses affluents convergent vers l'Ile de France et la Seine.

L'histoire géologique et hydrologique de la Meuse est beaucoup plus complexe que la vision qui semble stable actuellement. De nombreuses études ont mis en évidence plusieurs phénomènes de captures entre les bassins versants de la Meuse, de la Moselle-Rhin et de l'Aisne-Seine (Harmand 1992 ; Harmand *et al.* 1995 ; Losson 2004 ; Harmand *et al.* 2007). Le bassin versant de la Meuse à l'amont du site d'Autrecourt-et-Pourron, n'est que sous l'influence des formations sédimentaires du Bassin parisien, essentiellement datées du Crétacé ou Jurassique et de faciès

calcaires et marneuses. Cependant il y a environ 250 000 ans avant la capture de la Haute-Moselle par la Moselle actuelle au niveau de Toul, le bassin versant de la Meuse était en connexion avec des apports des Vosges (Harmand 1992 ; Harmand *et al.* 1995 ; Harmand *et al.* 2007), d'où des apports de roches cristallines que l'on retrouve dans les alluvions ante-capture. Ce qui est le cas dans la grave de fond exploitée dans les gravières notamment à Autrecourt-et-Pourron.

1.2. Climat et végétation actuels

1.2.1. Climat

Le climat actuel de la région Champagne-Ardenne est de type océanique, avec des traits continentaux. La température moyenne annuelle de la région est voisine de 10 ° C et les précipitations moyennes sont de 830 mm par an (Météo France, 2019). Les précipitations et les températures varient en fonction de la topographie, ce qui créé une diversité de climats sur le territoire.

À l'Est, le massif Ardennais est caractérisé par un climat de transition entre océanique et continental : les hivers sont froids et enneigés et les étés sont secs. À Autrecourt-et-Pourron, la température annuelle moyenne est de 9.7 °C. L'amplitude thermique annuelle est de 16.2 °C. Les précipitations annuelles sont importantes y compris lors des mois les plus secs. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 893 mm. La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 31 mm (Figure 57).

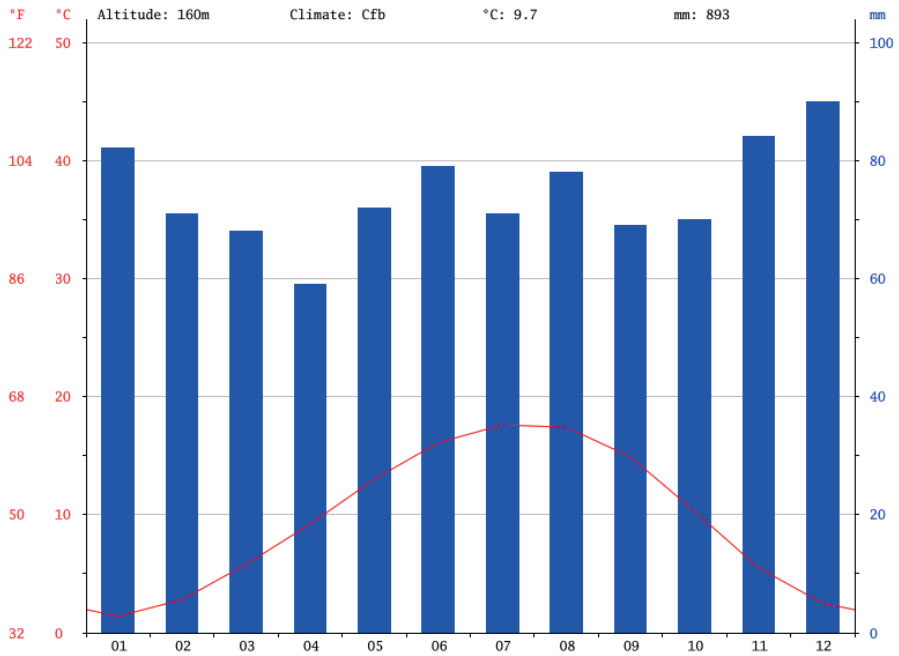


Figure 57 : Diagramme climatique des précipitations et températures annuelles à Autrecourt-et-Pourron en 2018. Climate data 2019

1.2.2. Végétation

La végétation actuelle des Ardennes est riche et diversifiée. Les forêts de type chenaie-frênaie-hêtraie couvrent une grande partie des plateaux et des versants de la région (Henriet et Hannequin 2018). Les prairies recouvrent également un partie importante du territoire et leurs usages sont souvent destinés au pâturage et au fauchage. Les zones humides sont fréquentes sur les sols imperméables de limons quaternaires, avec de nombreux étangs et marécages. Enfin les parcelles agricoles sont importantes avec les vignobles et les champs céréaliers.

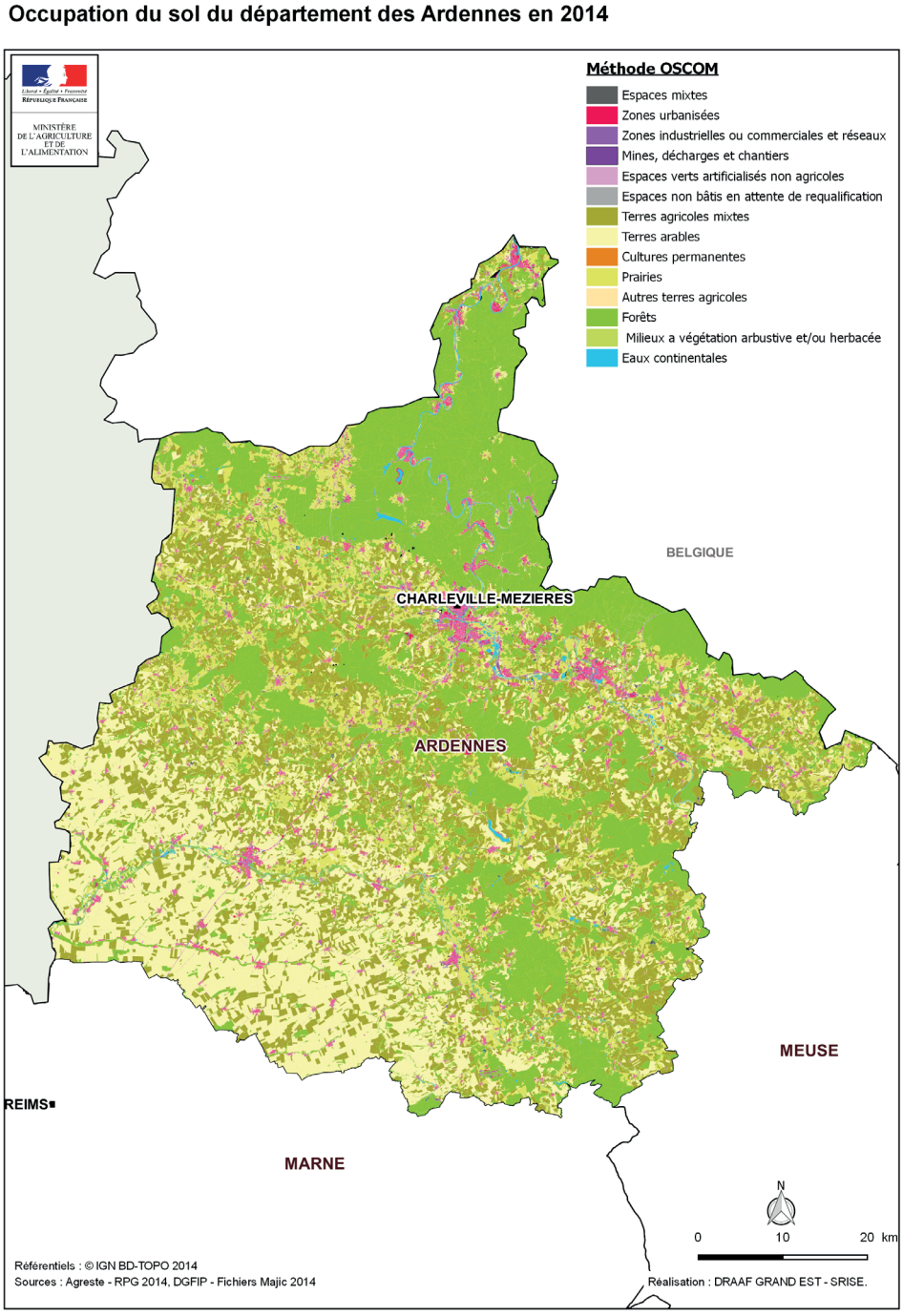


Figure 58 : Carte d'occupation des sols en région. R. Henriet et A. Hannequin, 2018

1.3. Contexte archéologique

Les Ardennes françaises livrent des sites archéologiques de toutes les périodes, toutefois les occupations du Paléolithique ou du Mésolithique en stratigraphie sont assez rares mais non absentes. Mises à part quelques découvertes en contexte « lœssique » et un potentiel de cavités dans la pointe de Givet, c'est surtout les contextes de plaine alluviale qui livrent, à ce jour, les ensembles les mieux préservés. Ces contextes alluviaux sont par ailleurs les plus favorables aux études paléoenvironnementales. C'est donc un aperçu des sites les plus importants découverts en Ardennes pour le Paléolithique, le Mésolithique et le Néolithique qui est présenté dans ce chapitre.

1.3.1. Paléolithique

1.3.1.1. Paléolithique moyen

Les traces archéologiques les plus anciennes datent du Paléolithique moyen (entre -250 000 et -40 000 ans). Le site de Dommery au lieu-dit Le Rottoy, où des sondages ont été réalisés par Jean-Pierre Pénisson, demeure le site le plus important. Découvert en contexte alluvial, le mobilier lithique comprend de nombreux racloirs, des pointes Levallois et des nucléus Levallois de petite dimension. Les restes de faune mis au jour comprennent des fragments de défense de mammouth et des dents de grands herbivores (Chertier 1976a, 1976b, 1981, 1983).

1.3.1.2. Paléolithique supérieur

Le site de « Roc-la-Tour I » fouillé par Jean-Georges Rozoy, sur la commune de Monthermé, est un site majeur et l'un des rares sites connus du Paléolithique supérieur dans les Ardennes françaises. Situé en bordure de plateau à quelques kilomètres de la frontière belge au nord-est de Charleville-Mézières, et surplombant à environ 410 m d'altitude la vallée de la Semois, le site offre un panorama à 360° (Rozoy 1988a, 1998b, Rozoy et Rozoy 2003). Ce site remarquable est connu par ses colonnes de quartzite (3 tores) et les légendes associées au lieu, le « château du diable » (Figure 59).



Figure 59 : Carte postale ancienne du site de Roc-la-Tour.

L'industrie mise au jour à « Roc-la-Tour I » est attribuée au Magdalénien supérieur (Rozoy 1988a, 1998b). Sur les 110 m² du site préservé, plus de 1 600 outils en silex (silex potentiellement importé de Belgique) ont été retrouvés, ainsi que des milliers de déchets de taille. L'outillage lithique comprend en majorité des lamelles à bord abattu (50 %) associées à des burins (9 %), des perçoirs (10 %) et des grattoirs (3 %).

Les chasseurs-cueilleurs auraient fréquentés régulièrement ce lieu pendant plusieurs siècles (Figure 60), abandonnant des milliers de plaquettes de schiste et de psammite (dallage au sol ?), dont 491 sont gravés de figurations animalières, humaines et de signes abstraits (Rozoy 1990a, Rozoy et Rozoy 2007). Les plaquettes de schiste de « Roc-la-Tour I » ont été systématiquement et intentionnellement cassées après la réalisation des gravures (Figure 60). Ce site magdalénien supérieur des Ardennes représente un pendant aux sites de Gonnersdörf et d'Andernach (datés du Dryas ancien) dans la vallée du Rhin en Allemagne.

Le site de « Roc-la-Tour I » est considéré comme une installation importante, la seconde en région ardennaise après le site du « Trou de Chaleux » (Hulsonniaux, Belgique). Ces groupes humains auraient eu des contacts avec les communautés magdaléniennes de la région centrale du Bassin parisien, comme celles de Pincevent et d'Etiolles (Rozoy 1997, Rozoy et Rozoy 2007)..



Figure 60 : Roc-la-Tour I, vues du site et plaquettes gravées, © Musée de l'Ardenne Charleville-Mézièress

1.3.2. Mésolithique

Les sites mésolithiques sont relativement plus nombreux et ont été, pour la plupart, fouillés par Jean-Georges Rozoy. On peut citer « Roc-la-Tour II » à Monthermé (Rozoy 1978), « La Roche-à-Fépin » à Haybes (Rozoy 1990b, 1993) ou celui de « La Culotte » à Rémilly-les-Pothées fouillé récemment par Bénédicte Souffi (Souffi 2013, Souffi et al. 2018).

Ce dernier site, découvert dans la vallée de l'Audry en limite de la plaine alluviale, a été décapé sur environ 25 000 m^2 et fouillé manuellement sur 308 m^2. Il a livré deux niveaux d'occupations attribués l'un à la culture du Rhein-Meuse-Schelde-A (armatures à retouche couvrante (Figure 61) et lamelles à dos étroites) et l'autre au Mésolithique final. 10 603 vestiges ont été récoltés auquel s'ajoutent 23 823 esquilles lithiques et osseuses. Les bonnes conditions de conservation des deux niveaux ont permis différentes études des 9 locus et structures mis au jour (étude archéozoologique, remontages, étude spatiale, datations ^{14}C, etc.).



Figure 61 : Armature à retouche couvrante de type feuille de Gui, Remilly-les-Pothées (Ardennes). Fin du Mésolithique moyen (7000-6700 BC). © B. Souffi, Inrap, 2012

1.3.3. Néolithique

Un très grand village néolithique de la culture du Michelsberg avec 23 bâtiments, 200 silos et de nombreux artefacts (Figure 62) a été mis au jour au lieu-dit « les Hautes Chanvières » à Mairy dans la plaine alluviale de la Meuse près de la confluence avec la Chiers (Marolle 1989). Ce village néolithique daté du début du IV° millénaire BC a été découvert en 1975. En 1981, l'ouverture d'une gravière a permis la fouille préventive du site sur environ 30 hectares. En raison du fort alluvionnement à cet endroit, les premiers vestiges ne sont apparus qu'à partir de 1,50 m de profondeur. L'occupation du site a perduré au cours de l'âge du Bronze et du Fer et jusqu'au Moyen-Âge.



Figure 62 : Haches polies de la culture Michelsberg du site les Hautes Chanvières de Mairy, exposé au Musée de l'Ardenne. ©G. Garitan

2. La zone d'étude d'Autrecourt-et-Pourron

2.1. Autrecourt-et-Pourron

Dans le département des Ardennes, la commune d'Autrecourt-et-Pourron est située à environ 19 km au sud-est de Sedan et à 6 km au nord-ouest de Mouzon. À l'ouest du village, la commune possède de vastes étendues de forêts. L'est et le sud sont essentiellement constitués de terres agricoles. La Meuse forme la limite nord-est de la commune en s'écoulant vers le nord-ouest. Le ruisseau de Brouhan s'écoule d'ouest en est à travers le village pour rejoindre la Meuse. Le ruisseau de Yoncq constitue la limite sud-est et s'écoule vers le nord-est. L'altitude de la commune d'Autrecourt-et-Pourron varie entre 154 et 312 m NGF (Figure 63).

« *Dans le secteur étudié, la Meuse sort des plateaux calcaires (Bajocien/Bathonien) de Lorraine, où sa vallée forme un couloir alluvial à fond plat, étroit (0,5 km de large), dessinant de grands méandres encaissés. À partir de Mouzon, la vallée s'élargit et prend une position orthoclinale, avec des versants dissymétriques, versant de rive gauche en pente forte (front de la cuesta du Bajocien) et versant de rive droite plus allongé (revers), taillé dans les marnes du Domérien. Elle forme alors une plaine alluviale inondable, large de 2 à 3 km, là où s'opère la confluence avec la Chiers, affluent de rive droite. Elle se resserre ensuite vers l'aval, à Sedan.* »
(Lefèvre *et al.* 1993, p.19).

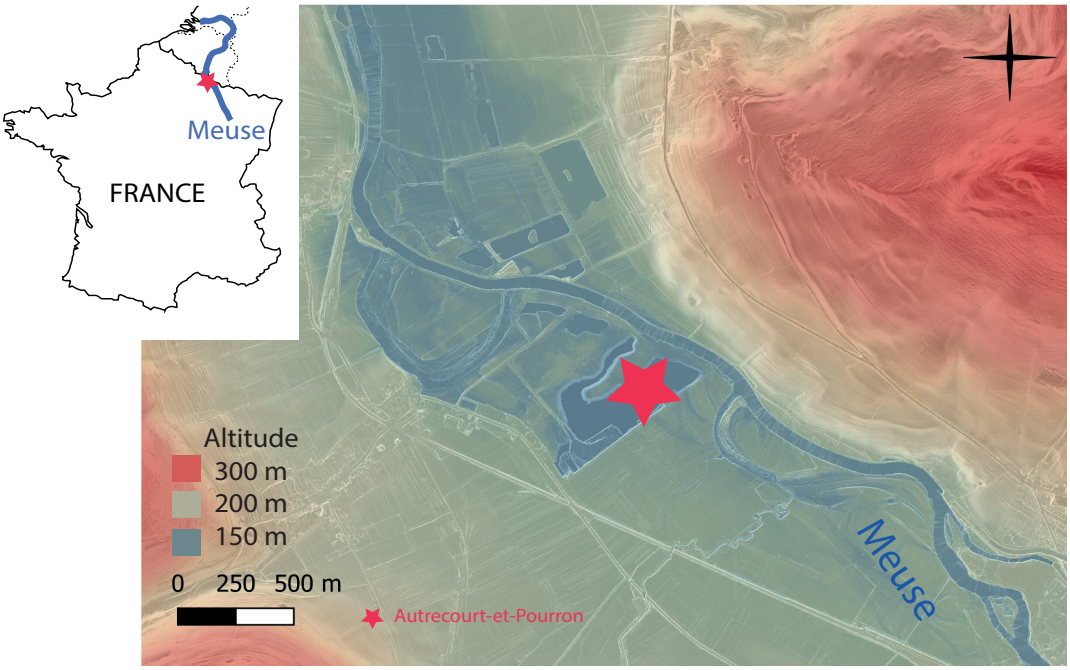


Figure 63 : Altimétrie du secteur d'Autrecourt-et-Pourron. IGN. C. Schaal, 2018

2.2. Un secteur sous haute surveillance archéologique

2.2.1. Historique des opérations archéologiques

Le secteur situé à l'Est du village d'Autrecourt-et-Pourron en rive gauche de la Meuse a fait l'objet de plusieurs opérations de diagnostics et de fouilles préalablement à l'exploitation de granulats par la société MCA-Ardennes (Figure 64).

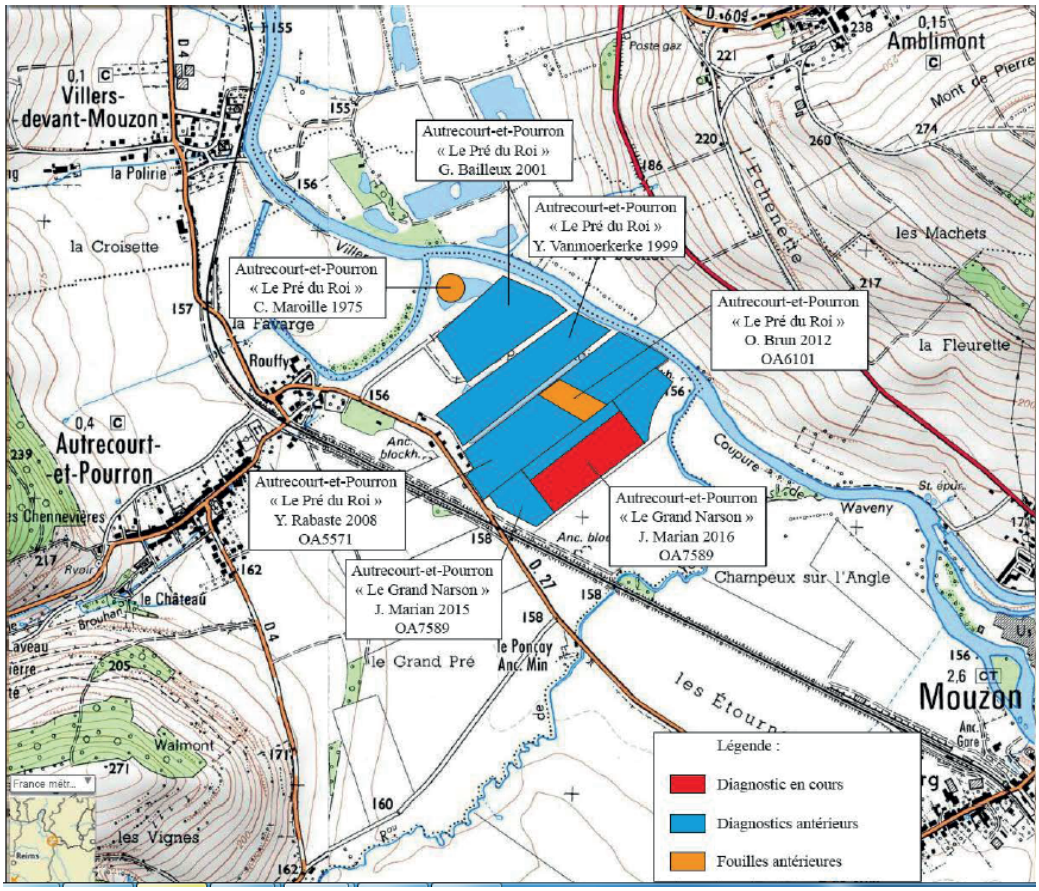


Figure 64 : Localisation des diagnostics et fouilles d'Autrecourt-et-Pourron. J. Marian, 2015

En 1975, dans le cadre de l'ouverture d'une ballastière au lieu-dit « Le Pré du Roi », une fouille (autorisation n° 33 du 25 avril 1975) a été réalisée par C. Marolle sur une surface de 10 m^2. Elle n'a pas permis de découvrir de structures archéologiques. Elle a seulement livré de la faune non datée.

En 1999, une évaluation archéologique a été réalisée par J. Vanmoerkerke (SRA Champagne-Ardenne) au même lieu-dit, sur une surface de 7 ha (Vanmoerkerke 2000). Cette opération a permis de mettre au jour un réseau de quatre systèmes de paléochenaux ainsi que des artefacts anthropiques et des écofacts (céramiques protohistoriques et romaines, fragments de bois travaillés et naturels). Ce diagnostic a apporté des informations, pour partie inédites, sur l'évolution de la plaine alluviale de la Meuse et les dynamiques paléoenvironnementales.

À la suite de ce diagnostic, une évaluation complémentaire a été effectuée sur 2 ha par G. Bailleux (Afan) en 2001. Cette opération a permis d'observer la complexité du lit de la Meuse, subdivisé en bras plus ou moins nombreux séparés par des bancs de graviers. D'abondantes couches de tourbe plus ou moins profondes et épaisses attestent du caractère dormant de ces chenaux pendant une phase de leur existence (Bailleux 2001).

En 2008, suite à une demande d'extension de la carrière de matériaux alluvionnaires par la société MCA-Ardennes, une opération de diagnostic a été menée par Y. Rabasté (Inrap) sur une surface de 16 ha, sur les parcelles situées dans la continuité au sud-est de celles évaluées par J. Vanmoerkerke (Rabasté 2008). Ce diagnostic a mis en évidence deux systèmes de plusieurs paléochenaux associés à des bois travaillés et naturels et du mobilier céramique. Une chronologie relative a pu être établie au sein de ces deux systèmes. La datation apportée par dendrochronologie (datation absolue d'un fragment de chêne 174 BC.) sur l'un des paléochenaux a permis d'émettre l'hypothèse que ce dernier fonctionnait avant et durant la période protohistorique mais qu'il n'existait plus à l'époque gallo-romaine compte tenu de la présence de céramique antique dans les couches limoneuses scellant le paléochenal. Les autres paléochenaux seraient postérieurs aux périodes Préboréal et Boréal (environ 10 000 BP) voire post-Atlantique/Subboréal (6 700 - 4 500 BP). Par chronologie relative, le paléochenal le plus ancien, serait attribuable à la période Tardiglaciaire (soit 18 000 - 11 650 BP).

Suite à cette opération de diagnostic, une fouille préventive a été réalisée en 2012 sur une surface de 1,5 ha par O. Brun (CD08) (Brun, en préparation). Nos recherches paléocarpologiques portent sur ce secteur. Le contexte est détaillé dans le point suivant «La fouille de 2012», page 123.

En 2015, dans le cadre de la réalisation d'une extension de carrière par la société MCA-Ardennes, une opération de diagnostic a été menée par J. Marian (Inrap) au lieu-dit « le Grand Narson » sur une superficie de 6,8 ha dans la continuité des opérations préventives précédentes en direction du sud-est (Marian 2015). Ce diagnostic a permis de mettre au jour trois paléochenaux dans la continuité des précédentes découvertes. Les datations ^{14}C réalisées sur des morceaux de chêne retrouvés dans la couche d'argile grise scellant les niveaux tourbeux des deux paléochenaux attesteraient chronologiquement leurs fonctionnements et leurs phases de recouvrement de la période Tardiglaciaire à la période Atlantique-récent (ETH Zurich n°65293.1.2, 5 209±119 BP et ETH Zurich n°65294.1.1, 6 297± 205 BP).

Enfin en 2016, toujours dans le cadre d'une extension de l'exploitation de la carrière, une dernière opération d'archéologie préventive a été réalisée au « Grand Narson » par J. Marian sur une surface de 6,5 ha (Marian 2016). Ce diagnostic a permis de mettre au jour deux paléochenaux, un complexe stratifié remanié et un bâtiment contemporain. Cette opération vient compléter les connaissances

en paléoenvironnement et géoarchéologie acquises ces dernières années dans la commune d'Autrecourt-et-Pourron, notamment grâce aux opérations de diagnostics menées depuis 1999 et à l'opération de fouille préventive de 2012. Au regard de l'avancement des études environnementales, il semble que les systèmes de chenaux de la Meuse se soient déplacés du sud vers le nord au cours du temps.

2.2.2. La fouille de 2012

En 2012, la zone du Pré-du-Roi (Autrecourt-et-Pourron, Ardennes) a fait l'objet d'une fouille archéologique sous la direction de O. Brun, responsable des opérations, Conseil Départemental des Ardennes. Cette fouille s'inscrivait dans une problématique géoarchéologique et paléoenvironnementale. L'emprise de la fouille s'étendait sur des formations superficielles de type alluvions récentes d'une épaisseur oscillant entre 5 et 8 m avec une hauteur importante de limons et de terre végétale en surface. Ces alluvions récentes se composent le plus souvent par des débris calcaires de différents horizons jurassiques. Dans la vallée où le cours d'eau entame des grès, il y a des tendances sableuses importantes sur l'ensemble du dépôt avec des fragments de grès calcaire ou même des petits éléments conglomératiques siliceux libérés des grès jurassiques démantelés.

L'emprise de la fouille de plan rectangulaire s'étendait sur une surface d' 1,5 ha aux abords de la route D27 en direction de Mouzon. Le terrain fouillé accuse une pente très légèrement descendante d'environ 0,2 % (entre 158 et 156 m NGF) depuis la route D27 au sud-ouest en direction de la Meuse au nord-est.

La fouille a bénéficié de conditions tout à fait exceptionnelles pour ce type de site. La société d'extraction de granulats MCA-Ardennes, qui exploite le gisement d'Autrecourt-et-Pourron depuis 1989, s'est trouvée en co-activité avec les archéologues. Afin de faciliter l'exploitation de la gravière, la société a construit des batardeaux sédimentaires permettant de rabattre la nappe phréatique tout autour de la fouille (Figure 65). Les conditions d'intervention des archéologues s'en sont trouvées fortement améliorées puisqu'ils ont pu profiter de l'abaissement de la nappe pour entreprendre des excavations profondes à pied sec.

La fouille a été en grande partie mécanisée (Figure 66). À l'aide de pelles à chenilles, les archéologues ont procédé à l'ouverture de larges fenêtres de fouille, appelées sondages, permettant d'observer le plus finement possible les différents remplissages des anciens chenaux sur l'ensemble du secteur. Les zones sensibles ont ensuite été fouillées manuellement en stratigraphie et planimétrie.

Après le relevé des coupes géologiques, les géomorphologues ont effectué de nombreux prélèvements de sédiments dans la perspective des analyses paléoenvironnementales, en particulier sur les coupes comportant des niveaux caractéristiques d'entourbement. Ces niveaux riches en matière organique comportaient une grande quantité d'écofacts parfois visibles à l'œil nu (Figure 67).

La présence remarquable de ces restes périssables a renforcé la nécessité d'entreprendre des recherches paléobotanique plus poussées en laboratoire.

Les premiers résultats de la fouille permettent d'énoncer que des niveaux de tourbe se sont formées au cours des périodes Préboréal et Boréal. Les datations dendrologiques permettent également de conclure que les chenaux n'étaient plus en activité dès la période de La Tène. Ces arguments permettent de supposer le déplacement des systèmes de chenaux du sud vers le nord.



Figure 65 : Création d'un battard d'eau en limite de fouille. H.G. Naton, 2012



Figure 66 : Fouille mécanisée en larges sondages. H.G. Naton, 2012



Figure 67 : Détail d'une feuille subfossile. H.G. Naton, 2012

2.3. Mise en œuvre d'un protocole de prélèvement novateur en milieu naturel

2.3.1. Exemple de la représentativité de l'information carpologique en fonction du volume de sédiment

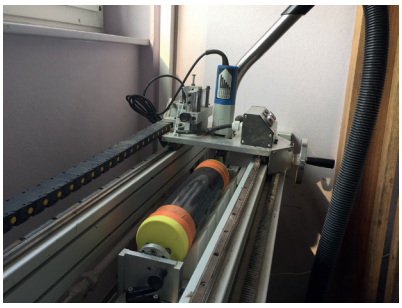
Dans le cadre des études conduites sur le méandre du Doubs à Mératon (1, page 47)(2, page 71) nous avons eu l'occasion d'effectuer plusieurs forages sur un rayon d'1 mètre de surface. Les carottes ont été prélevés en tube de 90 cm de diamètre (Figure 68). 9 carottes ont été sélectionnées et découpées à l'aide d'un banc équipé d'une scie (laboratoire Chrono-environnement), en deux parties nommées a et b (Figure 69). Au total 14 échantillons provenant du niveau de surface de sédiment (0-2 cm) ont fait l'objet d'une analyse carpologique. Les volumes de sédiment, les abondances de restes et les effectifs de taxons ont été calculés (Table 3).

Les données ont été représentés à l'aide d'un graphique (Figure 70). Les deux premiers échantillons (2a et 3a), à gauche du diagramme, sont les résultats des analyses conduites par un stagiaire non formé en carpologie. Les autres échantillons ont été analysés par un opérateur expérimenté (C. Schaal). Le constat de la nécessité d'une expertise en carpologie est indéniable.

Néanmoins, malgré l'expérience, les abondances relatives des macro-restes varient non seulement par carotte, mais aussi entre les deux parties de celle-ci. Alors que les prélèvement ont été effectués sur une surface et une profondeur réduite, les abondances de restes et le spectre taxonomique sont hétérogènes. Le principal facteur responsable est le volume de sédiment traité. En contexte fluvial, un volume d'environ 50 ml est très insuffisant pour obtenir des résultats représentatif. C'est pourquoi, pour conduire une analyse carpologique, il est nécessaire de récolter et d'analyser un volume de sédiment suffisant qui peut être estimer à un litre pour l'analyse carpologique de sédiment fluvial daté de la période actuelle..



Figure 68 : Lot des carottes prélevés sur le site de Mératon. C. Schaal, 2017



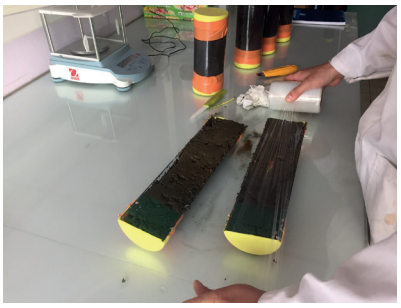


Figure 69 : Banc de découpe et emballage des deux parties de la carotte. C. Schaal, 2017

Rivière	Site	N° carotte	Masse en grammes	Volume en millilitres	Abondance reste/litre	Effectif taxons
DOUBS	Mératon	2a	50	45	183	5
		3a	50	45	116	3
		5a	60,5	50	3300	13
		5b	56,8	45	3133	16
		7a	56	45	1466	14
		7b	53	45	1222	8
		9a	57,3	50	2060	12
		9b	53,8	45	2533	10
		11a	67	55	1272	7
		11b	46,8	35	2342	9
		13a	51,6	40	3425	14
		13b	55,4	40	3825	17
		14a+b	110,7	100	2280	16
		15a+b	100	100	1270	12
		TOTAL	**868,9**	**740**	**2030,78**	**39**

Table 3: Données de masse et volume de sédiment, abondance des restes et effectif des taxons pour les échantillons de Mératon (niveau de surface). C. Schaal, 2019

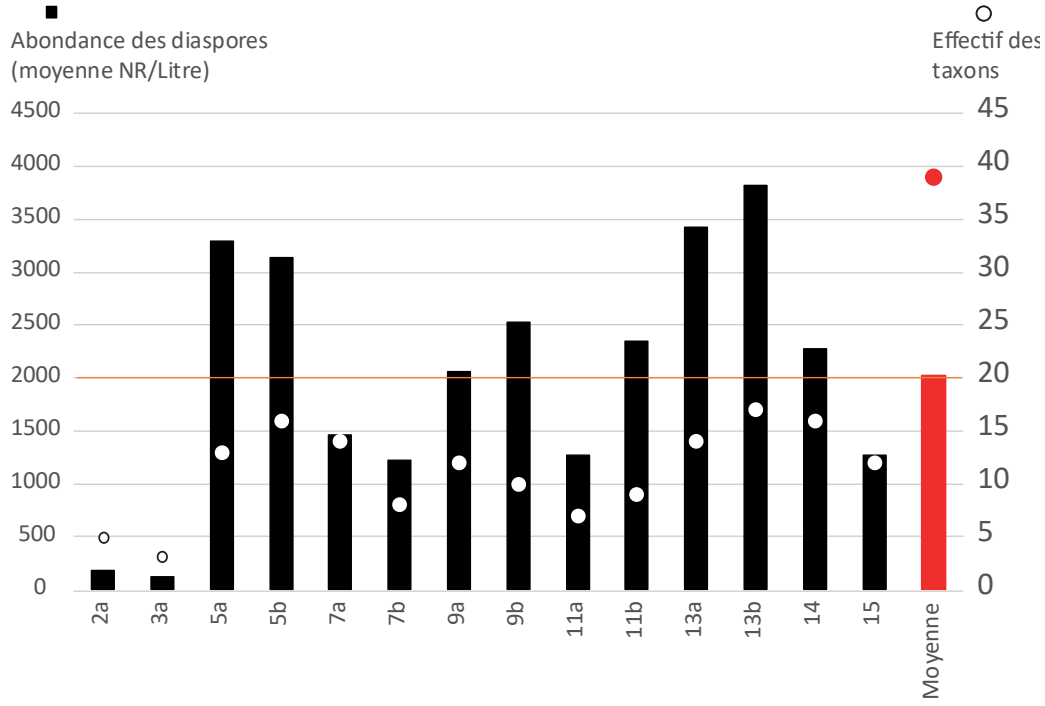


Figure 70 : Abondance par litre de sédiment (échelle de gauche) et nombres de taxons (échelle de droite) calculés pour 14 échantillons issus de la couche sédimentaire datée de 2014-2017 du site de Mératon (Jura). En rouge=la moyenne des 14 échantillons. C. Schaal, 2017

Les abondances de restes et le nombre de taxons a également été calculées par niveaux stratigraphiques (Table 4). Sur le graphique (Figure 71):

- pour la période de 2000 à 2017, les abondances sont supérieures à 1500 restes par litre. Nous pouvons considérer que pour cette période, les volumes échantillonnés sont suffisant pour permettre une analyse statistiquement fiable ;
- pour la période de 1900 à 2000, les abondance sont globalement supérieures à 1000 restes par litre. L'échantillonnage est considéré comme bon et représentatif ;
- De 1855 à 1900, les abondances sont proches de 500 restes par litre. L'échantillonnage reste correcte mais devra être considéré avec prudence.

En parallèle, ces résultats soulignent l'absence de relation entre le volume étudié, les abondances de restes et le spectre taxonomique entre les échantillons. Les raisons d'une telle variabilité sont potentiellement d'ordre structurel et en fonction des dynamiques de la végétation et de l'hydrologie. Des facteurs taphonomiques sont également à prendre en considération.

Chronologie	Volume en ml	Abondance de reste / litre	Effectif de taxons
1855	330	531,4	37
1879	120	374,97	12
1883	280	627,2	19
1905	260	1001,1	18
1909	110	836,35	8
1930	270	978	14
1939	110	790,89	11
1956	250	1097	20
1968	110	2709,06	23
1979	280	857	20
1990	90	2788,85	34
1995	250	1171,8	32
1998	90	1333,31	27
2001	250	1736,2	23
2003	90	2977,76	18
2005	250	2192,4	22
2010	210	1883,3	26
2017	740	2030,7	39

Table 4: Données de masse et volume de sédiment, abondance des restes et effectif des taxons pour les échantillons de Mératon. Les niveaux stratigraphiques sont présentés en chronologie. C. Schaal, 2019

.

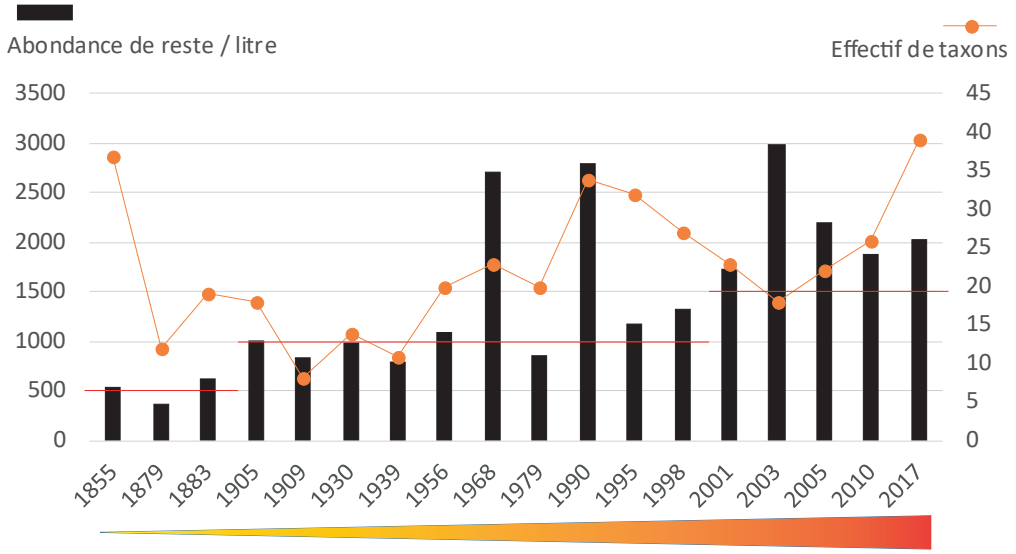


Figure 71 : Abondance par litre de sédiment (échelle de gauche) et nombres de taxons (échelle de droite) du site de Mératon (Jura). En dégradé, le gradient empirique de conservation. C. Schaal, 2017

Le volume brut de sédiment étudié est un critère de travail prioritaire. Ce volume doit être soigneusement considéré car, il constitue un élément clé pour la compréhension des assemblages des diaspores. Dans le cadre de cette recherche, la diminution importante des abondances a été constaté sur un pas de temps de deux siècles. Il sera nécessaire de poursuivre l'effort d'échantillonnage et d'augmenter les volumes de sédiment prélevé pour les périodes anciennes.

2.3.2. La carpologique en zone naturelle : innovation méthodologique

En France, les études de macro-restes végétaux en contexte dit naturel ou « hors-sites » sont rares (Salvador *et al*. 2005 ; Fassion, 2013 ; Dendievel, 2017). Ces études reposent essentiellement sur des méthodes développées en palynologie. Il s'agit d'échantillons de volumes réduits (1 à 200 ml) issus de colonnes de sédiment prélevées par carottage et généralement traités chimiquement, par exemple au pyrophosphate de sodium ($Na_4P_2O_{7)}$), hydroxyde de potassium (KOH) ou hydroxyde de sodium (NaOH), puis tamisés sur une maille de tamis de 80 à 125 µm. Le décompte des restes se fait par des méthodes semi-quantitatives et/ou quantitatives.



Figure 72 : Détail des niveaux organiques. H.-G. Naton, 2012

Depuis plus d'un demi-siècle, les carpologues, étudiant les contextes anthropiques ou « intra-site », se basent sur des constats statistiques pour développer des protocoles de plus en plus efficients. L'analyse des sédiments est alors conduite sur des volumes important (10 à 20 l), traités uniquement à l'eau à l'aide d'une colonne de tamis d'une maille de minimum 250 µm. L'identification taxonomique est généralement précise au rang de l'espèce et les comptages sont systématiquement quantitatifs.

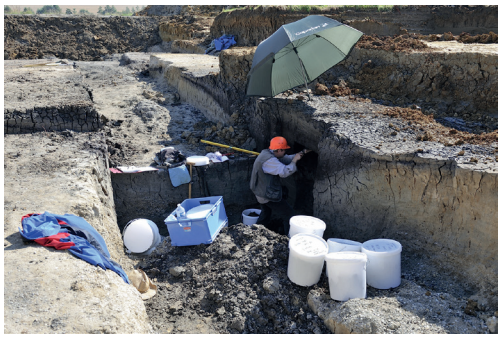


Figure 73 : Prélèvements de sédiment en seaux, Autrecourt-et-Pourron, Ardennes. 0. Brun, 2012

Les stratégies de prélèvement mises en œuvre dans le cadre de notre recherche paléocarpologique ont pour objectif principal de collecter des volumes de sédiment suffisants pour entreprendre les analyses paléoenvironnementales. Sur le site d'Autrecourt-et-Pourron des prélèvements de sédiments, ont été effectués dans les coupes stratigraphiques présentant un fort potentiel de conservation des restes organiques (Figure 72). Profitant de l'opportunité de la fouille mécanisée et du rabattement de la nappe, les sédiments ont pu être prélevés avec minutie sur l'ensemble de la hauteur des coupes géologiques par passe de 5 cm de haut, 85 à 100 cm de long et 15 cm de profondeur (Figure 73) et (Figure 74). Par ce procédé, il a été possible de collecter de large échantillons d'environ 10 litres de sédiment.



Figure 74 : Détail des prélèvements de sédiment. O. Brun 2012

2.4. Les paléochenaux étudiés

La fouille archéologique du Pré-du-Roi à Autrecourt-et-Pourron a mis au jour un ensemble complexe de paléochenaux colmatés. Plusieurs d'entre eux, notamment ceux présentant des niveaux d'entourbement conservés, ont fait l'objet de prélèvements de sédiment en vue d'analyses paléoenvironnementales (Figure 75). La liste de tous les échantillons de sédiment prélevés lors de la fouille peut être consulté en annexe (Annexe 21, page 386).

Compte tenu du temps imparti à ce travail de thèse, les échantillons à analyser ont fait l'objet d'une sélection raisonnée en collaboration avec le géoarchéologue H.G. Naton et l'archéologue responsable de la fouille O. Brun. Cette sélection, de 55 prélèvements au total, a été faite en fonction des problématiques paléoécologiques et chronologiques posées dans le cadre de l'étude du site. Les échantillons non étudiés sont conservés dans des conditions optimales pour assurer leur pérennité sur le moyen terme (stockage en pièce à faibles variations de température et contenants hermétiques). En fonction de l'avancée de la recherche, que ce soit en besoins d'analyses paléobotaniques complémentaires ou de nouvelles analyses paléoécologiques (dendrologie, anthracologie, malacologie, paléoentomologie, etc.), ces échantillons pourront être analysés.

Dans cette partie, nous ne détaillerons que les coupes qui ont fait l'objet d'une analyse carpologique (coupe 2, 3, 4, 7, 13 et 15). Les paléochenaux des coupes 3 et 4 du sondage 6b seront décrit dans les chapitres suivant (3, page 143). Les échantillons stériles ou non calés chronologiquement sont succinctement présentés. Seuls les échantillons pertinents pour une exploration des dynamiques de végétation fluviale sont détaillés.

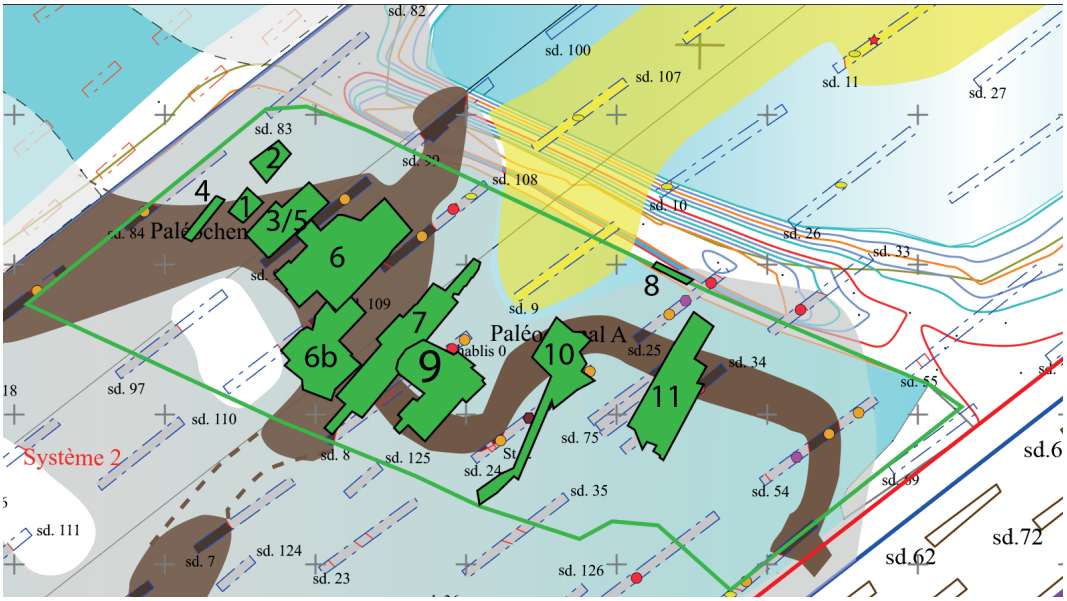


Figure 75 : Plan de localisation des sondages archéologiques à Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012

							Intercept of radiocarbon age with calibration curve 2σ 95,4% probability (IntCal13)	
Coupe	**US**	**Echantillon**	**Ref labo**	**Materiel**	**uncal BP**	**error**	**cal BP**	**cal BC**
Coupe 1	US121	PR21	Beta-460228	bois	10140	30	11 998-11 626	10 049-9 677
Coupe 1	US111	PR18	Beta-460230	branchettes	10150	30	12 011-11 645	10 062-9 696
Coupe 2	US281	PR71	Poz-106421	charbons	2385	30	2 677-2 344	728-395
Coupe 2	US273	PR73-25	Poz-106328	Ecailles Alnus	2485	30	2 725-2 437	776-488
Coupe 3	US333	PR148	Beta-326918	racines	4680	40	5 577-5 375	3 628-3 366
Coupe 3	US333	PR388	Poz-106329	graines Eupatorium	9090	50	10 396-10 182	8 447-8 233
Coupe 3	US326	PR354	Beta - 469433	graine Linum alpinum	9810	50	11 317-11 166	9 368-9 217
Coupe 3	US331	PR379	Poz-106360	graines Thalictrum	9890	50	11 597-11 202	9 648-9 253
Coupe 3	US329-326	PR367 (exPR368)	Poz-106317	graines Carex	9900	50	11 600-11 208	9 657-9 259
Coupe 3	US329-326	PR371	Poz-106318	graines Thalictrum	9900	50	11 600-11 208	9 657-9 259
Coupe 3	US329-326	PR364	Poz-106387	graines Carex	9990	50	11 705-11 263	9 756-9 314
Coupe 3	US327	PR147	Beta-326917	branchettes	10030	40	11 749-11 330	9 800-9 381
Coupe 3	US326	PR406	Beta-460229	branchettes	10140	30	11 998-11 626	10 049-9 677
Coupe 3	US332	PR115-10	Poz-106386	graines Hippuris	10160	50	12 053-11 511	10 104-9 562
Coupe 3	US303	PR353	Beta-460231	branchettes	10310	30	12 377-11 962	10 428-10 013
Coupe 4	US417/418	PR334	Poz-106325	graines Cornus	9530	50	11 091-10 685	9 142-8 736
Coupe 4	US430	PR307	Beta - 326861	bois aulne	3070	40	3 370-3 175	1 421-1 226
Coupe 4	US417/418	PR336	Poz-106324	graines Schoenoplectus	9660	60	11 206-10 780	9 257-8 831
Coupe 7	US730	PR499	Beta-460236	racines	6710	30	7 652-7 510	5 709-5 561
Coupe 9	US920	PR500	Beta-460235	racines	3180	30	3 456-3 356	1 507-1 407
Coupe 9	US904	PR476	Beta-460232	branchettes	10370	30	12 394-12 071	10 445-10 122
Coupe 13	US1309	PR498	Beta-460234	racine	3630	30	4 076-3 854	2 127-1 905
Coupe 13	US1303	PR480	Beta-460233	branchettes	10300	30	12 375-11 948	10 426-9 999
Coupe 13	US1311b	PR482	Poz-106327	coquille noisette	2095	30	2 144-1 994	195-45
Coupe 13	US1313	PR440	DendroNet (Tegel)	bois dendro	2000	/	/	184

Table 5: Tableau de l'ensemble des datations ^{14}C réalisées pour la fouille 2012 d'Autrecourt-et-Pourron

2.4.1. Coupe 2

Le paléochenal de la coupe 2 du sondage 3/5 est constitué d'une succession de chenaux qui se recoupent entre eux. Les bords peuvent être abruptes et laissent penser qu'il s'agit de faits anthropiques. Le chenal de la coupe 2 a fait l'objet d'un seul prélèvement de sédiment en vue de l'analyse carpologique (PR71) complété par deux carottes prélevées en rails pour l'analyse palynologique (PR73 et PR74) (Figure 76). La zone sondée mesure environ 80 cm de hauteur et correspond à un fossé colmaté par un remplissage organique (Figure 77). Le prélèvement carpologique, correspondant au sommet de cette séquence, a été daté par ^{14}C sur charbon de bois. L'intervalle chronologique obtenu se rapporte à la civilisation Hallstatt entre 728 et 395 cal. BC (Poz-106421, 2 385 ± 30).

Le prélèvement carpologique de ce fossé s'est révélé très pauvre en diaspores (3 graines de *Sambucus nigra*, 2 graines de *Sambucus ebulus* et 2 graines de *Carex tricarpelle*) (Annexe 22, page 392). Des charbons étaient présents en grand nombre et ils pourraient être étudiés ultérieurement par un anthracologue. Les analyses palynologiques débuteront *a posteriori* de ce mémoire de thèse.



Figure 76 : Fossé colmaté de la coupe 2 du sondage 3/5 d'Autrecourt-et-Pourron et localisation des rails de prélèvement palynologique. H.-G. Naton, 2012

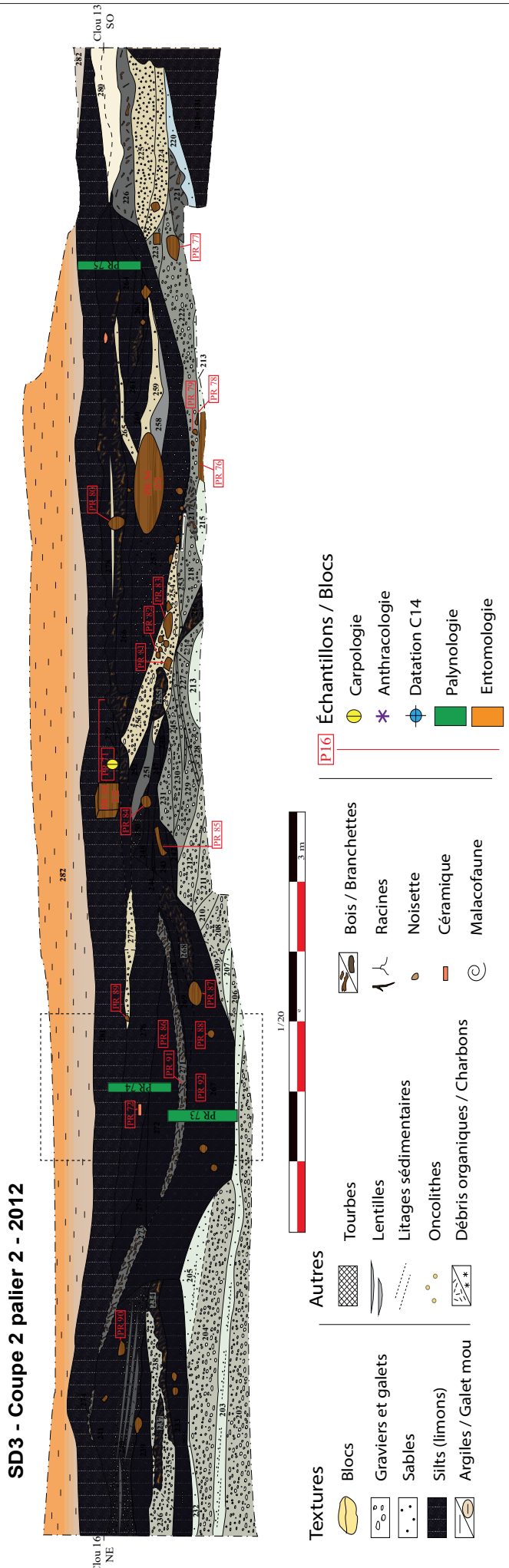


Figure 77 : Relevé stratigraphique de la coupe 2 sondage 3 d'Autrecourt-et-Pourron. H.-G. Naton et G. Jamet, 2016

2.4.2. Coupe 3

Le paléochenal de la coupe 3 du sondage 6b a fait l'objet d'une analyse paléoécologique détaillée. La séquence présente des niveaux différenciés de limons et de tourbe (Figure 78). La séquence stratigraphique est dilatée sur plus de 150 cm, couvrant la fin du Tardiglaciaire et le début de l'Holocène.

La description de la séquence, les datation ^{14}C et les analyses de ce paléochenal sont présentés dans le chapitre suivant «Palaeoecological response to the Early Holocene climatic changes: insight from an abandonned-channel sequence of the Meuse River at Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France)», page 143.



Figure 78 : Photographie de la coupe 3 du sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron.
H.-G. Naton, 2012.

2.4.3. Coupe 4

La coupe 4 du sondage 6b, est située en vis à vis de la coupe 3 (Figure 79). Le paléochenal de la coupe 4 est localisée à une quinzaine de mètres au nord-est de la séquence sédimentaire de la coupe 3. La zone de la coupe 4 présente une séquence d'entourbement d'environ 40 cm de hauteur. Cette séquence couvre principalement le dernier tiers du Préboréal.

La description de la séquence, les datation ^{14}C et les analyses de ce paléochenal sont présentés dans le chapitre «4. Focus sur la phase terminale du Préboréal à Autrecourt-et-Pourron», page 170.



Figure 79 : Coupe 4 du sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron. H.-G. Naton, 2012.

2.4.4. Coupe 7

Le chenal de la coupe 7 du sondage 7 (Figure 80), présente un colmatage hétérogène de type remblais avec des passes limoneuses-sableuses (Figure 81).

Les trois prélèvements carpologiques issus de ce paléochenal (PR452, 453 et 461) se sont révélés stériles en macro-restes végétaux.



Figure 80 : Coupe 7 du sondage 7 d'Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012

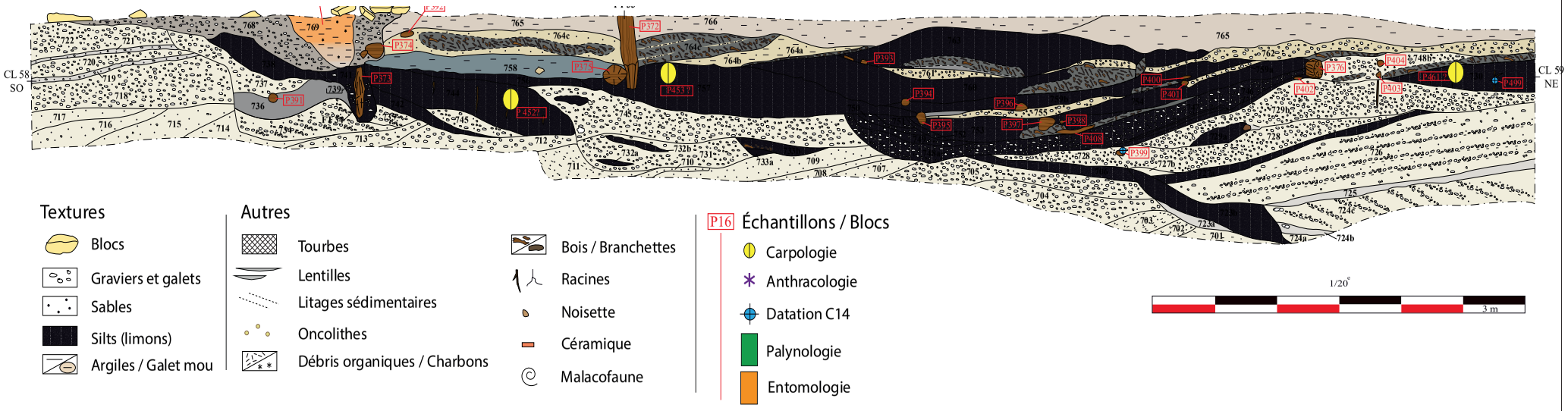


Figure 81 : Relevé stratigraphique de la coupe 7 du sondage 7 d'Autrecourt-et-Pourron. H.-G. Naton et G. Jamet, 2016

2.4.5. Coupe 13

Le paléochenal de la coupe 13 du sondage 10 est essentiellement colmaté par des limons clairs et des sables (Figure 82) et (Figure 83). Le comblement du chenal est daté de la période de La Tène par dendrochronologie (étude W. Tegel, indédit), confirmé par une date ^{14}C sur plusieurs coquilles de noisette (*Corylus avellana*) (Table 6).

Au total, quatre prélèvements de sédiment ont fait l'objet d'une analyse carpologique (PR 479, 482, 484 et 485). Les données carpologiques brutes sont consultables en annexe (Annexe 23, page 394). Les résultats de chaque échantillon présentant une forte hétérogénéité chronologique, nous n'engagerons pas d'analyses et d'étude détaillée sur cette zone.

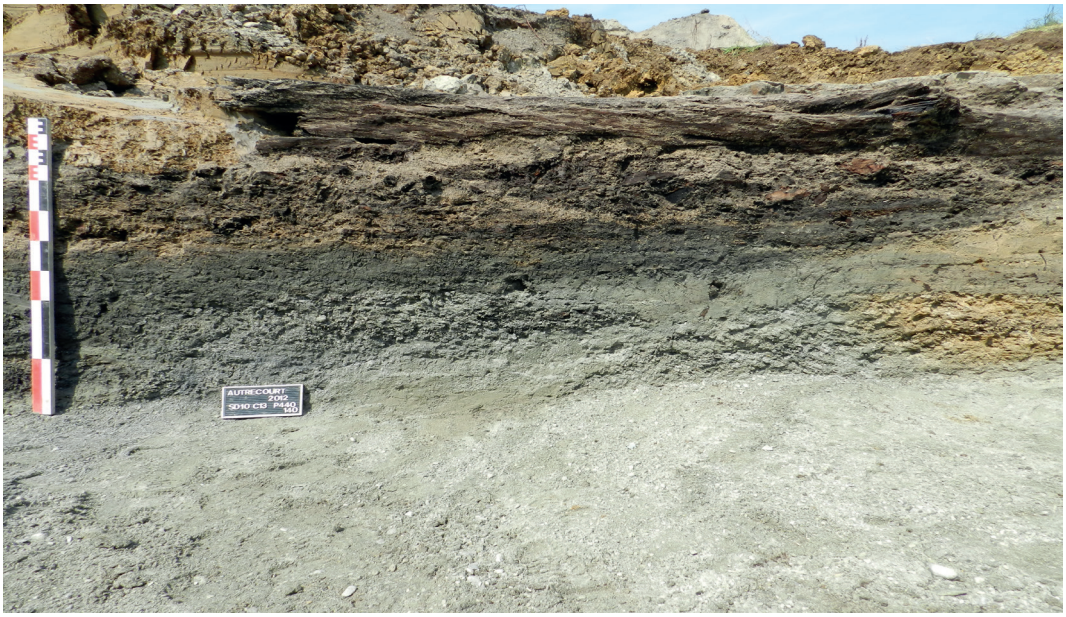


Figure 82 : Coupe 13 du sondage 10 d'Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012

Coupe	US	Echantillon	Ref labo	Materiel	uncal BP	error	cal BP	cal BC
Coupe 13	US1309	PR498	Beta-460234	racine	3630	30	4 076-3 854	2 127-1 905
Coupe 13	US1303	PR480	Beta-460233	branchette	10300	30	12 375-11 948	10 426-9 999
Coupe 13	US1311b	PR482	Poz-106327	coquille noisette	2095	30	2 144-1 994	195-45
Coupe 13	US1313	PR440	DendroNet (Tege)l	bois dendro	2000	/	/	184

Table 6: Datations absolues de niveaux sédimentaires de la coupe 13. Poznan, 2016, Beta-analytic, 2018, W. Tegel, 2012

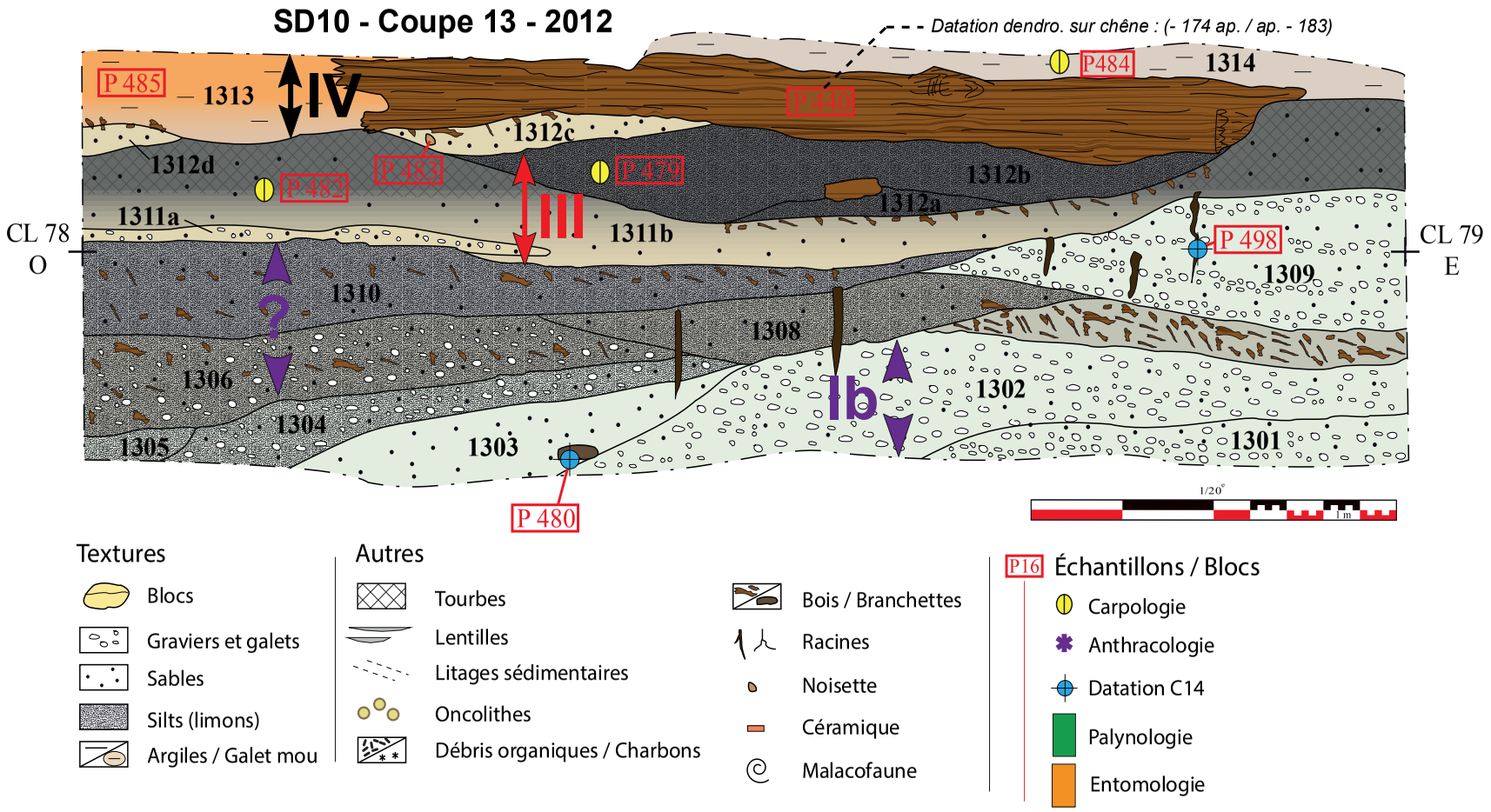


Figure 83 : Relevé stratigraphique de la coupe 13 du sondage 10 d'Autrecourt-et-Pourron. H.G. Naton et J. Jamet, 2016

2.4.6. Coupe 15

Le colmatage du chenal de la coupe 15 du sondage 9 est constitué de niveaux tourbeux qui se sont déposés sur des niveaux sableux (Figure 84). La séquence est non datée. Dans l'attente d'un calage chronologique par datation absolue, les résultats paléobotaniques du prélèvement PR 545 de ce chenal ne seront pas discutés. Les données carpologiques sont disponibles en annexe (Annexe 24, page 400).



Figure 84 : Coupe 15 du sondage 9 d'Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012

Les chapitres suivants présentent les analyses paléoécologiques réalisée sur les sédiments des paléochenaux de la coupe 3 et 4 d'Autrecourt-et-Pourron.

Ce projet de recherche a fait l'objet de deux communications :

- la première, en 2017 aux 12e Rencontres d'Archéobotanique de Perpignan qui a été soumise en septembre 2017 aux Monographies de l'Archéologie Méditerranéenne (Annexe 17, page 368) ;

  C. Schaal, P. Ruffaldi, O. Brun, G. Jamet, E. Gauthier, H.-G. Naton - soumis - Paléoécologie des paysages anciens : approche carpologique de la séquence de fond de vallée de la Meuse à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). *Monographies d'Archéologie Méditerranéenne*.15p. 8 fig.

- la deuxième, en 2019 aux Journées archéologique champenoise de Châlons-en-Champagne, publiée dans le Bulletin de la Société archéologique champenoise en 2019 (Annexe 18, page 380).

  C. Schaal, O. Brun, P. Ruffaldi, G. Jamet, H.G. Naton - 2019 - La Meuse a-t-elle été un long fleuve tranquille ? Paléoenvironnement du site d'Autrecourt-et-Pourron (Ardennes). *Bulletin de la Société archéologique champenoise*, tome 112, 2019, n°1.

Le chapitre suivant porte sur l'étude de la coupe 3. Il a été rédigé en anglais et il est présenté dans son état de préparation pour une soumission à publication dans la revue *The Holocene*.

C. Schaal, H.-G. Naton, P. Ruffaldi, G. Jamet, S. Granai, O. Brun, E. Gauthier - en préparation - Palaeoecological response to the Early Holocene climatic changes: insight from an abandonned-channel sequence of the Meuse River at Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France).

3. Palaeoecological response to the Early Holocene climatic changes: insight from an abandonned-channel sequence of the Meuse River at Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France)

Abstract

Floodplain environment (backswamp, paleochannels, wetland, pond...) provides good sedimentary archives using to reconstruct past human impact and climatic changes. In the French Meuse Valley (Autrecourt-et-Pourron, Ardennes region, northern France), an old paleochannel was studied in order to understand landscape evolution during the beginning of the Holocene (11.700 - 10.700 cal. BP). A high-resolution study (palynology, carpology, malacology and geomorphology) was carried out and results show significant variations of vegetation in the channel and its surroundings. These changes are related to climate variation characterizing the beginning of the Holocene period. At the start of Early Preboreal period, between 11.700 and 11.400 cal. BP, climate warms up and the floodplain vegetation development is characterized by birch and herbaceous cold vegetation (*Linum alpinum, Plantago montana, Artemisia* sp., *Juniperus* sp.). Between 11.400 and 11.100 cal. BP, vegetation was under the influence of significant climatic and hydrologic oscillations; marsh plants (*Carex*) spread and their decomposition leads to the infilling of the channel. At the beginning of Boreal period, the channel was definitively cut-off; from in 10.700 cal. BP onward, a dense woodland with hazel and oak starts to develop.

Keywords: Palaeoecology; Paleochannel; Preboreal; Multiproxy; Meuse river; France

3.1. Introduction

Valley floors can provide sedimentary records, in which different proxy are well-preserved (Bravard 1987; Bravard *et al.* 1986). These archives are crucial to understand environmental changes (Gaucher 2011). Even when not associated with archaeological remains, palaeoecological data also provide information about environment evolution and and human societies interactions. Furthermore, studies from “off-site” contexts supply paleoenvironmental, geomorphological and chronostratigraphic reconstructions, which furthered our understanding of human settlement on a finer chronological and spatial scale (Foley 1981; Kreuz et al. 1998 ; Rösch *et al.* 2014). For the past twenty years, valley floors wetland have been the subject of intense interdisciplinary research; particularly in northern France (Antoine 1997; Antoine *et al.* 2003a, 2003b; Coutard *et al.* 2010; Le Jeune *et al.* 2005; Limondin-Lozouet 1998; Limondin-Lozouet and Antoine, 2001; Pastre *et al.* 1997, 2003), Belgium (Deforce *et al.* 2014; Meylemans *et al.* 2013; van der Sloot

et al. 2014), Netherlands (Bos 1998, 2001; Bos *et al.* 2005, 2006, 2018b; Bos and van Geel 2017; Huissteden *et al.* 1986), and Poland (Kołaczek *et al.* 2018b, 2018a). In addition, the recent consideration of plant macro-remains outside archaeological contexts appears as an innovative and complementary approach in the reconstruction of paleo-landscapes (Birks 1980; Hannon and Gaillard 1997 ; Birks and Birks 2000; Gaillard and Birks 2007; Aarnes *et al.* 2012; Birks *et al.* 2015).

The French part of the Meuse valley is subject to a lack of paleoenvironmental research since only one paleoenvironmental study has been carried out in the past, at Mairy, French Ardennes (Lefèvre *et al*. 1993). Mairy (Figure 85) is one of the reference sites for the Neolithic and Protohistoric periods in the Ardennes regions(Marolle 1989). A multidisciplinary studies (morphosedimentary, palynology, malacology), carried out in two palaeo-channels (My87 and My90), have characterized dynamics of sedimentary and biological environments of the Early Holocene period (Lefèvre *et al*. 1993). Our recent multidisciplinary investigations performed Meuse River paleochannel at Autrecourt-et-Pourron, show significant variations in fluvial, environmental dynamics and ecological functioning (Schaal *et al*. accepted).

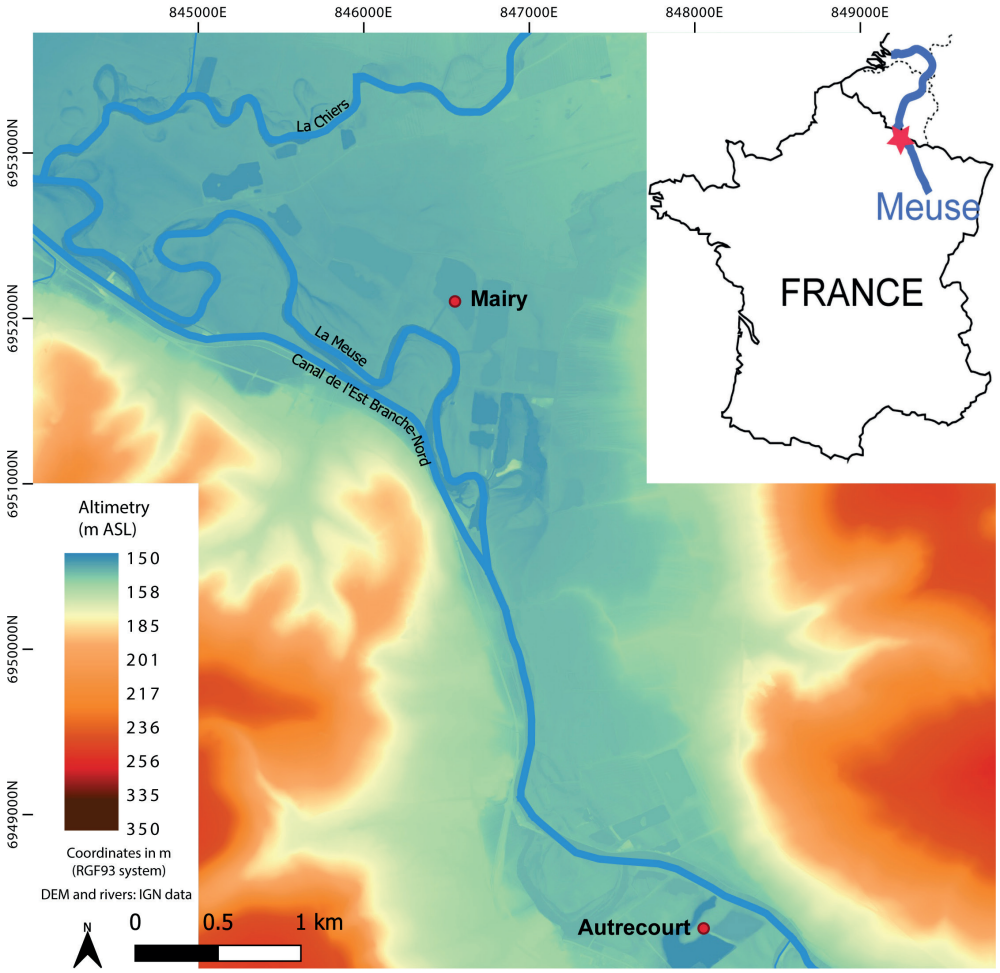


Figure 85 : Localisation of Mairy and Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). M. Lejay, H.G. Naton, C. Schaal, 2019

The extremely dilated sequence of Autrecourt-et-Pourron (Figure 86) covers only spans the Preboreal period. This period follows Younger Dryas, during and takes place during one millennium, from ca. 11.7 until 10.7 cal. ka BP (Rasmussen *et al*. 2014b). In northern Europe, this Preboreal period has been characterized by an increase in temperature (10±4°C) and precipitation (Hoek and Bos 2007; Kobashi *et al*. 2008; Magny 2013). The onset of the Holocene period has been the subject of several climate fluctuations (Magny 2004, 2019; Rasmussen *et al*. 2014a, 2014b). More particulary the Preboreal period, rise in sea level, caused by melting ice, has induced a change in the thermohaline circulation and a brief cooling. This cooling phase, called "11.4 ka event", was observed all over North-western Europe : in the GRIP and NGRIP Greenland ice core (Björck *et al*. 1997; Rasmussen *et al*. 2014a), in France and Swiss lakes (Magny and Ruffaldi 1995; Magny 2004; Arbogast *et al*. 2006; Magny *et al*. 2006), in Belgium and Netherlands valleys (Bos *et al*. 2007; Denis *et al*. 2013; van Geel *et al*. 1989), in Norway (Birks *et al*. 2000; Birks and Ammann 2000), or British Isles (Lowe *et al*. 1999).

Then, the Boreal period, which beginning around 10.7 cal. ka BP, corresponds to the second Holocene chronozone; the ice caps retreats northward and temperatures were milder than before (Rasmussen *et al*. 2014a). With the original sequence of Autrecourt-et-Pourron, it is possible to describe local Preboreal ecosystem dynamics and to define its interdependence with climatic variations. Using comparison of pattern of changes with regional and global climate trends, we have characterized paleohydrological and paleoenvironmental events related to the Preboreal period in the French Ardennes. Three phases has been identified:

1. An early Preboreal phase
2. A micro oscillation phase during the middle of the period
3. A late Preboreal phase

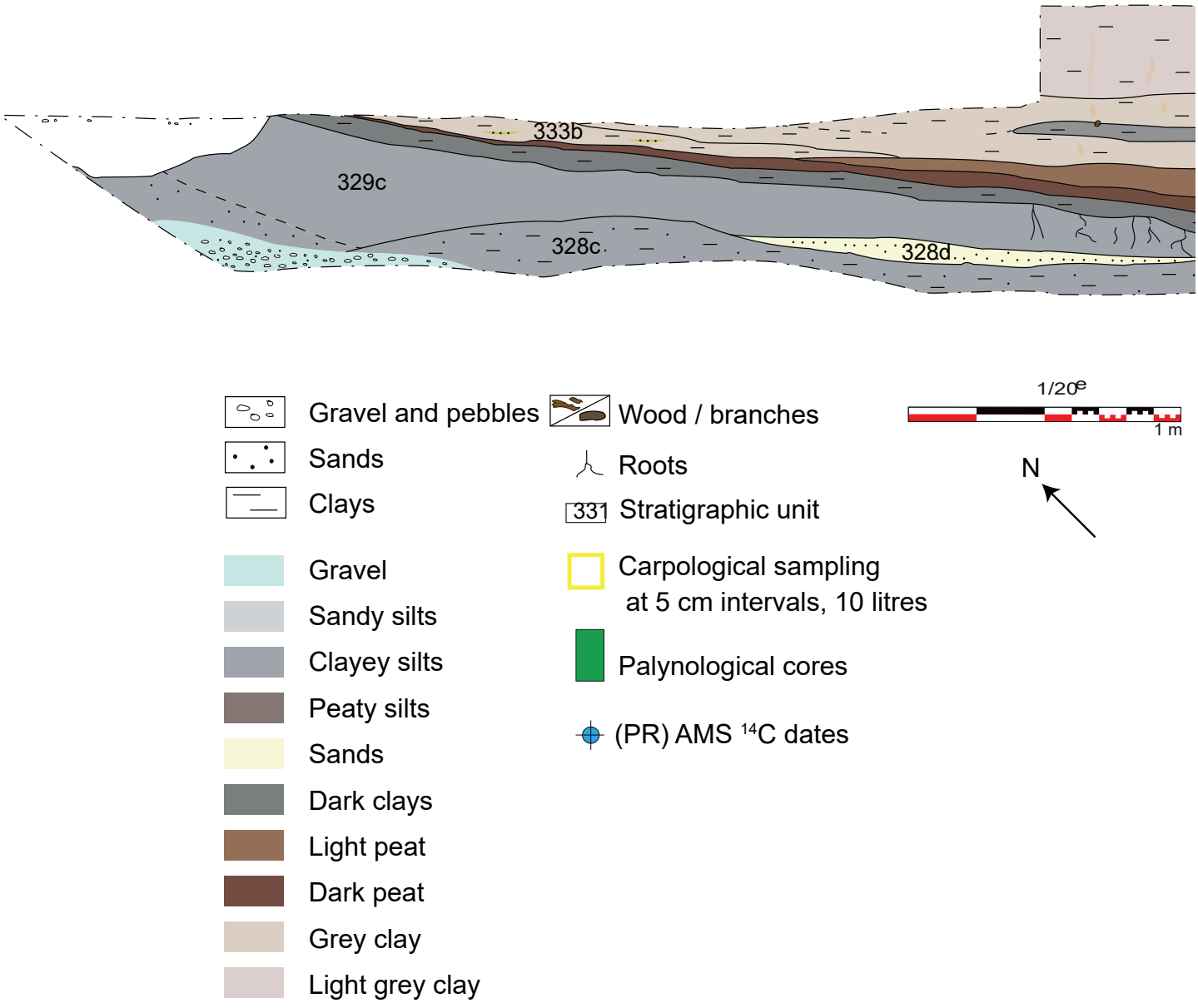
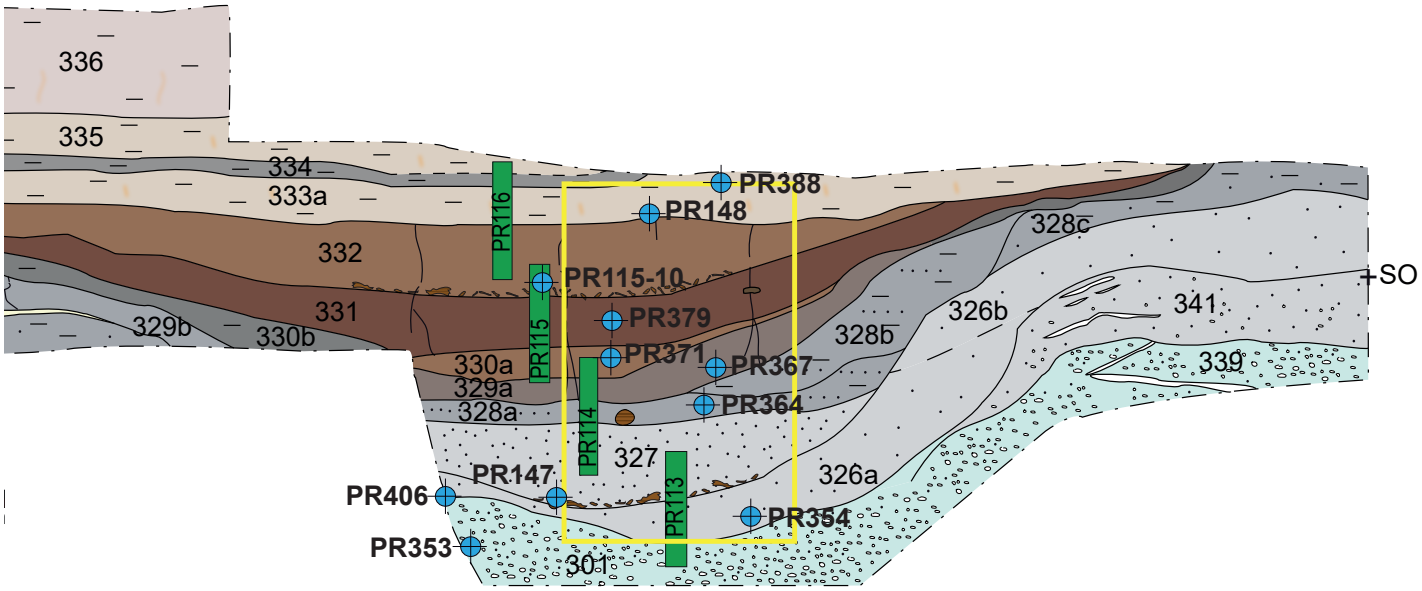
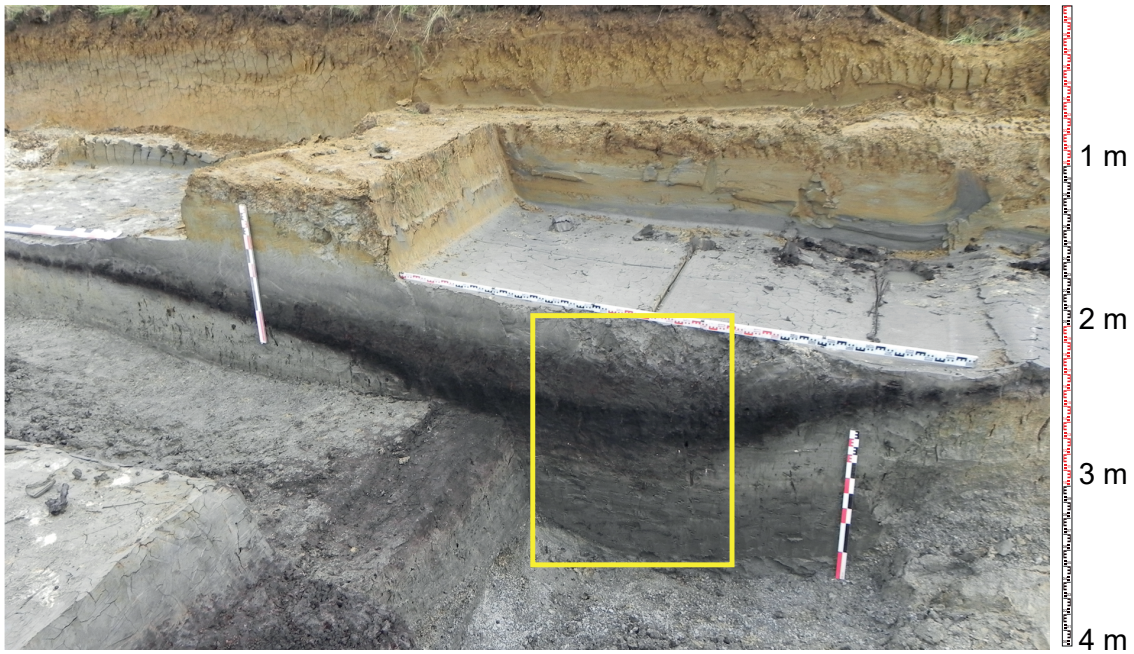


Figure 86 : Stratigraphic survey of the section 3 borehole 6 Autrecourt-et-Pourron. Stratigraphic section 3 of hole 6 of Autrecourt-et-Pourron with NGF ribs. Yellow rectangle = sediment sampling area.


336
335
334
333a
332
331
329b
330b
330a
329a
328a
327
326a
326b
328c
328b
341
339
+SO
PR116
PR115
PR114
PR113
PR388
PR148
PR115-10
PR379
PR371
PR367
PR364
PR147
PR406
PR353
PR354
301


1 m
2 m
3 m
4 m

3.2. Materiel and methods

3.2.1. Geochemical analyses and radiocarbon dating

Samples were directly collected on a 160 cm thick open section spanning fluvio-palustrine succession with organic horizons dated from the Lateglacial to the Early Holocene. Based on the different lithostratigraphic units and organic material availability, 10 samples of wood and of terrestrial seeds plants were dated by AMS radiocarbon method (^{14}C) in Beta-Analytic (US) and Poznan-Radiocarbon (Poland) laboratories.

Oxcal 4.3 (©Christopher Bronk Ramsey 2018) was used to calibrate AMS ^{14}C ages based on the Northern Hemisphere terrestrial IntCal13 calibration curve (Reimer *et al*., 2013). Calibrated radiocarbon dates were expressed as cal. yr BP. Absolute chronology based on an age-depth model was constructed with a 2σ confidence envelope using CLAM package (Blaauw 2010). Linear interpolation between the dated intervals was applied taking into account the main changes in sedimentation rate in year/cm.

On each sediment sample, the mineral sediment grain-size range was assessed with a laser granularity analyzer (Coulter LS 230). The analyzer measures, with an accuracy of <1%, the relative proportions of clay (0.04-2 µm), silt (2-50 µm) and sand (50-2000 µm). Samples were prepared by decarbonatation (H_2O_2) and dissolution of the organic matter (HCL). They were first sieved to 2 mm and, second deflocculated by introducing a few ml of sodium hexametaphosphate (Na6O18P6). After homogenization, samples were introduced gradually using an eyedropper, checking the concentration values: obscurat (particles > 1µm) and PIDS (particles < 1µm). The different granulometric fractions of the sample were obtained by laser sensor.

The total organic carbon (TOC) content was measured by thermocatalytic oxydation (Elementar, Vario TOC cube analyzer). The analyses were carried out on 100 mg of dry sediment with a CNS analyser.

3.2.2. Palaeobotanical analysis

Palynological samples were extracted from cores with a sampling every 5 cm intervals. 34 sediment samples of 1 cm3 volume were prepared following standard pollen analytical procedures (Faegri and Iversen 1989), by chemical treatments (NaOH, HCL, HF, $ZnCl_2$) followed by acetolysis.

The pollen preservations was more or less good and between 250 and 800 pollen grains were counted in each slide. Pollen types were identified using determination key (Beug, 2004), photo books (Moore, 1991; Reille 1992-1998) and comparison with the reference collection of the Chrono-environnement Laboratory (Besançon, France). The identified species were classified according to their biological

type (trees, herbaceous) and the herbaceous taxa were represented in ecological groups: heliophilous (*Artemisia,* Chenopodiaceae*, Thalictrum, Helianthemum, Potentilla, Plantago, Centaurea*, etc.), mesohygrophilous (*Filipendula, Equisetum, Sanguisorba officinalis, Polemonium, Lythrum*) and aquatic (*Typha/Sparganium, Potamogeton, Myriophyllum*).

Carpological samples were taken from bucket samples of 10 to 20 liters of sediment, extracted from the height of the stratigraphic section in 5 cm high, 85 cm long and 15 cm deep samples. 29 samples ewere ewtracted in continuous. After sampling, sediments was gently washed over a column of sieves (2, 1, 0.5, and 0.25 mm mesh sizes). Sieved macro-remains were fully sorted under a stereomicroscope with a magnification x 2 to 60. Extracted elements were seeds, bryophytes, buds, vegetative parts (internodes, leaf abscission scars), twigs larger than 2 mm in diameter, whole leaves, needles, and charcoals particles larger than 1 mm in diameter. Plant macrofossils were identified using standard specialized literature (Beijerinck 1976; Berggren 1969; Cappers *et al*. 2006; Tomlinson 1985), as well as Chrono-environnement Laboratory and GeoArchÉon reference collections. The remains were counted according to the principle that a whole macro-remain equals one. The fragments were also counted and then converted into an estimated whole (minimum number of individuals) using the «judgmental method» (Pradat, 2015). All data were recorded in the AGAM database (Schaal dat@Osu). To measure functional diversity, the ecological values (Julves, Ellenberg), of the identified taxa at the species level, were averaged and weighted by abundance of fossil remains. A hierarchical cluster analysis to categorize groups of samples was constructed. For plotting all stratigraphic diagrams, C2 program (©2014 Steve Juggins) was used.

3.2.3. Paleozoological analysis

Within context of an exploratory analysis, 11 samples were studied to assess the malacological potential. Shells were sorted from sediments sieved and dried by the carpologist. Only the fraction between 0.5 and 2 mm (the most abundant in malacological remains) was studied, which was a bias compared to the methodological standards of malacology (Limondin-Lozouet 2002). Another bias is that the volume of sieved sediments (between 2 and 4 liters) has been proved insufficient to reach the minimum number of 200 shells required for a malacological analysis (Evans 1972). Despite these biases, shells were determined in order to estimate the major changes in the composition of the malacofauna within the sequence. This qualitative approach was intended both to estimate the ratio between freshwater and terrestrial species, which is important for assessing the paleochannel dynamics, and to determine whether species used as biostratigraphic markers on a northern French scale were identified at Autrecourt-et-Pourron.

Also as part of the exploratory analysis of microfauna, micromammal and fish remains found in 29 carpological samples were handpicked and counted. No identification has been undertaken; however, it seemed relevant to present the total abundances of microfauna and ichthyofauna remains that also may reflect environmental changes.

3.3. Results

3.3.1. Litholostratigraphy

The detailed stratigraphic study of the profile, described in (Table 7) shows a channel-fill 2,5 m depth sequence composed of seven units (Figure 86). From a sedimentary point of view, this alluvial sequence appears to be composed of four main associations of facies corresponding to four contrasted depositional settings, from the base to the top:

Considering the whole channel-fill sequence at Autrecourt-et-Pourron (trench 6), several steps of fluvial activity of the Meuse river can be understood for the transition Lateglacial-Holocene period. Based on the lithofacies and regarding the current geomorphology of the valley floor, it is proposed that the basal fluvial associations (LA and SB sensu Miall 1996) took place in a point bar area of a gravel-bed river (ie. PaleoMeuse River). Indeed, we suggest a Southwestern adjustment of a gravel-bed channel through the deposition of lateral accretion structures and scroll bars at channel margin. According to the age-depth model (Figure 87) and (Table 8) ,we consider this Late-Glacial fluvial record as the result of a transitional river system at the expense of a braided-plain observed over the Weichselian Pleniglacial period (Antoine *et al*. 2003a, 2003b; Coutard *et al*. 2010; Limondin-Lozouet and Antoine, 2001; Pastre *et al*. 2003). Field observations all support the progressive burial of the point bar by vertical accretion from suspended-load deposits (overflow deposits, CH-FF). We associate this channel infilling to a response of global morphodynamic changes in the Meuse valley (Low-magnitude of river floods?). At the supra-regional scale, the large Paris Basin valleys generally show a reduction in the number of channels with a generalized clogging and the subsequent peat filing from the Lateglacial (Pastre *et al*., 2000). In this study, this process was characterized by swamp development (hydromorphic soil) and formation of local peat bogs.

The upper part of the alluvial sequence is dominated by vertical accretion of clayey silts (FF) with occurrence of embryonic humic soil. Finally, the topsoil of the current floodplain exhibits reworking processes including anthropic disturbance (not described in this paper).

Sedimentary Unit (Naton, 2012)	Description (field & grain-size)	Sedimentary interpretation (depositionnal setting)
301, 337 to 341	Cross-bedded polygenic gravels with silty sand beds organized in fining upwards sequences. Lateral accretion macroform is observed in a north-east direction. Clast size : 2 – 50 mm ; sub-rounded clasts, moderately sorted, openwork texture and normal grading. Thickness : 1 m. min.	Channel fill with point bar deposit with of coarse detrital deposits (Lateral accretion : LA sensu Miall, 1996)
326 to 327	Grey sandy silts with granules and wood. In lateral profile, this facies exhibits cross-bedded silty sands. Thickness : 0.5 m.	Channel fill with superposition of fine-grained scroll bars (Sandy bedforms : SB sensu Miall, 1996)
328 to 329	Light grey clayey silts with massive structure. The top of this unit is strongly bioturbated by root tracks and locally affected by peat development. Thickness : 0.20 m.	Abandoned-channel fill with overbank sedimentation and incipient soil (CH-FF sensu Miall, 1996)
330	Light brown peat. In lateral profile, this facies exhibits a progressive transition with a dark grey clay unit. Thickness : 0.12 m.	Vegetated swamp deposits and histosol development (3 soils) in a confined/channelized area (CH-FF sensu Miall, 1996)
331	Dark brown peat. Thickness : 0.22 m.	
332	Light brown peat affected by desiccation cracks topward. Thickness : 0.3 m.	
333 to 336	Mottled clay, massive and bioturbated, with a discontinous humic horizon (6 cm). Thickness : 0.85 m.	Alluvial plain with overflow fines deposits and pedogenesis (humic horizon and redoxic soil) (FF : floodplain fines sensu Miall, 1996)

Table 7: Stratigraphy of the channel-fill sequence of Autrecourt-et-Pourron (trench 6)

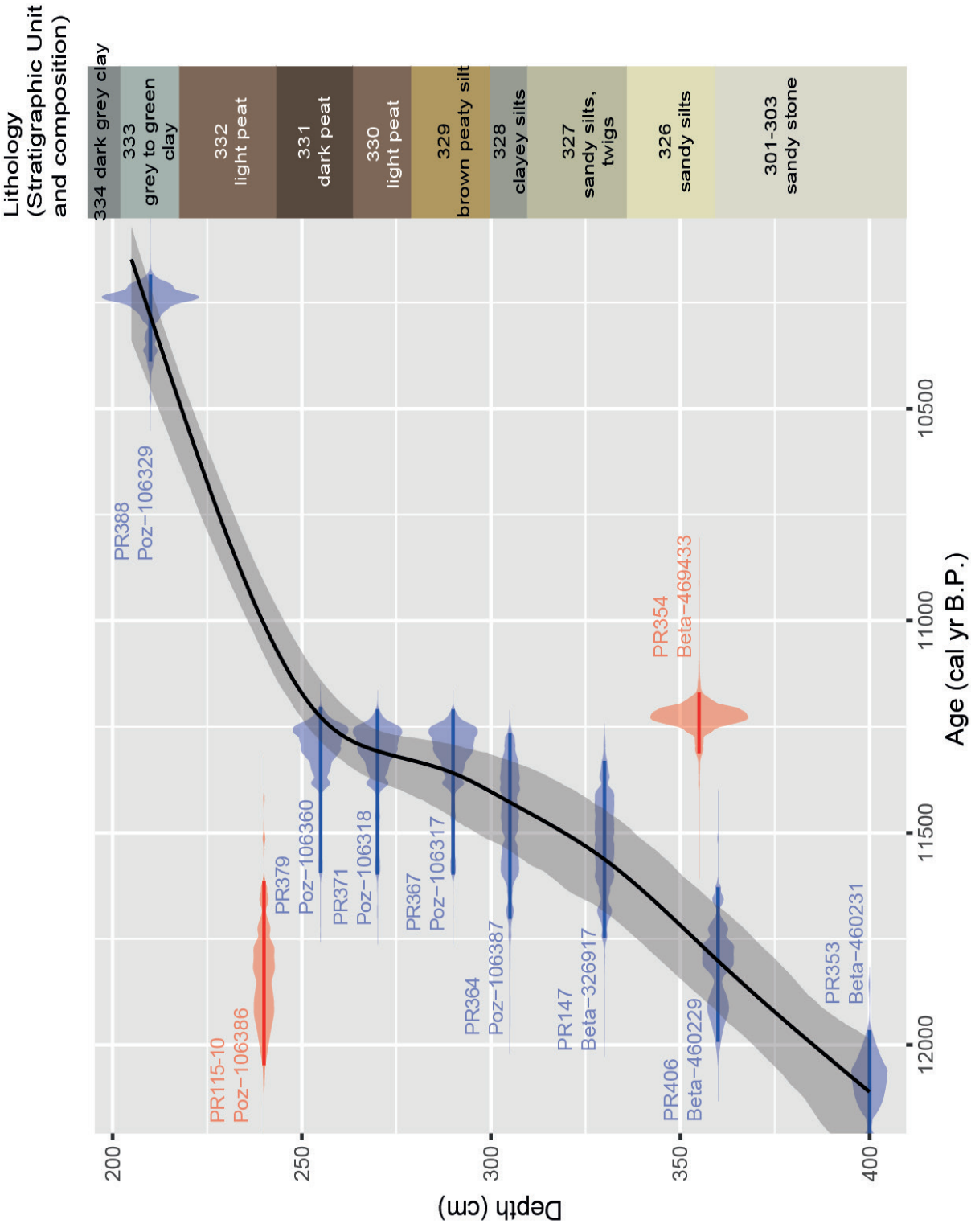


Figure 87 : Age-depth model from the Autrecourt-et-Pourron

Autrecourt sample	Depth, cm	LaboratoryNr	Dated material	$\delta^{13}C$ (‰)	^{14}C Age (years BP) without $d^{13}C$ correction	Conventional ^{14}C Age (years BP) with $d^{13}C$ correction	Calibrated age (calendar years BP 2σ) INTCAL13 (95,4%)	Calibrated age (calendar years BP 2σ) INTCAL13 (68,2%)	Calibrated age (calendar years BC 2σ) INTCAL 13 (95,4%)
2012-PR353-US301/303	400	Beta-460231	waterlooged wooden twigs	-27.9		10,310 ± 30	12,377 - 11,962	12,156 - 12,011	10,428-10,013
2012-PR406-US326a	360	Beta-460229	waterlooged wooden twigs	-27,6		10,140 ± 30	11,998 - 11626	11,941 - 11,715	10,049 -9,977
2017-PR354-US326	355	Beta-469433	waterlooged Linum alpinum seeds (3)	-26.0	9,810 ± 50	9,790 ± 50	11,287 - 11,126	11,242 - 11191	9,338 - 9,177
2012-PR147-US327	330	Beta-326917	charred wooden twigs	-28.2	10,030 ± 40	9,980 ± 40	11,620 - 11,264	11,620 - 11,398	9,671 -9,315
2018-PR364-US328	305	Poz-106387	waterlooged Carex seeds (20)		9,990 ± 50		11,705 - 11,263	11,603 - 11,322	9,756 - 9,314
2018-PR367-US329	290	Poz-106317	waterlooged Carex rostrata seeds (30)		9,900 ± 50		11,600 - 11,208	11,385 - 112,36	9,651 - 9,259
2018-PR371-US330a	270	Poz-106318	waterlooged Thalictrum flavum seeds (20)		9,900 ± 50		11,600 - 11,208	11,385 - 11,236	9,651 - 9,259
2018-PR379-US331	255	Poz-106360	waterlooged Thalictrum flavum seeds (20)		9,890 ± 50		11,597 - 11,202	11,336 - 11,230	9,648 - 9,253
2018-PR115-10-US332	240	Poz-10386	waterlooged Hippuris vulgaris (4) + Carex (1) seeds		10,160 ± 50		12,053 - 11,511	11,974 - 11,750	10,104 - 9,562
2012-PR148-US333a	215	Beta-326918	waterlooged root	-29.3	4,750 ± 40	4,680 ± 40	5,577 - 5,5315	5,467 - 5,323	3,628 - 3,366
2018-PR388-US333	210	Poz-106329	waterlooged Eupatorium cannabinum seed (174 fgt)		9,090 ± 50		10,396 - 10,182	10,271 - 10,200	8,447 - 8,233

Table 8: Table of ^{14}C data, Autrecourt-et-Pourron

3.3.2. Microfaunal data

All malacological data can be consulted in the annex (Annexe 19, page 384).

Micro-mammals bones are only present in sedimentary units SU327, with 6 remains/l (Figure 88). In sedimentary units SU326, SU327 and SU328, an average of 5 fish remains/l (scales and vertebrae) was found (Figure 88). In the SU329, fish and micro-mammal remains are faw in number. In US330, fish remains were scarce while micro-mammal remains were represented average of 6/l. In SU331, 332 and 333, fish and micro-mammal remains were missing until the top of the sequence.

Malacological samples provide assemblages that reflect two distinct environmental stages. First, mesophilic terrestrial molluscs are dominant in SU326 (Figure 88). *Trochulus hispidus* presents significant abundances, ensuring its dominant position in assemblage despite methodological biases that limit any quantitative analysis. No thermophilic specie such as those living in forest environments is recovered. Two terrestrial species indicative of cold environments are listed during this environmental stage: *Pupilla alpicola* and *Columella columella*, these species are now restricted to boreal-alpine areas (Welter-Schultes, 2012). The list of freshwater species of the first chronological stage, with *Pisidium subtruncatum*, suggests the existence of a running and permanent water flow usually up to 5-30 m deep (Animal Base Gottingen 2019). The second environmental stage, which covers the SU327 and SU328, is mainly composed of freshwater molluscs while the number of shells is lower than during the previous environmental phase. For example, *Pisidium amnicum* which developed in clear waters with some water movement and substrate, between 10 to 35 m deep, near water plants of larger creeks or canals. *Valvata macrostoma* was increased at the end of SU327 and in SU328. This specie lives in temporary water bodies in river floodplains and calcium-rich water of small and well-vegetated marshland (Animal Base Gottingen). The upper sedimentary units appeared to be devoid of any malacological remains, probably because of the peat deposits, which prevented the development of molluscs and/or the preservation of their shells.

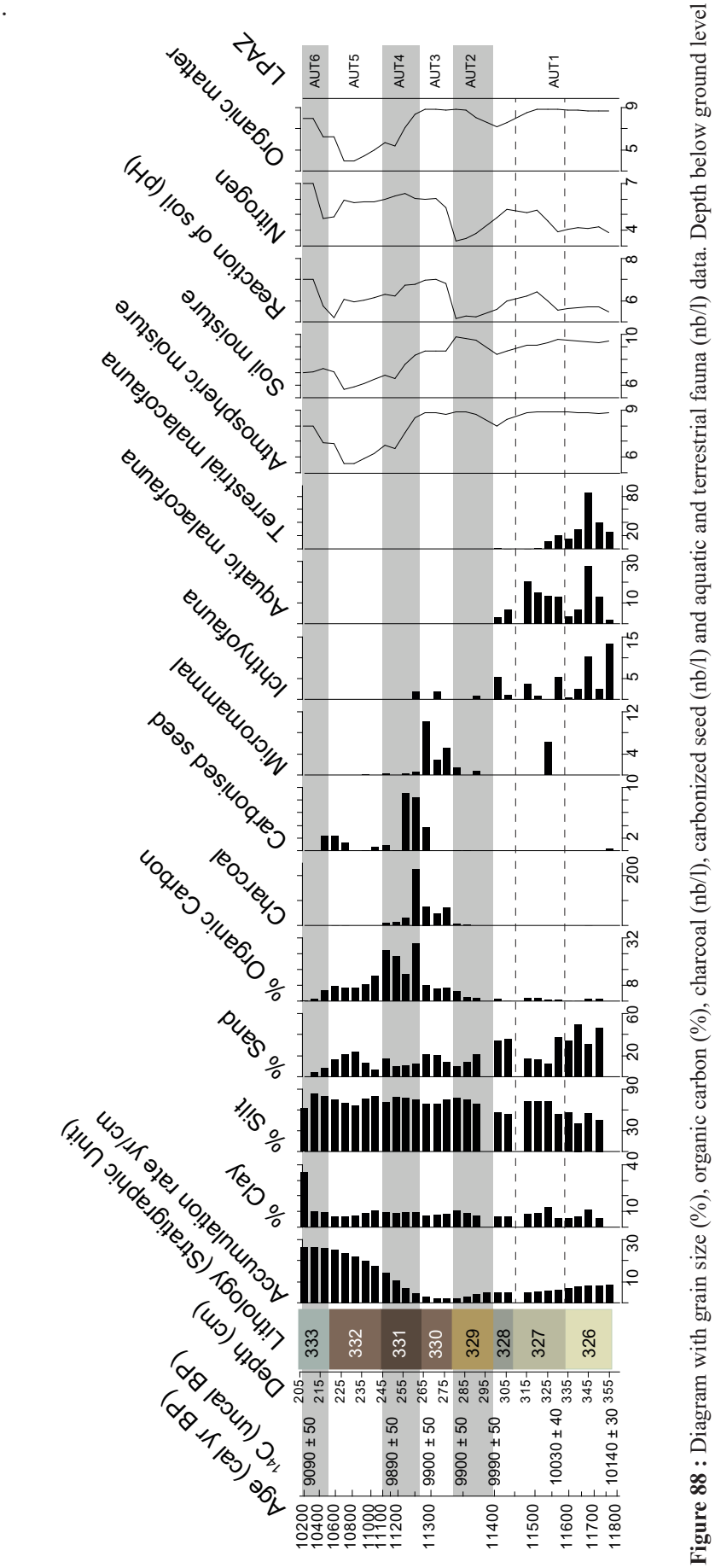


Figure 88 : Diagram with grain size (%), organic carbon (%), charcoal (nb/l), carbonized seed (nb/l) and aquatic and terrestrial fauna (nb/l) data. Depth below ground level

3.3.3. Carpological PCA

Nota bene : ce paragraphe n'a pas été intégré à la publication. Il nous a cependant paru important de le faire figurer dans notre manuscrit de thèse.

Macroremains assemblages results (out charcoal and algua) are synthetized in a principal component analysis (Figure 89). Six clusters can be distinguished. Without presupposing the existence of particular group, it is very interesting that the six clusters of Autrecourt-et-Pourron correspond in large part to the stratigraphic units. The two first axes of the PCA explained respectively 53.1% and 18.1% of the total variance of the data set. The first axis was strongly and negatively correlated with *Carex rostrata* and *Cenococcum geophilum*, and positively correlated with *Ranunculus aquatilis* and *Sparganium erectum* agg. The second axis was negatively correlated with *Carex elata* and *Thalictrum flavum*. In second, we present the paleoecological results for each cluster (that we called phase in following paragraphs) identified by the PCA.

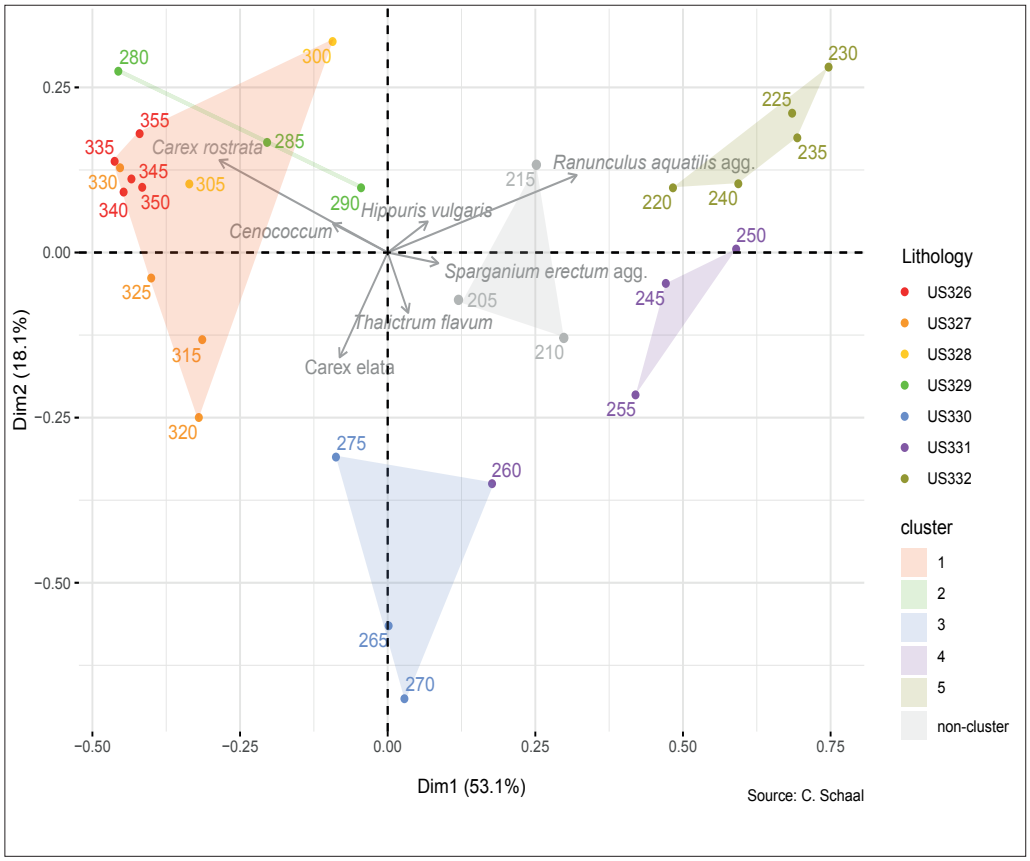


Figure 89 : Principal Component Analysis by stratigraphy and cluster based on carpological database. The numbers associated with the points correspond to the depths of the samples

3.3.4. Palaeobotanical data

All carpological and palynological data can be consulted in the annex (Annexe 16, page 348) ; (Annexe 20, page 385).

In SU326, SU327 and SU328 (local pollen assemblage zone LPAZ 1), NAP values (> 60%) are high suggesting an open landscape, dominated by Poaceae and heliophilic taxa (*Artemisia, Thalictrum, Helianthemum,* Chenopodiaceae). Trees are represented by *Pinus* (20% of records) and *Betula* (not exceeding 10% with a peak in layer SU327). (Figure 90). Taxa from wet meadow are also well represented with *Cyperaceae* (30%) and *Filipendula* (20 %). The carpological diagram (Figure 91) details the composition of the herbaceous assemblage with some taxa from cold climates such as *Linum alpinum*, which is found today in the cold areas at high altitude. Carpological results also give information about ecology, particularly for mesohygrophilic and aquatic plants. Plant macroremains assemblage is composed of some algae (*Nitella* sp.), submerged plants (*Myriophyllum spicatum*) and floating leaf plants (*Potamogeton* sp.). Hygrophytes and seasonal amphibian vegetation complemente the aquatic spectrum (*Carex rostrata, Rorripa palustris, Phragmites australis*). Riparian and wet meadow plants are also listed (*Carex elata*, *Filipendula ulmaria, Geum rivale, Viola* cf. *palustris, Stellaria palustris, Peuceudanum officinale*). Some weed species (*Oxybasis rubra, Urtica dioica, Ranunculus repens)* and *Cenococcum geophilum* sclerotia have been founded. In the carpological diagram, trees are represented by macroremains of *Betula* sp. and *Salix* sp. (seeds and buds).

In SU329 (LPAZ 2), *Pinus* pollen proportions expand slightly, while *Betula* pollens and macroremains decreased (Figure 90) and (Figure 91). *Chara'*s oogones dramatically increase. Seed density of *Potamogeton, Carex rostrata, Rorippa palustris* and *Veronica longifolia* increase also. The riverside community is not perceptible and the taxa from meadow environment decline.

In SU 330 (LPAZ 3) numerous wood charcoals particles (between 100 and 200 fragments > 1mm per liter of sediment) are recovered. Carbonized seeds of wetland plants, such as *Carex*, are also found with an average of 5 seeds per Liter (Figure 88). Macroremains of aquatic plants almost disappeared whereas seasonal amphibian and hygrophilous plant remains like *Sparganium erectum, Carex elata, Filipendula ulmaria, Ranunculus repens, Thalictrum flavum* increased (Figure 91). The first riparian forest indicators appears with *Stachys sylvatica, Prunus spinosa, Rhamnus cathartica* (Figure 91), while at the end of this third LPAZ, pollen spectra records the end of *Juniperus'*s phase (Figure 90).

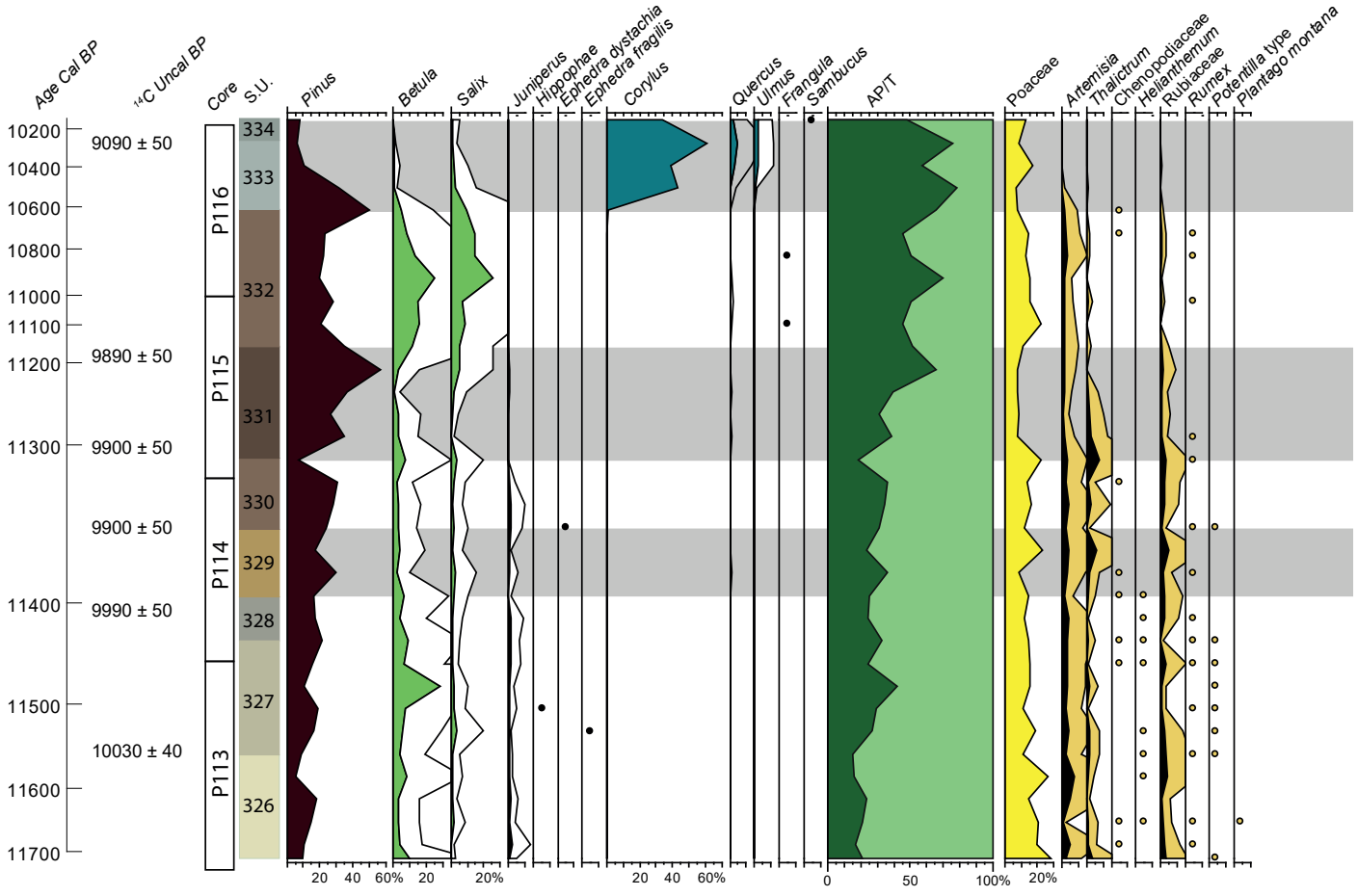
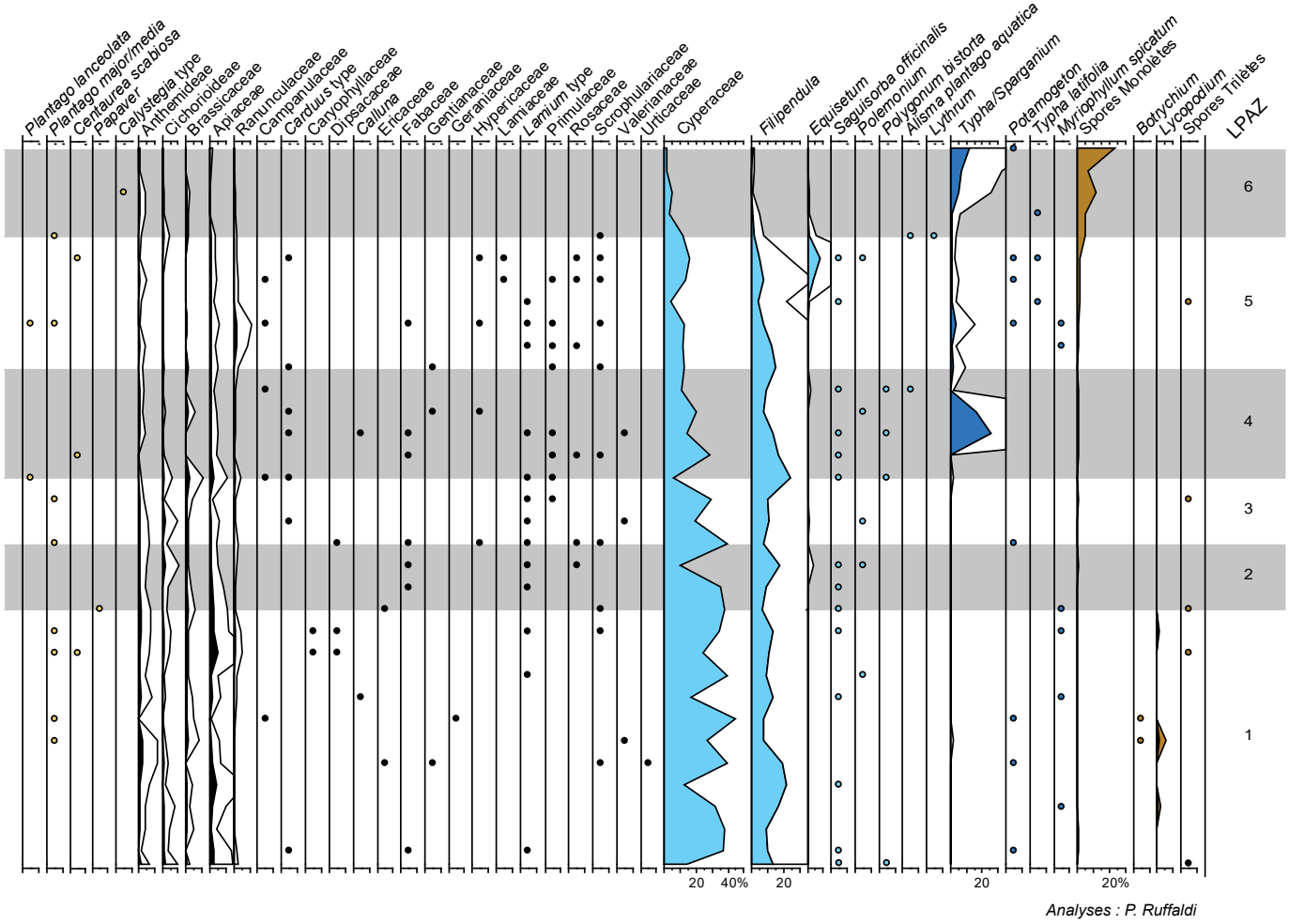


Figure 90 : Palynological diagram (%). Exageration curve x5


Plantago lanceolata
Plantago major/media
Centaurea scabiosa
Papaver
Calystegia type
Anthemideae
Cichorioideae
Brassicaceae
Apiaceae
Ranunculaceae
Campanulaceae
Carduus type
Caryophyllaceae
Dipsacaceae
Calluna
Ericaceae
Fabaceae
Gentianaceae
Geraniaceae
Hypericaceae
Lamiaceae
Lamium type
Primulaceae
Rosaceae
Scrophulariaceae
Valerianaceae
Urticaceae
Cyperaceae
Filipendula
Equisetum
Saguisorba officinalis
Polemonium
Polygonum bistorta
Alisma plantago aquatica
Lythrum
Typha/Sparganium
Potamogeton
Typha latifolia
Myriophyllum spicatum
Spores Monolètes
Botrychium
Lycopodium
Spores Trilètes
LPAZ
6
5
4
3
2
1
20
40%
20
20
20%
Analyses : P. Ruffaldi

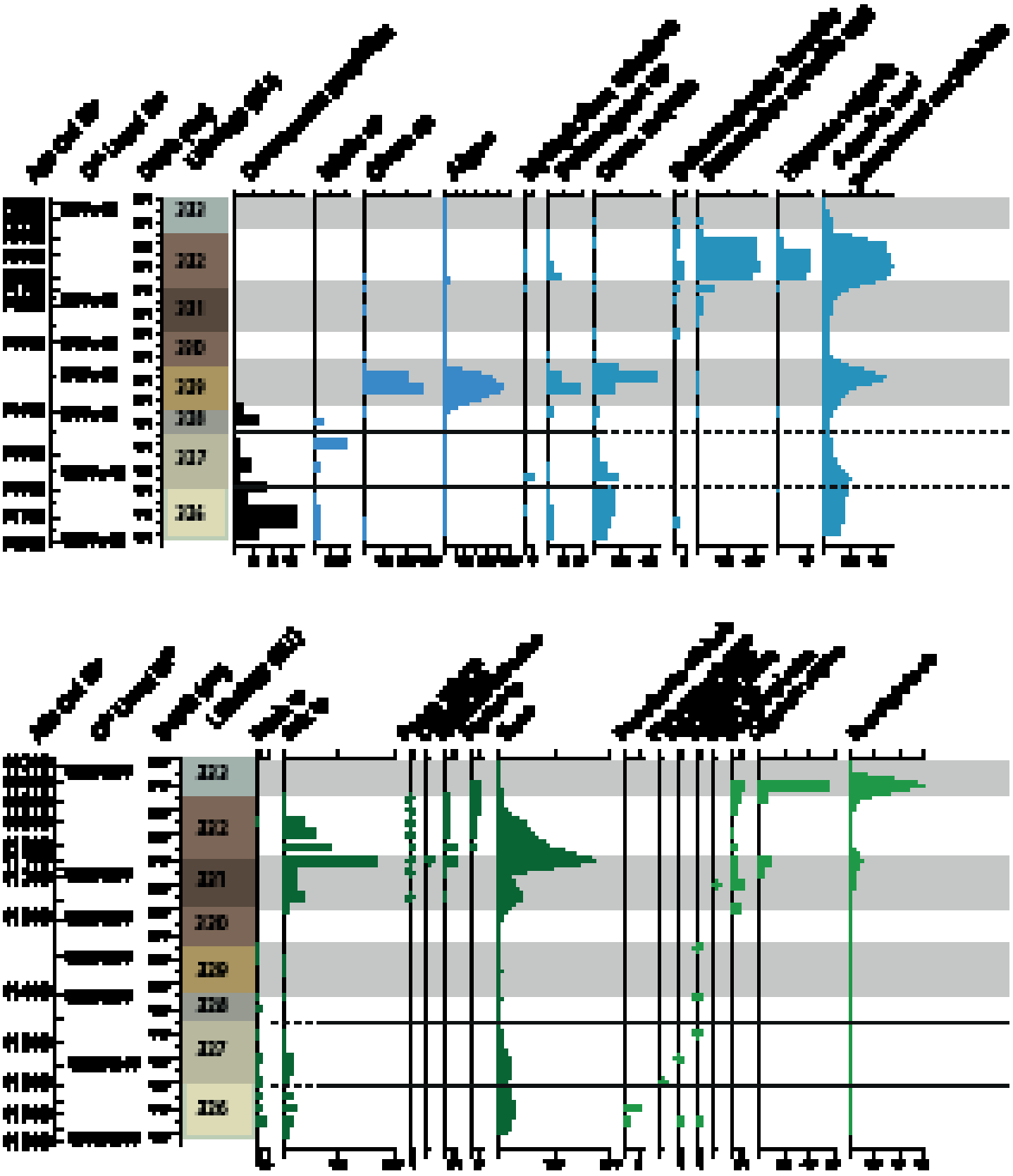
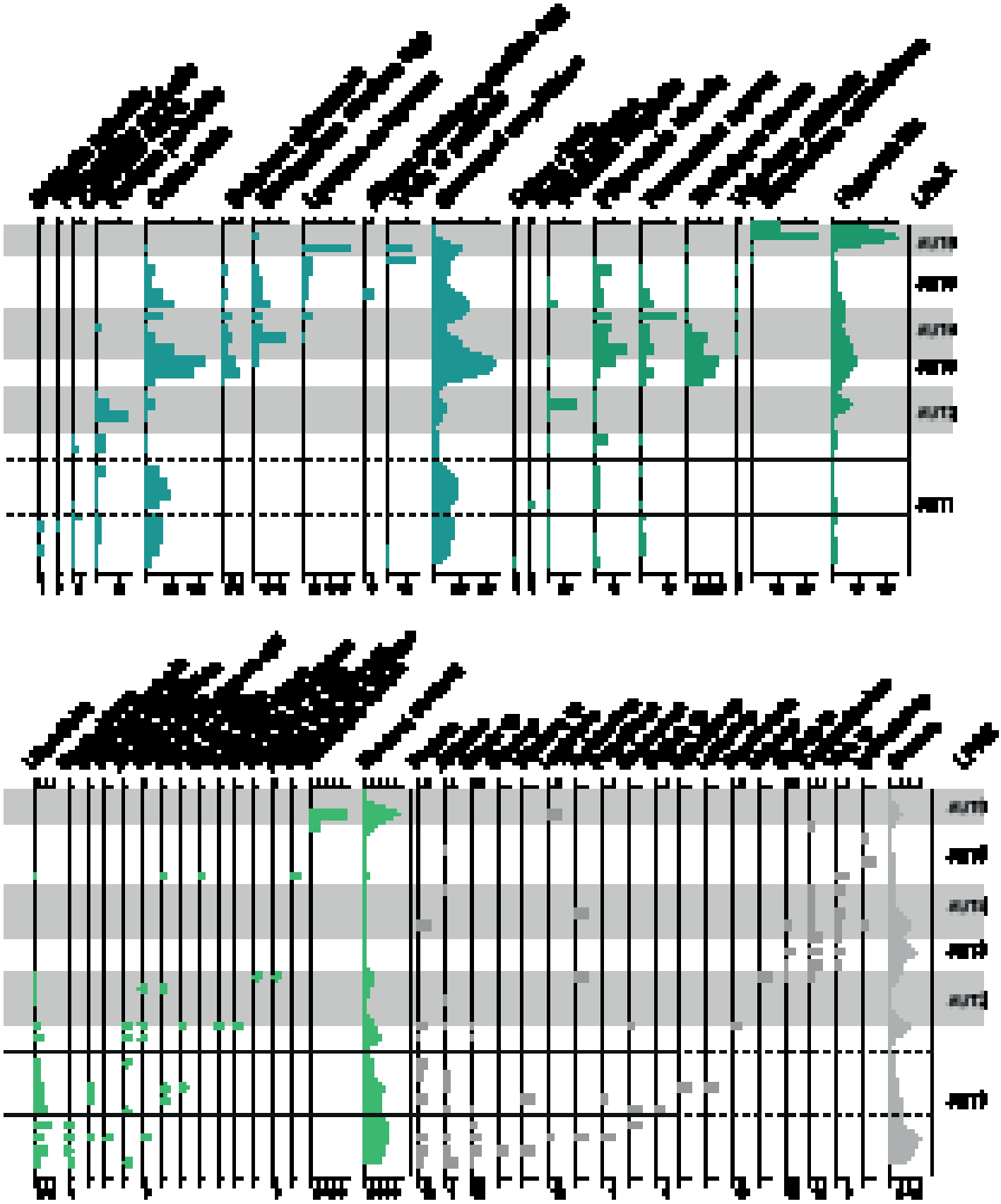


Figure 91 : Carpological diagram with Abundance is number of rest by liter of sediment. Depth below ground level



In SU 331 (LPAZ 4), charcoal and carbonized seeds are still recovered but in far less proportions (Figure 88). *Pinus* reaches its maximum percentages between 40 and 60% (Figure 90). The main components of the aquatic environment change with *Myriophyllum spicatum* and *Ranunculus aquatilis* agg recorded as the dominant species (Figure 91). Helophytic vegetation decreases despite presence of *Sparganium erectum* seeds. The riversides, with *Salix, Solanum dulcamara* and *F. ulmaria*, expand and taxa indicative of alluvial forest develop (*P. spinosa, R. cathartica, Origanum vulgare*).

In SU332 (LPAZ 5), large proportions of *Betula, Salix* and *Populus* pollen and macroremains characterize this phase (Figure 90) and(Figure 91). *Cyperaceae* and *F. ulmaria* gradually decline. Presence of large numbers of *Hippuris vulgaris* and *R. aquatilis* agg are correlated to the aquatic environment from the channel. The riparian vegetation shows a diversified spectra with *Lycopus europaeus* and *Valeriana officinale*.

In SU333 (LPAZ 6) is marked by *Pinus* decline (13%) and the development of *Corylus*, with 45% of the pollen assemblage, accompanied by the appearance of mesothermophilic taxa, such as *Quercus* (2.5%) and *Ulmus* (2%) (Figure 90). Forest herbs like *Origanum vulgare, Stachys sylvatica* and *Valerianella dentata* are also important (Figure 91). This last phase is marked by a very strong decrease in *Cyperaceae* (3%) and mesohygrophilous (*Filipendula, Equisetum)*. Palynological and carpological results (*Ranunculus aquatilis, Hippuris vulgaris*) suggest increasing drying condition . The presences of *Lycopus europaeus* and *Eupatorium cannabinum* is the last wet meadow clue.

3.4. Discussion

3.4.1. The end of the Late Glacial Period (12.900-11.700 cal. BP)

The geomorphological study suggest during this period an active channel of the Meuse. The sediment layer was composed of heterometric gravels with some polygenic blocks (ø 80 mm, quartz, limestone, sandstone). Alluvial floodplain formation characterizes a multi-channel braid plain environment. This palaeochannel is several meters wide channel (may be more than 50 m) that incises gravels layers of the last Pleniglacial period. The active channel mobilizes a high mineral load with gravel and sandy silts. After this incision event, the alluvial channel is characterized by a important infilling of by fine silts and organic horizons during the whole Preboreal period. In GRIP isotope record, a significant climatic event was detected, around approximately 12.9 cal. ka BP, which corresponded to the Younger Dryas period (Ammann *et al.* 2007; Rasmussen *et al*. 2014b). This climate period coincided with the last important cooling preceding the Holocene period. Younger Dryas period is characterized by glaciers advance, drop of temperature (below -20° C) and the replacement of pine forests by herbaceous steppe (Kasse

1995 ; Bos *et al*. 2018a ; Renssen 2001). Botanical records start from 11.7 cal. ka BP, at Autrecourt- et-Pourron.

3.4.2. Early Preboreal (11.700-11.400 cal. BP, LPAZ 1)

Vegetation's dynamics in the floodplain should be marked by a sudden climate change. However palynological analyses show a cold steppic environment dominated by herbaceous plants and a relatively low pollen representation of trees such as birch and pine. This typical vegetation of the Younger Dryas period, with its cold environment heliophilous taxa such as *Artemisia* or *Helianthemum,* seems to remain present in French Ardennes as other sites in Lorraine (Ruffaldi 2000). During the first part of the Preboreal period, more or less cold conditions, allows the presence of few *Ephedra fragilis, Calluna vulgaris, Hippophae, Gentiana* and *Botrychium*. Despite climate change, the steppe vegetation of Autrecourt probably take advantage of the nearby hills land area (300 m alt.) as refuges. Furthermore, the notable presence of *Juniperus* is an indicator of poor and thin soil.

The hillsides are partly covered by a basophilic grassland vegetation (*Linum alpinum, Scabiosa columbaria, Knautia arvensis*); and characteristic plants of eroded sandy and stony soils (*Arenaria serpylifolia, Linaria supina*). The average temperature probably remains relatively cold. Many taxa (*Myriophyllum spicatum, Carex rostrata, Geum rivale, Viola palustris, Linum alpinum*) may indicate a minimum mean July temperatures from 8 to 10 °C (Bos *et al*. 2007).

Around 11.5 cal. ka BP, the decline or disappearance of these plants could be an indicator of warming. The abundance of *Urtica dioica, Chenopodium rubrum, Ranunculus repens* and *Prunella vulgaris* is important to note. These species are known as significant pioneer and nitrophilous plants that could take advantage of the presence of large herbivores into the area (Bos *et al*. 2006). Coprophilous fungi, the best indicators of grazing pressure (van Geel and Aptroot 2006 ; Gauthier, 2010) have been checked in pollen samples (E. Gauthier, unpublished). Sordariaceae (a saprophytic taxa) regularly appears in pollen samples, however no obligate coprophilous fungi spore such as *Sporormiella* has been found (Cugny *et al.* 2010). So coprophilous fungi do not really help to confirm or invalidate this hypothesis. Hypothetically, the large wild fauna benefite from large steppes, whose physiognomy vegetation was changed slowly at the beginning of the Preboreal period. The record of *Cenococcum geophilum* sclerotia provides another clue that terrestrial soil and organic matter has been eroded. *Cenococcum geophilum* is associated with short or periodic environmental stress (Eide *et al*. 2006; Kroll 1988; van Geel *et al*. 1989; Walker *et al*. 2003). Wheter the development of terrestrial vegetation doesn't seem impacted by warming, channel sedimentary functioning, malacofauna and aquatic vegetation are more sensitive. At the beginning of the Preboreal period, the active Meuse progressively loses its strength; clay-silt deposit indicates the development of lacustrine-type sedimentation dynamic. Flows under abiotic conditions go through the channel and there was a change from braided

to meandering channel deposits. In this sedimentary environment, suspension deposits coming from turbid currents accompanied also by coarser sand inputs characterized sedimentation. The significant sedimentary thickness (40 cm) enables us to detail palaeoenvironnemental observations of this phase. Mollusc populations of open and slightly humid terrestrial environments characteristics of cold climate like Dryas period (*Pupilla alpicola, Columellacolumella* and *Trochulus hispidus*), disappear in favor of more temperate climate populations. The proportion of terrestrial shellfish gradually decline to a low level, replaced by aquatic species like *Pisidium subtruncatum* or *Valvata macrostoma*. The species, which live in temporary and well-vegetated water bodies (Welter-Schultes 2012) show a change in flow dynamics of the channel. Plant macroremains also abound in the direction of a river that is gradually losing its strength. Aquatic plants, which are not present at the beginning of the sequence, develop and characterize a calm and permanent watercourse. The presence of *Potamogeton* is used to estimate moderately deep waters from 50 to 300 cm deep.

The beginning of the Holocene is usually characterized by a major phase of incision of the alluvial plain crossed by single-scaled meandered systems (Antoine 1997; Antoine *et al*. 2000, 2003 ; Guélat and Richard 2016). This trend of incision in relation with the climatic improvement of the Preboreal period id common to most hydrographic system in Northern Europe (Tebbens *et al*. 1999; Vandenberghe *et al*. 1994). In France, this incision phase was identified in the Marne, Oise (Le Jeune *et al*. 2005 Pastre *et al*. 1997, 2000) and Somme valleys (Antoine 1997; Antoine *et al*. 2000). The incision is accompanied by a rapid rise in water level. In this context, as is the case in other rivers, the Meuse River adopts a lacustrine regime confirmed by the presence of calm water molluscs with macrophytes (Lefèvre *et al*. 1993). Riverside instability causes landslides that carry coarse elements into the turbid sediments of the channel. In Netherlands Meuse region, this phase called Friseland (Behre 1966, 1978) is a period of rising average summer and winter temperatures (Bos *et al*. 2006 Bos and van Geel 2017; Hoek and Bos 2007; van Geel *et al*. 1981; Hoek 1998). The main feature of Friesland has been the strong expansion of birch forests (Bos *et al*. 2007; van Geel *et al*. 1981). This expansion was not fully perceived in Autrecourt's assemblages. Despite this difference, the Meuse River has strong environmental similarities from south to north of its course. Aquatic plants settled in deep water, shores were lined with sedges, occasional bush and juniper woods were developed on the thin soil of alluvial plain.

3.4.3. A first Preboreal micro-oscillation (11.400-11.320 cal. BP, LPAZ 2)

At Autrecourt-et-Pourron, pine forests develop gradually and birch decreases. *Poaceae* steppe, *Thalictrum* and *Filipendula* wet meadows were significantly well represented in peaty silt sedimentary of paleochannel. The river loses energy, organic mud appears, and in the same time, the groundwater level is still high. Plant macroremains assemblages are strongly dominated by *Chara*'s oogones,

encrusted by calcium carbonate. A correlation is therfore possible between carbonate production and the depth of water. Two meters deep seem to offer the most favorable conditions for carbonate precipitation (Pełechaty *et al*. 2013). The Meuse current seems to slow down while maintaining a high water level in the channel. Aquatic and helophytic plants, for example *Myripohyllum spicatum* and *Carex rostrata*, indicated also that average temperature seem to be slightly colder from the end of previous period.

These features could be interpreted as a short intense cooling interrupting early Preboreal period warming, during less than a century from 11,400 to 11,320 cal. BP. This "11.4 event" coincides with the period defined as "Preboreal Oscillation" (PBO) which is characterized by "a gradual cooling over 100-150 years" (Björck *et al*. 1996; Kobashi *et al*. 2008; Magny 2013; Rasmussen *et al*. 2006; Renssen 2001). In the Netherlands, this oscillation was recognized by paleoenvironmentalists as more continental period with hot and dry summers and cold winters, stopping birch expansion. This period called Rammelbeek phase was characterized by a return of the herbaceous steppe (Bos *et al*. 2007, 2018b; van der Plicht *et al*. 2004; van Geel *et al*. 1980). In this way, the Preboreal Oscillation or Rammelbeek phase may have an ecological impact to French floodplain Ardennes. The channel, which was infilling from the beginning of the Preboreal period, is in water again.

3.4.4. A second minor-oscillation? (11.320-11.100 cal. BP, LPAZ 3/4)

Pine forests continue to develop and birches and willows alternated between phases of progression and regression. More locally on channel bank, the significant presence of large helophyts rhizomed plants (*Typha* and *Sparganium*) is an indicator of an infilling process and rich nutrients sediments. During less than century (11.320-11.260 cal. BP), the channel sediments has became peaty and vegetation change. The water level is low and sediment channel changed into an organic deposit. Aquatic plants disappeared for the benefit of flood plain marshes plants (*Carex elata, Filipendula ulmaria* and *Thalictrum flavum*). Above the silts, peat layer, whose moisture content has remained sufficiently constant until present, is a suitable environment for the proper conservation of organic material. However, archaeobotanical material has been subjected to displacement and reworking of sediments. The hypothesis of a perceptible change in taphonomy was based on a development of the landscape structure of the channel accompanied by the beginning of hydrological and climatic modifications. The significant presence of charcoals particles and carbonized seeds could be interpreted as regular grassland fires. Probably due to a fires increase, *Juniperus* disappeared until the end of the sequence. At the present stage of research, it is not possible to know if the ignition of the fires was anthropogenic or from natural origin.

Research conducted in Germany suggested that, during the continental Preboreal period, Mesolithic populations may have been at the origin of vegetation fires (Bos and Urz 2003). Climatic conditions of French Ardennes seem extremely dry, however it is difficult to distinguish cold from hot conditions. Then during one and half century (11.260-11.100 cal. BP), water of channel is at its lowest point. The channel is totally disconnected from the main river, complicating the interpretation of overall moisture based on plant remains. Very strong corrosion affected the plant remains in this dark peaty layer. This sudden drying, caused by a lateral movement of the river and hypothetically significant climate change, could be at the origin of ecofacts degradation. Nevertheless, plant community is also significant is this fast infilling process and the formation of dark peat. The riparian vegetation, composed of trees (*Salix, Prunus spinosa, Rhamnus cathartica*) and forest herbaceous plants (*Stachys sylvatica, Luzula* sp.), settled permanently.

At Mairy, Meuse paleochannels are also slowly infilled (Lefèvre *et al*. 1993). The significant accumulation of organic matter constituted an unfavorable environment for molluscs, which disappeared completely in Mairy and Autrecourt-et-Pourron peat layer. According literature, the prolonged stabilization of the landscape led to organic accumulations in the channels during the second part of the Preboreal period (Antoine *et al*. 2003; Beaulieu-Audy *et al.* 2009; Coutard *et al*. 2010). In northern France Rivers, peat formation accelerates. Drier climate and expansion of forest led to a significant increase in evapotranspiration and rivers were slowed, limiting the supply of clay sediments and promoting peat development (Antoine *et al*., 2000, 2003). In Greenland ice core,T. Kobashi, note "an abrupt warming of 4 ± 1.5°C at 11.271±30 BP" (GICC05 chronology) followed the "11.4 event" (Kobashi *et al*. 2008). The authors suggest that the climate transition could have occurred within a few years given the rapid increase in snow accumulation. They compare this sudden warming with the Dansgaard–Oeschger (D/O events) consisted of many abrupts warmings that occurred in a matter of decades (Bond *et al.* 2013). On a European scale, this short and warm climate oscillation is not isolated in the sediments of Meuse paleochannels.

3.4.5. The late Preboreal (11.100-10.700/10.600 cal. BP, LPAZ 5)

In the site, presence of birches and willows accompanied with Poaceae and *Equisetum* increased. The riparian forest of the abandoned-channel was permanently installed around grassland meadows. The sedimentary environment, slightly peaty indicates that the channel, disconnected from the river, was again in water. Climatic and hydrological degradation seem to lead an increase in rainfall and groundwater rise. The return to more wet and anoxic environments improves the conservation of the remains despite the continued infilling of the channel. The change composition of aquatic community (*Ranunculus aquatilis* and *Hippuris vulgaris*) confirms the functional river changes. This crescent-shaped lake, that was formed when the

meander of the Meuse is cut off from the main channel, was under 40 to 100 cm deep of water.

In French Ardennes, the end of the Preboreal period, which lasted 400 years (11.1-10.7/10.6 cal. ka BP), was characterized by a rise in water level and temperature. The average temperature continues to increase, and as the fossil vegetation highlights, the climate is warming significantly. Frequent flooding has been able to recharge regularly the disconnected channel. In Netherlands, the Late Preboreal is also characterized by a more humid climate change with birch and poplar forest (Bos *et al*. 2007; van der Plicht *et al*. 2004).

3.4.6. The beginning of the Boreal period (10.700/10.600-10.200 cal. BP, LPAZ 6)

Mesothermophilic taxa (*Corylus, Quercus, Ulmus*) characteristics of Boreal woodland period develop. Pine is clearly declining and heliophilious taxa almost desapear (*Artemisia, Thalictrum, Helianthemum,* Chenopodiaceae). Wetland considerably changes, characterized by wet meadow *(Eupatorium cannabinum*) replacing mesohygrophilous community (Cyperaceae*)*. The swamp is in decline with some tufts of wet grasses (*Carex rostrata/ elata, Lycopus. europaeus* and *Viola palustris*). In the paleochannel sedimentation is also changing with accumulation of deep layer of grey clay. Two hydrogeological phenomena could be combined, on the one hand the water in the abandoned-channel no longer circulated at all, causing strong settling of the clays; on the other hand the marl on the slopes surrounding the channel is moved by colluvium. This upper layer of grey clay is very strongly subjected to erosion factors. The carpological material is most likely moved and reworked, leading to its fragmentation and even destruction. These destructive phenomena are potentially favored by the increase in slope runoff. Given the absence of fossil remains of aquatic plants and ichtyofauna, we assume that channel is no longer or rarely in water. This raises the question of the climatic origin of these marl runoffs, are they linked to an increase in rainfall? Because of the lack of organic material, our palaeoecological data does not allow us to answer this question.

3.5. Conclusion

Multiproxy investigation of an early Holocene palaeochannel located in North-eastern France give a good reconstruction of river dynamic and environmental change.

During the Lateglacial Period, the Meuse River begins to run the floodplain, and from the beginning of the Holocene, this channel is cut off from the river and our analyses show five successive phases in response to climatic oscillations as follows:

1. First part of the Preboreal period (11.700-11.400 cal. BP): deep silty layers characterize the beginning of the Preboreal period at 11.7 cal. ka BP. Then, the gravel-bed river system slowly slows its flow for 300 years. Aquatic plants settle in and the area around the channel becomes marshy. The speed of the current is top oscillating for floating leaf vegetation to settle. This calm and slow filling dynamic was interrupted by the "11.4 ka event".

2. "1.4 ka event": during this very brief phase, lasting less than a century, temperature drop sharply by +4°C. At the same time, groundwater level remains very high. The water in the channel is deep and calm. The lowland continues to grow. Disconnected from the main channel, the water area was covered with floating leaf vegetation. Amphiphytes, which benefit from a high water level, were developed.

3. The "11.4 ka event" was immediately followed by a sudden rise in temperature to around 11.300 cal. BP. The avulsion scenario caused by a sudden shift in channel position. During this phase, lasting about a century or less, the water table level decreases, land dries up, wet vegetation disappears and gives way to extensive grasslands. These large areas of dry grass catch fire.

4. Second part of the Preboreal period (11.100-10.700 cal. BP): after these two oscillations, cold and warm, vegetation dynamics were unstable for a century. For the next four centuries, the relatively high water table allowed aquatic and riparian vegetation to settle permanently and the old channel was re- entering the water

5. During the Boreal period (10.700/10.600 cal. BP), the channel become totally abandoned and the main branch shifts away from the study area.

Dans le cadre de la préparation de la publication, la figure suivante (Figure 92) n'a pas été proposée en raison du nombre limité de figures imposé par la revue. Cette figure résume schématiquement la dynamique des paléo-paysages du chenal d'Autrecourt-et-Pourron et de ces abords au cours de la période du Préboréal.

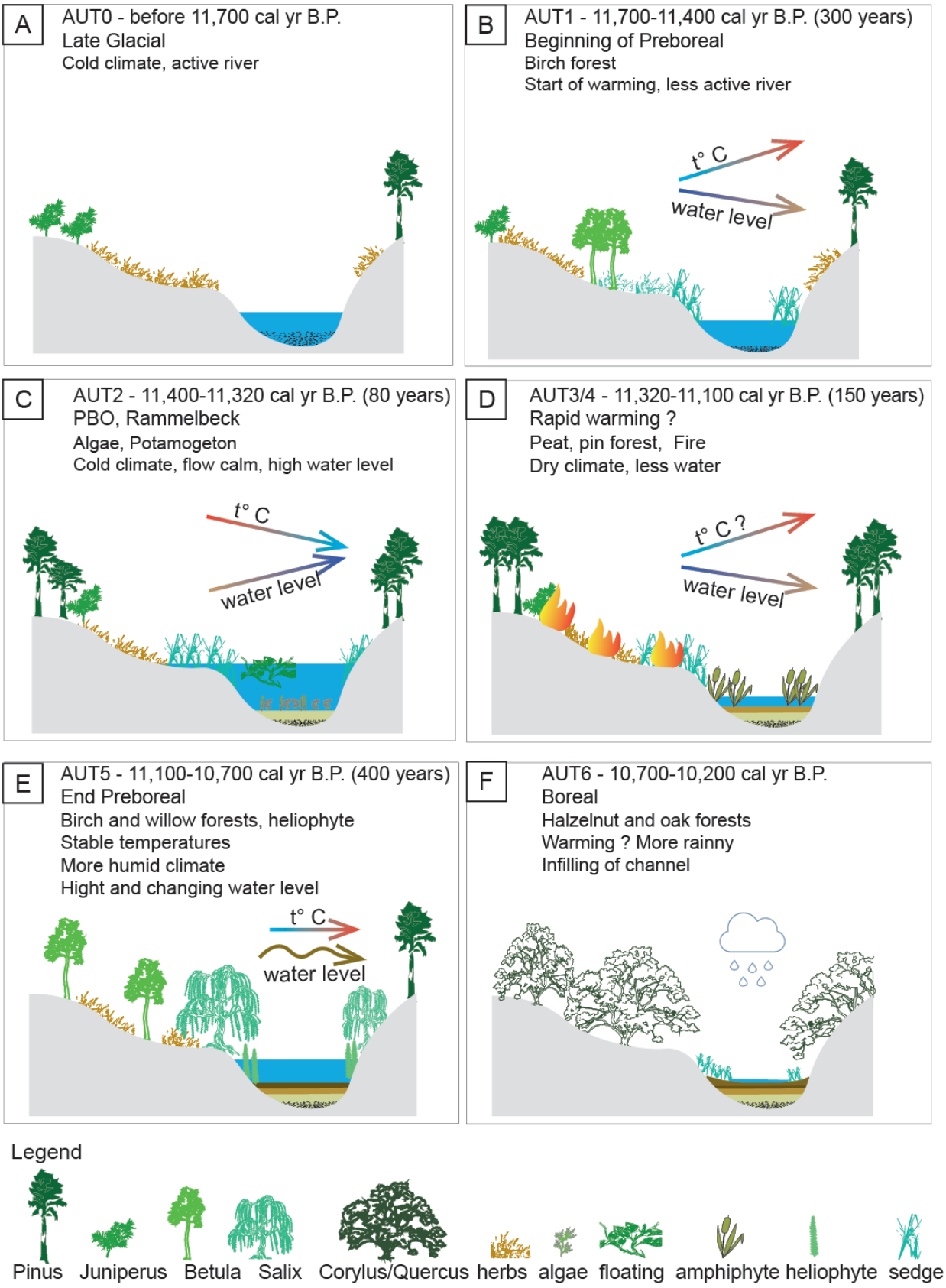


Figure 92 : Schéma interprétatif de l'évolution du paysage au cours du Préboréal à Autrecourt-et-Pourron

4. Focus sur la phase terminale du Préboréal à Autrecourt-et-Pourron

4.1. Introduction

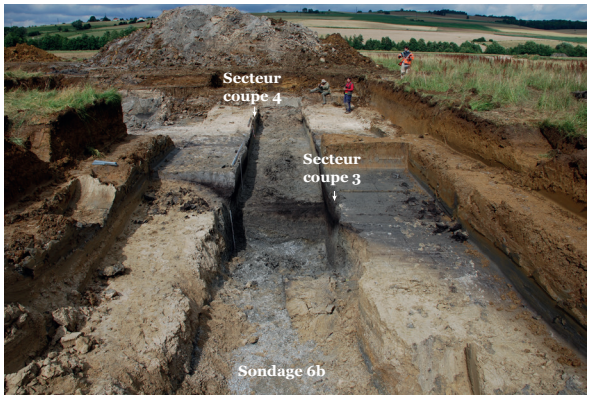


Figure 93 : Sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron. Localisation de la zone de prélèvements de la coupe 3 et de la coupe 4. H.G. Naton, 2012



Figure 94 : Coupe 4 Sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron, gauche = SO, droite = NE. H. G. Naton, 2012



Figure 95 : Extrémité nord-est de la coupe 4 du sondage 6b, secteur ciblé pour l'étude. H.G. Naton, 2012

En parallèle de l'étude paléoécologique à haute résolution du paléochenal de la coupe 3 (chapitre précédent), nous avons entrepris des analyses carpologiques et palynologiques sur les sédiments du remplissage du paléochenal de la coupe 4.

La question posée est de savoir si le colmatage du chenal de la coupe 4, situé en vis-à-vis du chenal de la coupe 3 (Figure 93), présente une dynamique paléoécologique similaire ou non. En quoi les données issues de l'analyse des sédiments du remplissage de la coupe 4 complètent les données paléoenvironnementales, sédimentaires et climatiques de la coupe 3 ?

Le comblement du chenal de la coupe 4 est constitué d'un niveau de tourbe brun foncé dilaté au sud-ouest qui s'affine en une courbe ascendante en direction du nord-est (Figure 94). Ce niveau de tourbe s'interrompt légèrement puis reprend en une forme de cuvette relativement étroite à l'extrémité nord-est (Figure 95).

Le relevé stratigraphique souligne le litage hétérogène des niveaux sédimentaires (Figure 96). Le dépôt se met en place à la suite d'une phase alluviale caractérisée par des sables et des graviers. Les niveaux supérieurs de tourbe sont constitués d'accumulations de matière organique. Ces unités sont ensuite recouvertes par des niveaux alluviaux argileux. Les sols, situés aux bords du chenal de la rivière, étaient probablement humides et instables. Ils ont pu subir des remaniements pour diverses raisons : évènements hydrologiques, présences fréquentes de grande faune sauvage, utilisation anthropique de la zone. L'observation de la coupe révèle la complexité de l'organisation lithostratigraphique qui pourrait être en relation avec les remaniements naturels et anthropiques du secteur.

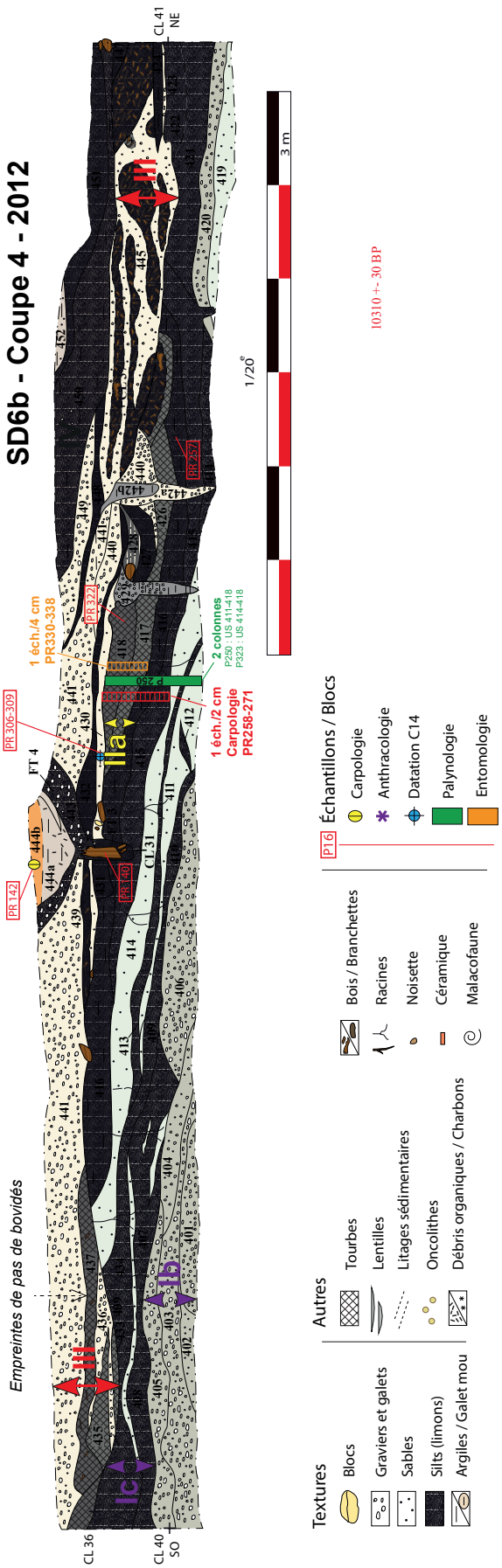


Figure 96 : Relevé stratigraphique de la coupe 4 du sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron. H.G. Naton, G. Jamet, 2016



Figure 97 : Tronc dégagé de sa gangue sédimentaire. H.G. Naton, 2012



Figure 98 : Détail d'une empreinte, Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012

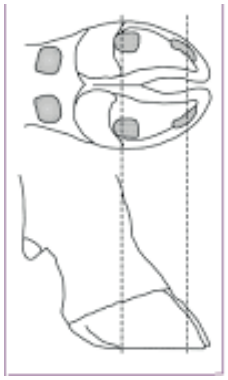


Figure 99 : Anatomie du pied d'un bovin, vue de côté et vue de dessous. A.Legrand et D. Guerin, pleinchamp.com

Le décapage ciblé de la petite dépression au nord-est du paléochenal a permis de faire des découvertes remarquables.

En premier lieu, la fouille en plan a fait apparaître le haut d'un tronc d'arbre. Une fois entièrement dégagé, ce morceau de bois, de grandes dimensions (>1 m de long et 50 cm de diamètre), s'est révélé en position verticale (Figure 97). La datation au ^{14}C situe ce tronc d'arbre entre 1 421 et 1 226 cal. BC (3070 ± 40 uncal. BP). Ce tronc a été identifié par W. Tegel en tant qu'*Alnus* sp.

En second lieu, des empreintes fossilisées ont été mises au jour dans le niveau tourbeux. Le détail de ces empreintes (Figure 98), de 14 cm de long sur 7 cm de large, est caractéristique des sabots fendus de types bovidés (Figure 99).

Deux niveaux sédimentaires ont été datés par ^{14}C de la période 11 100 - 10 700 cal. BP (Table 9). Ces datations correspondent à la fin du Préboréal, c'est-à-dire le demi-millénaire précédant les changements majeurs du Boréal, débutant aux environs de 10 000 cal. BP.

La séquence sédimentaire de la coupe 4 a fait l'objet d'un prélèvements en carotte pour les analyses palynologiques et de 9 prélèvements en vrac de 10 litres de sédiment par tranche de 50 x 50 x 2 cm pour les analyses carpologiques (Figure 100). Au total, sur les 9 prélèvements en vrac, 5 ont été sélectionnés en vue des analyses carpologiques (PR330, 332, 334, 336 et 338). Les données brutes carpologiques et palynologiques peuvent être consultées en annexes (Annexe 25, page 402) (Annexe 26, page 408).

Sondage	Coupe	Nom échantillon	Profondeur en cm sous le niveau du sol actuel	Numero de laboratoire	Matériel	Age conventionnel	Age calibred INTCAL13 (cal BP)
Sondage 6b	Coupe4	AUT PR334	228	Poz-106325	graine	9530 ± 50 BP	11091-10685
Sondage 6b	Coupe4	AUT PR336	232	Poz-106324	graine	9660 ± 60 BP	11206-10780

Table 9: Tableau des datations ^{14}C de la coupe 4 du sondage 6 d'Autrecourt-et-Pourron, Laboratoire radiocarbone de Poznan



Figure 100 : Stratigraphie de la coupe 4 du sondage 6 avec rail de prélèvement palynologique, Autrecourt-et-Pourron. H.G. Naton 2012

4.2. Résultats de la séquence Préboréal récent de la coupe 4

Au total 1870 macro-restes végétaux ont été isolés, soit en moyenne 145 restes par litre de sédiment, pour 33 taxons floristiques différents. Ces taxons ont été classés par affinités écologiques : aquatiques/amphiphytes, hélophytes, prairies humides, arbres et herbacées forestières. Les graines carbonisées et les charbons ont également été dénombrés (Figure 101). Les abondances de restes de plantes des milieux humides augmentent de manière régulière le long de la séquence. Les abondances des arbres et des plantes herbacées terrestres associées aux abondances de charbons de bois et de graines carbonisés sont importantes au sommet de la séquence.

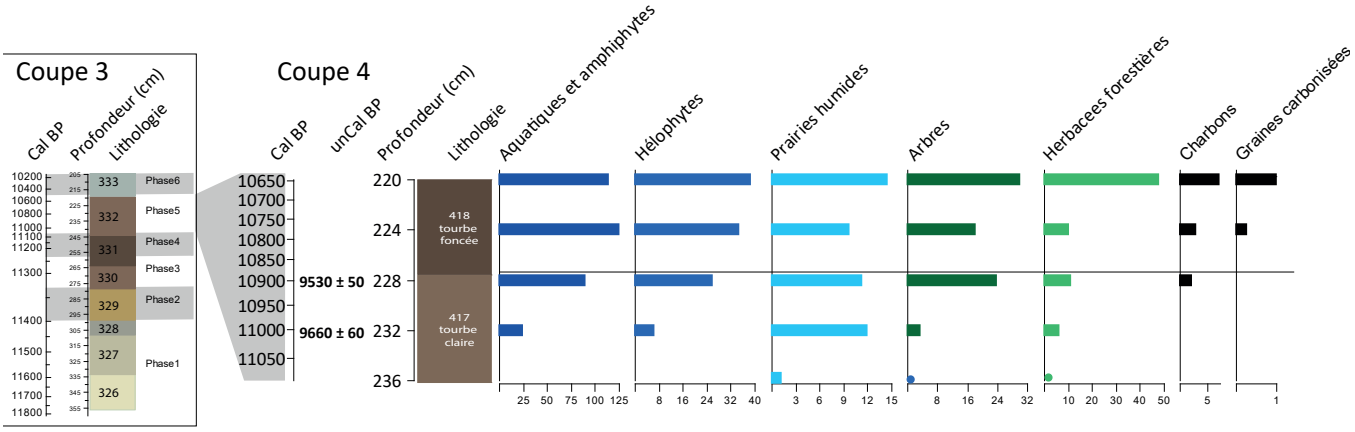


Figure 101 : Diagramme carpologique par regroupement écologique, coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Effectifs en nombre de restes par litre de sédiment. Les échelles d'abondance sont indépendantes. La profondeur s'entend sous le niveau de sol actuel. C. Schaal, 2019

4.2.1. Résultats carpologiques

Les résultats carpologiques renseignent le cortège floristique des milieux humides (Figure 102). Les abondances des restes des plantes aquatiques/amphiphytes et hélophytes augmentent de manière significative entre 11 000 et 10 700 cal. BP. *Myriophyllum spicatum* (plante aquatique) n'est présente qu'aux environs de 10 800 cal. BP et les *Potamogeton* sp. (plantes aquatiques à feuilles flottantes) présentent un maximum au cours de la même période. Les abondances de *Alisma plantago-aquatica* (plante des bords des eaux) présentent un schéma inverse avec une diminution des effectifs.

Les abondances de restes des hygrophytes présentent des schémas plus hétérogènes, avec un léger recul en haut de séquence stratigraphique. *Eupatorium cannabinum* (plante des bords des eaux et des bois humides), présente en bas de séquence, semble disparaître en milieu de séquence avant d'être de nouveau présente en haut de séquence. *Valeriana officinalis* (plante des bords de ruisseaux ou des bois humides) n'est présente qu'en fin de séquence, accompagnée par *Ranunculus repens*

(plante se développant dans les fossés et les bois frais et humides) dont les effectifs augmentent continuellement tout au long de la séquence.

Les milieux terrestres sont essentiellement caractérisés par les macro-restes d'arbres dont l'essentiel était des bourgeons (Figure 103). Quasiment absent en bas de séquences, les abondances des restes d'arbres et de plantes terrestres sont marquées par un accroissement puis un léger recul aux environs de 10 800 cal. BP. La fruiticée, représentée par les restes de *Prunus spinosa, Rhamnus cathartica*, *Cornus sanguinea, Crataegus* sp. et *Viburnum opulus*, se développe irrégulièrement.

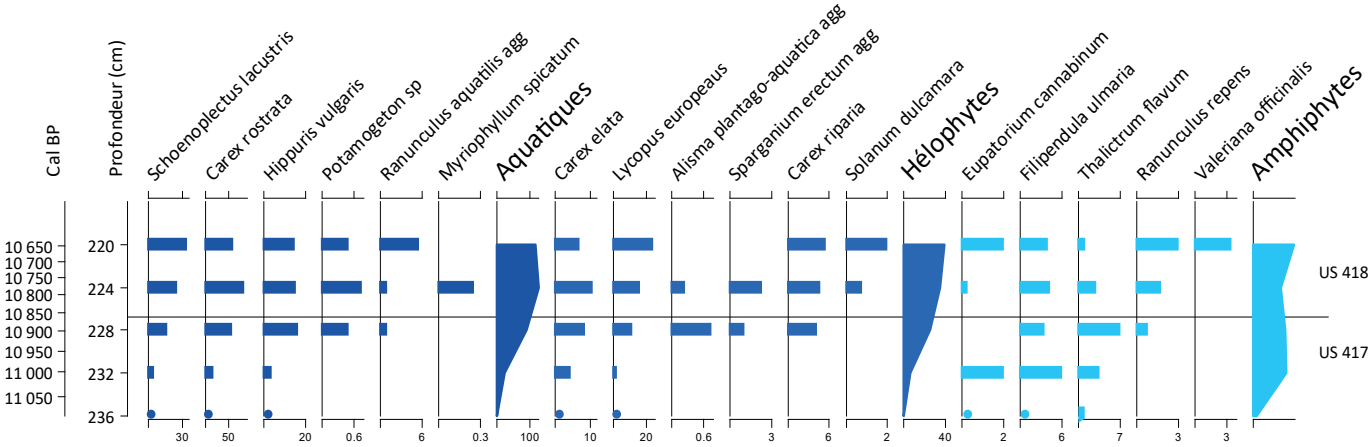


Figure 102 : Diagramme carpologique du groupe des milieux humides détaillé par taxon. Coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Effectifs en nombre de restes par litre de sédiment. Les échelles d'abondance sont indépendantes. C. Schaal, 2019

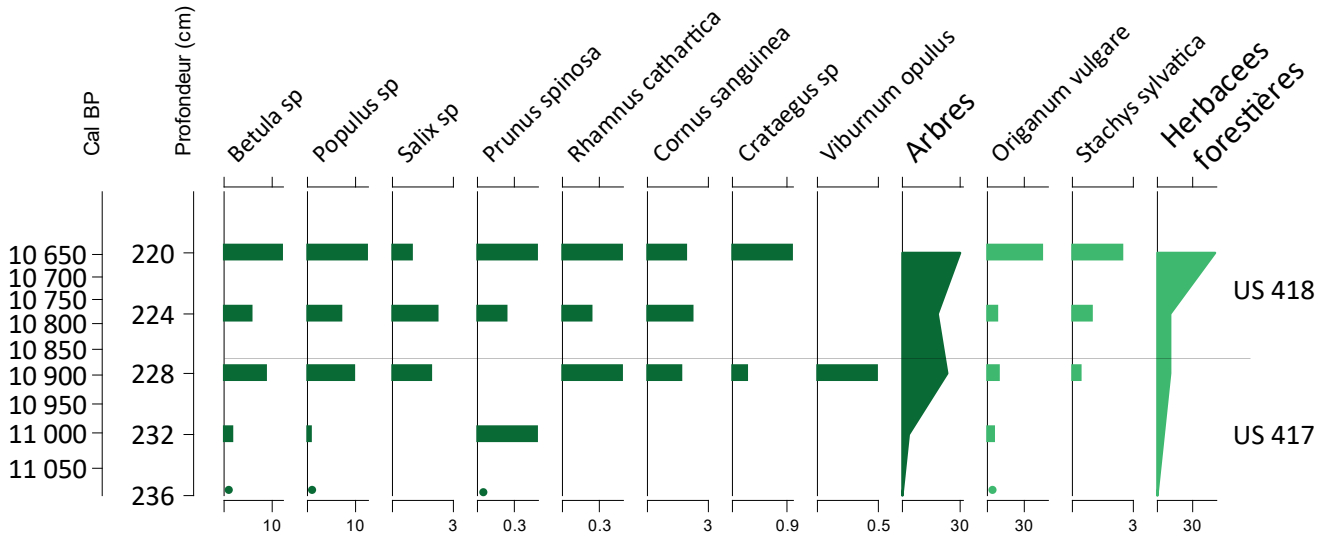


Figure 103 : Diagramme carpologique du groupe des milieux terrestres détaillé par taxon. Coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Effectifs en nombre de restes par litre de sédiment. Les échelles d'abondance sont indépendantes. C. Schaal, 2019

4.2.2. Résultats palynologiques

Le forage palynologique est plus profond que celui de la carpologie. Tandis que les prélèvements carpologiques correspondent à une seule unité stratigraphique composée de tourbe (US 417/418), les prélèvements palynologiques concernent trois unités distinctes : US 416 (limons argileux sombres), US 417 (tourbe claire) et US 418 (tourbe sombre). Les échantillons palynologiques, prélevés sur la carotte de 28 cm de longueur, ont été analysés selon un pas d'échantillonnage régulier tous les 4 cm. Le niveau le plus profond, constitué d'un sédiment sableux, s'est révélé stérile en pollen.

Le diagramme palynologique (Figure 104) révèle quatre grands groupements typologiques : les arbres, les herbacées, les herbacées des milieux humides et les spores. L'assemblage des arbres change au cours de la séquence. Les abondances de *Pinus,* qui représentaient jusqu'à 50 % de l'assemblage en bas de séquence, déclinent fortement, au profit de l'augmentation de *Salix* et de *Betula.* Au début de l'US 417, *Juniperus* disparaît puis réapparaît timidement alors qu'il représentait un peu moins de 10 % dans l'US 416. Les premières mentions de *Corylus, Quercus, Alnus* et *Populu*s font leur apparition en toute fin de séquence.

En parallèle, les herbacées qui représentaient 50 % de l'assemblage en fond de séquence, diminuent dans un premier temps pour augmenter à nouveau en milieu de séquence et enfin diminuer à nouveau au sommet de la séquence. Les Poaceae augmentent régulièrement. Les taux d'*Artemisia* sont réguliers, bien que plus importants en fond de séquence. *Filipendula, Typha/Spagranium* et *Equisetum* voient leurs taux augmenter fortement à partir de l'US 417, tandis que les Cyperaceae tentent de se maintenir pour ensuite décliner fortement en fin de séquence.

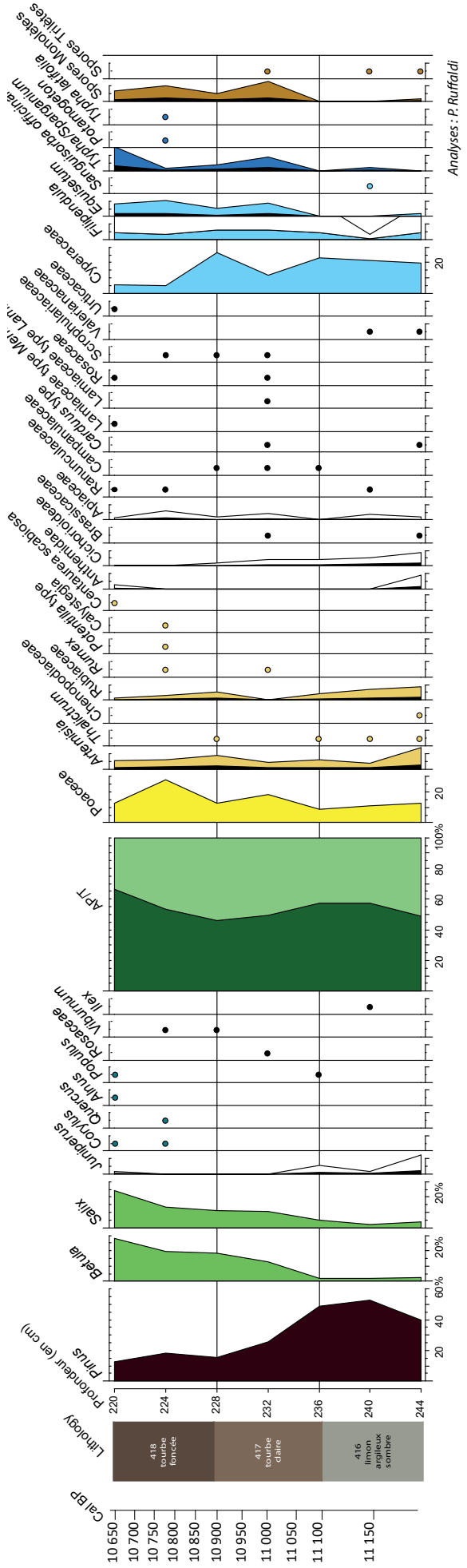


Figure 104 : Diagramme pollinique simplifié de la séquence de la coupe 4, exprimé en pourcentages des différents taxons identifiés et selon une échelle stratigraphique (en cm), les courbes d'exagération correspondent à un facteur multiplicateur de 5. P. Ruffaldi, 2019

4.3. Discussion

Le remplissage du paléochenal de la coupe 4 renseigne le dernier tiers du Préboréal, entre 11 200 / 11 100 cal. BP et 10 700 / 10 600 cal. BP. Préalablement décrit par les analyses carpologiques et palynologiques du paléochenal de la coupe 3, ce dernier tiers est marqué par une augmentation générale de l'humidité et des températures (cf. chapitre précédent). La coupe 4 a offert l'opportunité de comparer et de détailler la période qui précède le Boréal.

Le diagramme pollinique de la coupe 4 indique, entre autre, une forte présence des *Betula* et des *Salix* accompagnés par des Poaceae et des *Equisetum*. Les données carpologiques complètent ce schéma. Les *Ranunculus aquatilis* et *Hipurris communis* se développent probablement en raison d'un changement fonctionnels de la rivière. Le chenal de la Meuse est partiellement coupé du cours principal et un bras mort se forme. La forêt riveraine s'installe, mais son développement est irrégulier, sûrement en raison de l'oscillation fréquente du niveau de l'eau. Si le niveau est trop haut, les arbres et plantes de la ripisylve sont asphyxiés ; si le niveau est trop bas, l'assèchement des terres limite leur développement. A l'instar de la coupe 3, la rivière semble subir des ajustements irréguliers de son débit et de son volume. Ce constat peut être mis en rapport avec une divagation naturelle du cours d'eau sans qu'il y ait forcément une contrainte climatique. Cependant, au cours du derniers tiers du Préboréal (11 100 - 10 700 / 10 600 cal. BP), une légère dégradation climatique et hydrologique (élévation de la température et de l'humidité), a été perçue à Autrecourt-et-Pourron. Ce réchauffement climatique pourrait entrainer des variations du niveau des eaux de surface et de la nappe souterraine, causant l'inondation régulière du chenal déconnecté.

Ce constat dépasse les frontières des Ardennes. En Europe du Nord (NO Allemagne, Pays-Bas, Norvège), le Préboréal récent est aussi caractérisé par un climat plus chaud et humide qui favorise le développement des forêts à bouleaux et peupliers (Birks *et al.* 2000 ; van der Plicht *et al.* 2004 ; Bos *et al.* 2007 ; van Beek *et al.* 2015 ; Kasse *et al.* 2017). Les séquences alluviales du nord de la France, comportant soit un hiatus chronologique, soit une stratigraphie Préboréal peu dilatée, ne permettent pas de percevoir en détail l'environnement.

Par ailleurs, comme nous l'avions constaté dans les analyses de la coupe 3, la période de l'Oscillation Préboréale (PBO 11 400 - 11 100 cal. BP) est caractérisée, à Autrecourt-et-Pourron, par des occurrences d'incendies. Des graines carbonisées ont également été trouvées dans les échantillons datés de 10 700 / 10 600 cal. BP. Les macro-restes carbonisées de la coupe 4 sont présents dès 10 900 cal. BP, et leur abondance augmente jusque 10 600 cal. BP.

Le croisement des deux coupes pourrait indiquer que le site a connu une période d'incendies réguliers tout au long de la deuxième moitié du Préboréal. Des recherches plus approfondies, en anthracologiques et micro-anthrocologiques, permettront de mieux caractériser ces phases d'incendies et de les relier à des évènements climatiques et/ou anthropiques connus (Finsinger *et al.* 2018).

4.4. Conclusion

L'étude carpologique et palynologique de la séquence fluviale de la coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron a permis de confirmer nos hypothèses, établies à partir de la coupe 3, en matière de changement hydrologique, environnemental et climatique au cours du Préboréal récent. De plus, cette séquence complémentaire a permis d'enregistrer des détails sur l'évolution de la végétation dans un chenal en voie d'atterrissement de la Meuse.

Pour conclure, nous tenons à souligner que sur les sites fluviaux, il est pertinent d'effectuer de nombreux prélèvements, tant au niveau spatial que vertical. En effet, le croisement de l'information, à différentes échelles, apporte des interprétations paléobotaniques détaillées et une compréhension plus fine des changements paléoenvironnementaux.



Vitis sylvestris sur la ripisylve du Mératon (Jura). C. Schaal, 2019

PARTIE 3 - DISCUSSION APPORTS DE LA CARPOLOGIE EN PALÉOÉCOLOGIE

Dans la troisième partie de ce manuscrit, nous proposons de synthétiser l'ensemble des discussions précédentes en perspective de notre problématique centrale :

« Est-ce que la carpologie permet d'améliorer les restitutions des paysages passés à partir de cas concrets ? Quels sont les apports significatifs de la carpologie dans le cadre des recherches paléoécologiques sur les paysages anciens ? Quelle est la part de la contribution des macro-restes végétaux à l'étude des zones naturelles hors-sites archéologiques ? Quels sont les limites et l'étendu de ce champ d'analyses ? »

- Dans une première sous-partie, **la recherche paléocarpologique en zone fluviale nécessitera le développement des protocoles et des méthodes**. Nous évoquerons les innovations possibles pour entreprendre une recherche de qualité, par la mise en œuvre de nouveaux outils de prélèvement.

- Dans une seconde sous-partie, nous **synthétiserons les apports de la carpologie soulignés par nos analyses méthodologiques**. Ces apports se réfèrent à la qualité de l'identification des macro-végétaux fossiles, à l'efficacité pour retranscrire les cortèges floristiques, à la sensibilité aux facteurs extérieurs et à la précision d'enregistrement des structures de végétation sur les court et moyen termes.

- Dans la troisième sous-partie, nous discuterons de la capacité de la carpologie à **restituer en détail l'histoire du climat et des biotopes du début de l'Holocène**. À ce stade de la recherche, nous nous interrogerons sur la question d'un schéma régional. Est-ce que les dynamiques fluviales et environnementales d'Autrecourt-et-Pourron sont le reflet d'évènements isolés et locaux ou font-elles échos à des changements perceptibles à plus large échelle ? L'ensemble du bassin de la Meuse a-t-il été impacté de manière homogène ou hétérogène par ces changements paléo-hydro-climatiques ? Les dynamiques évolutives perçues sont-elles comparables en Europe du nord-ouest ? Pour répondre à ces questions, nous nous concentrerons sur les signaux enregistrés à l'échelle de la vallée de la Meuse, en France, en Belgique et aux Pays-Bas. Nous mobiliserons également les recherches réalisées dans les secteurs alluviaux du nord de la France datés du Préboréal.

1. Des méthodes carpologiques innovantes pour les zones fluviales

1.1. L'ajustement du volume prélevé

Les méthodes d'analyses carpologiques font l'objet de différentes stratégies de mise en œuvre adaptées d'une part aux types de restes et d'autre part aux types de contextes. En France, dans le cadre des études paléoenvironnementale, l'intégration des analyses des macro-restes végétaux en contexte « hors-site » sont sporadiques. De plus en règle générale, ces analyses reposent sur des protocoles de type palynologiques, à savoir des échantillons de volumes réduits (quelques ml) traités chimiquement.

Les carpologues qui travaillent en contextes archéologiques anthropiques (intra-site), ont développé des protocoles reposant sur des prélèvements de grands volumes de sédiments (plusieurs litres) et tamisé uniquement à l'eau (e.g. Antolìn et al. 2017b ; Diehl 2017). Comme nous l'avons précisé, ces techniques ne sont pas encore utilisées (ou seulement à titre exceptionnel) dans le cadre des analyses des macro-restes végétaux en contexte naturel (2.3, page 125). Dans le cadre de notre recherche, l'objectif principal de la stratégie d'échantillonnage et d'analyse a été de mettre en place les méthodes employées en contexte archéologique afin de mesurer statistiquement leur pertinence et leur représentativité en zone naturelle.

Sur le site d'Autrecourt-et-Pourron, des échantillons de 10 à 20 litres de sédiments ont été prélevés dans les coupes stratigraphiques. Profitant de l'opportunité d'une excavation mécanisée, les sédiments ont été extraits des coupes stratigraphiques en continu, par tranche de 5 cm. Après un premier test d'échantillonnage pour estimer la qualité de la conservation des macro-restes végétaux et leur densité, il s'est avéré qu'un volume de 2 à 4 litres de sédiment était statistiquement représentatif (abondance > 200 macro-restes/litre). Ce volume a été estimé comme suffisamment représentatif pour entreprendre les analyses carpologiques du paléochenal.

De manière générale, concernant des sédiments datés des périodes récentes (époque contemporaine), nous estimons que pour entreprendre des recherches paléocarpologiques en contexte fluvial, un volume minimum de 500 ml de sédiment est nécessaire pour engager des analyses pertinentes (2.3, page 125). Concernant des sédiment des périodes anciennes, le volume devra être augmenté à au moins 5 l. Ces volumes théoriques devront être ajuster au cas par cas par les spécialistes en fonction de la nature des sites et des sédiments effectivement disponibles.

1.2. Des méthodes de prélèvement à développer

Lors des projets scientifiques de fouilles, il est essentiel de sensibilisé les Services régionaux de l'archéologie (SRA), sur l'importance des études paléoécologiques en zones naturelles (Cabanis et Schaal *et al.* 2019) (Annexe 27, page 407). Il incombe aux carpologues d'expliquer la nécessité d'entreprendre des sondages mécanisés pour permettre de récolter de larges volumes de sédiment. Toutefois, il n'est pas toujours possible de procéder à des coupes stratigraphiques larges et profondes. Bien souvent, par exemple sur les sites lacustres et sur les tourbières, les paléoenvironnementalistes ne peuvent qu'utiliser des carottiers pour récolter les sédiments. Dans ce cas, pour les analyses des macro-restes végétaux, il est important de prévoir et de mettre en œuvre des stratégies de prélèvement permettant d'accroître de manière significative le volume de sédiment (Madgwick *et al*. 2011 ; Clarke *et al*. 2014 ; Antolín *et al*. 2017).

1.2.1. Multiplier les carottages

Afin d'augmenter significativement le volume de sédiment prélevé, la multiplication des carottages peut être une solution. Plusieurs forages, proches les uns des autres, sont alors réalisés Pour s'assurer de la cohérence stratigraphique des échantillons, les carottes prélevées de manière jointive devront être corrélées. Dans le cadre de nos recherches, nous avons utilisé avec succès la corrélation par la susceptibilité magnétique (Sédilog) (2, page 71).

1.2.2. Le « Wardenaar »

En zone de tourbière, l'outil principal pour forer est le carottier russe. Cependant, cette technique ne permet d'obtenir que des demi-carottes de 6 cm de diamètre et des volumes réduits de sédiment. Dans la perspective d'une analyse carpologique, il faudra alors multiplier les forages.

Une autre alternative est possible, l'utilisation du carottier Wardenaar qui permet de prélever des quantités plus importantes de sédiment (Wardenaar 1987). Ce carottier est constitué d'un corps métallique rectangulaire (Figure 105). Léger et facile à mettre en place, il permet de prélever jusqu'à 120 cm de profondeur de sol, sur 8 cm de coté. Un système de rallonge peut être ajouté pour forer plus profondément. Le « pain » de sédiment ainsi extrait est conditionné dans une boîte rigide de dimensions adaptées pour le transport et le stockage. Le volume de sédiment prélevé est très largement supérieur à celui des carottiers russes et donc plus adaptés aux analyses carpologiques.



Figure 105 : Haut : mise en place du carottier Wardennar, milieu : ouverture du carottier et pain de sédiment prélevé, bas : transfert du sédiment dans la boîte en bois de transport et de stockage. C. Schaal, 2016

1.2.3. Le carottier d'interface

Les bras-morts de rivières sont des contextes à mi-chemin entre les lacs et les tourbières. En règle générale, les prélèvements de sédiment en zone lacustre profonde (> 3 m d'eau) et peu profonde (entre 1 et 3 m d'eau) sont réalisés par carottage à l'aide d'une plateforme flottante UWITEC ou Livingstone). Sur les sols tourbeux, accessibles à pied, les forages sont effectués grâce au carottier russe.

Les chenaux déconnectés présentent des contextes variables entre praticable à pied (mais thixotrope) à faiblement navigable (Figure 106). Dans ce dernier cas, nous utilisons des carottiers d'interface de 63 et 90 mm de diamètre. Une plateforme légère avec un trou central est arrimée entre deux bateaux pneumatiques. Le carottier est installé puis le marteau est actionné manuellement pour enfoncer le tube de prélèvement dans les sédiments (Figure 107).



Figure 106 : Bras-mort du Mératon (Jura). C.Schaal 2019



Figure 107 : Plateforme et carottier d'interface. C. Schaal, 2019

Dans la perspective de l'augmentation significative des volumes de sédiment, couplée à l'impossibilité de réaliser des sondages mécanisés, le carottier d'interface appelé « Big Ben » offre la possibilité d'obtenir des carottes de 140 à 200 mm de diamètre (Patmore *et al*. 2014 ; Clarke *et al*. 2014). Nous n'avons pas eu l'occasion d'utiliser ce matériel, cependant nous préconisons son usage.

2. Pourquoi intégrer la carpologie dans les études paléoenvironnementales en contexte fluvial ?

2.1. La carpologie, un outil précis pour l'interprétation de la biodiversité

2.1.1. Précision des identifications

La détermination au rang de l'espèce est l'une des plus grandes forces de l'analyse des macro-restes végétaux. Très souvent, en carpologie, les taxons sont identifiés au rang de l'espèce voire de la variété botanique. Bien que cette étape de détermination soit chronophage, et qu'elle requière un haut niveau de formation et de pratique, la qualité des déterminations constitue, à elle seule, un apport essentiel aux recherches paléoécologiques. De plus, la présence de différents types de macro-restes d'un même taxon (bourgeon, graine, fruit, capsule, etc.) renforce les déterminations taxonomiques. Les « fausses présences » étant exceptionnelles, les macro-restes identifiés constituent pour l'essentiel la preuve de la présence des plantes desquelles ils proviennent. Ainsi, les graines et les fruits fossiles sont des sources primordiales aux reconstitutions des paysages anciens (Birks 2003 ; Mauquoy *et al*. 2010 ; Mauquoy et van Geel 2013).

Certaines familles botaniques nécessitent beaucoup de temps et des méthodes complexes pour atteindre le rang spécifique. Par exemple, les Cyperaceae, qui bien souvent ne sont identifiées qu'au rang du genre par les carpologues alors qu'il est possible de descendre au rang de l'espèce. Mais, dans le cadre des analyses carpologiques en contexte anthropique (intra-site), la mise en œuvre d'une tache aussi longue n'est pas utile au regard de l'information récoltée. Les graines sont facilement identifiables au rang du genre *Carex* sp., ce qui permet de renseigner le contexte écologique (milieu humide). C'est suffisant pour l'interprétation des assemblages carpologiques étudiés en contexte d'habitat. Par ailleurs, les *Carex* ne participent pas à l'économie végétale des hommes du passé (sauf exception comme la fabrication de vanneries), il n'est donc pas nécessaire de pousser les identifications. *A contrario* des contexte intra-sites, en contexte naturel, et tout particulièrement en zone humide tels que les lacs, tourbières et rivières, les akènes (fruit indéhiscent) de *Carex* peuvent être découvertes en grand nombre (Figure 108). L'identification spécifique est alors primordiale pour caractériser avec précision l'environnement et son évolution dans le temps. Malheureusement, les clés d'identification (Berggreen 1969 ; Duhamel 1994 ; Rose 1989 ; Martinetto *et al.* 2014) sont en inadéquation avec le matériel carpologique. En effet, l'entrée des clés reposent sur les utricules (enveloppes) fragiles des graines



Figure 108 : Akènes de *Carex* tricarpelles. C. Schaal, 2009

qui, en règle générale, sont détruites ou fortement dégradées au cours de leur conservation dans les sédiments. C'est pourquoi, pour entreprendre l'identification au rang spécifique des *Carex*, une large population de graines fossiles (>100 restes) doit être disponible pour conduire des analyses morphométriques statistiquement représentatives. Il importe de réaliser de nombreuses mesures biométriques, des observations morphologiques et de constituer une importante collection de référence permettant des comparaisons. Nous testerons prochainement des analyses Raman sur les protéines des graines de Cyperaceae en vue de leur caractérisation botanique (Projet Région C. Ramseyer 2019-2021).

2.1.2. Limites des identifications

Certains macro-restes ne peuvent pas bénéficier d'une identification spécifique quels que soient le temps et l'attention que le carpologue leur accorderait. Pour la plupart, il s'agit des tiges, des racines et des tissus végétatifs (Figure 109). Les raisons de cette limite d'identification résident d'une part dans les similarités morphologiques et d'autre part dans l'absence d'atlas et de littérature appropriée. Il conviendrait de constituer de vastes référentiels coûteux et chronophages.



Figure 109 : Exemple de macrorestes indéterminé de type fleur. C. Schaal, 2011

De notre point de vue, la solution ne réside pas forcément dans l'élaboration de ces clés d'identification (bien que leur utilité soit incontestable) mais plus, dans l'apport complémentaire d'autres disciplines paléobotaniques comme la palynologie et la génomique. Nous avons constaté en partie 1 de notre thèse (1, page 47) que la complémentarité entre les marqueurs de végétation permet, d'une part d'accroître de manière significative le cortège des communautés végétales présentes aux époques étudiées, et d'autre part de restituer avec finesse les fonctionnements écologiques.

Pour dépasser les limites de l'identification, il semble pertinent de collecter et d'associer les données à partir de différents marqueurs d'origine végétale et animale (pollens, macro-restes végétaux, charbons, diatomées, insectes, mollusques, cladocères, chironomes, etc.). Affranchies des questions de l'identification, des études pluridisciplinaires en contextes alluvial et lacustre ont indéniablement apporté une plus-value à la compréhension des biotopes passés (e.g. Lauterbach *et al*. 2011 ; Pawlowski *et al*. 2015 ; Prentice *et al.* 2017 ; Kolaczek *et al*. 2018).

2.2. Les macro-restes aquatiques : un marqueur essentiel des zones fluviales

2.2.1. Renfort de la carpologie pour l'interprétation des milieux humides

L'étude de la phytosociologie et de la synchorologie (étude de la répartition géographique des groupements végétaux), réalisée sur la végétation actuelle, nous renseignent sur les différentes zonations qui colonisent les rivières et leurs abords. La végétation des milieux humides regroupe les plantes aquatiques, les plantes de roselières et celles des marais. La végétation des HYDROPHYTES, est constituée des algues et des plantes aux parties basales enracinées au fond de l'eau et aux parties apicales flottantes. Les hydrophytes sont situées dans la zone sublittorale, des eaux profondes jusqu'à la zone pélagique. Les végétaux aquatiques fournissent ainsi des indices sur la profondeur et la turbidité des eaux. La végétation HYDROPHILE des rives et des roselières se développent sur des sols détrempés et argileux. Enfin, la végétation AMPHIPHYTE des sols humides de marais, de mégaphorbiaies ou de ceintures à laîche, est située en zone eu- ou sublittorale à faible profondeur d'eau. Cette végétation, soumise aux variations du niveau de l'eau, fixe le sol dans la zone affectée par le battement des eaux.

L'étude des groupements de végétation sur un gisement archéologique prend nécessairement de la distance avec le modèle écologique moderne (Behre et Jacomet 1991). En effet, les associations, formées par les plantes du passé peuvent, non seulement être différentes, mais aussi se transformer en fonction des changements écologiques ou anthropiques du milieu.

En pratique, l'approche carpologique ne nous permet pas d'engager directement des comparaisons écologiques entre les données du passé et celles du présent. En effet, nous ne connaissons pas la réelle production en semences de chaque espèce et tout particulièrement des espèces aquatiques et riveraines, ce qui pose de sérieuses limites à l'élaboration d'une comparaison entre les carpo-restes et l'occupation d'un milieu par une espèce végétale. Par exemple, *Phragmites australis* (Figure 110) se reproduit généralement par les stolons, formant ainsi de vastes colonies sans pour autant produire un nombre important de graines. C'est pourquoi, le faible effectif de graines ne peut pas être significatif de la rareté de la plante. Inversement, une petite colonie de ces *Phragmites* peut, au cours d'une année plus sèche, produire un nombre incalculable de graines pour assurer sa survie. L'observation d'effectifs importants de graines n'est assurément pas significative d'une vaste colonie.



Figure 110 : *Phragmites australis*, Chalain (Jura). C. Schaal, 2002

À partir de ce constat, nos travaux se sont focalisés sur la reconstitution des communautés végétales aquatiques à partir des plantes indicatrices des zones humides. La carpologie été efficace pour détailler en grande partie la composition de la végétation existante. L'analyse des macro-restes a été utile pour déterminer les taxons dominants dans les anciennes communautés de plantes aquatiques. Cependant, bien que la palynologie ait identifié un spectre significatif de taxons aquatiques et que la carpologie ait identifié les taxons les plus abondants au rang précis de l'espèce floristique ; pris de manière isolée, les bio-marqueurs du sédiment n'ont pas été en capacité de retranscrire correctement la biodiversité et les conditions écologiques de la rivière. Cependant, la carpologie constitue un marqueur fiable et représentatif de la flore et son association avec d'autres marqueurs de végétation permet de renforcer nos connaissances sur les biotopes. C'est donc par la complémentarité des différents proxys que nous pouvons produire des représentations détaillées des végétations passées (Birks et Birks 1980 ; Dunwiddie 1987 ; Wainman et Mathewes 1990).

2.2.2. La taphonomie

« *La question principale dans les études paléoécologiques des fossiles végétaux est de savoir comment un assemblage fossile reflète la composition des communautés végétales dont les fossiles sont issus* » (Wasylikowa 1986).

Les contraintes des analyses carpologiques sont généralement liées d'une part à la dispersion des macro-restes végétaux et d'autre part aux phénomènes de conservation différentielle (Dieffenbacher-Krall, 2007 ; Birks 2014). En théorie, les sédiments humides, situés sous le niveau de la nappe phréatique, sont des contextes très appropriés à la mise en œuvre des recherche paléocarpologiques. Dans ces contextes, les vestiges organiques sont soumis à un processus de conservation nommé imbibition. Ce mode de conservation n'entraîne pas directement la fossilisation des restes organiques, comme c'est le cas lors des carbonisations ou des minéralisations des écofacts. En effet, dans le cadre d'une conservation en milieu humide et anoxique, les diaspores sont à l'état dit « subfossile » et, leur dégradation par corosion et érosion reprendront si les conditions initiales se modifient (Antolín *et al*. 2017a ; Lebreton *et al*. 2017).

C'est pourquoi, l'interprétation paléoécologique des assemblages fossiles requière la caractérisation des facteurs taphonomiques qui affectent les dépôts des macro-restes végétaux. De longue date, les carpologues se sont interrogés sur les processus taphonomiques et ils ont défini des indicateurs de l'état de conservation des écofacts. La très grande majorité des études ont été conduites sur des sites anthropiques en contexte lacustre. En est-il de même pour les sites naturels en contexte fluvial ?

Pour répondre à cette question, nous avons engagé une évaluation de l'état de conservation des restes carpologiques à partir des échantillons du paléochenal Préboréal d'Autrecourt-et-Pourron (3, page 93). La qualité de la préservation des diaspores a été évaluée à partir de critères et de paramètres standardisés permettant de constituer un référentiel pour la zone d'étude. La méthode mise en place repose sur des mesures granulométriques et physico-chimiques du sédiment, auxquels ont été associés des paramètres histologiques et bio-morphologiques des carpo-restes. Il en ressort que les limons baignés dans l'eau de la nappe depuis des millénaires ont été propices à la bonne conservation des assemblages carpologiques. En revanche, les niveaux tourbeux, impactés par des assèchements répétés et le colmatage des chenaux par la végétation, ont été moins favorables à la conservation des restes. Cette étude constitue le point de départ de projets interdisciplinaires futurs dont l'objectif sera d'élaborer des référentiels solides et adaptés aux contextes naturels fluviaux.

2.3. La carpologie, un outil robuste pour analyser la végétation à l'échelle locale

2.3.1. Représentativité spatiale des carpo-restes

En parallèle des études sur les phénomènes taphonomiques (dépôt, conservation, dispersion) des macro-restes végétaux, un des objectifs majeurs de nos analyses a été d'évaluer la capacité spatiale des marqueurs fossiles à représenter la flore. Pour ce faire, nous avons sélectionnés 15 bras mort du Doubs, de l'Ain et de la Loue, toujours en eau mais déconnectés des rivières principales (1, page 47). Nous avons entrepris des études carpologique, palynologique, génétique du sédiment et fait des relevés de végétation sur un rayon de 500 m, puis estimé la représentativité spatiale de chaque marqueur de végétation.

Il ressort de ces analyses que la palynologie est sensible aux apports de matériel végétal exogène à la zone humide, tandis que la carpologie tout comme la génétique du sédiment offrent une représentation plus locale sur un rayon de 10 à 100 m. Cette représentativité locale des macro-restes a déjà été mise en avant par les environnementalistes (Birks 1973, 1980 ; Birks et Birks 1980 ; Davis 1985). R. McQueen (1969) a démontré que les dépôts fossiles des restes de plantes dans un marais à végétation dense (lac Pounui, Nouvelle Zélande) étaient presque exclusivement les restes des plantes dominantes poussant dans ce marais. Greatrex (1983) a également constaté que, la majorité des semences des échantillons de surface provenaient de plantes situées à moins d'un mètre de distance. De même, Y. Zhao *et al.* (2006) concluent, à partir de leurs recherches sur les relations spatiales entre la végétation contemporaine et les macro-restes végétaux du lac de Green Plantation Pond (Angleterre), que dans leur ensemble les macro-restes végétaux,

hormis les oogones de Characeae, représentaient la végétation établie dans un rayon de 20 à 30 m.

Néanmoins, selon Dieffenbacher-Krall et Halteman (2000), la proximité du dépôt de semences par rapport aux plantes n'est pas un facteur critique pour la réussite des reconstitutions paléoécologiques. Y. Zhao (2006) abonde dans le même sens en précisant que l'emplacement du carottage de sédiment ne constitue pas un enjeu majeur pour les analyses carpologiques comme il pourrait l'être pour les analyses palynologiques. L'information clé serait plutôt la profondeur d'eau à laquelle les graines se déposent. Ce qui nous amène au point suivant.

2.3.2. Dispersion des semences

Les plantes disposent de plusieurs mécanismes de dispersion de leurs semences et les vecteurs de transports involontaires sont nombreux (Dietsch 1997). La distance de dispersion est variable suivant l'espèce observée et l'intervention ou non d'un vecteur de transport : eau, vent, animaux (Burrows 1980 ; Brenckmann 1997). Certaines paléosemences rencontrées peuvent provenir de plantes se développant directement sur le sol d'habitat. La dispersion se fait naturellement sans agent de transport. En général, les paléosemences ne tombent pas très loin de la plante mère (barochorie) et forment des colonies à proximité (Brenckmann,1997).



Figure 111 : Graine de *Betula pendula*. C. Schaal, 2002

D'autres espèces développent des mécanismes très ingénieux en vue du transport de leurs semences. La présence d'aigrettes ou d'ailes, *Betula pendula* par exemple (Figure 111), permet une dispersion au vent loin de la plante mère (anémochorie). Les animaux peuvent aussi transporter les semences (epizoochorie), *Agrimonia eupatoria* (Figure 112) s'accroche à leurs poils par de fins crochets (Dietsch, 1997 ; Breckmann, 1997). Ainsi, les animaux et les humains participent au processus de dispersion involontaire des graines sur un site. Les semences de la végétation aquatique, comme les oogones de Characeae, peuvent être poussées par l'eau vers les berges lors des immersions saisonnières ou des inondations (hydrochorie).



Figure 112 : Fleurs et graines d'*Agrimonia eupatoria*. C. Schaal, 2009

Bien que certaines plantes aient développé des mécanismes capables de faire voyager leurs fruits sur de très longue distance, la majorité d'entre elles disséminent leurs semences dans un rayon de faible diamètre autour de la plante mère. Ainsi, si les graines ne germent pas, si elles ne sont pas détruites et que les conditions sédimentaires sont adaptées, elles peuvent se conserver au fil du temps dans la zone de leur dépôt initial.

Pour l'essentiel, en contexte naturel, les carpo-restes peuvent être considérés comme les marqueurs conservés de la végétation *in situ.* Ce constat est largement assuré en contexte de tourbière et de lac. À l'avenir il nous incombera de mettre en œuvre des analyses complémentaires portant sur la représentativité spatiale des restes végétaux en contexte fluvial.

2.4. Des macro-restes végétaux pour mieux comprendre la structuration des paysages alluviaux

D'après nos analyses, la capacité des descripteurs à retranscrire la structure de la végétation actuelle diffère entre les outils. Les données moléculaires ont été fidèles aux abondances relatives de la végétation dans un rayon de 10 mètres autour de la zone de prélèvement. Les résultats ont été moins nets avec la carpologie et la palynologie. Les abondances relatives des taxons ont été différentes de l'abondance des espèces présentes dans les relevés de la végétation. Ces résultats pourraient s'expliquer par nos méthodes d'analyses, par exemple le volume de sédiment pourrait être insuffisant. (< 200ml). Dans le cadre de nos recherches futures, afin de limiter les sur- et sous-représentations il sera nécessaire :

- d'augmenter le décompte des pollens de taxons rare et de tenter des identifications au genre de certain taxon aquatique par la création d'une collection de référence ;
- d'augmenter le volume de sédiment pour les analyses carpologiques ;
- de poursuivre et d'améliorer nos techniques en recherche paléogénomique.

Cependant, ces résultats peuvent également s'expliquer par l'influence des stratégies de reproduction et de dispersion. Le cas de *Nuphar lutea* est caractéristique d'une sous-représentation liée aux stratégies reproductives. Cette espèce entomogame est très faiblement représentée par ses pollens et ses graines en dépit de sa dominance dans la végétation. Tout comme le constate H. Birks au sujet de *Potamogeton,* qui est largement sous-représenté par les graines, cela ne signifiant pas nécessairement que le potamot était absent (Birks 1973). T. Koff et E. Vandel (2008) font les mêmes constats sur la distribution des macro-restes végétaux dans les sédiments de surface de deux lacs d'Estonie. Cette étude a démontré qu'environ 50 % des espèces de plantes submergées et à feuilles flottantes sont représentées dans les sédiments de surface des lacs. Les recherches sur le lac peu profond de Groby Pool (Angleterre) conduites par T. Davidson *et al.* (2005) mettent en relation des relevés de la végétation, réalisés depuis le 17^{e} siècle, avec des analyses paléobotaniques. Ces recherches ont permis de constater que le spectre des macro-fossiles sous-estime la richesse des espèces passées, avec seulement 40,5% des taxons aquatiques historiquement enregistrés.

Les auteurs concluent que les différences de représentativités des macro-restes dépendent :

- des productions annuelles de semences liées, entre autres, aux conditions climatiques, favorables ou non à la montée en graine ;
- des modes de dispersion liés aux dimensions des diaspores et leur capacité à voler, flotter ou couler ;
- des caractéristiques physiologiques des épidermes du végétal, les tissus sclérifiés se conservant mieux que les tissus mous par exemple.

Chaque proxy livre des informations parcellaires mais non redondantes entre elles. La prise en compte des vestiges de différente nature dans une approche multiproxy permet alors de contourner les limites de représentativité de chacun. Ainsi, telle que nous l'avons conduite, l'intégration des données issues des micro et macro-restes fossiles de la végétation semble pertinente pour traduire au mieux la structure des communautés végétales et le fonctionnement des écosystèmes.

3. La carpologie pour appréhender finement l'Histoire du climat et des biotopes du Préboréal dans le nord-est de la France

Le premier millénaire de l'Holocène a connu plusieurs oscillations climatiques majeures et mineures (Björk *et al.* 1997 ; Rasmussen *et al.* 2014 ; Magny 2019). Dans les Ardennes françaises, à Autrecourt-et-Pourron, nous avons caractérisé différents évènements paléohydrologiques et paléoenvironnementales, grâce aux études pluridisciplinaires des séquences sédimentaires de paléochenaux. Sur la base des modifications de la composition de la végétation terrestre et humide, le Préboréal ardennais a été subdivisée en trois phases principales : Préboréal ancien, Oscillations de 11.4 et 11.3 ka cal. BP et, Préboréal récent (3, page 143).

3.1. Préboréal ancien : un changement climatique important, l'impact sur les écosystèmes

En 11.7 ka cal. BP, l'augmentation soudaine de la température - reconstruite à partir des enregistrements de $\Delta\ ^{18}O$ des carottes du Groenland (Rasmussen et al. 2014a, 2014b), des sédiments de lacs européens (von Grafenstein *et al.* 1994, 1998), et des données palynologiques, paléoentomologiques et malacologiques (Ponel et Coope 1990 ; Guiot et Couteaux 1992 ; Walker *et al.* 1994 ; Rousseau *et al.* 1994) - caractérise l'amélioration climatique du Préboréal ancien. Les températures moyennes hivernales, comprises entre -25 ° C et -15 ° C au Dryas récent, augmentent fortement pour atteindre des moyennes comprises entre -5 ° C et 5 ° C au Préboréal (Renssen et Isarin 2001). Tandis que les variations des écarts de la température moyenne estivale sont plus modérées de 3 à 5 ° C dans le nord-ouest de l'Europe (Renssen et Isarin 2001). Cette amélioration s'accompagne d'une augmentation du taux d'accumulation de neige au Groenland (Alley *et al.* 1993) et d'une augmentation des précipitations dans les enregistrements continentaux (Guiot *et al.* 1993 ; Guiot et Couteaux 1992 ; Pons *et al.* 1992). En Europe du nord-ouest, les phénomènes d'incision des rivières et d'installation des forêts de bouleaux sont mis en relation avec cette amélioration globale du climat caractéristique de la transition Dryas récent/Préboréal (Behre 1966 ; van Geel *et al.* 1981 ; Hoek 1998 ; Renssen et Isarin 2001 ; Bos *et al.* 2006, 2007 ; Guélat et Richard 2016 ; Bos et van Geel 2017). Les plaines alluviales sont remodelées et la topographie des fonds de vallées se modifie.

À la fin du Tardiglaciaire et pendant les trois premiers siècles de l'Holocène (11.7-11.4 ka cal. BP), les changements de végétation se mettent en place graduellement dans les Ardennes françaises. Les archives polliniques d'Autrecourt-et-Pourron et de Mairy soulignent les présences dominantes de *Pinus* et de *Betula* accompagnés des Poaceae. Cette végétation, associée à un spectre de plantes arcto-alpines steppiques telles que *Artemisia* et *Helianthemum,* est encore à l'image de la végétation de la période froide du Dryas récent.

Les analyses carpologiques complètent de manière significative le cortège des plantes se développant dans des conditions climatiques bien plus rudes que celles observées actuellement dans les Ardennes.

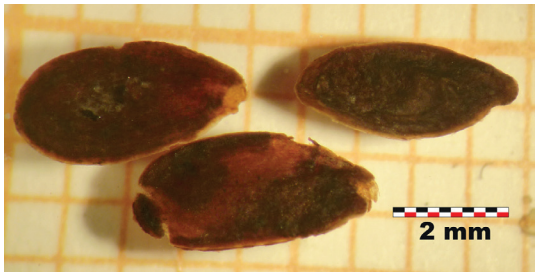


Figure 113 : Graines de *Linum usitiatissimum*, Autrecourt-et-Pourron (Ardennes). C. Schaal, 2016

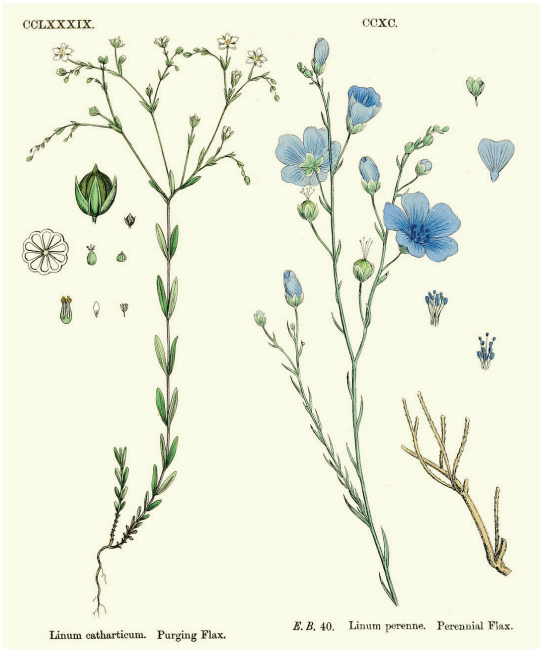


Figure 114 : Planche *Linum usitatissimum.* Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz. Otto Wilhelm Thomé 1885

Prenons pour unique exemple, les restes de semences fossiles de *Linum alpinum* découverte en bas de séquence de la coupe géologique 3 (Figure 113). La datation ^{14}C (Poz-326918, 9 810±50) de ces graines a permis d'écarter avec certitude un pollution potentielle et de confirmer leur concomitance avec les niveaux sédimentaires du tout début de l'Holocène. La complémentarité entre les marqueurs de végétation permet de souligner la richesse de la biodiversité des prairies froides aux abords du fleuve au début de l'Holocène (Figure 114). Cependant, l'adaptation de la végétation aux changements climatiques brutaux du début du Préboréal semble retardée. Comme à Autrecourt-et-Pourron, la végétation ouverte à herbacée et genévriers, typique d'un climat frais, est encore présente sur l'ensemble des terrasses belges et hollandaises proches de la Meuse (Denis *et al.* 2013 ; Bos *et al.* 2017).

D'après nos conclusions, la végétation s'adapte et les paysages changent en quelques siècles. Les forêts de *Betula,* favorisées par un milieu ouvert et des températures en augmentation, progressent significativement. Aux Pays-Bas, l'expansion des forêts de bouleaux dans les plaines inondables caractérise également l'entrée dans l'Holocène, appelée la phase Friesland (Behre 1966 ; van Geel *et al.* 1981 ; Bos *et al.* 2005a, 2007). Cette progression des forêts de feuillus à bouleau est aussi décrite dans l'ensemble de la France septentrionale (Pastre *et al.* 1997 ; Antoine *et al.* 2003). Notons quelques exceptions comme à Warluis (Oise), où les forêts à *Pinus* dominent encore, en association avec des boisements éparses de *Betula* et *Salix* (Coutard *et al.* 2010). En revanche, les auteurs soulignent les premières (et précoces) incursions de *Corylus* dans ces milieux relativement ouverts de type steppique à herbacées héliophiles.

Au Weichselein, la Meuse française est un fleuve actif en tresse dont la compétence est suffisamment importante pour transporter des alluvions grossières.

Au terme de la dernière période du Tardiglaciaire (Dryas récent), le fleuve entame un long processus de changement morphologique (Figure 115). La rivière trace alors « *des chenaux larges et stables en incisant la nappe graveleuse du dernier Pléniglaciaire* » (Lefèvre *et al.* 1993, p.21). Son régime hydraulique ralentit, ce qui est confirmé par la présence de mollusques dans les eaux calmes à macrophytes (J. Medhon dans Lefèvre *et al.* 1993).

Les cortèges de mollusques des milieux fermés s'enrichissent et leurs densités augmentent (Coutard *et al.* 2010). N. Limondin-Lozouet fait remarquer que ce changement de spectre, des milieux ouverts du Tardiglaciaire vers un spectre des milieux fermés du Boréal, est caractéristique du début de l'Holocène au nord-ouest de l'Europe (Coutard *et al.* 2010). En France septentrionale, la phase d'incision majeure des fonds de vallées est bien marquée pour la Marne (Lejeune *et al.* 2012), de l'Oise (Pastre *et al.* 1997, 2000 ; Le Jeune *et al.* 2005*)* et la Somme (Antoine 1997 ; Munaut *et al.* 1998 ; Antoine *et al.* 1997, 2000). Ce phénomène d'incision présentant parfois des dysynchronies entre les sites (Bravard 1992) est générale à la plupart des réseaux hydrographiques d'Europe du nord (Munaut *et al.* 1995 ; Antoine *et al.* 1997, 2000, 2003 ; Vandenberghe *et al.* 1994 ; Tebbens *et al.* 1999). Des chenaux uniques, stables et à méandres occupent désormais les plaines alluviales guidés par les dômes de graviers pléniglaciaires (Weisrock 2010 ; Coutard *et al.* 2010). L'incision s'accompagne d'une remontée du niveau d'eau et/ou d'un déplacement latéral des rivières (Otten 2013).

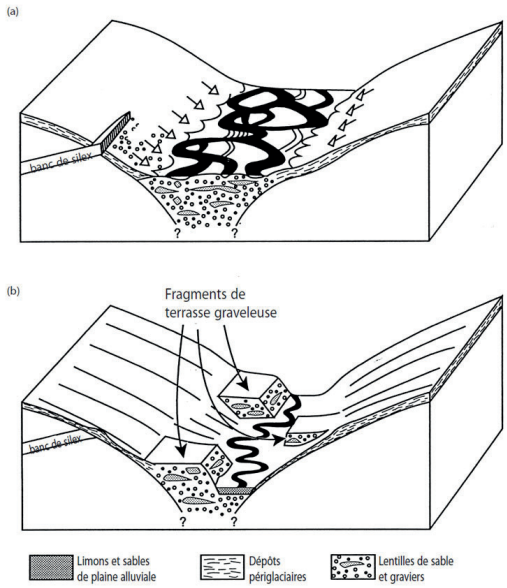


Figure 115 : Schéma de l'évolution d'une rivière en tresse à une rivière à chenal unique méandriforme incisant les sédiments.W A. Weisrock, 2010

Dans la rivière plus calme qu'au Tardiglaciaire, une végétation aquatique s'installe, caractérisée par les plantes à feuilles flottantes telles que les Nympheaceae et les Potamogetonaceae. L'augmentation de l'abondance des amphiphytes et des hélophytes (essentiellement caractérisée par les macro-restes fossiles plus que par les grains de pollens) souligne la hausse du niveau d'eau et l'augmentation des apports d'eau souterraine (Bos et van Geel 2017). Les rives du fleuve, soumises à de fréquentes inondations, deviennent marécageuses. Ce qui favorise le développement des cariçaies. Les progressions et régressions de ces bas-marais humides, principalement colonisés par les plantes de la famille des Cyperaceae, sont bien identifiées par la palynologie. La carpologie (capable d'identifier au rang de l'espèce, les *Carex* colonisant ces milieux) apporte des détails phytosociologiques indispensables pour une meilleure caractérisation et compréhension du fonctionnement naturel de ces zones humides.

3.2. Les micro-oscillations du Préboréal, des ajustements climatiques mieux perçus grâce à la carpologie

Selon les auteurs, la stabilisation prolongée du paysage conduit à l'accumulation organique dans les chenaux. Le phénomène d'entourbement débute au cœur du Préboréal, principalement daté pour le nord de la France de 11 200 à 10 900 cal BP (Coutard *et al*. 2010 ; Antoine *et al*. 2003). À Autrecourt-et-Pourron comme à Mairy, les forêts de bouleau régressent au profit de l'augmentation des herbacées, des *Pinus* et des *Corylus*. Comme dans l'Oise, la présence du noisetier est tout à fait exceptionnelle et remarquable pour des périodes aussi anciennes. J. Heim (dans Lefèvre *et al.* 1993) s'interroge sur une possible précocité de l'expansion du noisetier, mais elle reste sans réponse. L'arrêt de la progression des forêts à bouleaux est un phénomène général en Europe du nord (Munaut 1998 ; Antoine *et al.* 2003 ; Bos *et al.* 2017). À Mairy, D. Lefèvre constate « *qu'après un premier épisode de tourbe, le chenal [de la Meuse] est de nouveau parcouru par des flux mobilisants une forte charge minérale* » (Lefèvre *et al.* 1993, p. 21). À Warluis (Oise), les auteurs détectent aussi une passe entre deux niveaux de tourbes. Cette passe argileuse limoneuse grises, datée entre 10 500 et 10 200 (GrN-27843, 9 150 ± 50 uncal. BP), est considérée comme « une crise détritique » sans plus de précision (Coutard *et al*. 2010). À Autrecourt-et-Pourron comme à Mairy, les chenaux de la Meuse qui s'entourbaient depuis le Préboréal ancien connaissent une brève et forte oscillation froide et humide sous tendue par le maintien du niveau de la nappe phréatique. Les densités exceptionnelles d'oogones (gamétocystes femelles) d'algues de type *Chara* sp. sont pour plus de la moitié encroûtées par une gangue de carbonate de calcium caractéristique d'une biominéralisation. La présence notable de ces oogones minéralisées pourrait indiquer une modification du système hydrologique (Anadón *et al*. 2002 ; Soulié-Märsche *et al.* 2008). Cet évènement de « 11.4 ka cal. BP », identifié dans les carottes glaciaires du Groenland (Rasmussen 2014a), semble caractérisé pour la Meuse française et une partie du nord-est du Bassin parisien (Munaut 1995).

Immédiatement après cet évènement de moins d'un siècle, les températures du Groenland augmentent brusquement vers 11 271 cal. BP (Kobashi *et al.* 2008, 2017). À Autrecourt-et-Pourron et Mairy, les plantes aquatiques comme *Myriophyllum spicatum* et *Nuphar lutea* colonisent les chenaux. Les prairies humides de *Carex* accompagnées de *Filipendula ulmaria* s'étendent dans le bas-marais. Le lit mineur du fleuve évolue, rendant possible le développement d'une végétation qui formera, par son dépôt, les premiers niveaux de tourbe.

Cette seconde oscillation perçue par les marqueurs de végétation, que nous nommerons « évènement de 11.3 ka cal. BP », peut être considérée comme la réponse de la végétation à une micro-oscillation hydrologique et climatique chaude et sèche. Antoine *et al.* (2000, 2003) et Munaut (1998) corrèlent l'augmentation de l'évapotranspiration, notamment des forêts de *Pinus*, avec un climat globalement

plus sec, défini à partir des calculs d'étiage des niveaux des lacs alpins et jurassiens (Guiot et Couteaux 1992 ; Magny et Ruffaldi 1995). Ce climat sec et chaud entraîne le développement rapide de la tourbe au cours de la deuxième moitié du Préboréal.

Parallèlement, les processus pédologiques, qui se sont modifiés au cours du Préboréal ancien, par exemple l'arrêt de l'impact du gel saisonnier, permettent au couvert forestier de se développer et, aux sols de se stabiliser et de s'enrichir. La reprise des altérations pédologiques au cours de ces oscillations climatiques conduit à l'augmentation de la dissolution du substrat calcaire démontrée par l'apparition du tuf calcaire dans les chenaux du début de l'Holocène. Ce phénomène peut également être observé dans de nombreuses vallées fluviales du Bassin parisien, par exemple dans la Marne et l'Oise où une plus grande stabilisation des sols minimisent les processus de ruissellement et d'apport des matériaux détritiques dans la vallée (Pastre *et al*. 1997 ; Antoine *et al.* 2003).

M. Magny et P. Ruffaldi (1995) souligne que « *le pic de précipitations entre les Dryas récent et le Préboréal est suivi par des conditions globalement plus sèches* ». Cette phase nommée Rammelbeek au Pays-Bas est sèche, continentale, avec des étés chauds, des hivers froids et caractérisée par une expansion temporaire des prairies steppiques (van Geel et Kolstrup 1978 ; van Geel *et al*. 1981). Les niveaux mésolithiques du Préboréal, conservés, notamment en vallée de Somme comme à Amiens-Renancourt (Coutard *et al*. 2010), en vallée de Thérain (Oise) ou en Europe du nord (Bos *et al*. 2005), semblent indiquer que les hommes s'éloignaient hypothétiquement des zones tourbeuses. L'expansion maximale des tourbières entraine potentiellement l'abandon des zones de fond de vallée à cette époque. Les communautés mésolithiques auraient pu s'éloigner en direction des secteurs géographiques plus élevés des hauts plateaux, mais l'érosion des versants a limité la conservation des sites archéologiques du Mésolithique moyen (Coutard *et al.* 2010).

Malgré l'absence de preuves archéologiques, l'étude paléoenvironnementale du site de Haelen (Pays-Bas) soulignent des indices de la présence de mésolithiques dans la région comme la présence des incendies (naturels ou artificiels) en combinaison avec la présence de zones piétinées, de terrains perturbés et éventuellement de la consommation de graines et de tubercules de Nympheaceae (Woelders *et al*. 2016 ; Bos et van Geel 2017). À Autrecourt-et-Pourron, les indicateurs de présence humaines sont identiques, hormis la présence de restes de plantes potentiellement consommées. La végétation sous l'influence d'un climat continental sec connait de profondes perturbations et tout particulièrement des incendies dont les occurrences se répètent régulièrement pendant environ un siècle. Bien que l'origine naturelle et/ou anthropique de ces incendies ne puisse pas être démontrée, il n'est pas exclu que les communautés des chasseurs-cueilleurs des Ardennes aient été les témoins de ces vastes feux de prairies humides fréquemment asséchées, si ce n'est en être les instigateurs.

3.3. Préboréal récent : période de stabilité

Après cette période d'oscillations climatiques séculaires, un changement s'opère vers un climat plus humide. Les chenaux de la Meuse, parcourant les sites de Mairy et d'Autrecourt-et-Pourron, se colmatent lentement. Ils subsisteront en creux encore bien marqués au Néolithique (Lefèvre *et al.* 1993). Les forêts de bouleaux et de peupliers s'étendent dans la plaine inondable de la Meuse. Et, autour des chenaux résiduels, des roselières se forment entourant les bras morts de la rivière. La végétation à nénuphars souligne la présence d'eau à faible courant dans les chenaux. Cependant, les bras en eau libre semblent se réduire de manière significative, seuls de petits chenaux latéraux peu profonds pourraient se maintenir au sein des bas-marais tourbeux en fort développement.

La séquence de Warluis (Oise) ne comporte pas de détails sur les oscillations du Préboréal perçues à Autrecourt-et-Pourron. Mais, bien qu'il n'y ait pas de calage chronologique, le remplissage sédimentaire est caractérisé par un entourbement des sols. La végétation aquatique typique des eaux calmes colonise le chenal encore en eau. Dans le fond de vallée, les auteurs enregistrent le développement des forêts à *Corylus* et *Salix* et, la densification des boisements aux dépens des herbacées héliophiles (Coutard *et al.* 2010). Aux Pays-Bas, bien que la réponse de la végétation à ces changements climatiques du début de l'Holocène soit différente selon les régions, elle n'en reste pas moins similaire à nos observations dans ses grandes tendances (Hoek 1998 ; Bos *et al.* 2007 ; Hoek *et al.* 2016). Le Préboréal récent est ainsi caractérisé aux Pays-Bas par un changement de climat plus chaud et humide, probablement en lien avec un déclin de l'activité solaire (van der Plicht *et al.* 2004 Bos *et al.* 2007). Ce changement climatique provoque un atterrissement rapide des chenaux remplis par des limons organiques et de la tourbe. Ainsi les grands chenaux du Préboréal disparaissent (Antoine *et al.* 2003).

Au début de la période Boréale, vers 10 710 cal. BP, les températures moyennes se stabilisent et la forêt boréale s'installe de manière pérenne. Les zones boisées de noisetier, de chêne et d'orme, se développent tandis que les forêts de pins restent timidement présentes en zone refuge sur les terrasses supérieures des Ardennes (Bos et van Geel 2017).

3.4. Synthèse

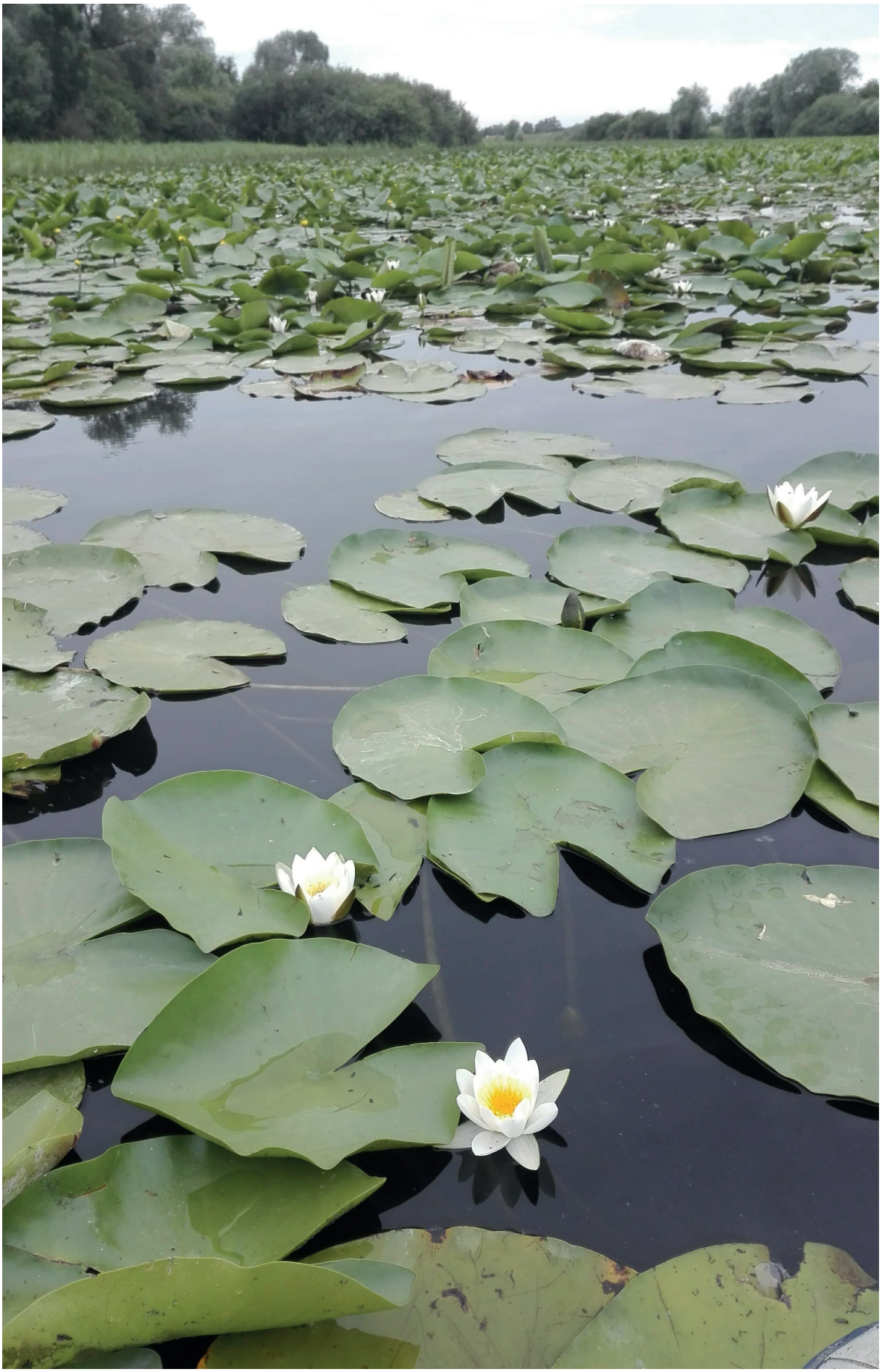
Le réchauffement brutal du début du Préboréal se traduit par un changement dans le régime hydrique des chenaux uniques à méandres, qui ont atteint leurs dimensions maximales au cours du Dryas récent (Antoine *et al.* 2000). S'en suit un développement important de dépôts organiques formant des tourbes fluviales nettement caractérisées dans les séquences sédimentaires des paléochenaux. Cette dynamique débouche sur un assèchement relatif des vallées, entraînant l'apparition d'un système à petits méandres anamostosés. Tout au long du Préboréal, les dépôts

fluviaux se caractérisent par une augmentation progressive de la fraction organique et une baisse de la fraction détritique (Antoine *et al.* 2000). Ce phénomène peut être mis en relation avec l'augmentation progressive du couvert végétal qui facilite le développement des sols en limitant l'érosion. Ainsi, l'expansion des zones de bas-marais, en lien avec la baisse graduelle des débits hydriques, entraîne un colmatage des fonds de vallées et la modification irréversible des systèmes fluviaux (Antoine *et al.* 2006).

Le réchauffement se traduit également dans les assemblages malacologiques, qui indiquent un changement structurel des populations. Les espèces de milieu ouvert, qui dominaient tout au long du Tardiglaciaire, régressent fortement alors que les taxons mésophiles se développent et que les premiers thermophiles apparaissent en petit nombre (Granai ce manuscrit, Limondin-Louzouet 2001).

Par comparaison avec les sites de basse altitude étudiés en Europe du nord-ouest, la partition du Préboréal d'Autrecourt-et-Pourron est comparable aux sites de Belgique et des Pays-Bas. En revanche, cette tripartition diverge des gisements du Bassin Parisien dans lesquels le Préboréal est divisé en deux phases : la plus ancienne à dominance de *Pinus* et *Betula* et la plus récente à *Pinus* et *Corylus* (Coutard *et al.* 2010). La perception des micro-oscillations climatiques dans le Bassin Parisien reste délicate. En France, des variations régionales sont donc perceptibles dans les zonations végétales.

D'après une étude dans le sud des Pays-Bas, Bohncke *et al.* (1991) concluent que durant le Préboréal, les phases de végétation ne sont pas tant liées à des phénomènes thermiques, qu'aux variations d'humidité et aux conditions hydriques qui régiraient les modifications palynologiques observées. L'analyse paléocarpologique d'Autrecourt-et-Pourron vient non seulement confirmer cette hypothèse mais aussi l'enrichir. Les carpo-restes sont des sources de renseignements pour caractériser les débits des rivières et les niveaux de l'eau dans les chenaux. L'identification par la carpologie d'un grand nombre d'espèces des milieux humides constitue une avancée de premier ordre, éclairant la lecture des phénomènes climatiques et hydrologiques du Passé. Ces analyses, au stade exploratoire, pourront être poursuivies et approfondies afin de constituer des référentiels en « hors-site ».



Nymphea alba, Mératon (Petit-Noir, Jura). E. Chiapponi, juillet 2019

CONCLUSION GÉNÉRALE

1. La carpologie et les approches interdisciplinaires

Pour répondre aux grands objectifs que nous nous étions fixés, il est apparu impératif de développer de nouveaux axes de recherche en paléoenvironnement au travers de recherches intégrées et systémiques.

La priorité a été donné à la création de nouveaux référentiels, réalisés à partir de données d'origines variées : pollen, graine, ADN. Des modèles dynamiques complexes ont été mis en œuvre pour appréhender la variabilité des environnements et le fonctionnement des écosystèmes. La complémentarité des analyses a été essentielle pour apprécier, dans le détail, l'impact des variations climatiques sur la végétation. Pour une meilleure compréhension des mécanismes d'évolutions et de résiliences des écosystèmes, nous pouvons désormais engager des études carpologiques en association avec d'autres marqueurs des paysages anciens. Par ailleurs, il demeure bon nombre de macro-restes à étudier dans les échantillons du site d'Autrecourt-et-Pourron. Il s'agit tout particulièrement des brindilles, des charbons et des mousses présents par centaines. Leurs analyses futures apporteront, sans nul doute, des données complémentaires pour notre projet.

L'approche carpologique est pertinente pour affiner la précision des reconstitutions paléoécologiques, et ainsi construire des référentiels passés à haute résolution. L'étude interdisciplinaire d'un méandre du Doubs, prolongé dans le cadre d'un projet de recherche (Projet ZAAJ 2019-2020-Mératon) (Annexe 11, page 311), consistera d'une part à approfondir l'analyses des sources documentaires remontant au Moyen Âge (E. Garnier, laboratoire Chrono-environnement) et, d'autre part à associer ces sources avec une analyse géographique des relevés cartographiques en drone (E. Bernard, laboratoire Théma), de nouvelles analyses carpologiques, palynologiques, de nouveaux relevés de la végétation aquatique et ripisylve et des datations par radiocarbone.

2. L'émergence de nouvelles problématiques en carpologie

La paléoécologie, par l'analyse des mécanismes qui régissent les interactions entre facteurs environnementaux et populations, affine la connaissance des mécanismes de structuration des communautés végétales et, aide à comprendre la complexité des environnements du Passé. La fiabilité et la représentativité des marqueurs paléobotaniques ont été établies par l'évaluation de leur capacité à retranscrire une large part de la végétation existante (1, page 47). De plus, l'approche innovante, par l'ajout des ressources carpologiques, a démontré la complémentarité entre les descripteurs permettant d'augmenter significativement la résolution des interprétations.

La synchronicité entre l'évolution de la composition végétale d'un ancien méandre et l'histoire des activités humaines (travaux d'endiguement, remembrements des terres, agriculture intensive), a été établie pour une période subactuelle de l'ordre de deux siècles (2, page 71). Mais est-ce que le rapport serait synchrone pour des événements anthropiques et/ou climatiques plus anciens, de l'ordre du millénaire ?

En premier lieu, pour répondre à cette question, il a été nécessaire d'analyser les phénomènes taphonomiques impactant les écofacts. En effet, l'évaluation, des sous- et sur-représentations, permet de juger de l'intérêt de la part conservée en tant que source d'information (3, page 93). Comme tous documents archéologiques, les archives biologiques nous arrivent déformées par les processus taphonomiques de formation des niveaux sédimentaires. Il faut alors formuler des hypothèses prudentes en accord avec la qualité (relative) des restes végétaux qui nous sont parvenus (Schaal et Pétrequin 2016).

En second lieu, au delà des processus de conservation, l'interprétation du rapport entre végétation, activités anthropiques, changements fonctionnels (atterrissement, colmatage, exondation, inondation) et climatiques, est dépendant de l'échelle spatiale considérée. Selon les descripteurs, la perception du paysage peut être locale à supra-régionale. Pour un échantillon pris au même endroit, les grains de pollen renvoient une image locale à régionale, tandis que les macro-restes végétaux, dont la majorité est déposée par gravité, rendent compte de la végétation infra-locale. En ne considérant qu'une seule source d'information, la perception des paysages reste limitée voir erronée. Étant donné que les bras-morts déconnectés du chenal principal sont sensibles aux altérations locales de l'hydrologie et aux bouleversements régionaux du climat, il est pertinent d'associer la carpologie et la palynologie. Dans le cadre de notre projet, cette complémentarité a permis des interprétations détaillées de l'évolution de paléochenaux du nord-est de la France datés du début de l'Holocène (3, page 143).

En dernier lieu, les périodes de transition climatique, telle que celle du Préboréal, ont connu des environnements originaux, pour lesquels il n'existe pas d'analogues actuels. La capacité d'adaptation et de résilience des écosystèmes du passé est mal, voire pas connue. De plus, le temps de réponse est variable en fonction des espèces, plus l'organisme a la capacité de se reproduire rapidement et de se déplacer (anémochorie, zoochorie, hydrochorie), plus son adaptation sera rapide. Les reconstitutions à l'aide de la carpologie, par la qualité des identifications, permettent de prendre de la distance avec les écosystèmes existants et de développer des nouveaux modèles de reconstitution du couvert végétal.

3. Perspectives : quels défis pour l'avenir ?

Les recherches paléoécologiques sont la principale source d'information pour percevoir et comprendre les écosystèmes du Passé. L'approche carpologique en contexte fluvial a impulsé une nouvelle dynamique en ouvrant des perspectives de recherche, tant au niveau méthodologique qu'analytique. Dans notre projet de recherche, voici les axes à explorer.

Trouver les moyens de favoriser des interactions plus fortes entre la paléoécologie et de l'archéologie.

Notre recherche principalement axée sur les débuts de l'Holocène, a permis de percevoir l'incision rapide de la vallée de la Meuse, l'abaissant du niveau du plan d'eau et la colonisation de la végétation. Ces transformations auraient facilité l'occupation humaine des fonds de vallées. Le secteur des Ardennes offre de nombreuses perspectives de recherches, en commençant par celle de la conquête ou non de ces territoires par les paléolithiques, les épipaléolithiques et mésolithiques, à l'époque de la dernier transition climatique majeure. Dans le cadre de cette thématique, l'étude des macro-restes végétaux constitue, sans nul doute, un vecteur essentiel pour décrire et comprendre les interrelations entre les hommes et leur environnement.

Éprouver la méthode carpologique en contexte « hors-site » sur des échelles plus larges.

Selon un gradient latitudinal, nous souhaiterions faire des investigations sur un méandre, encore en eau et en tout point similaire à celui du Mératon : le méandre du Pré l'Abbé qui est situé à environ 500 m de la fouille d'Autrecourt-et-Pourron dans les Ardennes.

Selon un gradient longitudinal, une analyse carpologique sera conduite sur les carottes prélevés en rivière d'Epte (Eure/Val d'Oise) (Kucab 2017). Les données palynologiques ont détaillé l'environnement du début de l'Holocène (H. Richard, rapport CNRS 2019) et nous attendons un complément d'information par les macro-restes végétaux.

Selon un gradient altitudinal, des zones fluviales pourront être sélectionnées. Les prospections préliminaire en vallée du Drugeon (Haut-Doubs, alt. entre 930 et 805 m) n'ont pas été concluantes compte tenu des curages effectués dans le lit de la rivière (G. Bornette, communication personnelle). Dans l'attente de trouver une zone fluviale propice, nous engagerons l'analyses carpologique des échantillons prélevés en mai 2016 sur la tourbière de la Beuffarde (Doubs, alt. 1113 m) (Figure 116). Afin d'optimiser l'analyse carpologique, les carottages ont été multipliés et corrélés par susceptibilité magnétique. Les analyses palynologiques ont été réalisées par B. Diètre (rapport ArchéoPal 2017).



Figure 116 : Forages, tourbière de la Beuffarde, Jura. B. Diètre, 22 mai 2017

Développer l'approche paléogénomique

Dans la perspective de renforcer les interactions entre les spécialistes du paléoenvironnement, nos travaux ont démontré toute la pertinence et la complémentarité des analyses génomiques. Lors de notre arrivée au laboratoire Chrono-environnement, les recherches innovantes en génétique par métabarcoding ont éveillé notre intérêt. Nous souhaiterions poursuivre ces travaux par la mise en œuvre d'analyses paléogénétiques sur sédiment. Cette recherche complexe impliquera des collaborations proches avec les spécialistes et, de nombreuses explorations techniques compte tenu de la fragilité et de la dégradation de l'ADN ancien (Giguet-Covex *et al.* 2016 ; Zimmermann *et al.* 2016, 2017).

Améliore notre capacité à prévoir les trajectoires évolutives des écosystèmes futurs.

En cette période de grands changements climatiques et environnementaux, de progression exponentielle des activités humaines, de perte en biodiversité et de perturbations par des espèces exotiques invasives, le besoin d'apprendre du Passé se fait de plus en plus prégnant (Muller *et al.* 2012 ; May et Spear 2015). La reconstitution historique du fonctionnement des écosystèmes permet de comprendre les dynamiques végétales dans lesquels ils s'inscrivent. Elle permet également

d'identifier les facteurs de vulnérabilité des sites à long terme. Selon le rapport européen d'évaluation des eaux de 2018, les altérations hydromorphologiques dues aux activités humaines constituent les pressions les plus importantes sur l'état écologique des cours d'eau européens, telles que définies par la directive-cadre sur l'eau (DCE, 2000/60/CE, Agence européenne pour l'environnement, 2018). Pour surveiller la santé des cours d'eau, l'analyse approfondie des biotopes aquatiques présents et passés peut être une aide à l'évaluation de la qualité biologique. Pour ces raisons, nous considérons que les informations apportées par les études carpologiques pourraient fournir des données rationnelles aux écologistes pour la préservation et la restauration des milieux sensibles des zones humides.

Ce Doctorat a fait mûrir le fruit de mon expérience. J'ai pu m'ouvrir à l'immensité possible de la recherche en carpologie et ainsi participer à la connaissance de notre Héritage commun. Qu'il me soit donnée la chance de poursuivre et d'approfondir ce travail dans les années à venir.

Caroline Schaal, juillet 2019



La Cuisance, Les Planches-près-Arbois. C. Schaal, 2017

BIBLIOGRAPHIE

Aaby, B. and Bergglund, B. E. (1986). Characterization of peat and lake deposits. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, John Wiley & Sons, New York, pp.231–246.

Aarnes, I., Kühl, N. and Birks, H. H. (2012). Quantitative climate reconstruction from late-glacial and early Holocene plant macrofossils in western Norway using the probability density function approach. *Review of Palaeobotany and Palynology* 170: 27–39.

Aeschimann, D. and Burdet, H. (1989). *Flore Suisse et des territoires limitrophes : le nouveau Binz*, Editions du Griffon, Neuchâtel.

Allaby, R. G., Peterson, G. W., Merriwether, D. A. and Fu, Y.-B. (2005). Evidence of the domestication history of flax (Linum usitatissimum L.) from genetic diversity of the sad2 locus. *Theoretical and Applied Genetics* 112: 58–65.

Alley, R. B., Meese, D. A., Shuman, C. A., Gow, A. J., Taylor, K. C., Grootes, P. M., White, J. W. C., Ram, M., Waddington, E. D., Mayewski, P. A. and Zielinski, G. A. (1993). Abrupt increase in Greenland snow accumulation at the end of the Younger Dryas event. *Nature* 362: 527–529.

Alsos, I. G., Lammers, Y., Yoccoz, N. G., Jørgensen, T., Sjögren, P., Gielly, L. and Edwards, M. E. (2018). Plant DNA metabarcoding of lake sediments: How does it represent the contemporary vegetation. *PLOS ONE* 13:.

Ammann, B., Birks, H., Walanus, A. and Wasylikowa, K. (2007). Late Glacial Multidisciplinary Studies. In S. A. Elias (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier Science, pp.2475–2486.

Ammann, B., van der Knaap, W. O., Lang, G., Gaillard, M.-J., Kaltenrieder, P., Rösch, M., Finsinger, W., Wright, H. E. and Tinner, W. (2014). The potential of stomata analysis in conifers to estimate presence of conifer trees: examples from the Alps. *Vegetation History and Archaeobotany* 23: 249–264.

Amoros, C. and Petts, G. E. (1993). *Hydrosystème fluviaux*, Masson.

Anadón, P., Utrilla, R. and Vázquez, A. (2002). Mineralogy and Sr–Mg geochemistry of charophyte carbonates: a new tool for paleolimnological research. *Earth and Planetary Science Letters* 197: 205–214.

Anderberg, A.-L. (1994). *Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia, and Iceland) with morphological descriptions. Part 4, Resedaceae - Umbelliferae*, Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla, Stockholm.

Anderson, N., Bugmann, H., Dearing, J. and Gaillard, M. (2006). Linking palaeoenvironmental data and models to understand the past and to predict the future. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 696–704.

Antoine, P. (1997). Modifications des systèmes fluviatiles à la transition Pléniglaciaire-Tardiglaciaire et à l'Holocène : l'exemple du bassin de la Somme (nord de la France). *Géographie physique et Quaternaire* 51: 1–14.

Antoine, P., Fagnart, J.-P., Limondin-Lozouet, N. and Munaut, A.-V. (2000). Le Tardiglaciaire du bassin de la Somme : éléments de synthèse et nouvelles données [The Lateglacial from the Somme basin : first synthesis and new data]. *Quaternaire* 11: 85–98.

Antoine, P., Limondin-Lozouet, N., Auguste, P., Lamotte, A., Bahain, J.-J., Falguères, C., Laurent, M., Coudret, P., Locht, J.-L., Depaepe, P., Fagnart, J.-P., Fontugne, M., Hatté, C., Mercier, N., Frechen, M., Moigne, A.-M., Munaut, A.-V., Ponel, P. and Rousseau, D.-D. (2003a). Paléoenvironnements pléistocènes et peuplements paléolithiques dans le bassin de la Somme (nord de la France). *Bulletin de la Société préhistorique française* 100: 5–28.

Antoine, P., Munaut, A.-V., Limondin-Lozouet, N., Ponel, P., Dupéron, J. and Dupéron, M. (2003b). Response of the Selle River to climatic modifications during the Lateglacial and Early Holocene (Somme Basin-Northern France). *Quaternary Science Reviews* 22: 2061–2076.

Antoine, P., Limondin-Lozouet, N., Auguste, P., Locht, J.-L., Galheb, B., Reyss, J.-L., Escude, É., Carbonel, P., Mercier, N., Bahain, J.-J., Falguères, C. and Voinchet, P. (2006). Le tuf de Caours (Somme, France) : mise en évidence d'une séquence eemienne et d'un site paléolithique associé. *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 17 : 281–320.

Antolín, F., Steiner, B. L., Akeret, Ö., Brombacher, C., Kühn, M., Vandorpe, P., Bleicher, N., Gross, E., Schaeren, G. and Jacomet, S. (2017a). Studying the preservation of plant macroremains from waterlogged archaeological deposits for an assessment of layer taphonomy. *Review of Palaeobotany and Palynology* 246: 120–145.

Antolín, F., Steiner, B. L. and Jacomet, S. (2017b). The bigger the better? On sample volume and the representativeness of archaeobotanical data in waterlogged deposits. *Journal of Archaeological Science: Reports* 12: 323–333.

Arbogast, R.-M., Jacomet, S., Magny, M. and Schibler, J. (2006). The significance of climate fluctuations for lake level changes and shifts in subsistence economy during the late Neolithic (4300–2400 BC) in central Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* 15: 403–418.

Argant, J., Bravard, J.-P., Bourguignon, J.-P. and Béal, J.-C. (2011). Nouvelles données sur les changements paléoenvironnementaux de la plaine alluviale de la Saône depuis le Tardiglaciaire : palynologie, géomorphologie. *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 235–260.

Arnaud-Fassetta, G., De Beaulieu, J.-L., Suc, J.-P., Provansal, M., Williamson, D., Leveau, P., Aloïsi, J.-C., Gadel, F., Giresse, P., Oberlin, C. and Duzer, D. (2000). Evidence for an early land use in the Rhône delta (Mediterranean France) as recorded by late Holocene fluvial paleoenvironments (1640–100 BC). *Geodinamica Acta* 13: 377–389.

Baas, J. (1974). Kultur- und Wildpflanzenreste aus einem römischen Brunnen von Rottweil, Altstadt. In Verbindung mit prähistorischen Schlehenfunden aus Süddeutschland. *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 1: 372–416.

Bailleux, G. (2001). *Rapport d'évaluation complémentaire, Autrecourt-et- Pourron, « Le Pré du Roi »*, Afan, DRAC, SRA.

Bailly, G., Vadam, J.-C. and Vergon, J.-P. (2004). *Guide d'identification des bryophytes aquatiques*, DIREN Franche-Comté, Besançon.

Bakels, C. (2016). Posterholt, a Late Pleistocene – Holocene record of the vegetation history in and around the valley of the Vlootbeek, a tributary of the river Meuse (southeastern Netherlands). *Netherlands Journal of Geosciences* 96: 1–8.

Barrat-Segretain, M.-H. and Bornette, G. (2000). Regeneration and colonization abilities of aquatic plant fragments: effect of disturbance seasonality. *Hydrobiologia* 421: 31–39.

Battarbee, R. W. (2000). Palaeolimnological approaches to climate change, with special regard to the biological record. *Quaternary Science Reviews* 19: 107–124.

Beaulieu-Audy, V., Garneau, M., Richard, P. J. H. and Asnong, H. (2009). Holocene palaeoecological reconstruction of three boreal peatlands in the La Grande Rivière region, Québec, Canada. *The Holocene* 19: 459–476.

van Beek, R., Gouw-Bouman, M. T. I. J. and Bos, J. A. A. (2015). Mapping regional vegetation developments in Twente (the Netherlands) since the Late Glacial and evaluating contemporary settlement patterns. *Netherlands Journal of Geosciences* 94: 229–255.

Bégeot, C. (2000). Histoire de la végétation et du climat au cours du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène dans le Massif jurassien central à partir des analyses polliniques et des macro-restes végétaux, Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie, Université de Franche Comté, Besançon.

Bégeot, C., Pion, G., Marrocchi, Y., Argant, J., Birringer, P., Bocherens, H. and Bridaults, A. (2003). Environnement végétal et climatique des sociétés magdaléniennes et épipaléolithiques dans les Alpes du Nord françaises et le Jura méridional. In :*Environnement et peuplement de la moyenne montagne, du Tardiglaciaire à nos jours, Actes de la table ronde de Pierrefort, juin 2003, Miras Y. et Surmely F. (dir.).*, Série « Environnement, sociétés et archéologie », Besançon, pp.19–27.

Behre, K. E. (1966). Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. *Eiszeitalter und Gegenwart* 17: 69–84.

Behre, K. E. (1967). The late glacial and early postglacial history of vegetation and climate in Northwestern Germany. *Review of Palaeobotany and Palynology* 4: 149–161.

Behre, K. E. (1978). Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 97–102.

Behre, K. E. and Jacomet, S. (1991). The ecological interpretation of archaeobotanical data. In W. van Zeist K. Wasylikowa and K.-E. Behre (eds.), *Progress in Old World Palaeoethnobotany, a Retrospective View on the Occasion of 20 Years of the International Work Group for Palaeoethobotany*, Balkema, Rotterdam-Brookfield, pp.81–108.

Beijerinck, W. (1976). *Zadenatlas der Nederlandsche Flora, Ten Behoeve van de Botanie, Palaeontologie, Bodemcultuur en Warenkennis, omvattende, naasr de inheemsche flora, onze Belangrijkste cultuurgewassen en verschillende adventiefsoorten*, Backhuys et Meesters, Amsterdam.

Berger, J.-F., Brochier, J.-L. and Bravard, J.-P. (2000). La Géoarchéologie en France : définition et champs d'application. *Les Nouvelles de l'Archéologie* 2000, 81: 37–47.

Berggren, G. (1969). *Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, east Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions. Part 2, Cyperaceae*, Swedish Museum of Natural History Berlings, Arlöv, Stockolm.

Berggren, G. (1981). *Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, east Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions. Part 3, Salicaceae - Cruciferae*, Swedish Museum of Natural History Berlings, Arlöv, Stockolm.

Bertran, P., Allenet, G., Brenet, M., Chadelle, J.-P., Dietsch-Sellami, M.-F., Hébrard, J.-P., Madelaine, G., Mercier, N., Pasquet, V., Ponel, P., Queffelec, A. and Sirieix, C. (2016). Last Glacial palaeoenvironments at Lascaux, southwest France, with special emphasis on MIS 4 (Ognon II interstadial). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 449: 149–165.

Bertran, P., Allenet, G., Fourloubey, C., Leroyer, C., Limondin-Lozouet, N., Maazouzi, Z., Madelaine, S., Perrière, J., Ponel, P., Casagrande, F. and Detrain, L. (2009). Paléoenvironnements tardiglaciaires en Aquitaine : la séquence alluviale de la Brunetière (Bergerac, France). *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 161–193.

Bertsch, K. (1941). *Frütche und samen : ein bestimmungsbuch zur pflanzenkunde der vorgeschichtlichen zeit*, Verlag Ferdinand, Stuttgart.

Beug, H.-J. (2004). *Leitfaden der Pollenbestimmung: für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, Pfeil, München.

Bhattacharya, R., Hausmann, S., Hubeny, J. B., Gell, P. and Black, J. L. (2016). Ecological response to hydrological variability and catchment development: Insights from a shallow oxbow lake in Lower Mississippi Valley, Arkansas. *Science of the total environment* 569–570: 1087–1097.

Birks, H. (1973). Modern macrofossil assemblage in lake sediments in Minnesota. In H. Birks and R. West (eds.), *Quaternary Plany Ecology*, Blackwell, Oxford, pp.173–189.

Birks, H. (1980). Plant macrofossils in Quaternary lake sediments. In H. J. Elster and W. Ohle (eds.), *Ergebnisse Der Limnologie*, Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, p.60.

Birks, H. J. B. and Birks, H. H. (1980). *Quaternary Palaeoecology*, Edward Arnold, London.

Birks, H. J. B. (1990). Some reflections on the application of numerical methods in Quaternary palaeoecology. In E. Grönlund (ed.), *The First Meeting of Finnish Palaeobotanists; State of the Art in Finland - May 2-4, 1990*, Publications of Karelian Institute. University of Joensuu, pp.7–20.

Birks, H. H. and Ammann, B. (2000). Two terrestrial records of rapid climatic change during the glacial-Holocene transition (14,000- 9,000 calendar years B.P.) from Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97: 1390–1394.

Birks, H. H., Battarbee, R. W. and Birks, H. J. B. (2000). The development of the aquatic ecosystem at Kråkenes Lake, western Norway, during the late-glacial and early-Holocene – a synthesis. *Journal of Palaeolimnology* 23: 91–114.

Birks, H. H. and Birks, H. J. B. (2000). Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. *Journal of Biogeography* 27: 31–35.

Birks, H. H. (2001). Plant macrofossils. In J. P. Smol H. J. B. Birks and W. M. Last (eds.), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators*, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.49–74.

Birks, H. H. (2003). The importance of plant macrofossils in the reconstruction of Lateglacial vegetation and climate: examples from Scotland, western Norway, and Minnesota, USA. *Quaternary Science Reviews* 22: 453–473.

Birks, H. H. (2013). Plant macrofossil introduction. In S. A. Elias (ed.), *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, Elsevier, pp.2266–2288.

Birks, H. H., Gelorini, V., Robinson, E. and Hoek, W. Z. (2015). Impacts of palaeoclimate change 60 000–8000 years ago on humans and their environments in Europe: Integrating palaeoenvironmental and archaeological data. *Quaternary International* 378: 4–13.

Birks, H. J. B., Felde, V. A., Bjune, A. E., Grytnes, J.-A., Seppä, H. and Giesecke, T. (2016). Does pollen-assemblage richness reflect floristic richness? A review of recent developments and future challenges. *Review of Palaeobotany and Palynology* 228: 1–25.

Birks, H. H. (2017). My life with macrofossils. *Journal of Paleolimnology* 57: 181–200.

Bishop, I. J., Bennion, H., Patmore, I. R. and Sayer, C. D. (2017). How effective are plant macrofossils as a proxy for macrophyte presence? The case of Najas flexilis in Scotland. *Journal of Paleolimnology* 60: 153–165.

Björck, S., Kromer, B., Johnsen, S., Bennike, O., Hammarlund, D., Lemdahl, G., Possnert, G., Rasmussen, T. L., Wohlfarth, B., Hammer, C. U. and Spurk, M. (1996). Synchronized Terrestrial Atmospheric Deglacial Records Around the North Atlantic. *Science* 274: 1155–1160.

Björck, S., Rundgren, M., Ingólfsson, Ó. and Funder, S. (1997). The Preboreal oscillation around the Nordic Seas: terrestrial and lacustrine responses. *Journal of Quaternary Science* 12: 455–465.

Blaauw, M. (2010). R-Code for "classical" age-modelling (CLAM V1.0) of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5: 512–518.

Blarquez, O., Finsinger, W. and Carcaillet, C. (2013). Assessing Paleo-Biodiversity Using Low Proxy Influx. *PLoS ONE* 8: e65852.

Bleicher, N. and Schubert, C. (2015). Why are they still there? A model of accumulation and decay of organic prehistoric cultural deposits. *Journal of Archaeological Science* 61: 277–286.

Bleicher, N., Antolín, F., Heiri, O., Häberle, S., Plogmann, H. H., Jacomet, S., Pümpin, C., Rentzel, P., Schäfer, M., Schibler, J., Wiemann, P., van Hardenbroek, M., Tóth, M. and Zweifel, N. (2018). Middens, currents and shorelines: Complex depositional processes of waterlogged prehistoric lakeside settlements based on the example of Zurich-Parkhaus Opéra (Switzerland). *Journal of Archaeological Science* 97: 26–41.

Bogaart, P. W., Balen, R. T. V., Kasse, C. and Vandenberghe, J. (2003). Process-based modelling of fluvial system response to rapid climate change—I: model formulation and generic applications. *Quaternary Science Reviews* 22: 2077–2095.

Bohncke, S. J. P., Vandenberghe, J., Starkel, L., Gregory, K. J. and Thornes, J. B. (1991). Palaeohydrological development in the southern Netherlands during the last 15 000 years. *Temperate Palaeohydrology*, John Wiley and Sons Ltd, pp.253–281.

Bohncke, S. J. P. and Hoek, W. Z. (2007). Multiple oscillations during the Preboreal as recorded in a calcareous gyttja, Kingbeekdal, The Netherlands. *Quaternary Science Reviews* 26: 1965–1974.

Bond, G. C., Showers, W., Elliot, M., Evans, M., Lotti, R., Hajdas, I., Bonani, G. and Johnson, S. (2013). The North Atlantic's 1-2 Kyr Climate Rhythm: Relation to Heinrich Events, Dansgaard/Oeschger Cycles and the Little Ice Age. *Mechanisms of Global Climate Change at Millennial Time Scales*, American Geophysical Union (AGU), pp.35–58.

Bornette, G., Amoros, C., Piegay, H., Tachet, J. and Hein, T. (1998). Ecological complexity of wetlands within a river landscape. *Biological Conservation* 85: 35–45.

Bornette, G. and Puijalon, S. (2009). Macrophytes: Ecology of Aquatic Plants. *Encyclopedia of Life Sciences*, John Wiley and Sons Ltd, p.55.

Bos, J. A. A. (1998). *Aspects of the Late Glacial-early Holocene vegetation development in western Europe. Palynological and palaeobotanical investigations in the Brabant (The Netherlands) and Hesen (Germany)*, LPP Contributions series 10, Utrecht.

Bos, J. A. A. (2001). Lateglacial and Early Holocene vegetation history of the northern Wetterau and the AmoÈneburger Basin (Hessen), central-west Germany. *Review of Palaeobotany and Palynology* 115: 177–204.

Bos, J. A. A. and Urz, R. (2003). Late glacial and early Holocene environment in the middle Lahn river valley (Hessen, central-west Germany) and the local impact of the early Mesolithic people-pollen and macrofossil evidence. *Vegetation History and Archaeobotany* 12: 19-36.

Bos, J. A. A., Huisman, D. J., Kiden, P., Hoek, W. Z. and van Geel, B. (2005). Early Holocene environmental change in the Kreekrak area (Zeeland, SW-Netherlands): A multi-proxy analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 227: 259–289.

Bos, J. A. A., van Geel, B., Groenewoudt, B. J. and Lauwerier, R. C. G. M. (2006). Early Holocene environmental change, the presence and disappearance of early Mesolithic habitation near Zutphen (The Netherlands). *Vegetation History and Archaeobotany* 15: 27–43.

Bos, J. A. A., van Geel, B., van der Plicht, J. and Bohncke, S. J. P. (2007). Preboreal climate oscillations in Europe: Wiggle-match dating and synthesis of Dutch high-resolution multi-proxy records. *Quaternary Science Reviews* 26: 1927–1950.

Bos, J. A. A., Dambeck, R., Kalis, A. J., Schweizer, A. and Thiemeyer, H. (2008). Palaeoenvironmental changes and vegetation history of the Upper Rhine Graben (southwestern Germany) since the Lateglacial | Request PDF. *Geologie en Mijnbouw* 87: 67–90.

Bos, J. A. A., De Smedt, P., Demiddele, H., Hoek, W. Z., Langohr, R., Marcelino, V., Van Asch, N., Van Damme, D., Van der Meeren, T., Verniers, J., Boeckx, P., Boudin, M., Court-Picon, M., Finke, P., Gelorini, V., Gobert, S., Heiri, O., Martens, K., Mostaert, F., Serbruyns, L., Van Strydonck, M. and Crombé, P. (2017). Multiple oscillations during the Lateglacial as recorded in a multi-proxy, high-resolution record of the Moervaart palaeolake (NW Belgium). *Quaternary Science Reviews* 162: 26–41.

Bos, J. A. A. and van Geel, B. (2017). Palaeoenvironmental reconstruction based on the Early Holocene Haelen sequence, near Roermond (southeastern Netherlands). *Netherlands Journal of Geosciences* 96: 115–130.

Bos, J. A. A., De Smedt, P., Demiddele, H., Hoek, W. Z., Langohr, R., Marcelino, V., Van Asch, N., Van Damme, D., Van der Meeren, T., Verniers, J. and Crombé, P. (2018a). Weichselian Lateglacial environmental and vegetation development in the Moervaart palaeolake area (NW Belgium); implications for former human occupation patterns. *Review of Palaeobotany and Palynology* 248: 1–14.

Bos, J. A. A., Gelorini, V., van der Meeren, T., Peleman, J., Court-Picon, M., Demiddele, H., De Smedt, P., Boudin, M., Verniers, J., Boeckx, P. and Crombé, P. (2018b). The Younger Dryas and Preboreal landscape in the Moervaart area (northwestern Belgium) and the apparent decrease in human occupation. *Vegetation History and Archaeobotany* 27: 697–715.

Bourquin-Mignot, C., Brochier, J.-E., Chabal, L., Crozat, S., Fabre, L., Guibal, F., Marinval, P., Richard, H., Terral, J.-F. and Rhéry, I. (1999). *La botanique*, Editions Errance, Paris.

Boxem, R., Davis, E. L. and Vermaire, J. C. (2017). Long-term environmental change and shifts in the aquatic plant community of Jones Creek, Thousand Islands National Park, Ontario, Canada based on plant macrofossil analysis. *Journal of Paleolimnology* 60: 349–360.

Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*, 3rd ed, Springer-Verlag, Wien.

Bravard, J. P., Amoros, C. and Jacquet, G. (1986). Reconstitution de l'environnement des sites archéologiques fluviaux par une méthode interdisciplinaire associant la géomorphologie, la zoologie et l'écologie. *Revue d'Archéométrie* 10: 43–55.

Bravard, J.-P. (1987). *Le Rhône du Leman à Lyon*, La Manufacture, Lyon.

Bravard, J.-P. (1992). Les rythmes d'évolution morphologique des vallées françaises au Tardiglaciaire et à l'Holocène. Rapport de synthèse. Discussions (The rythms of the evolution of the french valleys during the Tardiglacial period and the Holocene). *Bulletin de l'Association de Géographes Français* 69: 207–226.

Bravard, J.-P. and Magny, M. (2002). *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Éditions Errance, Saint Etienne.

Bravard, J.-P., Vérot-Bourrély, A. and Franc, O. (2016). Paléodynamique du site fluvial de Lyon depuis le Tardiglaciaire. In M. Prestreau (ed.), *Dynamique du paysage : Entretiens de géoarchéologie (Table ronde tenue à Lyon les 17 et 18 novembre 1995)*, Alpara, Lyon, pp.177–201.

Brenckmann, F. (1997). *Grains de vie, le monde merveilleux des graines*, Éditions Arthaud, Paris.

Brisset, E., Guiter, F., Miramont, C., Revel, M., Anthony, E. J., Delhon, C., Arnaud, F., Malet, E. and de Beaulieu, J.-L. (2015). Lateglacial/Holocene environmental changes in the Mediterranean Alps inferred from lacustrine sediments. *Quaternary Science Reviews* 110: 49–71.

Burnouf, J., Ayala, G., Bernard, V., Bridault, A., Cammas, C., Castanet, C., Chouquer, G., Drucker, D., Fouillet, N., Jorda, C., Digol, Y. L. and Wattez, J. (2007). *Des milieux et des hommes : méthodes d'études en archéologies environnementales*, La Découverte.

Burrows, C. J. (1980). Long-distance dispersal of plant macrofossils. *New Zealand Journal of Botany* 18: 321–322.

Cabanis, M., Schaal, C., Dietsch-Sellami, M.-F., Fraisse, C., Gaime, S., Marinval, P., Naton, H.-G., Pion, P., Py, V., Salse, J. and Tuffery, C. (2019). Compte-rendu du débat de prospective archéobotanique. Favoriser l'émergence de nouvelles thématiques, développer l'interdisciplinarité, structurer la communauté. Quels moyens ? Quelles actions possibles ? *Bulletin de la Société Botanique de France* 84: 13–16.

Campy, M. and Macaire, J.-J. (2004). *Géologie de la surface. Érosion, transfert et stockage dans les environnements continentaux*.

Cappers, R. T. J. (1993). Seed dispersal by water: a contribution to the interpretation of seed assemblages. *Vegetation History and Archaeobotany* 2: 173–186.

Cappers, R. T. J., Sidebotham, S. E. and Wendrich, W. Z. (1996). Archaeobotanical remains. In S. of A. A. Research School Centre of Non-Western studies and S. Amerindian (eds.), *Berenike 1995. Preliminary Report of the 1995 Excavations at Berenike (Egyptian Red Sea Coast) and the Survey of the Eastern Desert*, Leiden, pp.319–336.

Cappers, R. T. J., Bekker, R. M. and Jans, J. E. A. (2006). *Digitale Zadenatlas van Nederland. Digital seed Atlas of the Netherland*, Barkuis publishing, Groningen university library, Groningen.

Cappers, R. T. J. and Neef, R. (2012). *Handbook of Plant Palaeoecology*, Barkuis publishing, Groningen university library, Gronongen.

Carcaud, N. (1990). Etude préliminaire du comblement de fond de vallée de la Moselle à Vandières (Meurthe-et-Moselle). *Revue Géographique de l'Est* 30: 37–48.

Carcaud, N. (2004). D'espace et de temps : un itinéraire de recherche et d'enseignement sur les anthroposystèmes fluviaux, Habilitation à diriger des recherches, Laboratoire des Sciences de l'Environnement et de l'Aménagement, Université d'Angers.

Carcaud, N. and Garcin, M. (2001). *Géoarchéologie de la Loire moyenne et de ses marges synthèse des résultats du PCR 1996-1999*.

Chertier, B. (1976a). Champagne-Ardenne. *Gallia Préhistoire* 19: 445–478.

Chertier, B. (1976b). Les civilisations du Paléolithique moyen en Champagne-Ardenne. In H. de Lumley (ed.), *La Préhistoire Française, I-2 Civilisations Paléolithiques et Mésolithiques*, Éditions du CNRS, Paris.

Chertier, B. (1981). Champagne-Ardenne. *Gallia Préhistoire* 24: 439–476.

Chertier, B. (1983). Champagne-Ardenne. *Gallia Préhistoire* 26: 375–395.

Clarke, G. H., Sayer, C. D., Turner, S., Salgado, J., Meis, S., Patmore, I. R. and Zhao, Y. (2014). Representation of aquatic vegetation change by plant macrofossils in a small and shallow freshwater lake. *Vegetation History and Archaeobotany* 23: 265–276.

Clymo, R. S. (1978). A model of peat-bog growth. *Production Ecology of Some British Moors and Montane Grasslands*, Springer, Berlin, pp.187–223.

Clymo, R. S. (1983). Peat. *Ecosystems of the World: Bog, Swamp, Moor and Fen*, Elsevier, Amsterdam, pp.159–224.

Collinson, M. E. (1983). Accumulations of Fruits and Seeds in Three Small Sedimentary Environments in Southern England and Their Palaeoecological Implications. *Annals of Botany* 52: 583–592.

Corenblit, D. J.-F., Davies, N. S., Steiger, J., Gibling, M. R. and Bornette, G. (2015). Considering river structure and stability in the light of evolution: feedbacks between riparian vegetation and hydrogeomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms* 40: 189–207.

Corenblit, D., Vidal, V., Cabanis, M., Steiger, J., Garófano-Gómez, V., Garreau, A., Hortobágyi, B., Otto, T., Roussel, E. and Voldoire, O. (2016). Seed retention by pioneer trees enhances plant diversity resilience on gravel bars: Observations from the river Allier, France. *Advances in Water Resources* 93: 182–192.

Coutard, S., Ducrocq, T., Limondin-Lozouet, N., Bridault, A., Leroyer, C., Allenet, G. and Pastre, J.-F. (2010). Contexte géomorphologique, chronostratigraphique et paléoenvironnemental des sites mésolithiques et paléolithiques de Warluis dans la vallée du Thérain (Oise, France). *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 21: 357–384.

Cubizolle, H., Argant, J., Fassion, F., Latour-Argant, C., Deng-Amiot, Y. and Dietre, B. (2014). L'histoire de la végétation depuis la fin du tardiglaciaire et l'évolution de l'emprise humaine à partir du milieu de l'holocène dans le Massif Central oriental (France). *Quaternaire* 25: 209–236.

Cugny, C., Mazier, F. and Galop, D. (2010). Modern and fossil non-pollen palynomorphs from the Basque mountains (western Pyrenees, France): the use of coprophilous fungi to reconstruct pastoral activity. *Vegetation History and Archaeobotany* 19: 391–408.

Cupillard, C., Magny, M., Bocherens, H., Bridault, A., Bégeot, C., Bichet, V., Bossuet, G., Drucker, D. G., Gauthier, E., Jouannic, G., Millet, L., Richard, H., Rius, D., Ruffaldi, P. and Walter-Simonnet, A.-V. (2015). Changes in ecosystems, climate and societies in the Jura Mountains between 40 and 8 ka cal BP. *Quaternary International* 378: 40–72.

Cupillard, C. and Richard, A. (2000). *Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale, 13000-5500 av. J.-C. : actes du colloque international de Besançon, Doubs, 23-25 octobre 1998*, Presses universitaires de Franche-Comté, Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon.

Damblon, F. (1985). L'analyse des macrorestes végétaux et la reconstitution des environnements à l'époque du quaternaire. *Lejeunia, revue Botanique* 117: 1–63.

David, M. (2016). Dynamique fluviale de la Garonne à l'anthropocène : trajectoire d'évolution du tronçon fluvial compris entre les confluences de l'Ariège et du Tarn (Garonne toulousaine, 90 km), Thèse de Doctorat, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.

David, R., Leroyer, C. and Mazier, F. (2015). Les modélisations du couvert végétal en palynologie . Pour une meilleure restitution des paléoenvironnements végétaux. *Les nouvelles de l'archéologie* 138: 44–49.

Davidson, T. A., Sayer, C. D., Bennion, H., David, C., Rose, N. and Wade, M. P. (2005). A 250 year comparison of historical, macrofossil and pollen records of aquatic plants in a shallow lake. *Freshwater Biology* 50: 1671–1686.

Davis, F. W. (1985). Historical Changes in Submerged Macrophyte Communities of Upper Chesapeake Bay. *Ecology* 66: 981–993.

Defive, E., Dendievel, A.-M., Berger, J.-F., Barra, A., Bouvard-Mor, E., Cubizolle, H. and Raynal, J.-P. (2018). 1500 ans d'histoire fluviale dans la vallée du Gage (bassin supérieur de la Loire, sud-est du Massif central, France) : approche pluridisciplinaire. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 24: 329–350.

Deforce, K., Storme, A., Bastiaens, J., Debruyne, S., Denys, L., Ervynck, A., Meylemans, E., Stieperaere, H., Van Neer, W. and Crombé, P. (2014). Middle-Holocene alluvial forests and associated fluvial environments: A multi-proxy reconstruction from the lower Scheldt, N Belgium. *The Holocene* 24: 1550–1564.

Degeai, J.-P., Devillers, B., Blanchemanche, P., Dezileau, L., Oueslati, H., Tillier, M. and Bohbot, H. (2017). Fluvial response to the last Holocene rapid climate change in the Northwestern Mediterranean coastlands. *Global and Planetary Change* 152: 176–186.

Delhon, C., Thiébault, S. and Berger, J.-F. (2009). Environment and landscape management during the Middle Neolithic in Southern France: Evidence for agro-sylvo-pastoral systems in the Middle Rhone Valley. *Quaternary International* 200: 50–65.

Delhon, C., Thiébault, S., Brochier, J.-L. and Berger, J.-F. (2010). Dynamiques de végétation au Tardiglaciaire et à l'Holocène ancien en moyenne vallée du Rhône d'après les données anthracologiques. *Quaternaire* 21: 281–293

Dendievel, A.-M. (2017). Paléoenvironnements Holocènes du Plateau du Béage (Massif du Mezenc, Massif Central, France), Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Lyon.

Dendievel, A.-M., Cubizolle, H., Delrieu, F., Delvigne, V., Dietre, B. and Gaertner, V. (2014). Palaeoenvironments and Geoarchaeology of the Béage volcanic Plateau, in the Eastern Velay (Upper Ardèche, Massif Central, France):

Dendievel, A.-M., Dietre, B., Cubizolle, H., Hajdas, I., Kofler, W., Oberlin, C. and Haas, J. N. (2019). Holocene paleoecological changes and agro-pastoral impact on the La Narce du Béage mire (Massif Central, France). *The Holocene* Online first:

Denis, A.-C., Wastiaux, C., Petit, F., Leclercq, L., Juvigné, É., Campenhout, J. V. and Houbrechts, G. (2013). Reconstitution de la dynamique d'une rivière ardennaise (La Lienne) depuis le Tardiglaciaire grâce à l'analyse géomorphologique et chronostratigraphique d'une tourbière de fond de vallée. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 19: 133–152.

Dieffenbacherkrall, A. (2007). Surface Samples, Taphonomy, Representation. In S. A. Elias (ed.), *Plant Macrofossil Methods and Studies*, Elsevier Science, Amsterdam, Netherlands, pp.2367–2374.

Dieffenbacher-Krall, A. C. and Halteman, W. A. (2000). The relationship of modern plant remains to water depth in alkaline lakes in New England, USA. *Journal of Paleolimnology* 24: 213–229.

Diehl, M. W. (2017). Paleoethnobotanical Sampling Adequacy and Ubiquity. *Advances in Archaeological Practice* 5: 196–205.

Dietsch, M.-F. (1997). Milieux humides pré- et protohistorique dans le Bassin Parisien : l'étude des diaspores, Thèse de Doctorat, Université de Paris X.

Dietsch, M.-F. and Matterne, V. (2002). Les graines et les fruits. In J.-C. Miskovsky (ed.), *Géologie de La Préhistoire : Méthode, Techniques, Applications*, Association pour l'étude de l'environnement géologique de la préhistoire Maison de la géologie, Paris, pp.717–33.

Dixon, P. (2003). VEGAN, a package of R functions for community ecology. *Journal of Vegetation Science* 14: 927–930.

Downs, P. and Gregory, K. (2004). *River Channel Management; Towards Sustainable Catchment Hydrosystems*, Hodder Arnold, London, UK.

Duhamel, G. (1994). *Flore des Carex de France*, Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.

Dunwiddie, P. W. (1987). Macrofossil and Pollen Representation of Coniferous Trees in Modern Sediments From Washington. *Ecology* 68: 1–11.

Dzieduszyńska, D. A., Kittel, P., Petera-Zganiacz, J., Brooks, S. J., Korzeń, K., Krąpiec, M., Pawłowski, D., Płaza, D. K., Płóciennik, M., Stachowicz-Rybka, R. and Twardy, J. (2014). Environmental influence on forest development and decline in the Warta River valley (Central Poland) during the Late Weichselian. *Quaternary International* 324: 99–114.

Eide, W., Birks, H. H., Bigelow, N., Peglar, S. M. and Birks, H. J. B. (2006). Holocene forest development along the Setesdal valley, southern Norway, reconstructed from macrofossil and pollen evidence. *Vegetation History and Archaeobotany* 15: 65–85.

Ejarque, A., Beauger, A., Miras, Y., Peiry, J.-L., Voldoire, O., Vautier, F., Benbakkar, M. and Steiger, J. (2015). Historical fluvial palaeodynamics and multi-proxy palaeoenvironmental analyses of a palaeochannel, Allier River, France. *Geodinamica Acta* 27: 25–47.

Ellenberg, H. (1979). *Zeigerwerte der gefässpflanzen mitteleuropas*, Scripta geobotanica, Göttingen.

Ellenberg, H. (1992). Indicator values of the vascular plants. In H. Ellenberg H. E. Weber R. Düll B. Wirth W. Werner and D. Paulissen (eds.), *Indicator Values of Plants in Central Europe*, Goltze Verlag, pp.9–160.

Evans, J. G. (1972). *Land Snails in Archaeology: With Special Reference to the British Isles*, Seminar Press, London, UK.

Faegri, K. and Iversen, J. (1989). *Textbook of pollen analysis*, 4th rev. ed, John Wiley and Sons Ltd, Chichester.

Fassion, F. (2013). Occupation humaine et interactions sociétés-milieux dans les massifs du Livradois-Forez (Massif Central, France) de la fin du second Âge du Fer au haut Moyen Âge, Thèse de Doctorat en Histoire, Université de Laval / Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand / Université Jean Monnet de Saint-Etienne.

Fassion, F., Coursol-Delpy, M., Argant, J., Deng-Amiot, Y., Cubizolle, H. and Trément, F. (2015). L'évolution de la végétation à l'holocène récent et l'augmentation de la pression humaine dans le massif volcanique du Cantal (Massif Central, France): l'exemple du vallon du Frau (commune de Chavagnac, Cantal). *Quaternaire* 26: 307–323.

Ferguson, D. K. (1995). Plant part processing and community reconstruction. *Eclogae Geologicae Helvetica* 88: 627–641.

Ferguson, D. K. (1996). Actuopalaeobotany - ataphonomic peep-show? - Summary of workshop discussions. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 202: 149–158.

Feurdean, A. and Bennike, O. (2008). Plant macrofossils analysis from Steregoiu NW Romania: taphonomy, representation, and comparison with pollen analysis. *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geologia* 53: 5–10.

Finsinger, W. and Tinner, W. (2007). Pollen and plant macrofossils at Lac de Fully (2135 m a.s.l.): Holocene forest dynamics on a highland plateau in the Valais, Switzerland. *Holocene* 17: 1119–1127.

Finsinger, W., Fevre, J., Orbán, I., Pál, I., Vincze, I., Hubay, K., Birks, H. H., Braun, M., Tóth, M. and Magyari, E. K. (2018). Holocene fire-regime changes near the treeline in the Retezat Mts. (Southern Carpathians, Romania). *Quaternary International* 477: 94–105.

Foley, R. (1981). Off-site archaeology an alternative approach for the short-sited. *Pattern of the Past: studies in honour of David Clarke.*, Cambridge University Press, p.478.

Fruget, J.-F. and Dessaix, J. (2003). Changements environnementaux, dérives biologiques et perspectives de restauration du Rhône français après 200 ans d'influences anthropiques. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 4.

Fuller, D. (2007). Contrasting patterns in crop domestication and domestication rates: Recent archaeobotanical insights from the Old World. *Annals of Botany* 100: 903–924.

Fyfe, R. M., Brown, A. G. and Rippon, S. J. (2003). Mid- to late Holocene vegetation history of Greater Exmoor, UK: estimating the spatial extent of human-induced vegetation change. *Vegetation History and Archaeobotany* 12: 215–232.

Gaillard, M.-J. and Birks, H. H. (2007). Plant macrofossil methods and studies. Paleolimnological Applications. In S. A. Elias and C. J. Mock (eds.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier, pp.2337–2356.

Gastaldo, R. A., Douglass, D. P. and McCarroll, S. M. (1987). Origin, Characteristics, and Provenance of Plant Macrodetritus in a Holocene Crevasse Splay, Mobile Delta, Alabama. *PALAIOS* 2: 229–240.

Gaucher, G. (2011). *Evolution de l'occupation du sol et de l'environnement fluvial en haute vallée du Rhône (Ain, Isère), du Néolithique à l'époque moderne*, Thèse de Doctorat en Archéologie et Préhistoire, Université Nice Sophia Antipolis.

Gauthier, E. (2004). *Evolution de l'impact anthropique sur la végétation du massif jurassien au cours des quatre derniers millénaires. Nouvelles données palynologiques.* Presses Universitaires de Franche-Comté.

Gauthier, E., Bichet, V., Massa, C., Petit, C., Vannière, B. and Richard, H. (2010). Pollen and non-pollen palynomorph evidence of medieval farming activities in southwestern Greenland. *Vegetation History and Archaeobotany* 19: 427–438.

Gee, C. T. and Sander, P. M. (1997). The occurrence of carpofloras in coarse sand fluvial deposits: comparison of fossil and recent case studies. *Medelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen* 58: 171–178.

Gee, C. T. (2005). The Genesis of Mass Carpological Deposits (Bedload Carpodeposits) in the Tertiary of the Lower Rhine Basin, Germany. *PALAIOS* 20: 463–478.

van Geel, B. (1978). A palaeoecological study of holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology* 25: 1–120.

van Geel, B., Bohncke, S. J. P. and Dee, H. (1980). A palaeoecological study of an upper late glacial and holocene sequence from "de borchert", The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 31: 367–448.

van Geel, B., Bregman, R., van der Molen, P. C., Dupont, L. M. and van Driel-Murray, C. (1989). Holocene raised bog deposits in the Netherlands as geochemical archives of prehistoric aerosols. *Acta Botanica Neerlandica* 38: 467–476.

van Geel, B. and Aptroot, A. (2006). Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia* 82: 313–329.

Gell, P., Tibby, J., Fluin, J., Leahy, P., Reid, M., Adamson, K., Bulpin, S., MacGregor, A., Wallbrink, P., Hancock, G. and Walsh, B. (2005). Accessing limnological change and variability using fossil diatom assemblages, south-east Australia. *River Research and Applications* 21: 257–269.

Giesecke, T. (2005). Holocene forest development in the central Scandes mountains, Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany* 14: 133–147.

Gignac, L. and Vitt, D. H. (1994). Responses of northern peatlands to climate change: Effects on bryophytes. *Journal Hattori Botanical Laboratory* 75: 119–132.

Giguet-Covex, C., Pansu, J., Arnaud, F., Rey, P.-J., Griggo, C., Gielly, L., Domaizon, I., Coissac, E., David, F., Choler, P., Poulenard, J. and Taberlet, P. (2014). Long livestock farming history and human landscape shaping revealed by lake sediment DNA. *Nature Communications* 5: 3211.

Girel, J., Vautier, F. and Peiry, J.-L. (2003). Biodiversity and land use history of the alpine riparian landscapes (the example of the Isère river valley, France). In Mander and Antrop (eds.), *Multifunctional Landscapers*, WIT-Press, International series on Advances in Ecological Sciences, Southampton, pp.167–200.

Goman, M. (2001). Statistical analysis of modern seed assemblages from the San Francisco Bay: applications for the reconstruction of paleo-salinity and paleo-tidal inundation. *Journal of Palaeolimnology* 26: 393–409.

Goubet, P. (2007). Végétations et fonctionnement écologique des tourbières de montagne Bourbonnaise (Allier, France), Thèse de Doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.

Goubet, P. and Darinot, F. (2014). L'histoire de la tourbière de la Réserve naturelle nationale du Marais de Lavours : ce que nous révèlent les macrorestes. *Bulletins Société linnéenne de Lyon* HS 23: 17–29.

von Grafenstein, U., Erlenkeuser, H., Kleinmann-Eisenmann, A., Müller, J. and Trimborn, P. (1994). High-frequency climatic oszillations as revealed by oxygene isotope records of benthic organisms (Ammersee, southern Germany). *Journal of Palaeolimnology* 11: 349–357.

von Grafenstein, U., Erlenkeuser, H., Müller, J., Jouzel, J. and Johnsen, S. (1998). The cold event 8200 years ago documented in oxygen isotope records of precipitation in Europe and Greenland. *Climate Dynamics* 14: 73–81.

Granai, S., Limondin-Lozouet, N. and Chaussé, C. (2011). Evolution paléoenvironnementale de la vallée de la Seine au tardiglaciaire et à l'Holocène, à Paris (France), d'après l'étude des malacofaunes. *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 22: 327–344.

Grandvoinnet, D., Bruckert, S. and Campy, M. (1987). Analyse de la structure et des constituants d'une tourbière à Sphaignes du Jura en relation avec les principales phases de sa formation. *Annales scientifiques de l'Université de Besançon (4e série, biologie végétale)* 7: 3–10.

Greatrex, P. A. (1983). Interpretation of Macrofossil Assemblages from Surface Sampling of Macroscopic Plant Remains in Mire Communities. *The Journal of Ecology* 71: 773.

Hölzer, A. (2010). *Die Torfmoose Südwestdeutschlands und der Nachbargebiete*, Jena : Weissdorn-Verlag, Jena.

Howard, A. J., Keen, D. H., Mighall, T. M., Field, M. H., Coope, H. I., Griffiths, H. I. and Macklin, M. G. (2000). Early Holocene environments of the River Ure near Ripon, North Yorkshire, UK. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 53: 31–41.

Huissteden, K. O. V., Vandenberghe, J. and Geel, B. V. (1986). Late Pleistocene Stratigraphy and Fluvial History of the Dinkel Basin (Twente, Eastern Netherlands). *Eiszeitalter und Gegenwart* 36: 43–59.

Imboden, C. (1976). *Eaux vivantes, initiation à la biologie des zones humides*, Ligue Suisse pour la Protection de la Nature, Bâle.

Jacomet, S., Brombacher, C. and Dick, M. (1989). *Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Ammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich*, Orell Füssli Verlag, Zürich.

Jacomet, S. (2007a). Plant macrofossil methods and studies : Use in Environmental Archaeology. In S. A. Elias (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier, pp.2384–2412.

Jacomet, S. (2007b). Neolithic plant economies in the northern Alpine Foreland from 5500-3500 cal BC. In S. M. Colledge and J. Conolly (eds.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*, West Coast Press, Walnut Creek, California, pp.221–258.

Jacquat, C. (1988). *Hauterive-Champréveyres 1. Les plantes de l'âge du Bronze. Catalogue des fruits et graines*, Éditions du Ruau, Saint-Blaise, CH.

Jalut, G., Galop, D., Belet, J. M., Aubert, S., Amat, A., Bouchette, A., Dedoubat, J.-J. and Fontugne, M. (1998). Histoire des forêts du versant nord des Pyrénées au cours des 30 000 dernières années. *Journal de Botanique de la Société botanique de France* 5: 73–84.

Jørgensen, T., Haile, J., Möller, P., Andreev, A., Boessenkool, S., Rasmussen, M., Kienast, F., Coissac, E., Taberlet, P., Brochmann, C., Bigelow, N. H., Andersen, K., Orlando, L., Gilbert, M. T. P. and Willerslev, E. (2012). A comparative study of ancient sedimentary DNA, pollen and macrofossils from permafrost sediments of northern Siberia reveals long-term vegetational stability. *Molecular Ecology* 21: 1989–2003.

Julve, P. (1998). *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version 1998*. http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm.

Jurasz, W. and Amoros, C. (1991). Ecological succession in a former meander of the Rhône River, France, reconstructed by Cladocera remains. *Journal of Paleolimnology* 6: 113–122.

Kasse, C. (1995). Younger Dryas cooling and fluvial response (Maas river, the Netherlands). *NJG, NETH J GEOSCI, Geologie en Mijnbouw* 74: 251–256.

Kasse, C., Balen, R. T. V., Bohncke, S. J. P., Wallinga, J. and Vreugdenhil, M. (2017). Climate and base-level controlled fluvial system change and incision during the last glacial–interglacial transition, Roer river, the Netherlands – western Germany. *Netherlands Journal of Geosciences* 96: 71–92.

Kattel, G., Gell, P., Perga, M.-E., Jeppesen, E., Grundell, R., Weller, S., Zawadzki, A. and Barry, L. (2015). Tracking a century of change in trophic structure and dynamics in a floodplain wetland: integrating palaeoecological and palaeoisotopic evidence. *Freshwater Biology* 60: 711–723.

Kautsky, L. (1990). Seed and tuber banks of aquatic macrophytes in the Asko area, northern Baltic proper. *Ecography* 13: 143–148.

Kittel, P., Płociennik, M., Borówka, R. K., Okupny, D., Pawłowski, D., Peyron, O., Stachowicz-Rybka, R., Obremska, M. and Cywa, K. (2016). Early Holocene hydrology and environments of the Ner River (Poland). *Quaternary Research* 85: 187–203.

Kobashi, T., Severinghaus, J. P. and Barnola, J.-M. (2008). 4±1.5 °C abrupt warming 11,270 yr ago identified from trapped air in Greenland ice. *Earth and Planetary Science Letters* 268: 397–407.

Kobashi, T., Menviel, L., Jeltsch-Thömmes, A., Vinther, B. M., Box, J. E., Muscheler, R., Nakaegawa, T., Pfister, P. L., Döring, M., Leuenberger, M., Wanner, H. and Ohmura, A. (2017). Volcanic influence on centennial to millennial Holocene Greenland temperature change. *Nature Scientific Reports* 7: 1441.

Koff, T. and Vandel, E. (2008). Spatial distribution of macrofossil assemblages in surface sediments of two small lakes in Estonia. *Estonian Journal of Ecology* 57: 5–20.

Kołaczek, P., Gałka, M., Apolinarska, K., Płóciennik, M., Gąsiorowski, M., Brooks, S. J., Hutchinson, S. M. and Karpińska-Kołaczek, M. (2018a). A multi-proxy view of exceptionally early postglacial development of riparian woodlands with Ulmus in the Dniester River valley, western Ukraine. *Review of Palaeobotany and Palynology* 250: 27–43.

Kołaczek, P., Płóciennik, M., Gałka, M., Apolinarska, K., Tosik, K., Gąsiorowski, M., Brooks, S. J. and Karpińska-Kołaczek, M. (2018b). Persist or take advantage of global warming: A development of Early Holocene riparian forest and oxbow lake ecosystems in Central Europe. *Quaternary Science Reviews* 200: 191–211.

Körber-Grohne, U. (1964). *Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte*, August Lax Verlagsbuchhandlung, Hildesheim.

Körber-Grohne, U. and Küster, H. (1985). *Hochdorf I*, Konrad Theiss Verlag, Stuttgart.

Kors, A., Vilbaste, S., Käiro, K., Pall, P., Piirsoo, K., Truu, J. and Viik, M. (2012). Temporal changes in the composition of macrophyte communities and environmental factors governing the distribution of aquatic plants in an unregulated lowland river (Emajõgi, Estonia). *Boreal Environment research* 17: 460–472.

Kreuz, A., Nolte, S. and Stobbe, A. (1998). Interpretation pflanzlicher Reste aus holozänen Auensedimenten am Beispielvon drei Bohrkernen des Wettertales (Hessen). *Eiszeitalter und Gegenwart* 48: 133–161.

Kroll, H. (1988). [Das Allerletzte]. Cenococcum geophilum. *Archäologische Informationen* 11: 111–111.

Kucab, A. (2017). *Rapport de fouilles archéologiques subaquatiques programmées à Guerny (Eure) et à Saint-Clair-sur-Epte (Val-d'Oise).* Saison 2017. Club d'Archéologie Subaquatique du Val d'Oise. Centre de Recherches Archéologiques du Vexin Français.

Kuneš, P., Pelánková, B., Chytrý, M., Jankovská, V., Pokorný, P. and Petr, L. (2008). Interpretation of the last-glacial vegetation of eastern-central Europe using modern analogues from southern Siberia. *Journal of Biogeography* 35: 2223–2236.

Landolt, E. (1977). *Ökologische zeigerwerte zur schweizer flora*, Stiftung Rübel.

Last, W. M., Smol, J. P. and Birks, H. J. B. eds. (2001). *Tracking environmental change using lake sediments*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Lauterbach, S., Brauer, A., Andersen, N., Danielopol, D. L., Dulski, P., Hüls, M., Milecka, K., Namiotko, T., Plessen, B., Grafenstein, U. V. and Participants, D. (2011). Multi-proxy evidence for early to mid-Holocene environmental and climatic changes in northeastern Poland: Early to mid-Holocene environmental and climatic changes, NE Poland. *Boreas* 40: 57–72.

Le Jeune, Y., Pastre, J.-F., Arcay, D., Aubry, L., Camerlynck, C., Confalonieri, J., Lanchon, Y., Vergnaud, D. and Vissac, C. (2005). Variabilité de l'enregistrement alluvial holocène ; l'exemple du méandre de la Haute-Île (vallée de la Marne, bassin parisien), premiers résultats. *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 16: 299–313.

Le Jeune, Y., Leroyer, C. and Pastre, J.-F. (2012). L'évolution holocène de la basse vallée de la Marne (Bassin parisien, France) entre influences climatiques et anthropiques. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 18: 459–476.

Lebreton, V., Thery-Parisot, I., Bouby, L., Chrzavzez, J., Delhon, C. and Ruas, M.-P. (2017). Archéobotanique et taphonomie. *TaphonomieS. Ouvrage Du Groupement de Recherches 3591 "Taphonomie, Environnement et Archéologie" CNRS-INEE*, Editions des archives contemporaines, Paris, pp.291–328.

Lefèvre, D., Heim, J., Gilot, E. and Mouthon, J. (1993). Evolution des environnements sédimentaires et biologiques à l'Holocène dans la plaine alluviale de la Meuse (Ardennes, France). Premiers résultats. *Quaternaire* 4: 17–30.

Leroyer, C., Barracand, G., Coussot, C., Werthe, E., Hulin, G., Jude, F., Leduc, C. and Allenet de Ribemont, G. (2017). Nouvelles données sur le paysage végétal de la moyenne vallée de l'Oise au subboréal : l'étude de la séquence organique de Thourotte(Oise, France). *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 471–489.

Limondin-Lozouet, N. (1998). Successions malacologiques du Tardiglaciaire weichsélien : Corrélations entre séries du Nord de la France et du Sud-Est de la Grande-Bretagne [Comparison of lateglacial molluscan successions from northern France and southeastern England]. *Quaternaire* 9: 217–225.

Limondin-Lozouet, N. and Antoine, P. (2001). Palaeoenvironmental changes inferred from malacofaunas in the Lateglacial and early Holocene fluvial sequence at Conty, northern France. *Boreas* 30: 148–164.

Limondin-Lozouet, N. (2002). Les mollusques continentaux. *Géologie de La Préhistoire : Méthodes, Techniques, Applications*, Presses Universitaires de Perpignan, Géopré, Paris, pp.773–784.

Limondin-Lozouet, N., Richard, H. and Vignot, A. (2002). Impact des oscillations climatiques du tardiglaciaire sur l'évolution des malacofaunes de fonds de vallée en Europe du Nord-Ouest. *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers Millénaires de l'ouest. Actes du colloque international de Besançon, Septembre 2000*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, pp.45–51.

Limondin-Lozouet, N., Gautier, A., Antoine, P., Bridault, A., Chaussé, C., Leroyer, C., Munaut, A.-V., Orth, P., Pastre, J.-F. and Ponel, P. (2004). Variabilité de l'impact climatique sur les biocénoses de milieux fluviaux à la transition Tardiglaciaire/Holocène dans le nord de la France. *L'Erosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement*, Table ronde en l'honneur du Professeur René Neboit-Guilhot. 25-26-27 mars 2004. Sous la direction de Philippe Allée et Laurent Lespez, Presses Universitaires Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand.

Little, D. P. (2014). A DNA mini-barcode for land plants. *Molecular Ecology Resources* 14: 437–446.

Losson B. (2004). *Karstification et capture de la Moselle (Lorraine, France) : vers une identification des interactions*. Mosella, Metz t. XXIX, n°12, Thèse de doctorat, Université de Metz.

Lowe, J. J., Birks, H. H., Brooks, S. J., Coope, G. R., Harkness, D. D., Mayle, F. E., Sheldrick, C., Turney, C. S. M. and Walker, M. J. C. (1999). The chronology of palaeoenvironmental changes during the Last Glacial-Holocene transition: towards an event stratigraphy for the British Isles. *Journal of the Geological Society* 156: 397–410.

Macaire, J. (1990). L'enregistrement du temps dans les dépôts fluviatiles superficiels. De la géodynamique à la chronostratigraphie. *Quaternaire* 1: 41–49.

Madgwick, G., Emson, D., Sayer, C. D., Willby, Nigel. J., Rose, N. L., Jackson, M. J. and Kelly, A. (2011). Centennial-scale changes to the aquatic vegetation structure of a shallow eutrophic lake and implications for restoration: Long-term macrophyte history of a shallow lake. *Freshwater Biology* 56: 2620–2636.

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: 65–79.

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: 1202–1212.

Magny, M. (2019). *Aux Racines de L'Anthropocène. Une crise écologique reflet d'une crise de l'Homme*, Editions Le Bord de l'eau.

Magny, M., Aalbersberg, G., Bégeot, C., Ruffaldi, P., Bossuet, G., Disnar, J., Heiri, O., Laggoundefarge, F., Mazier, F. and Millet, L. (2006). Environmental and climatic changes in the Jura mountains (eastern France) during the Lateglacial–Holocene transition: a multi-proxy record from Lake Lautrey. *Quaternary Science Reviews* 25: 414–445.

Magny, M. and Ruffaldi, P. (1995). Younger Dryas and early Holocene lake-level fluctuations in the Jura mountains, France. *Boreas* 24: 155–172.

Magyari, E., Jakab, G. and Sümegi, P. (2008). Holocene vegetation dynamics in the Bereg Plain, NE Hungary - the Báb-tava pollen and plant macrofossil record. *Acta GGM Debrecina Geology*, Debrecen, pp.33–50.

Malavoi, J.-R. (2004). *Etude géomoprhologique de la basse vallée du Doubs*, Syndicat mixte Saône et Doubs, Macon.

Manneville, O. (2006). *Le monde des tourbières et des marais*, Delachaux et Niestlé.

Mannion, A. M. (1986). Plant macrofossils and their significance in Quaternary palaeoecology: Part III: Applications: late glacial, postglacial and archaeological deposits. *Progress in Physical Geography*.

Marian, J. (2015). *Autrecourt-et-Pourron « Le Grand Narson » (Ardennes). Phases 1, 2, 3*, Cellule archéologique du Conseil départemental des Ardennes.

Marian, J. (2016). *Autrecourt-et-Pourron « Le Grand Narson » (Ardennes). Phase 4*, Cellule archéologique du Conseil départemental des Ardennes.

Marinval, P., Ruas, M. P. and Lambert, J. M. (1990). La carpologie: les fruits et les graines. Historique - Méthodologie. In S. Caisses (ed.), *Les Mystères de l'archéologie. Les Sciences à la recherche du Passé*, Presses Universitaires de Lyon, pp.90–93.

Marolle, C. (1989). I. Étude préliminaire des principales structures. Le village Michelsberg des Hautes Chanvières à Mairy (Ardennes). *Gallia Préhistoire* 31: 93–118.

Marrotte, R. R., Chmura, G. L. and Stone, P. A. (2012). The utility of Nymphaeaceae sclereids in paleoenvironmental research. *Review of Palaeobotany and Palynology* 169: 29–37.

Marston, R. A., Girel, J., Pautou, G., Piegay, H., Bravard, J.-P. and Arneson, C. (1995). Channel metamorphosis, floodplain disturbance, and vegetation development: Ain River, France. *Geomorphology* 13: 121–131.

Martín-Closas, C. and Gomez, B. (2004). Taphonomie des plantes et interprétations paléoécologiques. Une synthèse. *Geobios* 37: 65–88.

Martinetto, E., Bouvet, D., Vassio, E., Magni, P. and Jiménez-Mejías, P. (2014). A new protocol for the collection and cataloguing of reference material for the study of fossil Cyperaceae fruits: The Modern Carpological Collection. *Review of Palaeobotany and Palynology* 201: 56–74.

Martinetto, E. and Vassio, E. (2010). Reconstructing "Plant Community Scenarios" by means of palaeocarpological data from the CENOFITA database, with an example from the Ca' Viettone site (Pliocene, Northern Italy). *Quaternary International* 225: 25–36.

Mauquoy, D. and van Geel, B. (2013). Plant macrofossil methods and studies. In C. J. Mock (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science (Second Edition)*, Elsevier, Amsterdam, pp.637–656.

Mauquoy, D., Hughes, P. D. M. and van Geel B. (2010). A protocol for plant macrofossil analysis of peat deposits. *Mires and Peat* 7: 1–5.

May, L. and Spears, B. M. (2015). *Loch Leven: 40 years of scientific research: Understanding the links between pollution, climate change and ecological response*, Springer.

McQueen, R. (1969). Macroscopic Plant Remains in Recent Lake Sediments. *Tuatara* 17: 13–19.

Meylemans, E., Bogemans, F., Storme, A., Perdaen, Y., Verdurmen, I. and Deforce, K. (2013). Lateglacial and Holocene fluvial dynamics in the Lower Scheldt basin (N-Belgium) and their impact on the presence, detection and preservation potential of the archaeological record. *Quaternary International* 308–309: 148–161.

Mika, S., Hoyle, J., Kyle, G., Howell, T., Wolfenden, B., Ryder, D., Keating, D., Boulton, A., Brierley, G., Brooks, A. P., Fryirs, K., Leishman, M., Sanders, M., Arthington, A., Creese, R., Dahm, M., Miller, C., Pusey, B. and Spink, A. (2010). Inside the "Black Box" of River Restoration: Using Catchment History to Identify Disturbance and Response Mechanisms to Set Targets for Process-Based Restoration. *Ecology and Society* 15: 1–20.

Miras, Y., Lavrieux, M. and Florez, M. (2013). Holocene ecological trajectories in lake and wetland systems (Auvergne, France): a palaeoenvironmental contribution for a better assessment of ecosystem and land use's viability in management strategies. *Annali di Botanica* 3:.

Moore, P. D. (1991). *Pollen analysis*, 2nd ed., Blackwell Science, Oxford.

Moore, P. D. and Bellamy, D. J. (1974). *Peatlands*, Elek Science, London.

Muller, S. D., Miramont, C., Bruneton, H., Carré, M., Sottocornola, M., Court-Picon, M., de Beaulieu, J.-L., Nakagawa, T. and Schevin, P. (2012). A palaeoecological perspective for the conservation and restoration of wetland plant communities in the central French Alps, with particular emphasis on alder carr vegetation. *Review of Palaeobotany and Palynology* 171: 124–139.

Munaut, A.-V., Sommé, J. and Demolon, P. (1995). Tardiglaciaire (Alleröd) et Holocène ancien dans la vallée de la Scarpe à Douai (Nord de la France) [Late Glacial (Alleröd) and early Holocene in the Scarpe valley at Douai (Northern France)]. *Quaternaire* 6: 167–172.

Munaut, A.-V. (1998). Synthèse de l'évolution de la végétation au Tardiglaciaire et à l'Holocène. *Le Quaternaire de la vallée de la Somme et du littoral picard, Livret-Guide de l'excursion de l'AFEQ* 84–87.

Nathan, R. and Muller-Landau, H. C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution* 15: 278–285.

Naton, H.-G. (2011). Géoarchéologie préventive en Champagne-Ardenne. *Actes de La Journée Archéologique Régionale Champagne-Ardenne 2011*, pp.20–21.

Naton, H.-G., Boulen, M., Decocq, O. and Figueiral, I. (2003). *Etude paléo-environnementales sur la fouille TGV-Est n°15, "Liévaux", Dampierre-le-Château (Marne). (document final de synthèse)*, Service régional de l'archéologie, Châlons-en-Champagne.

Naton, H.-G., Boulen, M., Decocq, O. and figueiral, I. (2004). *Etudes paléoenvironnementales à Dampierre-le-Château (Marne), Bilan scientifique 2001*, Direction régionale des affaires culturelles Champagne-Ardenne, Service régional de l'archéologie.

Naton, H.-G., Cordier, S., Brou, L., Damblon, F., Frechen, M., Hauzeur, A., Le Brun-Ricalens, F. and Valotteau, F. (2009). Fluvial evolution of the Moselle valley in Luxembourg during late Pleistocene and Holocene: palaeoenvironment and human occupation. *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 20: 81–92.

Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (France) (2017). *Vers un 2e plan d'adaptation au changement climatique pour la France: enjeux et recommandations : rapport au Premier ministre et au Parlement*.

Odgaard, B. and Rasmussen, P. (2001). The occurrence of egg-cocoons of the leech Piscicola geometra (L.) in recent lake sediments and their relationship with remains of submerged macrophytes. *Fundamental and Applied Limnology* 152: 671–686.

Otten, S. P. M. (2013). Fluvial response of the river Maas to Lateglacial and Early Holocene climate and vegetation changes in Limburg, S- Netherlands, Master 2, Université de Géosciences d'Utrecht, the Netherlands.

Parducci, L., Matetovici, I., Fontana, S. L., Bennett, K. D., Suyama, Y., Haile, J., Kjaer, K. H., Larsen, N. K., Drouzas, A. D. and Willerslev, E. (2013). Molecular- and pollen-based vegetation analysis in lake sediments from central Scandinavia. *Molecular Ecology* 22: 3511–3524.

Parducci, L., Valiranta, M., Salonen, J. S., Ronkainen, T., Matetovici, I., Fontana, S. L., Eskola, T., Sarala, P. and Suyama, Y. (2014). Proxy comparison in ancient peat sediments: pollen, macrofossil and plant DNA. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370: 1–9.

Pastre, J. F., Fontugne, M., Kuzucuoglu, C., Leroyer, C., Limondin-Lozouet, N., Talon, M. and Tisnérat, N. (1997). L'évolution tardi - et postglaciaire des lits fluviaux au nord-est de Paris (France). Relations avec les données paléoenvironnementtales et l'impact anthropoique sur les versants. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 4: 291–302.

Pastre, J. F., Leroyer, C., Limondin-Lozouet, N., Chaussé, C., Fontugne, M., Gebhardt, A., Hatté, C. and Krier, V. (2000). Le Tardiglaciaire des fonds de vallée du Bassin Parisien (France) [The Late-Glacial from the Paris basin floodplains (France)]. *Quaternaire* 11: 107–122.

Pastre, J.-F., Limondin-Lozouet, N., Leroyer, C., Ponel, P. and Fontugne, M. (2003). River system evolution and environmental changes during the Lateglacial in the Paris Basin (France). *Quaternary Science Reviews* 22: 2177–2188.

Patmore, I. R., Sayer, C. D., Goldsmith, B., Davidson, T. A., Rawcliffe, R. and Salgado, J. (2014). Big Ben: a new wide-bore piston corer for multi-proxy palaeolimnology. *Journal of Paleolimnology* 51: 79–86.

Pawłowski, D., Kowalewski, G., Milecka, K., Płóciennik, M., Woszczyk, M., Zieliński, T., Okupny, D., Włodarski, W. and Forysiak, J. (2015a). A reconstruction of the palaeohydrological conditions of a flood-plain: a multi-proxy study from the Grabia River valley mire, central Poland. *Boreas* 44: 543–562.

Pawłowski, D., Płóciennik, M., Brooks, S. J., Luoto, T. P., Milecka, K., Nevalainen, L., Peyron, O., Self, A. and Zieliński, T. (2015b). A multiproxy study of Younger Dryas and Early Holocene climatic conditions from the Grabia River paleo-oxbow lake (central Poland). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 438: 34–50.

Payette, S. and Rochefort, L. (2001). *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*, Presses Université Laval.

Pedersen, M. W., Ginolhac, A., Orlando, L., Olsen, J., Andersen, K., Holm, J., Funder, S., Willerslev, E. and Kjær, K. H. (2013). A comparative study of ancient environmental DNA to pollen and macrofossils from lake sediments reveals taxonomic overlap and additional plant taxa. *Quaternary Science Reviews* 75: 161–168.

Pełechaty, M., Pukacz, A., Apolinarska, K., Pełechata, A. and Siepak, M. (2013). The significance of Chara vegetation in the precipitation of lacustrine calcium carbonate. *Sedimentology* 60: 1017–1035.

Petit, C., Camerlynck, C., Deweirdt, E., Durlet, C., Garcia, J.-P., Gauthier, E., Ollive, V., Richard, H. and Wahlen, P. (2006). Géoarchéologie du site antique de Molesme en vallée de Laigne (Côte-d'Or) : mise en évidence de l'impact anthropique sur la sédimentation alluviale. *Gallia* 63: 263–281.

Piana, J., Carcaud, N., Cyprien-Chouin, A.-L., Visset, L. and Leroy, D. (2009). Dynamique paysagère tardiglaciaire et holocène dans la vallée du Loir à Pezou (Loir-et-Cher) : développements méthodologiques et premiers résultats. *Norois. Environnement, aménagement, société* 73–88.

van der Plicht, J., van Geel, B., Bohncke, S. J. P., Bos, J. A. A., Blaauw, M., Speranza, A. O. M., Muscheler, R. and Björck, S. (2004). The Preboreal climate reversal and a subsequent solar-forced climate shift. *Journal of Quaternary Science* 19: 263–269.

Ponel, P. and Coope, G. R. (1990). Lateglacial and Early Flandrian Coleoptera from La Taphanel, Massif Central, France: Climatic and ecological implications. *Journal of Quaternary Science* 5: 235–249.

Ponel, P., Court-Picon, M., Badura, M., Guiter, F., de Beaulieu, J.-L., Andrieu-Ponel, V., Djamali, M., Leydet, M., Gandouin, E. and Buttler, A. (2011). Holocene history of Lac des Lauzons (2180 m a.s.l.), reconstructed from multiproxy analyses of Coleoptera, plant macroremains and pollen (Hautes-Alpes, France). *The Holocene* 21: 565–582.

Pons, A., Guiot, J., de Beaulieu, J. L. and Reille, M. (1992). Recent contributions to the climatology of the last glacial- interglacial cycle based on French pollen sequences. *Quaternary Science Reviews* 11: 439–448.

von Post, L. and Granlund, E. (1926). *Peat ressources in southern Sweden*, Stockholm.

Pradat, B. (2015). Le comptage des céréales et des légumineuses en carpologie : recensement des méthodes utilisées en France et essais comparatifs sur des assemblages archéobotaniques. *ArchéoSciences* 39: 51–68.

Prentice, S. V., Roe, H. M., Bennion, H., Sayer, C. D. and Salgado, J. (2017). Refining the palaeoecology of lacustrine testate amoebae: insights from a plant macrofossil record from a eutrophic Scottish lake. *Journal of Paleolimnology* 60: 189–207.

Prognon, F. et Lacquement, F. (2008). *Carte géologique harmonisée du département des Ardennes notice géologique. Rapport « final ».* BRGM/RP-56861-FR, 269 p., 8 fig., 4 tab., 2 pl.

Quinlan, R., Hall, R. I., Paterson, A. M., Cumming, B. F. and Smol, J. P. (2008). Long-term assessments of ecological effects of anthropogenic stressors on aquatic ecosystems from paleoecological analyses: challenges to perspectives of lake management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 65: 933–944.

Rabasté, Y. (2008). *Autrecourt et Pourron, « Le Pré du Roi », sondages archéologiques, du 26 mai au 20 juin 2008*, INRAP et SRA, Drac Champagne-Ardenne.

Rasmussen, P. and Anderson, J. (2005). Natural and Anthropogenic Forcing of Aquatic Macrophyte Development in a Shallow Danish Lake during the Last 7000 Years. *Journal of Biogeography* 32: 1993–2005.

Rasmussen, S. O., Andersen, K. K., Svensson, A. M., Steffensen, J. P., Vinther, B. M., Clausen, H. B., Siggaard-Andersen, M.-L., Johnsen, S. J., Larsen, L. B., Dahl-Jensen, D., Bigler, M., Röthlisberger, R., Fischer, H., Goto-Azuma, K., Hansson, M. E. and Ruth, U. (2006). A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination. *Journal of Geophysical Research* 111:.

Rasmussen, S. O., Bigler, M., Blockley, S. P., Blunier, T., Buchardt, S. L., Clausen, H. B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S. J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W. Z., Lowe, J. J., Pedro, J. B., Popp, T., Seierstad, I. K., Steffensen, J. P., Svensson, A. M., Vallelonga, P., Vinther, B. M., Walker, M. J. C., Wheatley, J. J. and Winstrup, M. (2014a). A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 106: 14–28.

Rasmussen, S. O., Birks, H. H., Blockley, S. P. E., Brauer, A., Hajdas, I., Hoek, W. Z., Lowe, J. J., Moreno, A., Renssen, H., Roche, D. M., Svensson, A. M., Valdes, P. and Walker, M. J. C. (2014b). Dating, synthesis, and interpretation of palaeoclimatic records of the Last Glacial cycle and model-data integration: advances by the INTIMATE (INTegration of Ice-core, MArine and TErrestrial records) COST Action ES0907. *Quaternary Science Reviews* 106: 1–13.

Rawlence, N. J., Lowe, D. J., Wood, J. R., Young, J. M., Churchman, G. J., Huang, Y.-T. and Cooper, A. (2014). Using palaeoenvironmental DNA to reconstruct past environments: progress and prospects: using palaeoenvironmental DNA to reconstruct past envrionments. *Journal of Quaternary Science* 29: 610–626.

Reille, M. (1992-1998). *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord*, Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, Marseille.

Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A. and Turney, C. S. M. (2013). INTCAL13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal. BP. *Radiocarbon* 55: 1869–1887.

Renssen, H. (2001). The climate in The Netherlands during the Younger Dryas and Preboreal: means and extremes obtained with an atmospheric general circulation model. *Netherlands Journal of Geosciences* 80: 19–30.

Renssen, H. and Isarin, R. F. B. (2001). The two major warming phases of the last deglaciation at ~14.7 and ~11.5 ka cal BP in Europe: climate reconstructions and AGCM experiments. *Global and Planetary Change* 30: 117–153.

Rettallack, G. (1981). Fossil soils Indicators of ancient terrestrial environments. In K. J. Niklas (ed.), *Paleobotany, Paleoecology and Evolution*, Praeger Publishers, New York, pp.55–103.

Richard, H. (1985). Un exemple de pollution anthropique dans les analyses polliniques : les habitats néolithiques du Grand lac de Clairvaux (Jura). In J. Renault-Miskovsky M. Bui-Thi and M. Girard (eds.), « Palynologie Archéologique », C.N.R.S., Notes et Monographies Techniques, pp.279–297.

Richard, H. (1990). Premiers résultats des analyses polliniques appliquées aux paléo-méandres de la Moselle. *Revue Géographique de l'Est* 30: 49–56.

Richard, H. (1991). Perception palynologique de l'évolution de la végétation riveraine des lacs jurassiens : réalité ou fiction ? Archéologie et Environnement Des Milieux Aquatiques. 116e Congrès National Des Sociétés Savantes, Chambéry, Editions du C.T.H.S., Paris, pp.149–159

Rösch, M., Kleinmann, A., Lechterbeck, J. and 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: 121–133.

Rose, F. (1989). *Colour Identification Guide to the Grasses, Sedges, Rushes and Ferns of the British Isles and North-Western Europe*, Viking.

Rostan, J. C., Amoros, C. and Juget, J. (1987). The organic content of the surficial sediment: a method for the study of ecosystems development in abandoned river channels. *Hydrobiologia* 148: 45–62.

Rousseau, D. D., Limondin, N., Magnin, F. and Puiss, gur J. J. (1994). Temperature oscillations over the last 10,000 years in western Europe estimated from terrestrial mollusc assemblages. *Boreas* 23: 66–73.

Rozoy, J.-G. (1978). Les derniers chasseurs. L'Epipaléolithique en France et en Belgique, Essai de synthèse. *Bulletin de la Société Archéologique Champenoise* 3 vol. 1256 pp.

Rozoy, J.-G. (1988a). Le Magdalénien supérieur de Roc-la-Tour I. *Helinium* XXVIII: 157–170.

Rozoy, J.-G. (1988b). Le Magdalénien supérieur de Roc-la-Tour I dans le contexte francobelgo-rhénan. In : *De la Loire à l'Oder, Les civilisations du Paléolithique final dans le Nord-Ouest européen*, Actes du colloque de Liège 1985. Britisch Archaeological Reports 444: 137–162.

Rozoy, J.-G. (1990a). Les plaquettes gravées magdaléniennes de Roc-la-Tour I. In : *L'art des objets au Paléolithique*, Actes du Colloque International de Foix, novembre 1987, Direction du Patrimoine, Paris, pp.261–293.

Rozoy, J.-G. (1990b). La Roche-à-Fépin et la limite entre l'Ardennien et le Tardenoisien. In P.-M. Vermeersch and P. van Peer (eds.) *Contributions to the Mesolithic in Europe. Papers Presented at the Fourth International Symposium "The Mesolithic in Europe*," Studia Praehistorica Belgica, Leuven, pp.413–422.

Rozoy, J.-G. (1993). Les derniers chasseurs à la Roche-à-Fépin. *L'Archéologie Ardennaise*, Bulletin du CARA 3 35–38.

Rozoy, J.-G. (1997). Séjour d'été en Ardenne des Magdaléniens du Bassin parisien. In A. Thévenin and A. Villes (eds.), *Le Paléolithique Supérieur de l'Est de La France : De l'Aurignacien à l'Ahrensbourgien*. Actes Du Colloque Interrégional Sur Le Paléolithique de Chaumont, Chaumont 17 -18 Septembre 1994, Mémoire de la Société archéologique champenoise, n° 13, supplément au bulletin n°2, pp.139–156.

Rozoy, C. and Rozoy, J.-G. (2003). Roc-La-Tour I, le site des Esprits: L'art du Magdalénien VI à Monthermé (Ardennes). *L'Anthropologie* 107: 501–531.

Rozoy, J.-G. and Rozoy, C. (2007). Gravures et abstraction: Les gravures non figuratives de Roc-la-Tour I, le schiste gravé des Beaux-Sarts et les progrès de l'abstraction durant la Préhistoire et l'Histoire. *L'Anthropologie* 111: 655–686.

Ruas, M.-P. and Marinval, P. (1991). Alimentation végétale et agriculture d'après les semences archéologiques (de 9 000 av. J.-C. au XVe siecle). In J. Guilaine (ed.), *Pour Une Archéologie Agraire : À La Croisée Des Sciences de l'homme et de La Nature*, Editions Armand Colin, Paris, pp.409–439.

Ruffaldi, P. (1994). Relationship between recent pollen spectra and current vegetation around the cerin peat bog (Ain, France). *Review of Palaeobotany and Palynology* 82: 97–112.

Ruffaldi P. (2000). Nouvelles données sur l'évolution du couvert végétal au Tardiglaciaire et au début de l'Holocène dans les zones de basse altitude de Lorraine. *Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise*, 19: 31-40.

Sacca, C. and Cubizolle, H. (2008). La patrimonialisation des zones humides: L'exemple de tourbières de l'Est de la France. *Géographie et cultures* 66: 11–26.

Salvador, P.-G., Berger, J.-F., Fontugne, M. and Gauthier, É. (2005). Etude des enregistrements sédimentaires holocènes des paléoméandres du Rhône dans le secteur des basses terres (Ain, Isère, France). *Quaternaire* 16: 315–327.

Sauty, C. (2007). L'Homme et la basse vallée du Doubs, Thèse de Doctorat en Archéologie, Université de Franche-Comté, Besançon.

Sayer, C., Roberts, N., Sadler, J., David, C. and Wade, P. M. (1999). Biodiversity changes in a shallow lake ecosystem: a multi-proxy palaeolimnological analysis. *Journal of Biogeography* 26: 97–114.

Schaal, C. (2000). Étude carpologique d'un village du Clairvaux ancien : la station 19 de Chalain (Jura, France), Mémoire de Maîtrise, Université de Franche-Comté, Besançon.

Schaal, C. and Pétrequin, P. (2016). Approche archéobotanique des villages N.M.B. de Clairvaux. In A.-M. Pétrequin and P. Pétrequin (eds.), *Les Sites Littoraux de Clairvaux (Jura) et Le Néolithique Moyen Bourguignon Volume II*, Presse Universitaires de Franche-Comté, Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Besançon, pp.1193–1277.

Schaal, C., Brun, O., Gauthier, E., Jamet, G., Naton, H.-G., Roseau, B., Ruffaldi, P. and Tegel, W. (2017). *Données paléoécologiques de la séquence holocène de la Meuse à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes).* Poster, XXIème colloque du GMPCA-Archéométrie, 18-21 avril 2017, Rennes

Schaal, C., Ruffaldi, P., Brun, O., Jamet, G., Gauthier, É. and Naton, H.-G. (à paraître). Paléoécologie des paysages anciens : approche carpologique de la séquence de fond de vallée de la Meuse à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). *Monographies d'archéologie méditerranéenne* 10.

Schloss, P. D., Westcott, S. L., Ryabin, T., Hall, J. R., Hartmann, M., Hollister, E. B., Lesniewski, R. A., Oakley, B. B., Parks, D. H., Robinson, C. J., Sahl, J. W., Stres, B., Thallinger, G. G., Horn, D. J. V. and Weber, C. F. (2009). Introducing mothur: Open-Source, Platform-Independent, Community-Supported Software for Describing and Comparing Microbial Communities. *Applied and Environmental Microbiology* 75: 7537–7541.

Schoch, W., Pawlik, B. and Schweingruber, F. (1988). *Macrorestes botaniques, atlas pour la détermination des graines fréquemment trouvées et écologiquement importantes*, Edition Haupt, Berne, Stuttgart.

Seddon, A. W., Mackay, A. W., Baker, A. G., Birks, H. J. B., Breman, E., Buck, C. E., Ellis, E. C., Froyd, C. A., Gill, J. L., Gillson, L., Johnson, E. A., Jones, V. J., Juggins, S., Macias-Fauria, M., Mills, K., Morris, J. L., Nogués-Bravo, D., Punyasena, S. W., Roland, T. P., Tanentzap, A. J., Willis, K. J., Aberhan, M., Asperen, E. N. van, Austin, W. E., Battarbee, R. W., Bhagwat, S., Belanger, C. L., Bennett, K. D., Birks, H. H., Ramsey, C. B., Brooks, S. J., Bruyn, M. de, Butler, P. G., Chambers, F. M., Clarke, S. J., Davies, A. L., Dearing, J. A., Ezard, T. H., Feurdean, A., Flower, R. J., Gell, P., Hausmann, S., Hogan, E. J., Hopkins, M. J., Jeffers, E. S., Korhola, A. A., Marchant, R., Kiefer, T., Lamentowicz, M., Larocque-Tobler, I., López-Merino, L., Liow, L. H., McGowan, S., Miller, J. H., Montoya, E., Morton, O., Nogué, S., Onoufriou, C., Boush, L. P., Rodriguez-Sanchez, F., Rose, N. L., Sayer, C. D., Shaw, H. E., Payne, R., Simpson, G., Sohar, K., Whitehouse, N. J., Williams, J. W. and Witkowski, A. (2014). Looking forward through the past: Identification of 50 priority research questions in palaeoecology. *Journal of Ecology* 102: 256–267.

van der Sloot, P., Court-Picon, M., Deforce, K., Goffette, Q., Marchal, J.-P., Pirson, S. and Spagna, P. (2014). Occupations mésolithiques et néolithiques sur le site du Trilogiport, à Hermalle-sous-Argenteau (Oupeye, B). Résultats préliminaires. *Notae Praehistoricae* 34: 65–95.

Smith, D. N., Fletcher, M., Head, K., Smith, W. and Howard, A. J. (2010). Environmental reconstruction of a later prehistoric palaeochannel record from Burrs Countryside Park, Bury, Greater Manchester. *Environmental Archaeology* 15: 16–31.

Souffi, B. (2013). Aux marges du Bassin parisien : les occupations mésolithiques du site de Rémilly-Les-Pothées « la culotte » (Ardennes). Données préliminaires. In : B. Valentin S. Griselin and L. Mevel (eds.), *Paléolithique final et Mésolithique dans Le Bassin parisien et ses marges. Habitats, sociétés et environnements*. Projet Collectif de Recherche. Rapport d'activités, pp.233–239.

Souffi, B., Guéret, C. and Leduc, C. (2018). Nouvelles données chrono-culturelles et palethnographiques sur le Mésolithique des VIIIe et VIe millénaires dans le Nord de la France. Le site de « la Culotte » à Remilly-les-Pothées (Ardennes, France). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 115: 531–565.

Soulié-Märsche, I., Benkaddour, A., Khiati, N. E., Gemayel, P. and Ramdani, M. (2008). Charophytes, indicateurs de paléobathymétrie du lac Tigalmamine (Moyen Atlas, Maroc). *Geobios* 41: 435–444.

Starkel, L. (2003). Younger Dryas–Preboreal transition documented in the fluvial environment of Polish rivers. *Global and Planetary Change* 35: 157–167.

Steiner, B. L., Antolín, F. and Jacomet, S. (2015). Testing of the consistency of the sieving (wash-over) process of waterlogged sediments by multiple operators. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2: 310–320.

Steiner, B. L., Antolín, F., Vach, W. and Jacomet, S. (2017). Subsampling of large-volume samples in waterlogged sediments. A time-saving strategy or a source of error? *Review of Palaeobotany and Palynology* 245: 10–27.

Steiner, B. L. (2018). Aspects of archaeobotanical methodology applied to the sediments of archaeological, Thèse de Doctorat, Universität Basel, Basel.

Steiner, B. L., Akeret, Ö., Antolín, F., Brombacher, C., Vandorpe, P. and Jacomet, S. (2018). Layers rich in aquatic and wetland plants within complex anthropogenic stratigraphies and their contribution to disentangling taphonomic processes. *Vegetation History and Archaeobotany* 27: 45–64.

Stockmarr, J. (1971). Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13: 615–621.

Sugita, S., Andersen, S. T., Gaillard, M. J., Mateus, J., Odgaard, B. V., Prentice, I. C. and Berglund, B. E. (1998a). Modelling and data analysis for the quantification of forest clearance signals in pollen records. In B. Frenzel (ed.), *Quantification of Land Surfaces Cleared of Forests during the Holocene - Modern Pollen/Vegetation/Landscape Relationships as an Aid to the Interpretation of Fossil Pollen Data*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Lübeck, Jena, Ulm, pp.125–131.

Sugita, S., Gaillard, M. J., Berglund, B. E., Frenzel, B. and Huckriede, U. (1998b). Modelling pollen representation of vegetation. In B. Frenzel (ed.), *Quantification of Land Surfaces Cleared of Forests during the Holocene - Modern Pollen/Vegetation/Landscape Relationships as an Aid to the Interpretation of Fossil Pollen Data*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Lübeck, Jena, Ulm, pp.1–16.

Szymczyk, A. (2012). Relations between assemblages of carpological remains and modern vegetation in a shallow reservoir in southern Poland. *Journal of Paleolimnology* 48: 503–516.

Szymczyk, A. (2016). Algal mats transport diaspores and carpological remains in shallow lakes. *Journal of Paleolimnology* 55: 303–317.

Tebbens, L. A., Veldkamp, A., Westerhoff, W. and Kroonenberg, S. B. (1999). Fluvial incision and channel downcutting as a response to Late-glacial and Early Holocene climate change: the lower reach of the River Meuse (Maas), The Netherlands. *Journal of Quaternary Science* 14: 17.

Terral, J.-F., Tabard, E., Bouby, L., Ivorra, S., Pastor, T., figueiral, I., Picq, S., Chevance, J.-B., Jung, C., Fabre, L., Tardy, C., Compan, M., Bacilieri, R., Lacombe, T. and This, P. (2010). Evolution and history of grapevine (Vitis vinifera) under domestication : new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany* 105: 443–455.

Teunissen, D. (1990). Palynologisch onderzoek in het oostelijk rivierengebiet. Een overzicht. *Katholieke Universiteit, Afdeling Biogeologie*.

Thiébault, S. (2010). *Archéologie environnementale de la France*, Éditions La Découverte, Paris.

Thioulouse, J., Chessel, D., Doledec, S. and Olivier, J.-M. (1997). ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and Computing* 7: 75–83.

Thoms, M. C. (2003). Floodplain–river ecosystems: lateral connections and the implications of human interference. *Geomorphology* 56: 335–349.

Thomsen, P. F. and Willerslev, E. (2015). Environmental DNA – An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation* 183: 4–18.

Tiffney, B. H. (1990). The Collection and Study of Dispersed Angiosperm Fruits and Seeds. *PALAIOS* 5: 499–519.

Tockner, K., Pusch, M., Brochardt, D. and Lorang, M. S. (2010). Multiple stressors in coupled river–floodplain ecosystems. *Freshwater Biology* 55: 135–151.

Tomlinson, P. R. (1985). Use of vegetative remains in the identification of dyeplants from waterlogged 9th-10th century AD deposits at York. *Journal of Archaeological Science* 12: 269–283.

Troëls-Smith, J. (1955). Karakterisering af lose jordater. Characterisation of Unconsolidated Sediments. *Danmarks Geologiske Undersõgelse* 3: 39–73.

Turner, F., Tolksdorf, J. F., Viehberg, F., Schwalb, A., Kaiser, K., Bittmann, F., von Bramann, U., Pott, R., Staesche, U., Breest, K. and Veil, S. (2013). Lateglacial/early Holocene fluvial reactions of the Jeetzel river (Elbe valley, northern Germany) to abrupt climatic and environmental changes. *Quaternary Science Reviews* 60: 91–109.

Vandenberghe, J., Kasse, C., Bohncke, S. and Kozarski, S. (1994). Climate-related river activity at the Weichselian-Holocene transition: a comparative study of the Warta and Maas rivers. *Terra Nova* 6: 476–485.

Vanmoerkerke, J. (2000). *Autrecourt et Pourron, « Le Pré du Roi », sondages archéologiques, du 16 au 20 aout 1999, rapport de sondages archéologiques*, SRA, Drac Champagne-Ardenne.

Vannière, B., Bossuet, G. and Gauthier, E. (2000). Susceptibilité magnétique et indices polliniques, marqueurs de l'impact anthropique et de la dynamique fluviale dans la basse vallée du Doubs (Jura, France) entre le Ier et le VIIIe siècles après J.-C. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science* 331: 203–210.

Vassio, E. and Martinetto, E. (2012). Biases in the frequency of fruits and seeds in modern fluvial sediments in Northwestern Italy: the key to interpreting analogous fossil assemblges. *PALAIOS* 27: 779–797.

van der Veen, M. (1992). *Crop husbandry regimes. An Archaeobotanical Study of Farming in northern England 1000 BC - AD 500*, J. R. Collis Publications, University of Scheffield, Sheffield.

Verneaux, J., Vidonne, A., Remy, F. and Guyard, A. (1991). Particules organiques et rapport C/N des sédiments des lacs du Jura. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 27: 175–190.

Vigreux, T., Aoustin, D. and Flotté, P. (2011). Enregistrement sédimentaire et environnement Holocène de la plaine alluviale du Giessen (Scherwiller, Bas-Rhin, Alsace). *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 129–145.

Villaret-von Rochow, M. (1967). Frucht- und Samenreste aus der neolithischen Station Seeberg, Burgäschisee-Süd. 4, Chronologie und Umwelt. *Acta Bernensia II* 4: 21–64.

Wainman, N. and Mathewes, R. W. (1990). Distribution of plant macroremains in surface sediments of Marion Lake, southwestern British Columbia. *Canadian Journal of Botany* 68: 364–373.

Walker, M. J. C., Bohncke, S. J. P., Coope, G. R., O'Connell, M., Usinger, H. and Verbruggen, C. (1994). The Devensian/Weichselian Late-glacial in northwest-Europe (Ireland, Britain, north Belgium, The Netherlands, northwest Germany). *Journal of Quaternary Science* 9: 109–118.

Walker, M. J. C., Coope, G. R., Sheldrick, C., Turney, C. S. M., Lowe, J. J., Blockley, S. P. E. and Harkness, D. D. (2003). Devensian Lateglacial environmental changes in Britain: a multi-proxy environmental record from Llanilid, South Wales, UK. *Quaternary Science Reviews* 22: 475–520.

Wardenaar, E. C. P. (1987). New hand tool for cutting peat profiles. *Canadian journal of botany - Journal canadien de botanique*.

Wasylikowa, K. (1986). Analysis of fossil fruits and seeds. *Handbook of Holocene Palaeoecologie and Palaeohydrology*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, New York, pp.571–590.

Welter-Schultes, F. W. (2012). *European non marine molluscs, a guide for species identification de welter schultes f - AbeBooks*, Planet Poster Editions, Göttingen.

Weisrock, A. (2010). L'incision des vallées : une question de temps ? Incised valleys: a question of time? Das Einschneiden der Täler : eine Frage der Zeit ? *Revue Géographique de l'Est* 42: 1-11.

West, R. G., Andrew, R., Pettit, M. (1993). Taphonomy of Plant Remains on Floodplains of Tundra Rivers, Present and Pleistocene. *New Phytologist* 123: 203–221.

Williams, C. J. (2011). A Paleoecological Perspective on Wetland Restoration. In B. A. LePage (ed.), *Wetlands*, Springer Netherlands, Dordrecht, pp.67–91.

Woelders, L., Bos, J. A. A., de Kort, J.-W. and Hoek, W. Z. (2016). Early Holocene environmental change and the presence of Mesolithic people in the Tungelroyse Beek valley near Mildert, the Netherlands. *Vegetation History and Archaeobotany* 25: 177–189.

Wolfe, B. B., Karst-Riddoch, T. L., Vardy, S. R., Falcone, M. D., Hall, R. I. and Edwards, T. W. D. (2005). Impacts of climate and river flooding on the hydro-ecology of a floodplain basin, Peace-Athabasca Delta, Canada since A.D. 1700. *Quaternary Research* 64: 147–162.

van Zeist, W. and Casparie, W. A. (1974). Niederwil, a palaeobotanical study of a swiss neolithic lake shore settlement. *Geologie en Mijnbouw* 53: 415–428.

Zhao, Y., Sayer, C. D., Birks, H. H., Hughes, M. and Peglar, S. M. (2006). Spatial Representation of Aquatic Vegetation by Macrofossils and Pollen in a Small and Shallow Lake. *Journal of Paleolimnology* 35: 335–350.

Zimmermann, H. H., Raschke, E., Epp, L. S., Stoof-Leichsenring, K. R., Schwamborn, G., Schirrmeister, L., Overduin, P. P. and Herzschuh, U. (2016). Sedimentary ancient DNA and pollen reveal the composition of plant organic matter in Late Quaternary permafrost sediments of the Buor Khaya Peninsula (north-eastern Siberia). *Biogeosciences Discussions* 1–50.

Zimmermann, H., Raschke, E., Epp, L., Stoof-Leichsenring, K., Schirrmeister, L., Schwamborn, G. and Herzschuh, U. (2017). The History of Tree and Shrub Taxa on Bol'shoy Lyakhovsky Island (New Siberian Archipelago) since the Last Interglacial Uncovered by Sedimentary Ancient DNA and Pollen Data. *Genes* 8: 273.

Zuidhoff, F. S. and Bos, J. A. A. (2017). Sedimentation and vegetation history of a buried Meuse terrace during the Holocene in relation to the human occupation history (Limburg, the Netherlands). *Netherlands Journal of Geosciences* 96: 131–163.



Fallopia convolvulus en bord de rivière, Normandie. C. Schaal, 2017

TABLES DE RÉFÉRENCES

TABLE DES FIGURES

Figure 1 Exemple de contexte lacustre néolithique. Reconstitution de maisons sur pilotis (3000 av. J.-C.) aux bords du lac de Chalain dans le Jura. Elles ont été reconstituées d'après des données de fouilles et des modèles ethnographiques du Bénin. O. Weller, 2018 27

Figure 2 Localisation géographique des principales recherches paléoenvironnementales en zones fluviales en France. A - France septentrionale (Somme, bassin parisien), B - Loire, C - Alsace, Bourgogne-Franche-Comté, D - Massif central et Rhône, E - Garonne, F - delta du Rhône 30

Figure 3 Localisation des principales zones d'études en contexte fluvial en Europe de l'Ouest 31

Figure 4 Localisation des zones d'études dans les vallées du Doubs, de la Loue et de l'Ain. C. Schaal, 2016 32

Figure 5 Carte des localisations des opérations archéologiques de Mairyu et d'Autrecourt-et-Pourron sur fond de carte IGN. M. Lejay, H.-G. Naton et C. Schaal, 2019..... 33

Figure 6 Coupe 3 du sondage 6 b, Autrecourt-et-Pourron, Ardennes. H.G. Naton, 2012 34

Figure 7 Tri et identification à l'aide d'un stéréomicroscope. C. Schaal, 2006 35

Figure 8 Organigramme de la démarche méthodologique et des produits de l'analyse paléocarpologique (colonne centrale en noir), les équipements et informations contributives (colonne de gauche en bleu), des potentielles sources d'erreurs (colonne de droite en vert) Modification et ajout C. Schaal 2019 à partir de H. Birks 2001, 2017 37

Figure 9 Exemples théoriques d'associations des espèces végétales en fonction de l'anthropisation des milieux. C. Schaal, 2000..... 38

Figure 10 Les plaines alluviales sont des écosystèmes qui concentrent les activités humaines. Corvol-l'orgueuilleux, Le pont sur la rivière, éditeur Barrat, Photographe Varsy, début 20e siècle 47

Figure 11 Localisation des tronçons étudiés de rivières indiqués par des rectangles (a) et des cartes des zones humides étudiées dans leur plaine d'inondation respective (b) CHEM: Chemillère, CDC: Champs des creux, VER: la Verne, CLO: le Clos, BAR: Baraquier, GRI: les Grimonts, BING: le bras des Inglats, MER: Mératon, LON: Longepierre, CHA: Charrette, VILM: Villette amont, ALB: Albarine, LUIE: Luizard Est, LUI: Luizard, SBR: Sous-Bresse. Q. Cuenot, et C. Schaal, 2019 51

Figure 12 Gauche : carottier d'interface Küllenger ; droite : carotte de sédiment. Q. Cuenot et C. Schaal, 2017 52

Figure 13 Extrait du listing homogène des taxons et des groupements écologiques. Le listing complet peut être consulté en annexe (Annexe 10, page 310) 55

Figure 14 Analyse en Composantes Principales des abondances des grains de pollens. (Variables = taxons, observations = sites, données = abondance en nombre de grains/cm^3) 56

Figure 15 Analyse en Composantes Principales des abondances des macro-restes végétaux. (Variables = taxons, observations = sites, données = abondance en nombre de restes/cm^3) 57

Figure 16 Analyse en Composantes Principales des abondances des séquences ADN. (Variables = taxons, observations = sites, données = abondances des séquences/cm^3) 58

Figure 17 Analyse en Composantes Principales des relevés de la végétation humide (Variables = taxons floristique, observations = sites, données = moyenne des abondances selon Braun-Blanquet).. 60

Figure 18 Analyse Factorielle Multiple des trois bio-marqueurs du sédiment (pollens, macro-restes, ADN). Variables = taxons, observations = sites 60

Figure 19 Box-plot présentant la médiane, le maximum et le minimum du nombre de taxons identifiés de chaque site par les analyses génomique, carpologique, palynologique et floristique ainsi que la compilation sans redondance du total de taxons observés par les trois marqueurs du sédiment ensemble..... 63

Figure 20 Box-plot des abondances par marqueurs et groupement de végétation. Les concentrations sont en nombre de reste par cm^3 et les abondances de la flore correspondent à la moyenne des relevés par la méthode Braun-Blanquet. 63

Figure 21 Photographie aérienne du site de Mératon (MER-Doubs) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage 67

Figure 22 Photographie aérienne du site de Charette (CHA-Doubs) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage 67

Figure 23 Photographie aérienne du site de Grimonts (GRI-Doubs) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage 67

Figure 24 Photographie aérienne du site du Bras des Inglats(BING-Doubs) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage 68

Figure 25 Photographie aérienne du site de la Verne (VER-Loue) IGN 2019. Point rouge= zone de carottage 68

Figure 26 Schéma d'une dynamique théorique de comblement d'un chenal par la végétation. La chronologie est de haut en bas. http://sciencebitz.com/?page_id=41 71

Figure 27 (a) Localisation géographique du tronçon de la plaine alluviale où se situe le méandre du Mératon, (b) localisation du méandre dans la plaine alluviale. Q. Cuenot et C. Schaal, 2019 . . . 73

Figure 28 Carte synthétique des aménagements du cours d'eau. Direction départemental des territoires du Jura, 2015. 74

Figure 29 Plan cadastraux de 1859. Mairie Petit Noir (Jura) 75

Figure 30 Plan cadastraux de 1882. Mairie Petit Noir (Jura) 75

Figure 31 Localisation des carottage sur le méandre de Mératon, étoile rouge. Fond de carte IGN 76

Figure 32 Banc du spectromètre Geotek, Laboratoire Chrono-environnement CNRS UMR6249, Besançon 76

Figure 33 Photographie des carottes de sédiment et diagramme de corrélation de la susceptibilité magnétique. Q. Cuenot et C. Schaal, 2017 79

Figure 34 Modèle âge-profondeur selon les courbes du ^{137}Cs et ^{210}Pb. 1855, date de la déconnexion du méandre. 1963, essais nucléaires. 1986, catastrophe de Tchernobyl. 2014-2016, niveau de surface. 80

Figure 35 Rapport carbone sur azote (C/N) 81

Figure 36 Échelle de gauche : Courbe Potassium (K), Phosphore (P), échelle de droite Calcium (Ca), Analyse ICP optique (µg/g de sédiment sec) 81

Figure 37 Courbe granulométrique des sables, limons et argiles. 81

Figure 38 Diagramme chronologique des abondances (nb de restes / cm^3) par proxy (ADN, MR=Macro-reste, POL=Pollen) et groupes de végétation. C. Schaal, C. Bégeot, J. Oudot-Canaff et B. Valot, 2019 83

Figure 39 Diagramme pollinique du groupe des macrophytes en abondance (nb/cm^3). C. Bégeot, 2019 . . 84

Figure 40 Diagramme génétique du sédiment du groupe des macrophytes en abondance (nb/cm^3). J. Oudot-Canaff et B. Valot, 2019 84

Figure 41 Diagramme carpologique du groupe des macrophytes en abondance (nb/litre). C. Schaal, 2019 85

Figure 42 Diagramme pollinique du groupe des ripisylves en abondance (nb/cm^3). C. Bégeot, 2019 87

Figure 43 Diagramme génétique du sédiment du groupe des ripisylves en abondance (nb/cm^3) J. Oudot-Canaff et B. Valot, 2019 87

Figure 44 Diagramme carpologique du groupe des ripisylves en abondance (nb/litre). C. Schaal, 2019 87

Figure 45 Carte du méandre de Mératon 1828. Mairie Petit-Noir (Jura) 88

Figure 46 Carte du méandre de Mératon 1848. Mairie Petit-Noir (Jura) 89

Figure 47 Plan cadastral de 1897, Mairie Petit-Noir (Jura)..... 90

Figure 48 Photographies aériennes du méandre de Mératon (Petit Noir, Jura) de 1940, 1953 et 1978. IGN-Géoportail..... 90

Figure 49 *Nuphar lutea*, Mératon (Petit-Noir, Jura). E. Chiapponi, 2019..... 91

Figure 50 *Nymphea alba*, Mératon (Petit-Noir, Jura). E. Chiapponi, 2019 91

Figure 51 Photographies aériennes datées de gauche à droite de 1996, 2001 et 2017. IGN-Géoportail..... 92

Figure 52 Coupe stratigraphique et localisation des prélèvements carpologiques. C. Schaal, G. Jamet, H.-G. Naton, 2019..... 96

Figure 53 ACP sur les variables taphonomiques. Les couleurs des points correspondent aux unités stratigraphiques. Les chiffres correspondent aux profondeurs des échantillons. Les plages de couleurs correspondent au cluster de l'analyse des correspondances. Les flèches correspondent aux variables définissant l'état de conservation des macro-restes (nei : non-sclérifié entier intact, ned : non-sclérifié entier dégradé, mei : mixte entier intact, med : mixte entier dégradé, sei : sclérifié entier intact, sed : sclérifié entier dégradé, sfi : sclérifié fragmenté intact)..... 100

Figure 54 Akènes et utricules de *Carex* sp. Autrecourt-et-Pourron. C. Schaal, 2017..... 101

Figure 55 Localisation de la région des Ardennes (France) 111

Figure 56 Carte géologique. Département des Ardennes en contour orange. H.G. Naton, 2019 d'après IGN 112

Figure 57 Diagramme climatique des précipitations et températures annuelles à Autrecourt-et-Pourron en 2018. Climate data 2019..... 115

Figure 58 Carte d'occupation des sols en région. R. Henriet et A. Hannequin, 2018..... 116

Figure 59 Carte postale ancienne du site de Roc-la-Tour. 117

Figure 60 Roc-la-Tour I, vues du site et plaquettes gravées, © Musée de l'Ardenne Charleville-Mézièress 118

Figure 61 Haches polies de la culture Michelsberg du site les Hautes Chanvières de Mairy, exposé au Musée de l'Ardenne. ©G. Garitan..... 119

Figure 62 Armature à retouche couvrante de type feuille de Gui, Remilly-les-Pothées (Ardennes). Fin du Mésolithique moyen (7000-6700 BC). © B. Souffi, Inrap, 2012..... 119

Figure 63 Altimétrie du secteur d'Autrecourt-et-Pourron. IGN. C. Schaal, 2018 120

Figure 64 Localisation des diagnostics et fouilles d'Autrecourt-et-Pourron. J. Marian, 2015..... 121

Figure 65 Création d'un battard d'eau en limite de fouille. H.G. Naton, 2012..... 124

Figure 66 Fouille mécanisée en larges sondages. H.G. Naton, 2012 124

Figure 67 Détail d'une feuille subfossile. H.G. Naton, 2012 124

Figure 68 Lot des carottes prélevés sur le site de Mératon. C. Schaal, 2017..... 125

Figure 69 Banc de découpe et emballage des deux parties de la carotte. C. Schaal, 2017 125

Figure 70 Abondance par litre de sédiment (échelle de gauche) et nombres de taxons (échelle de droite) calculés pour 14 échantillons issus de la couche sédimentaire datée de 2014-2017 du site de Mératon (Jura). En rouge=la moyenne des 14 échantillons. C. Schaal, 2017 126

Figure 71 Abondance par litre de sédiment (échelle de gauche) et nombres de taxons (échelle de droite) du site de Mératon (Jura). En dégradé, le gradient empirique de conservation. C. Schaal, 2017 128

Figure 72 Détail des niveaux organiques. H.-G. Naton, 2012 129

Figure 73 Prélèvements de sédiment en seaux, Autrecourt-et-Pourron, Ardennes. 0. Brun, 2012 129

Figure 74 Détail des prélèvements de sédiment. O. Brun 2012..... 129

Figure 75 Plan de localisation des sondages archéologiques à Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012..... 130

Figure 76 Fossé colmaté de la coupe 2 du sondage 3/5 d'Autrecourt-et-Pourron et localisation des rails de prélèvement palynologique. H.-G. Naton, 2012 132

Figure 77 Relevé stratigraphique de la coupe 2 sondage 3 d'Autrecourt-et-Pourron. H.-G. Naton et G. Jamet, 2016 133

Figure 78 Photographie de la coupe 3 du sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron. H.-G. Naton, 2012..... 134

Figure 79 Coupe 4 du sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron. H.-G. Naton, 2012..... 135

Figure 80 Coupe 7 du sondage 7 d'Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012 136

Figure 81 Relevé stratigraphique de la coupe 7 du sondage 7 d'Autrecourt-et-Pourron. H.-G. Naton et G. Jamet, 2016 137

Figure 82 Coupe 13 du sondage 10 d'Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012..... 138

Figure 83 Relevé stratigraphique de la coupe 13 du sondage 10 d'Autrecourt-et-Pourron. H.G. Naton et J. Jamet, 2016 139

Figure 84 Coupe 15 du sondage 9 d'Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012..... 140

Figure 85 Localisation of Mairy and Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). M. Lejay, H.G. Naton, C. Schaal, 2019 144

Figure 86 Stratigraphic survey of the section 3 borehole 6 Autrecourt-et-Pourron. Stratigraphic section 3 of hole 6 of Autrecourt-et-Pourron with NGF ribs. Yellow rectangle = sediment sampling area..... 146

Figure 87 Age-depth model from the Autrecourt-et-Pourron 152

Figure 88 Diagram with grain size (%), organic carbon (%), charcoal (nb/l), carbonized seed (nb/l) and aquatic and terrestrial fauna (nb/l) data. Depth below ground level..... 155

Figure 89 Principal Component Analysis by stratigraphy and cluster based on carpological database. The numbers associated with the points correspond to the depths of the samples 156

Figure 90 Palynological diagram (%). Exageration curve x5..... 158

Figure 91 Carpological diagram with Abundance is number of rest by liter of sediment. Depth below ground level 160

Figure 92 Schéma interprétatif de l'évolution du paysage au cours du Préboréal à Autrecourt-et-Pourron 169

Figure 93 Sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron.Localisation de la zone de prélèvements de la coupe 3 et de la coupe 4. H.G. Naton, 2012 170

Figure 94 Coupe 4 Sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron, gauche = SO, droite = NE. H. G. Naton, 2012 170

Figure 95 Extrémité nord-est de la coupe 4 du sondage 6b, secteur ciblé pour l'étude. H.G. Naton, 2012 170

Figure 96 Relevé stratigraphique de la coupe 4 du sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron. H.G. Naton, G. Jamet, 2016 171

Figure 97 Tronc dégagé de sa gangue sédimentaire. H.G. Naton, 2012 172

Figure 98 Détail d'une empreinte, Autrecourt-et-Pourron. O. Brun, 2012..... 172

Figure 99 Anatomie du pied d'un bovin, vue de côté et vue de dessous. A.Legrand et D. Guerin, pleinchamp.com..... 172

Figure 100 Stratigraphie de la coupe 4 du sondage 6 avec rail de prélèvement palynologique, Autrecourt-et-Pourron. H.G. Naton 2012 173

Figure 101 Diagramme carpologique par regroupement écologique, coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Effectifs en nombre de restes par litre de sédiment. Les échelles d'abondance sont indépendantes. La profondeur s'entend sous le niveau de sol actuel. C. Schaal, 2019..... 174

Figure 102 Diagramme carpologique du groupe des milieux humides détaillé par taxon. Coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Effectifs en nombre de restes par litre de sédiment. Les échelles d'abondance sont indépendantes. C. Schaal, 2019..... 175

Figure 103 Diagramme carpologique du groupe des milieux terrestres détaillé par taxon. Coupe 4 d'Autrecourt-et-Pourron. Effectifs en nombre de restes par litre de sédiment. Les échelles d'abondance sont indépendantes. C. Schaal, 2019 175

Figure 104 Diagramme pollinique simplifié de la séquence de la coupe 4, exprimé en pourcentages des différents taxons identifiés et selon une échelle stratigraphique (en cm), les courbes d'exagération correspondent à un facteur multiplicateur de 5. P. Ruffaldi, 2019 177

Figure 105 Haut : mise en place du carottier Wardennar, milieu : ouverture du carottier et pain de sédiment prélevé, bas : transfert du sédiment dans la boîte en bois de transport et de stockage. C. Schaal, 2016 185

Figure 106 Bras-mort du Mératon (Jura). C.Schaal 2019 186

Figure 107 Plateforme et carottier d'interface. C. Schaal, 2019 186

Figure 108 Akènes de *Carex* tricarpelles. C. Schaal, 2009 187

Figure 109 Exemple de macrorestes indéterminé de type fleur. C. Schaal, 2011 188

Figure 110 *Phragmites australis*, Chalain (Jura). C. Schaal, 2002 189

Figure 111 Graine de *Betula pendula*. C. Schaal, 2002 192

Figure 112 Fleurs et graines d'*Agrimonia eupatoria*. C. Schaal, 2009 192

Figure 113 Graines de *Linum usitiatissimum*, Autrecourt-et-Pourron (Ardennes). C. Schaal, 2016 196

Figure 114 Planche *Linum usitatissimum.* Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz. Otto Wilhelm Thomé 1885 196

Figure 115 Schéma de l'évolution d'une rivière en tresse à une rivière à chenal unique méandriforme incisant les sédiments.W A. Weisrock, 2010 197

Figure 116 Forages, tourbière de la Beuffarde, Jura. B. Dietre, 22 mai 2017 208

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 Tableau des sites sélectionnés pour l'étude 51

Tableau 2 Tableau des échantillons sélectionnés pour l'étude et leur corrélation chronologique à partir du modèle âge-profondeur 80

Tableau 3 Données de masse et volume de sédiment, abondance des restes et effectif des taxons pour les échantillons de Mératon (niveau de surface). C. Schaal, 2019 126

Tableau 4 Données de masse et volume de sédiment, abondance des restes et effectif des taxons pour les échantillons de Mératon. Les niveaux stratigraphiques sont présentés en chronologie. C. Schaal, 2019 127

Tableau 5 Tableau de l'ensemble des datations ^{14}C réalisées pour la fouille 2012 d'Autrecourt-et-Pourron 131

Tableau 6 Datations absolues de niveaux sédimentaires de la coupe 13. Poznan, 2016, Beta-analytic, 2018, W. Tegel, 2012 138

Tableau 7 Stratigraphy of the channel-fill sequence of Autrecourt-et-Pourron (trench 6) 151

Tableau 8 Table of ^{14}C data, Autrecourt-et-Pourron 153

Tableau 9 Tableau des datations ^{14}C de la coupe 4 du sondage 6 d'Autrecourt-et-Pourron, Laboratoire radiocarbone de Poznan 173

TABLE DES MATIÈRES

Résumé 11

Abstract 13

Remerciements 15

Introduction générale 21

1. Cadre thématique et conceptuel 23

1.1. Le potentiel des séquences sédimentaires fluviales 23

1.2. Reconstitution des communautés végétales en zones fluviales 25

2. Cadre physique, la paléoécologie en milieu fluvial 27

2.1. Carpologie : histoire de la discipline. Deux branches distinctes : l'archéobotanique et la paléobotanique 27

2.2. Paléoécologie des rivières et des fleuves, contextualisation 29

3. Projet de thèse, enjeux de la recherche et démarche méthodologique mise en œuvre . . . 32

3.1. Cadre et objectifs 32

3.1.1. Vallées du Doubs, de la Loue et de l'Ain 32

3.1.2. Vallée de la Meuse 33

3.2. Démarche scientifique 35

3.3. Organisation du manuscrit 39

Partie 1 - Méthode
Carpo-reste, un bio-marqueur de la végétation 43

1. Confrontation de trois marqueurs de végétation - carpo-restes, pollens et marqueurs moléculaires - pour identifier la végétation et comprendre le fonctionnement de bras déconnectés des rivières 47

1.1. Introduction 47

1.2. Zone d'étude 50

1.3. Matériel et méthodes 52

1.3.1. Méthode de prélèvement et de datation 52

1.3.2. Inventaires floristiques 52

1.3.3. Analyse palynologique 53

1.3.4. Analyse carpologique 53

1.3.5. Analyse génomique du sédiment 53

1.3.6. Analyse des données 54

1.4. Résultats 56

1.4.1. Palynologie . . . 56
1.4.2. Carpologie . . . 57
1.4.3. Génomique . . . 58
1.4.4. Relevés de végétation . . . 59
1.4.5. Ensemble des marqueurs . . . 59
1.4.6. Biodiversité . . . 62
1.4.7. Composition de la végétation humide . . . 62
1.5. Discussion . . . 64
1.5.1. Représentativité de la biodiversité et de la structure de la végétation . . . 64
1.5.2. Interprétations de la typologie des sites alluviaux à partir des marqueurs de végétation . . . 66
1.5.2.1. Les grands méandres . . . 66
1.5.2.2. Les bras de rivière en début d'atterrissement . . . 68
1.5.2.3. Les bras en fin d'atterrissement . . . 69
1.6. Conclusion . . . 69

2. Reconstitution de la dynamique de végétation d'un paléoméandre subactuel du Doubs à l'aide de marqueurs carpologiques, palynologiques et génétiques . . . 71
2.1. Introduction . . . 71
2.2. Site d'étude . . . 73
2.3. Matériel et Méthodes . . . 76
2.3.1. Échantillonnage des sédiments . . . 76
2.3.2. Méthode de datation . . . 76
2.3.3. Granulométrie et chimie du sédiment . . . 76
2.3.4. Analyses des bio-marqueurs végétaux . . . 77
2.3.5. Documents d'archives . . . 78
2.3.6. Traitements des données . . . 79
2.4. Résultats . . . 79
2.4.1. Spectrométrie, corrélation des carottes de sédiment . . . 79
2.4.2. Chronologie, modèle âge-profondeur . . . 80
2.4.3. Sédimentologie et chimie du sédiment . . . 81
2.4.4. Bio-marqueurs : abondance et richesse moyenne . . . 82
2.4.5. Groupements de végétation . . . 82
2.4.6. Les milieux humides . . . 83
2.4.7. Les ripisylves . . . 86
2.5. Discussion - Atterrissement d'un bras mort de Mératon pendant 160 ans . . . 88
2.5.1. Avant 1855 . . . 88
2.5.2. De 1855 à 1885 . . . 89
2.5.3. De1885 à 1995 . . . 89
2.5.4. Depuis les années 1995 . . . 91
2.6. Conclusion . . . 92

3. Taphonomie des carpo-restes en contexte fluvial . . . 93

3.1. Introduction 93
3.2. Matériel et méthodes 95
3.2.1. Zone d'étude 95
3.2.2. Analyses des macro-restes végétaux 97
3.3. Résultats 99
3.3.1. Généralités 99
3.3.2. Résultats de l'Analyse en composantes principales 99
3.3.3. Distribution des variables carpologiques 100
3.4. Discussion 101
3.4.1. Bonne conservation des niveaux profonds de la séquence 101
3.4.2. Conservation différentielle dans les niveaux tourbeux 102
3.4.3. Des niveaux sommitaux dégradés 103
3.5. Conclusion 103

Partie 2 - Résultats
Restitution paléoécologique à partir des comblements de paléochenaux de la Meuse française 107

1. Les Ardennes : contextes géologique, climatique et archéologique 111
1.1. Géologie, hydrologie 111
1.2. Climat et végétation actuels 115
1.2.1. Climat 115
1.2.2. Végétation 116
1.3. Contexte archéologique 117
1.3.1. Paléolithique 117
1.3.1.1. Paléolithique moyen 117
1.3.1.2. Paléolithique supérieur 117
1.3.2. Mésolithique 119
1.3.3. Néolithique 119

2. La zone d'étude d'Autrecourt-et-Pourron 120
2.1. Autrecourt-et-Pourron 120
2.2. Un secteur sous haute surveillance archéologique 121
2.2.1. Historique des opérations archéologiques 121
2.2.2. La fouille de 2012 123
2.3. Mise en œuvre d'un protocole de prélèvement novateur en milieu naturel 125
2.3.1. Exemple de la représentativité de l'information carpologique en fonction du volume de sédiment 125
2.3.2. La carpologique en zone naturelle : innovation méthodologique 129
2.4. Les paléochenaux étudiés 130
2.4.1. Coupe 2 132
2.4.2. Coupe 3 134

2.4.3. Coupe 4 . . . 135
2.4.4. Coupe 7 . . . 136
2.4.5. Coupe 13 . . . 138
2.4.6. Coupe 15 . . . 140

3. Palaeoecological response to the Early Holocene climatic changes: insight from an abandonned-channel sequence of the Meuse River at Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France) . . . 143

Abstract . . . 143
3.1. Introduction . . . 143
3.2. Materiel and methods . . . 148
3.2.1. Geochemical analyses and radiocarbon dating . . . 148
3.2.2. Palaeobotanical analysis . . . 148
3.2.3. Paleozoological analysis . . . 149
3.3. Results . . . 150
3.3.1. Litholostratigraphy . . . 150
3.3.2. Microfaunal data . . . 154
3.3.3. Carpological PCA . . . 156
3.3.4. Palaeobotanical data . . . 157
3.4. Discussion . . . 162
3.4.1. The end of the Late Glacial Period (12.900-11.700 cal. BP) . . . 162
3.4.2. Early Preboreal (11.700-11.400 cal. BP, LPAZ 1) . . . 163
3.4.3. A first Preboreal micro-oscillation (11.400-11.320 cal. BP, LPAZ 2) . . . 164
3.4.4. A second minor-oscillation? (11.320-11.100 cal. BP, LPAZ 3/4) . . . 165
3.4.5. The late Preboreal (11.100-10.700/10.600 cal. BP, LPAZ 5) . . . 166
3.4.6. The beginning of the Boreal period (10.700/10.600-10.200 cal. BP, LPAZ 6) . . . 167
3.5. Conclusion . . . 167

4. Focus sur la phase terminale du Préboréal à Autrecourt-et-Pourron . . . 170

4.1. Introduction . . . 170
4.2. Résultats de la séquence Préboréal récent de la coupe 4 . . . 174
4.2.1. Résultats carpologiques . . . 174
4.2.2. Résultats palynologiques . . . 176
4.3. Discussion . . . 178
4.4. Conclusion . . . 179

Partie 3 - Discussion
Apports de la carpologie en paléoécologie . . . 181

1. Des méthodes carpologiques innovantes pour les zones fluviales . . . 184

1.1. L'ajustement du volume prélevé . . . 184
1.2. Des méthodes de prélèvement à développer . . . 185

1.2.1. Multiplier les carottages 185
1.2.2. Le « Wardenaar » 185
1.2.3. Le carottier d'interface 186

2. Pourquoi intégrer la carpologie dans les études paléoenvironnementales en contexte fluvial ? 187
2.1. La carpologie, un outil précis pour l'interprétation de la biodiversité 187
2.1.1. Précision des identifications 187
2.1.2. Limites des identifications 188
2.2. Les macro-restes aquatiques : un marqueur essentiel des zones fluviales 189
2.2.1. Renfort de la carpologie pour l'interprétation des milieux humides 189
2.2.2. La taphonomie 190
2.3. La carpologie, un outil robuste pour analyser la végétation à l'échelle locale 191
2.3.1. Représentativité spatiale des carpo-restes 191
2.3.2. Dispersion des semences 192
2.4. Des macro-restes végétaux pour mieux comprendre la structuration des paysages alluviaux 193

3. La carpologie pour appréhender finement l'Histoire du climat et des biotopes du Préboréal dans le nord-est de la France 195
3.1. Préboréal ancien : un changement climatique important, l'impact sur les écosystèmes 195
3.2. Les micro-oscillations du Préboréal, des ajustements climatiques mieux perçus grâce à la carpologie 198
3.3. Préboréal récent : période de stabilité 200
3.4. Synthèse 200

Conclusion générale 203

1. La carpologie et les approches interdisciplinaires 205

2. L'émergence de nouvelles problématiques en carpologie 205

3. Perspectives : quels défis pour l'avenir ? 207

Bibliographie 213

Tables de références 239
Table des figures 240
Table des tableaux 246

Table des matières 248

Université Bourgogne Franche-Comté
UFR Sciences de l'Homme et de la Société
École doctorale Sociétés Espace Pratiques Temps 594
CNRS Laboratoire Chrono-environnement UMR 6249
GéoArchÉon Sarl

Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat
de l'Université Bourgogne Franche-Comté

Spécialité Archéologie mention Paléoécologie

Approche paléoécologique des paysages anciens en contexte fluvial L'apport de la carpologie

Présentée et soutenue par Caroline SCHAAL

Sous la direction de Émilie GAUTHIER et Henri-Georges NATON

Soutenance publique le 16 octobre 2019

Volume 2 - Annexes

Université Bourgogne Franche-Comté
UFR Sciences de l'Homme et de la Société
École doctorale Sociétés Espace Pratiques Temps 594
CNRS Laboratoire Chrono-environnement UMR 6249
GéoArchÉon Sarl

Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat
de l'Université Bourgogne-Franche-Comté

Spécialité Archéologie mention Paléoécologie

Approche paléoécologique des paysages anciens en contexte fluvial L'apport de la carpologie

Présentée et soutenue par Caroline SCHAAL

Sous la direction de Émilie GAUTHIER et Henri-Georges NATON

Soutenance publique le 16 octobre 2019

Volume 2 - Annexes



Capsule de fruit, *Populus* sp. C. Schaal, 2018

Table des annexes

Annexe 1 Article publié aux Nouvelles de l'Archéologie 2018. 259

Annexe 2 Arrêté de prescription du site d'Autrecourt-et-Pourron, « le Pré-du-Roi » (Ardennes, France) 265

Annexe 3 Projet Scientifique et Technique de la fouille préventive d'Autrecourt-et-Pourron. 276

Annexe 4 Fiche Dat@Osu 285

Annexe 5 Poster présenté au Colloque du GMPCA Rennes 2017 286

Annexe 6 Relevés de la végétation actuel - 15 sites - (C. Cuenot, G. Bornette) 287

Annexe 7 Listing palynologique actuel - 15 sites (C. Bégeot) 302

Annexe 8 Listing carpologique actuel - 15 sites (C. Schaal) 304

Annexe 9 Listing génétique du sédiment actuel - 15 sites (J. Oudot-Canaff, B. Valot). 305

Annexe 10 Listing homogène des taxons (C. Schaal, F. Gillet, C. Bégeot) 306

Annexe 11 Projet Zone Atelier Arc Jurassien (C. Schaal, G. Bornette) 309

Annexe 12 Article publié du VIe Colloque international du GHZH, Morvan 2018 310

Annexe 13 Listing palynologique Mératon (C. Bégeot) 320

Annexe 14 Listing carpologique Mératon (C. Schaal) 322

Annexe 15 Listing génétique du sédiment Mératon (J. Oudoff, B. Valot) 346

Annexe 16 Tableau des données carpologiques d'Autrecourt-et-Pourron Coupe 3, Sondage 6b + évaluation histologique et taphonomique 348

Annexe 17 Article soumis. Schaal. 12e Rencontres d'Archéobotanique 2017. 366

Annexe 18 Article publié Journée archéologique champenoise. Bulletin de la Société archéologique champenoise tome 112 - 2019 n°1. 378

Annexe 19 Tableau de données malacologiques d'Autrecourt-et-Pourron, Coupe 3, Sondage 6b (S. Granai) 382

Annexe 20 Tableau de données palynologiques d'Autrecourt coupe 3 (P. Ruffaldi). 383

Annexe 21 Listing des prélèvements de sédiments effectués lors de la fouille 2012 d'Autrecourt-et-Pourron (H.G. Naton, O. Brun) 384

Annexe 22 Tableau des données carpologiques de la Coupe 2, Sondage 3 d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal) 390

Annexe 23 Tableau des données carpologiques de la Coupe 13, Sondage 10 d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal) 392

Annexe 24 Tableau des données carpologiques de la Coupe 15, Sondage 9 d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal) 398

Annexe 25 Tableau des données carpologiques de la Coupe 4, Sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal) 400

Annexe 26 Tableau des données palynologiques de la coupe 4 d'Autrecourt (P. Ruffaldi). 406

Annexe 27 Article publié à la Société Botanique de France 2019. 407

Annexe 1 - Article publié aux Nouvelles de l'Archéologie 2018

Archéo-écologie des plaines alluviales de la Meuse en France et de la Moselle au Luxembourg

Olivier Brun[1], Henri-Georges Naton[2, 3], Caroline Schaal[2, 4], Guillaume Jamet[2, 5], Laurent Brou[6], Foni Le Brun-Ricalens[6]

Introduction

Comme d'autres types de zones humides, les plaines alluviales font l'objet d'aménagements intensifs (exploitation de granulats, barrages, stations d'épuration, bassins de rétention pour la gestion des risques hydrologiques, etc.) et sont au cœur de différentes problématiques archéologiques, notamment chronologiques et environnementales. L'exploitation des données conservées pour documenter le contexte paléo-environnemental et chronologique des occupations anthropiques reste souvent limitée, et elle est en général fonction de la problématique prescrite pour l'intervention. Hors des contextes archéologiques, les fonds de vallées possèdent pourtant un large potentiel heuristique encore sous-exploité, qui est à même de nous renseigner sur l'impact du climat et de l'anthropisation sur l'évolution de ces milieux.

Toutes les explorations peuvent faire, si l'on s'en donne les moyens, l'objet d'enregistrements de données permettant sur le long terme des synthèses plus ou moins complètes de l'histoire morpho-sédimentaire et paléoenvironnementale des fonds de vallée. Les archives paléoenvironnementales sont un patrimoine à part entière. La richesse de ces enregistrements ouvre des perspectives de recherche très importantes et la possibilité d'une restitution au grand public d'une histoire des paysages et des sociétés humaines sur des millénaires, à travers des ouvrages didactiques, des expositions ou des lieux dédiés.

Les plaines alluviales, par leur richesse écologique et leur histoire, sont de parfaits sujets de médiation culturelle pour la sensibilisation à la préservation de l'environnement. Deux exemples pris l'un en France dans le département des Ardennes, dans la vallée de la Meuse, l'autre au Grand-Duché de Luxembourg, dans la vallée de la Moselle, illustrent ce lien entre archéologie, histoire et nature.

Le potentiel des séquences sédimentaires fluviales « non anthropisées »

Bien que les fonds de vallée offrent de bonnes conditions de conservation et de lecture des événements morphosédimentaires (paléochenaux, etc.) et biologiques (fréquentations animales, activités humaines, restes végétaux, etc.), les fouilles dont ils font l'objet sont souvent circonscrites aux seules concentrations de structures anthropiques. Les données paléoenvironnementales sont, par conséquent, prises en compte pour documenter essentiellement les faits archéologiques faisant l'objet d'une prescription scientifique. La définition du cadre paléoenvironnemental est de ce fait contrainte par les apports ou les activités anthropiques qui peuvent altérer le signal environnemental ainsi que par une délimitation choisie en fonction de la seule approche archéologique, qui constitue ainsi un biais dans la sélection de l'échantillon. Les zones dépourvues d'éléments anthropiques tangibles (structure ou mobilier), ou bien seulement marquées par un bruit de fond, sont en général qualifiées de « hors sites » et ne font pas l'objet de fouilles, entraînant la destruction d'une importante documentation. Cependant, ces secteurs peuvent se révéler primordiaux dans la compréhension des évolutions paléoenvironnementales des fonds de vallée. Ils sont même parfois les seules sources d'informations qui nous permettent de reconstituer les milieux dans lesquels ont évolué les sociétés humaines et surtout de restituer les interactions entre ces dernières et leur environnement naturel (Thiébault 2010). Les fonds de vallée constituent les secteurs clés pour définir des modèles d'évolution diachronique concernant l'impact climatique et anthropique sur l'environnement, et inversement.

1. Cellule archéologique des Ardennes. Conseil départemental des Ardennes, Hôtel du Département, CS 20001, 08011 Charleville-Mézières cedex olivier.brun@cd08.fr
2. GéoArchEon. Géoarchéologie et paléoenvironnements : conseil, études et recherche, 30, rue de la Victoire, 55210 Viéville-sous-les-Côtes geoarcheon@geoarcheon.fr
3. Umr 7041 ArScAn « Archéologies et Sciences de l'Antiquité », Maison Archéologie & Ethnologie, René-Ginouvès. 21, allée de l'université, 92023 Nanterre cedex.
4. Université Bourgogne Franche-Comté, Cnrs, Umr 6249 Laboratoire Chrono-environnement, 16, Route de Gray, 25030 Besançon cedex Caroline.Schaal@univ-fcomte.fr
5. Umr 8591 LGP « Laboratoire de Géographie Physique », Environnements quaternaires et actuels, 1, place Aristide-Briand, 92195 Meudon cedex.
6. Cnra « Centre National de Recherche Archéologique » du Grand-Duché de Luxembourg, 241, rue de Luxembourg, L-8077 Bertrange laurent.brou@cnra.etat.lu Foni.LeBrun@cnra.etat.lu

Notre capacité à intégrer ces informations dépend également des possibilités d'accès aux archives sédimentaires. Longtemps, les études paléo-environnementales ont été conduites dans le cadre de recherches sur des secteurs hautement conservateurs mais inégalement répartis dans l'espace d'un bassin versant, comme les tourbières ou les lacs alpins (Brisset *et al.* 2015 ; Cupillard *et al.* 2015). Les études réalisées en zones fluviales sont plus rares et rarement menées dans le cadre de longs programmes : par exemple un seul article est disponible pour les Ardennes françaises (Lefèvre *et al.* 1993). La pratique du diagnostic préventif mécanisé révèle fréquemment des séquences sédimentaires à fort potentiel informatif auxquelles il permet d'accéder (Naton *et al.* 2003, 2004, 2009, 2011 ; Naton 2011). De telles séquences sédimentaires sont mises au jour non seulement dans des zones à potentiel connu mais également dans des pièges de faibles dimensions dont la localisation est imprévisible.

Le potentiel documentaire « hors site » des bassins versants de la Moselle et de la Meuse

Depuis les années 2000, nous avons été confrontés à de telles archives à plusieurs reprises et nous avons cherché à préciser leur potentiel heuristique et à tester les façons de les intégrer scientifiquement à une modélisation à large échelle de l'histoire humaine. Le matériel d'étude livré par ces séquences sédimentaires, en raison de sa fragilité, peut poser des problèmes de conservation et de traitement, sans oublier l'importance des budgets à déployer pour réaliser son étude.
L'expérience que nous avons acquise sur les bassins versants de la Moselle au Grand-Duché de Luxembourg et de la Meuse dans le département des Ardennes en France (fig. 1) est emblématique de la problématique du diagnostic « hors site » et de sa potentialité informative.

La vallée de la Meuse dans les Ardennes françaises : diagnostics et fouilles pour une histoire des paysages depuis la fin du Pléniglaciaire weichsélien

Nous avons eu la chance d'intervenir sur des secteurs « hors sites » classiques de la vallée de la Meuse dans le cadre de plusieurs diagnostics et d'une fouille (conseil départemental des Ardennes) à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France ; fig. 2). Dans ce dernier cas, le « hors site » est localisé sur la rive gauche du cours moyen de la Meuse ardennaise, à environ 6 km de sa confluence avec la rivière Chiers et à 4 km du site de Mairy, fouillé par Clément Marolle (Marolle 1989). Pour rappel, ce dernier est un des sites de référence pour le Néolithique et la protohistoire des Ardennes. Les études naturalistes pluridisciplinaires faites lors de ces fouilles sur deux paléochenaux (My87 et My90) ont permis de caractériser la dynamique des environnements sédimentaires et biologiques à la fin du Tardiglaciaire-Préboréal et au Subboréal/Subatlantique (Lefèvre *et al.* 1993). Les éléments obtenus lors des diagnostics archéologiques préalables à l'exploitation de graviers à Autrecourt-et-Pourron (Rabasté 2008 ; Vanmoerkerke 2000), et notamment la mise en évidence de systèmes de paléochenaux ainsi que la présence d'indices d'aménagements anthropiques, ont poussé, malgré la fugacité de ces derniers, à la prescription d'une fouille archéologique sur une zone réservée. En raison du rabattement de la nappe phréatique ainsi que de l'exploitation des graviers tout autour de la zone concernée, nous avons bénéficié de conditions idéales pour la mise en place d'un protocole d'échantillonnage à grands volumes. Les niveaux profonds ont pu être atteints et étudiés à pied sec, ce qui n'est souvent pas possible dans ce type de fond de vallée. Des sondages diagnostics ont également eu lieu en 2015 dans les parcelles proches, nous permettant des compléments d'observation et de prélèvements.

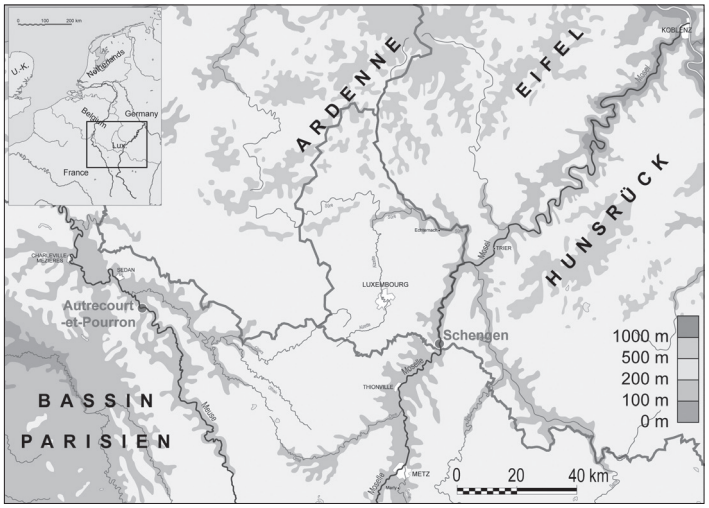


Fig. 1 – Carte de localisation des exemples présentés. © GéoArchEon. DAO Henri-Georges Naton.

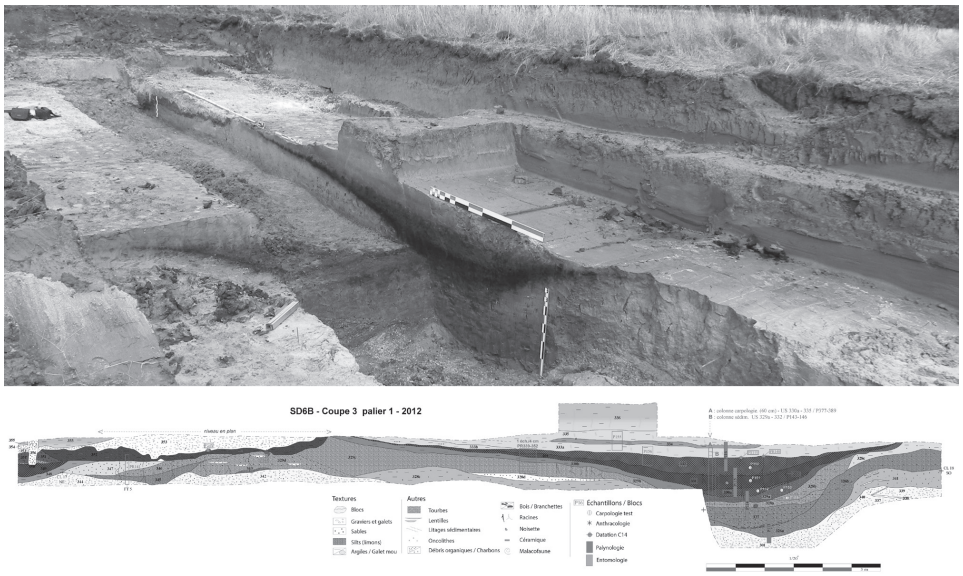


Fig. 2 – Autrecourt-et-Pourron (département des Ardennes, France), coupe d'un chenal. © GéoArchEon. DAO Henri-Georges Naton.

L'enregistrement pédo-sédimentaire rencontré présente une épaisse séquence fluvio-palustre (± 3 m), avec des niveaux organiques, datant de la fin du Tardiglaciaire au début de l'Holocène récent. Un travail transdisciplinaire qui repose sur des analyses morpho-stratigraphiques, palynologiques, carpologiques, entomologiques et malacologiques a été initié (fig. 2). Outre les colonnes sédimentaires pour la palynologie, des prélèvements de 10 à 20 litres de sédiments ont été effectués selon un pas d'échantillonnage de 5 cm. Cette stratégie d'échantillonnage permet de disposer de volumes de sédiments suffisants pour la mise en œuvre de l'ensemble des analyses paléoenvironnementales, en proposant une maille comparable pour l'ensemble des bio-marqueurs. Une thèse de doctorat en paléo-botanique portant sur la séquence est en cours (Schaal, en cours). Les investigations préliminaires en palynologie (P. Ruffaldi) et en carpologie ont révélé l'excellente conservation des restes végétaux qui détaillent, à l'échelle régionale et locale, le fonctionnement écologique de la zone humide au cours des douze derniers millénaires. Les premiers résultats mettent en évidence des variations significatives en relation avec les occupations anthropiques du territoire et, de ce fait, les impacts de celles-ci sur les écosystèmes (Schaal, en cours). Plus que du « hors site », les paléochenaux d'Autrecourt constituent des interfaces entre des problématiques archéologiques et paléoécologiques et leur étude promet des avancées novatrices dans la compréhension intégrée des socio-écosystèmes de la vallée de la Meuse. Dans les années à venir, leurs résultats pourront être diffusés auprès du public non expert, ce qui demeure une mission importante des chercheurs.

Le bassin versant de la Moselle au Luxembourg : 25 ans de diagnostics archéologiques pour une synthèse morphosédimentaire

Depuis la création du Centre national de recherche archéologique (CNRA) du Grand-Duché de Luxembourg en 2011, puis la mise en place en 2014 de procédures d'archéologie préventive dans le cadre des procédures d'aménagement du territoire, les données paléoenvironnementales potentielles sont prises en compte dans les prescriptions du CNRA (plaines alluviales, dépressions humides fermées, etc.).

Au Grand-Duché de Luxembourg, entre Schengen et Wellenstein, les formations grossières des nappes alluviales de la Moselle font l'objet d'une exploitation industrielle depuis les années 1950. D'abord modeste, elle s'est fortement mécanisée et intensifiée au cours des années 1970. À cette époque, l'archéologie était assez démunie et plusieurs sites furent détruits dont notamment une villa romaine. Le potentiel archéologique du bassin alluvial de la Moselle, principalement dans le secteur de Schengen-Schwebsange (bassin de Wintrange), a motivé le suivi systématique des ouvertures de gravières, notamment après la découverte en 1992 d'un site rubané dans le secteur de Schengen (Le Brun-Ricalens *et al.* 1994). Depuis cette date, tous les aménagements font l'objet d'un suivi et d'opérations d'archéologie préventive (Le Brun-Ricalens 2001 ; fig. 3), en excellente coopération avec la Sablière Hein, qui exploite les sables et graviers.

Plusieurs occupations humaines datées du Tardiglacaire au haut Moyen Âge ont été mises au jour au cours des dernières décennies dans ce secteur de la vallée. Les plus importantes sont le village du Néolithique ancien rubané (récent et final)

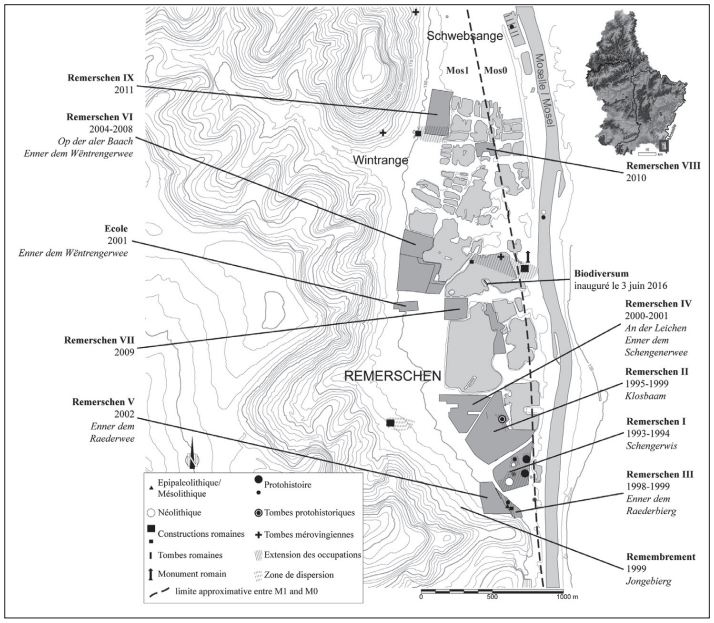


Fig. 1 – Carte du bassin de Schengen – Schwebsange, localisation des diagnostics, fouilles et des découvertes. © Luxembourg, CNRA. DAO Laurent Brou et Henri-Georges Naton.

de Remerschen-Schengerwis (Hauzeur & Jadin 1994 ; Hauzeur 2006), la nécropole du Bronze final de Remerschen-Klosbaam (Le Brun-Ricalens & Ruijter 1994 ; Nicolas & Le Brun-Ricalens 2010), l'occupation rurale de l'âge du fer de Remerschen-Schengerwis (Ruijter & Le Brun-Ricalens 1994) et l'occupation gallo-romaine de Remerschen-Enner dem Raederbierg (Le Brun-Ricalens 2001).

Les nombreuses parcelles explorées à proximité n'ont donné lieu à aucune découverte archéologique. Cependant, les préhistoriens chargés des diagnostics ont noté l'intérêt des séquences sédimentaires mises au jour dans ces « hors sites ». L'archéologie n'étant pas au rendez-vous, le temps disponible, avant destruction, a été consacré à la réalisation de coupes stratigraphiques et à la documentation des dépôts sédimentaires. Ces bribes accumulées pendant quinze ans et diverses analyses ont permis de mieux comprendre la géométrie des dépôts et de proposer un modèle d'évolution de ce secteur de la vallée de la Moselle, exposé dans un article de *Quaternaire* (Naton *et al.* 2009) et réactualisé pour un ouvrage consacré à la géoarchéologie (Cordier *et al.* 2014). La combinaison des résultats sédimentologiques, chronologiques, archéologiques et paléobotaniques nous a permis de proposer une reconstruction de l'évolution des occupations humaines et de leurs environnements dans le bassin de Wintrange depuis la fin du Pléistocène.

La médiation culturelle dans la vallée de la Moselle luxembourgeoise : le Centre nature et forêt Biodiversum

À l'instar de ce qui avait été réalisé dans les pays limitrophes, F. Le Brun-Ricalens, conservateur du service d'archéologie préhistorique du Musée national d'histoire et d'art de Luxembourg, a élaboré à la fin des années 1990 un projet de mise en valeur in situ des découvertes archéologiques et paléoenvironnementales. Ce projet, qui intégrait une restitution archéologique grandeur nature d'une maison du Néolithique ancien rubané dont le plan s'inspirait d'un exemple fouillé près de Schengen et un espace muséographique à fonction didactique, n'a pas pu se concrétiser pour diverses raisons. Parallèlement, les acteurs de la protection de la nature étaient dans une démarche analogue avec un projet de maison de la nature. Les plans d'eau artificiels et les roselières, créés après l'exploitation des gravières, sont en effet devenus avec le temps un milieu favorable à de nombreuses espèces des milieux aquatiques. Un secteur a été classé en 1998 en réserve naturelle nationale et en zone d'intérêt selon la directive « Oiseaux ». La réserve naturelle Haff Réimech, d'une superficie de 100 hectares, est classée site Natura 2000 et Ramsar (zones humides d'importance internationale). En 2008, un projet de bâtiment écologique, le Biodiversum, lancé par les services du ministère du Développement durable et des infrastructures, a permis de fédérer des projets initialement séparés.

Le centre nature et forêt Biodiversum, situé au carrefour des trois frontières, a été inauguré le 3 juin 2016 et abrite une double exposition : ornithologique, sur les 100 espèces d'oiseaux sédentaires et les 156 espèces migratrices qui





▲ Fig. 4. Biodiversum (Remerschen, Grand-Duché de Luxembourg). © Photo Christof Weber.

◀ Fig. 5. Biodiversum (Remerschen, Grand-Duché de Luxembourg), frise chronologique et maquettes. © Luxembourg, Cnra.

trouvent un abri dans la réserve naturelle ; archéologique, sur l'histoire de la vallée de la Moselle et de son peuplement humain (fig. 4 et 5).

Conclusion

À l'heure où les questions environnementales et la définition de mesures d'adaptation aux changements environnementaux deviennent fondamentales, le potentiel heuristique des données paléoenvironnementales acquises grâce aux opérations archéologiques intéresse bien d'autres disciplines scientifiques. Leurs études nourrissent notre connaissance des forçages externes, naturels ou anthropiques, et des changements environnementaux qu'ils impliquent (crues, phénomènes d'érosion, phénomènes d'assèchement, pollutions, etc.). Leurs résultats nourrissent des modèles prédictifs, permettent d'envisager des mesures et des pratiques à même de protéger les milieux fragiles et participent à la sensibilisation des publics jeunes et adultes aux questions environnementales et patrimoniales.

Bibliographie

Brisset E., Guiter F., Miramont C., Revell M., Anthony J. E., Delhon C., Arnaud F., Malet E. & Beaulieu J.-L. de, 2015. « Lateglacial/Holocene environmental changes in the Mediterranean Alps inferred from lacustrine sediments », *Quaternary Science Reviews*, 110 : 49-71.

Cordier S., Naton H.-G., Brou L., Harmand D., Moine O., Ruffaldi P., Brkojewitsch G. & Ollive V. 2014. « Les fonds de vallée dans le bassin de la Moselle (France, Luxembourg) : approche géoarchéologique », *in :* N. Carcaud & G. Arnaud-Fassetta (dir.), *La géoarchéologie française au xxi^e siècle*. Paris, CNRS Éditions.

Cupillard C., Magny M., Bocherens H., Bridault A., Begeot C., Bichet V., Bossuet G., Drucker D., Gauthier E., Jouannic G., Millet L., Richard H., Rius D., Ruffakdi P. & Walter-Simonnet A.-V. 2015. « Changes in ecosystems, climate and societies in the Jura Mountains between 40 and 8 ka cal BP », *Quaternary International*, 378 : 40-72.

Hauzeur A. 2006. *Le Rubané au Luxembourg : contribution à l'étude du Rubané du Nord-Ouest européen*. Luxembourg, musée national d'histoire et d'art (Études et recherches archéologiques de l'université de Liège, 114 ; Dossiers d'archéologie du Musée national d'histoire et d'art, 10).

Hauzeur A. & Jadin I., 1994, « Le village rubané de Remerschen-Schengerwis », *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 15 (1993) : 37-71.

Le Brun-Ricalens F. 2001, « Nécessité d'une politique au service de la protection du patrimoine archéologique luxembourgeois : chronique d'une destruction annoncée : l'exemple des nouvelles fouilles de sauvetage menées à Remerschen-"Enner dem Raederbierg" », *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 20-21 (1998-1999) : 185-195.

Le Brun-Ricalens F., Hauzeur A., Jadin I., Ruijter A. de, Spier F., Fechner K. et Langhor R. 1994, « Fouilles de sauvetage à Remerschen-Schengerwis : premier bilan à l'issue des campagnes 1993-1994 », *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 15 (1993) : 21-113.

Le Brun-Ricalens F. et Ruijter A. de. 1994, « Les tombes de l'âge du bronze final de Remerschen-Schengerwis », *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 15 (1993) : 73-76.

Lefèvre D., Heim J., Gilot E. et Mouthon J. 1993, « Évolution des environnements sédimentaires et biologiques à l'Holocène dans la plaine alluviale de la Meuse (Ardennes, France) : premiers résultats », *Quaternaire*, 4-1 : 17-30.

Marolle C. 1989, « Le village Michelsberg des Hautes Chanvières à Mairy (Ardennes) : 1. Étude préliminaire des principales structures », *Gallia préhistoire*, 31 : 93-118. www.persee.fr/doc/galip_0016-4127_1989_num_31_1_2267.

Naton H.-G. 2011. « Géoarchéologie préventive en Champagne-Ardenne », *in : Actes de la journée archéologique régionale Champagne-Ardennes 2011* : 20-21.

Naton H.-G., Boulen M., Decocq O. et Figueiral I. 2003. *Études paléo-environnementales sur la fouille TGV-Est n° 15, « Liévaux », Dampierre-le-Château (Marne).* Châlons-en-Champagne, direction régionale des affaires culturelles Champagne-Ardenne, service régional de l'archéologie (document final de synthèse).

Naton H.-G., Boulen M., Decocq O. et Figueiral I. 2004, « Études paléo-environnementales à Dampierre-le-Château (Marne) », *Bilan scientifique 2001*, direction régionale des affaires culturelles Champagne-Ardenne, service régional de l'archéologie : 185-187.

Naton H.-G., Boulen M., Decocq O. et Figueiral I. 2009. « Études paléo-environnementales à Dampierre-le-Château, Liévaux (Marne) », *in :* J. Vanmoerkerke (dir.), « Le bassin de la Vesle du Bronze final au Moyen Âge à travers les fouilles du TGV Est », *Bulletin de la Société archéologique champenoise*, 102-2 : 14-44.

Naton H.-G., Boulen M., Decocq O. et Figueiral I. 2011. *Nubécourt (Meuse) « Aux Villées », études paléoenvironnementales de la vallée de l'Aire*, rapport technique et d'expertise sous la direction de Karine Michel et Didier Lamotte.

Naton H.-G., Cordier S., Brou L., Damblon F., Frechen M., Hauzeur A., Le Brun-Ricalens F. et Valotteau F., avec Baes R., Dövener F. et Krier J. 2009, « Fluvial evolution of the Moselle valley in Luxembourg during Late Pleistocene and Holocene: palaeoenvironment and human occupation », *Quaternaire*, 20-1 : 81-92.

Nicolas T. et Le Brun-Ricalens F. 2010. « Une nécropole à incinération de l'âge du bronze final à Remerschen-"Klosbaam" (Grand-Duché de Luxembourg) : premiers résultats », *Empreintes, annuaire du musée national d'histoire et d'art*, 3 : 18-24. https://issuu.com/mnha/docs/empreintes_3_2010.

Rabasté Y. 2008. *Autrecourt-et-Pourron, « Le Pré du Roi » : sondages archéologiques, du 26 mai au 20 juin 2008.* Châlons-en-Champagne, direction régionale des affaires culturelles Champagne-Ardenne, service régional de l'archéologie, Institut national de recherches archéologiques préventives.

De Ruijter A. et Le Brun-Ricalens F. 1994. « L'occupation rurale de l'âge du Fer à Remerschen-Schengerwis », *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 15 (1993) : 77-91.

Schaal C. En cours. *Approche paléo-écologique des paysages anciens au cours de l'Holocène : l'apport de la carpologie*, thèse de doctorat de l'université Bourgogne Franche-Comté, sous la direction d'E. Gauthier (laboratoire Chrono-environnement, université Bourgogne Franche-Comté) et d'H.-G. Naton (GéoArchEon).

Thiébault S. 2010. *Archéologie environnementale de la France.* Paris, Éditions La Découverte (Coll. « Archéologies de la France »).

Vanmoerkerke J. 2000. *Autrecourt-et-Pourron, « Le Pré du Roi » : sondages archéologiques, du 16 au 20 août 1999.* Châlons-en-Champagne, direction régionale des affaires culturelles Champagne-Ardenne, service régional de l'archéologie, Institut national de recherches archéologiques préventives.

Annexe 2 - Arrêté de prescription du site d'Autrecourt-et-Pourron, « le Pré-du-Roi » (Ardennes, France)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DE LA RÉGION CHAMPAGNE-ARDENNE

Direction régionale des affaires culturelles
Service régional de l'archéologie

Arrêté n° 2008/396
6101

LE PREFET DE LA REGION CHAMPAGNE-ARDENNE, PREFET DE LA MARNE,

VU le code du patrimoine, notamment son livre V, titre II ;
VU le décret n° 2004-490 du 03 juin 2004 relatif aux procédures administratives et financières en matière d'archéologie préventive ;
VU le dossier de demande d'autorisation d'extension de carrière de matériaux alluvionnaire déposé par la SNC M.C.A. représentée par Pascal Urano, concernant le territoire de la commune de Autrecourt et Pourron (08), lieu-dit « Pré du Roi » section ZB parcelles 16, 17 et 81, reçu le 23/10/06 ;
VU le courrier n° SRA/06/DM/VD/004899 du 01/12/06, adressé par la DRAC-SRA à la SNC M.C.A susvisée concernant les modalités de mise en œuvre de l'opération d'archéologie préventive ;
VU la réponse formulée par la SNC M.C.A susvisée du 07/12/06, reçue par télécopie le même jour, concernant le projet précité et demandant une mise place du diagnostic archéologique en une seule phase sur la totalité de la zone, soit 160.317 m², après obtention de l'autorisation administrative d'exploiter cette installation ;
VU l'arrêté préfectoral n° 2006/443 du 18 décembre 2006 portant prescription du diagnostic archéologique du terrain précité ;
VU l'arrêté n° 2008/172 du 23 mai 2008 nommant Monsieur Yoann Rabasté responsable scientifique du diagnostic prescrit par l'arrêté n° 2006/443 du 18 décembre 2006 mentionné ci-dessus ;
VU le rapport de diagnostic réalisé en application de l'arrêté n° 2006/443 du 18 décembre 2006 précité transmis par l'Institut national de recherches archéologiques préventives et reçu le 15 septembre 2008 ;
VU l'avis consultatif de la Commission interrégionale de la recherche archéologique Est de la France - session de Novembre 2008 - donnant un avis favorable à la fouille projetée ;

CONSIDERANT que le diagnostic archéologique a révélé la présence, sur l'emprise du projet;
CONSIDERANT que, en raison de leur nature, de leur localisation et de leur importance, les travaux envisagés affecteront ces éléments du patrimoine archéologique ;
CONSIDERANT qu'il est nécessaire de sauvegarder les vestiges par la fouille et l'étude archéologique,

ARRÊTE

Article 1er : Une fouille préventive sera réalisée préalablement aux aménagements, ouvrages ou travaux précités portant sur le terrain sis en :

Région : Champagne Ardenne ;
Département : Ardennes
Commune : Autrecourt et Pourron ;
Lieux-dits et références cadastrales : « Pré du Roi », section ZB parcelles 16, 17 et 81 ;

Propriétaires : M.C.A. Chemin de Sury - BP 2 08013 Charleville Mezières (parcelles ZB 16 et 17) ; M. Michel DEBANT 6 rue de la vieille Meuse 08210 Autrecourt (parcelle ZB 81) ;

Emprise de la fouille (voir le plan annexé) : Mise en place de plusieurs locus d'études au sein d'une zone réservée de 15 000 m².

Article 2 : En application de l'article L .523-8 du code du patrimoine, la réalisation de l'opération de fouille archéologique incombe à la personne projetant d'exécuter les aménagements, ouvrages ou travaux ayant donné lieu au présent arrêté. Celle-ci fait appel pour sa mise en œuvre soit à l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives, soit, dès lors que sa compétence scientifique est garantie par un agrément délivré par l'État, à un service archéologique territorial ou de toute autre personne de droit public ou privé.

L'opération sera réalisée par l'opérateur agréé retenu conformément au cahier des charges scientifique annexé.

Article 3 : Le coût et les délais de la fouille d'archéologie préventive seront précisés dans un contrat, prévu dans l'article L.523-9 du code du patrimoine, entre l'opérateur agréé retenu et la personne projetant d'exécuter les travaux. Il devra, en outre, contenir un projet d'intervention précisant les modalités de mise en œuvre des prescriptions contenues dans le cahier des charges. Il sera soumis au contrôle de conformité de l'État qui autorisera la réalisation de l'opération de fouille et assurera une surveillance de son déroulement. La mise en œuvre de la fouille autorisée est toutefois subordonnée à la désignation, par arrêté du préfet de région, du responsable d'opération.

Article 4 : L'opérateur agréé retenu devra préalablement communiquer la date de début de l'intervention aux services de l'État compétents. Il les informera de tous les éléments techniques et scientifiques concernant le déroulement de l'opération lors de son exécution et leur assurera le plein accès au terrain, afin qu'ils puissent assurer leur mission de contrôle.

Article 5 : Le mobilier archéologique pourra donner lieu au partage prévu par L. 523-14 du code du patrimoine à l'issue de son étude scientifique. Celle-ci devra être transmise au service régional de l'archéologie au plus tard deux ans après l'achèvement de la phase de terrain de la fouille. La documentation afférente à l'opération sera remise à l'Etat.

Article 6 : Le Directeur régional des affaires culturelles est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera notifié à M.C.A. Chemin de Sury - BP 2 08013 Charleville Mezières, et à M. le Préfet du Département des Ardennes (DRIRE).

Fait à Châlons-en-Champagne, le 15 décembre 2008

Pour le Préfet de région et par délégation,
Pour le Directeur régional et par délégation,
Le conservateur régional de l'archéologie,

Yves Desfossés

Copies à :
☐ Gendarmerie ou Police urbaine
☐ Mairie(s)
☐ Préfecture de région (archivage)
☐ DRAC – SRA
☐ Préfecture(s) de département(s)
☐ Autorité compétente pour instruire la demande d'autorisation

2/10

Cahier des charges scientifiques d'une fouille archéologique

Commune Autrecourt et Pourron
« Pré du Roi »
section ZB parcelles 16, 17 et 81
arrêté n° 2008/XXX

PRESCRIPTIONS GENERALES

Les recherches sont effectuées sous la surveillance du conservateur régional de l'archéologie territorialement compétent, qui pourra imposer toutes prescriptions qu'il jugera utiles pour assurer le bon déroulement scientifique de l'opération ;

Le démarrage de l'opération sera notifié au conservateur régional de l'archéologie 15 jours auparavant. La phase préparatoire devant intégrer une rencontre entre le service régional de l'archéologie et le responsable d'opération, un rendez-vous sera pris par avance auprès du SRA ;

L'opération devra être réalisée conformément aux normes de sécurité en vigueur, définies en particulier par le décret n° 65-48 du 8 janvier 1965 pour les opérations terrestres et le décret 90-277 du 28 mars 1990 et ses arrêtés d'application pour les opérations subaquatiques ;

Le responsable scientifique de l'opération assurera une présence effective sur le terrain pour la durée totale de l'opération. Il tiendra régulièrement informé le conservateur régional de l'archéologie de ses travaux et découvertes. Il lui signalera immédiatement toute découverte importante de caractère mobilier ou immobilier et les mesures nécessaires à la conservation provisoire de ces vestiges devront être prises en accord avec lui. Il lui assurera ainsi qu'à ses collaborateurs le plein accès au terrain, afin qu'ils puissent assurer leur mission de contrôle ;

Phase terrain :

Afin d'assurer la conservation des niveaux archéologiques, seuls des engins sur chenilles accéderont au chantier. Le décapage sera réalisé à l'aide d'une pelle hydraulique avec chauffeur habilité et expérimenté pour ce type d'intervention. La pelle aura une puissance de 300 cv minimum et sera munie d'un godet à lame d'une largeur de 2,50 m afin de garantir un décapage et une lecture du sol optimaux.

De même avant toute intervention, le maître d'ouvrage devra, afin d'éviter toute dégradation, circonscrire la zone réservée à la fouille par l'installation d'un cordon de terre d'une hauteur minimum de 1 m, en prélevant la terre à l'extérieur de celle-ci.

PROBLEMATIQUE ET MODALITES D'INTERVENTION

1. DONNEES GENERALES

1.1 Situation et contexte archéologique

La carrière exploitée par la SNC MCA a fait l'objet de plusieurs campagne de diagnostics archéologiques, qui ont livré de nombreux éléments relatifs à l'évolution des paysages au sein de ce milieu spécifique qu'est la plaine alluviale de la Meuse.

La fouille à prescrire dans le cadre de l'exploitation de cette carrière de matériau alluvionnaire s'inscrit dans une problématique géoarchéologique au sens large à fort potentiel heuristique. En effet, le diagnostic réalisé sur les parcelles 16, 17 et 81 et qui ferait l'objet de cette fouille complémentaire fait suite au diagnostic réalisé en 1999 sur les parcelles occidentales voisines et qui avait déjà largement mis en évidence la richesse des données paléo-environementales et le potentiel archéologique de ce secteur du lit majeur de la Meuse (cf. rapport de sondages 1999, par Jan Vanmoerkerke, joint à l'avis). L'emprise sondée permet ainsi d'appréhender une superficie significative du lit majeur et sur une séquence sédimentaire et hydrologique dont le rythme est bien marqué. Cette zone représente par conséquent une opportunité relativement inédite de documenter l'histoire de l'évolution hydrologique de la Meuse et celle paléoécologique de son écosystème inféodé. C'est également une possibilité intéressante d'obtenir les informations climatiques qui lui sont liées. Ainsi, cette séquence alluvionnaire pourrait permettre de documenter en archive paléoécologique et archéologique, dans une moindre mesure, l'impact d'occupations humaines sur le milieu et inversement, en relation avec des occupations situées en aval ou en amont de cette opération.

Associé aux informations livrées par les précédentes opérations dans cette zone, le diagnostic réalisé en 2008 confirme la complexité de la dynamique alluviale de la Meuse, mais aussi la qualité des séquences présentes. Le potentiel climatologique des séquences sédimentaires mises en évidence dans les chenaux A et B, qui paraissent couvrir une bonne partie de l'holocène voire peut-être une partie du tardiglaciaire, est inédit dans cette zone particulièrement dense en sites et indices de sites archéologiques, allant de la Préhistoire jusqu'à la période romaine. Cette diachronie est en partie confirmée par la présence de mobilier archéologique comme de la céramique, des bois travaillés…

La présence importante de bois subfossiles conservés dans les différents horizons tourbeux stratifié, propice à différentes analyses chronologiques et paléoécologique, est également un élément fondateur de cette démarche.

Les premières analyses ponctuelles, effectuées dans la cadre des opérations de diagnostics de la zone et centrées essentiellement autour de la datation (C14 et dendrochronologie) des différents vestiges mis au jour, permettent tout de même d'apprécier tout l'intérêt des découvertes effectuées. Les premières datations obtenues sur les bois piégés dans les systèmes de chenaux semblent parfaitement s'accorder à la chronologie des occupations d'importants sites protohistoriques du secteur de la vallée de la Meuse, comme à Mairy et Vendresse.

Pour les systèmes de chenaux où sont projetés les investigations archéologiques situés au centre de la parcelle investie (dits « paléochenaux A et B), il semble que l'on se trouve au sein d'une séquence pouvant couvrir une grande partie de l'holocène, et qui s'achève durant la période gallo-romaine puisqu'un niveau argileux contenant du mobilier cette période semble sceller ces deux chenaux.

On a donc la possibilité de documenter finement des phases chronologiques où l'impact anthropique est important, voire décisif dans l'évolution du milieu écologique, mais de fait peu documenté en série de datations précises.

L'approche pédologique initiée lors du diagnostic permet également de déterminer la qualité des informations palynologiques et malacologiques attendues.

La méthode d'investigation envisagée est d'effectuer au sein de la zone prescrite une série de 8 à 10 sondages. Ceux-ci devront avoir une emprise au sol suffisante pour permettre de travailler en sécurité à la profondeur des horizons tourbeux et sédimentaires sus jacents à la grève (parfois jusqu'à plus de 5 m sous le sol actuel). L'observation de ces 8 à 10 sondages implantés à différents secteurs des paléochenaux A et B selon des problématiques hydro géologique et archéologique permettront de sélectionner 2 ou 3 séquences particulièrement riches en indicateurs paléo-écologiques et archéologiques qui feront l'objet d'une série de prélèvements et d'analyse en laboratoire permettant de développer les problématiques précitées.

1.2 Problématique particulière à Autrécourt

L'originalité du cas d'Autrécourt relève surtout d'une série de bois subfossiles, datés par dendrochronologie des 2e et 1er siècles avant notre ère. Ce constat, si on le place dans le cadre des grandes vallées des plaines de l'Europe centre-occidentale, apparaît complètement aberrant. En effet, pour l'âge du Fer, même si on ne sait pas forcément pourquoi, l'absence de bois subfossiles est avéré pour toute une série de rivières bien étudiées (Rhin, Moselle, Marne, Aube, Meuse, Seine, Escaut, etc.) : les rivières des grandes plaines n'ont pas déposé des arbres dans de nouveaux chenaux. C'est d'ailleurs une des raisons de la difficulté à constituer des référentiels dendrochronologiques pour cette phase et pour la plaine (la situation est différente en montagne). Les bois subfossiles de cette époque se comptent (avant la découverte d'Autrécourt) sur les doigts des deux mains (cf. figures jointes à l'avis).

On pourrait y voir une simple anomalie, si ce n'était que les phases représentées ressemblent étrangement aux phases représentées sur des sites archéologiques, comme Vendresse, Warcq, etc. De là, il n'est plus très osé de faire un lien entre les dates des phases de construction et celles des arbres subfossiles. Ce lien serait certes très indirect et son fonctionnement constituerait en soi un des premiers objectifs de la recherche. On pourrait ainsi imaginer que l'impact anthropique fort, avéré depuis le second siècle avant notre ère dans ce secteur des Ardennes, aurait eu une incidence sur le système de drainage des premiers plateaux entourant la vallée, ce qui aurait pu provoquer le creusement de nouveaux chenaux.

Par rapport à cela, il convient donc de multiplier la récupération de ces troncs « naturels », mais on ne peux pas en rester à cette simple accumulation. En effet, pour avancer réellement dans la compréhension de ce phénomène, il faudrait aussi, dans la vallée même, étudier les installations de l'homme, liées à la rivière. Elles sont certes partiellement effacées par les chenaux postérieurs, mais il importe de trouver des cas où le lien entre l'occupation humaine et ces chenaux peut encore être appréhendé. Le secteur choisi semble pouvoir livrer de tels cas. Notons d'ailleurs qu'il semble que le système est, en grande partie, stabilisé depuis l'époque romaine et que les chenaux de la fin de l'âge du Fer devraient donc être relativement peu perturbés.

Pour les phases antérieures, la situation est plus classique : système de chenaux naturels et indices anthropiques faibles mais récurrents sur les rives (notamment néo final-bronze ancien). Là-aussi, il importerait de choisir pour l'échantillonnage un ou des chenaux pour lesquels une activité anthropique contemporaine (de son fonctionnement ou de son comblement) semble démontrable et pour lesquels des bois (ou d'autres éléments bien datables) en position primaire pourraient donner des repères très précis.

1. 3 Le diagnostic

Le site devant être étudié est localisé dans l'emprise d'une carrière d'alluvions anciennes occupant la plaine alluviale de la Meuse.

Le diagnostic réalisé sur la commune d'Autrecourt et Pourron (Ardennes) et qui fait l'objet de cette prescription de fouille complémentaire fait suite à celui réalisé en 1999 sur les parcelles occidentales voisines et qui avait déjà largement mis en évidence la richesse des données paléo-environnementales et le potentiel archéologique de ce secteur du lit majeur de la Meuse. L'emprise sondée permet ainsi d'appréhender une superficie significative du lit majeur et sur une séquence sédimentaire et hydrologique dont le rythme est bien marquée.

Le diagnostic réalisé en 2008 dans le cours historique de la Meuse a confirmé la présence de plusieurs chenaux plus ou moins anciens. Associé aux informations livrées par les précédentes opérations dans cette zone, il confirme la complexité de la dynamique alluviale de Meuse mais aussi la qualité des séquences présentes. Plusieurs systèmes de chenaux ou d'anciens méandres de la Meuse ont été mis au jour. Parmi eux c'est l'ensemble identifié comme système II (chenaux A et B) qui paraît le plus riche archéologiquement.

2. OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Généralités :

La fouille prescrite dans le cadre de l'exploitation de cette carrière de matériau alluvionnaire s'inscrit dans une problématique géoarchéologique au sens large, à fort potentiel heuristique.

Associé aux informations livrées par les précédentes opérations dans cette zone, le diagnostic réalisé en 2008 confirme la complexité de la dynamique alluviale de Meuse mais aussi la qualité des séquences présentes.

Le potentiel climatologique des séquences sédimentaires mises en évidence dans les chenaux A et B qui paraissent couvrir une bonne partie de l'holocène et peut-être même une partie du tardiglaciaire est inédit dans cette zone particulièrement dense en sites et indices de sites archéologique pour une large chronologie allant de la préhistoire jusqu'à la période romaine, diachronie en partie confirmée par la présence de mobilier archéologique comme de la céramique, des bois travaillés…

La présence importante de bois subfossiles conservés dans les différents horizons tourbeux et propice à différentes analyses chronologiques et paléoécologique est également un élément fondateur de cette démarche.

Les premières analyses ponctuelles, effectuées dans la cadre de ces opérations et centrées essentiellement autour de la datation (C14 et dendrochronologie) des différents vestiges mis au jour, permettent néanmoins d'apprécier tout l'intérêt des découvertes effectuées. Les premières datations obtenues sur les bois piégés dans les systèmes de chenaux semblent parfaitement s'accorder à la chronologie des occupations d'importants sites protohistorique de la vallée de la Meuse comme à Méry et à Vendresse. Les rythmes et les relations Homme/Milieu perçus sont potentiellement synchrones. Ainsi cette séquence alluvionnaire pourrait permettre de documenter en archive paléoécologique et archéologique, dans une moindre mesure, l'impact d'occupations humaines sur le milieu et inversement en relation avec des habitats situés en aval ou en amont ce cette opération.

La présence de berges et de sols ancien avec la présence de planches, de pieux (notamment dans le diagnostic de 1999) laisse présager un anthropisation relative de ce

secteur en partie décisive dans la compréhension de la chronologie de l'évolution du milieu et des modalités de son aménagement par les sociétés humaines protohistoriques.

L'approche pédologique initiée lors du diagnostic permet également de déterminer la qualité des informations palynologiques et malacologiques notamment. Cette opération permettre une reconstitution fine des paléoenvironnements et ce sur une chronologie longue et a priori sans hiatus. Elle permettra, de plus, de tenter de relier cette évolution du milieu à l'anthropisation de ce secteur géographique pour une partie de l'holocène récent et notamment à l'Age du fer. Néanmoins, la configuration des dépôts, les chenaux entaillant les terrasses tardiglaciaires, permet également d'espérer remonter plus loin en chronologie absolu pour peut-être appréhender des niveaux pré-holocène.

3. PRINCIPES METHODOLOGIQUES ET TECHNIQUES

Les principes suivants forment le socle minimal de l'intervention archéologique et seront pris en compte lors de la fouille.

3.1 Phase terrain :

Il s'agit d'effectuer au sein de la zone prescrite soit environ **16 000 m²** une série de **8 à 10 sondages. Ceux-ci devront avoir une emprise au sol suffisante pour permettre de travailler en sécurité à la profondeur des horizons tourbeux et sédimentaires sus jacent à la grève pouvant aller jusqu'à plus de 5 m sous le sol actuel.**

Considérations générales

Les engins mécaniques utilisés devront ainsi permettre un décapage précis. Le décapage sera donc réalisé avec une pelle mécanique munie d'un bras rétro équipé d'un godet lisse de largeur équivalente à 2,50 m. Il faudra prévoir un matériel puissant (au minimum 300 chevaux) mais pas trop lourd au sol (chenilles impératives pour répartir le poids de l'engin et circulation d'autres engins limitée au minimum sur la zone de fouille). Pour cela l'utilisation d'un bull pourra être privilégiée.

Décapage

Le décapage sera réalisé sous la surveillance continue du responsable de l'opération et d'un géoarchéologue si le responsable de l'opération ne l'est pas lui-même. Il sera réalisé avec une pelleteuse aux caractéristiques définies précédemment.

3.2 La fouille :

La méthode d'investigation envisagée est d'effectuer au sein de la zone prescrite une série de **8 à 10 sondages.** Ceux-ci devront avoir une emprise au sol suffisante pour permettre de travailler en sécurité à la profondeur des horizons tourbeux et sédimentaires sus jacent à la grève (parfois jusqu'à plus de 5 m sous le sol actuel).
L'observation de ces 8 à 10 sondages implantés à différents secteurs des paléochenaux A et B selon des problématiques hydro-géologique et archéologique permettront de sélectionner 2 ou 3 séquences particulièrement riches en indicateur paléoécologiques et archéologiques qui feront l'objet d'une série de prélèvements et d'analyses en laboratoire.

3.3 Enregistrement / documentation / conservation / études :

Généralités

L'ensemble du mobilier découvert dans chaque structure fouillée sera recueilli. Les mobiliers céramique et osseux seront conditionnés séparément de façon à faciliter le traitement ultérieur. Les fragments de lapidaire seront recueillis et analysés (nature des roches, origine).

En cas de découverte de mobilier particulier, le responsable de la fouille contactera immédiatement le service régional de l'archéologie afin de se concerter sur la conduite à tenir pour la fouille, le prélèvement, le stockage et prendre le cas échéant des mesures de conservation préventive.

L'étude de l'ensemble du mobilier (céramique, verre, lithique...) devra être réalisée (caractérisation, inventaire, détermination) par des spécialistes des périodes concernées. Ces études devront, en outre, s'intégrer aux programmes en cours. Dans ce cadre, il se peut que des ensembles importants se dégagent permettant de mettre en place des référentiels locaux sur des périodes mal documentées. Une attention particulière sera également portée sur les productions locales ou supposées telles.

Le mobilier, notamment métallique, devra être traité dès l'issue de la fouille, afin de garantir sa bonne conservation, et sera conditionné de manière appropriée, en concertation avec le service régional de l'archéologie. La consolidation et le nettoyage des éventuels objets métalliques seront donc à réaliser.

En ce qui concerne l'approche environnementale du site des études géomorphologiques, pédologiques et palynologiques seront entreprises, ainsi que la détermination des restes animaux et végétaux, le milieu pouvant étant particulièrement propice à la conservation des matériaux organiques. Des datations radio-carbone seront réalisées. Les restes ligneux feront l'objet de datations dendrochronologiques. Les bois archéologiques présents (humides ou carbonisés) seront prélevés. Le responsable de l'opération s'assurera de leur conditionnement et du stockage de manière à assurer leur conservation.

Les analyses effectuées dans le cadre de l'étude devront s'intégrer dans les programmes en cours dans la région. Le responsable d'opération se rapprochera du service régional de l'archéologie pour définir les collaborations.

Toutes les études spécialisées doivent être effectuées par des spécialistes qualifiés et reconnus.

4. DUREE MINIMALE DE L'INTERVENTION DE TERRAIN

La durée de l'intervention est fonction des moyens humains et mécaniques mis en œuvre. la fouille ne pourra être réalisée en moins de 1 mois.

En période hivernale la conduite de la fouille peut être soumise à des conditions particulières (couverture, décapage en plusieurs phases, etc). L'utilisation de matériel de pompage important sera nécessaire.

5. PROFIL REQUIS POUR LE RESPONSABLE D'OPERATION – EQUIPE DE FOUILLE

Le responsable de l'opération devra être un archéologue ruraliste de préférence avec une formation ou une bonne expérience des problématiques géoarchéologiques et de leur traitement. Il secondé par un ou des spécialistes des approches géoarchéogiques et paléo environnementales de terrain dans le domaine des milieux alluviaux, la présence d'un géomorphologue en permanence sur l'opération est nécessaire.

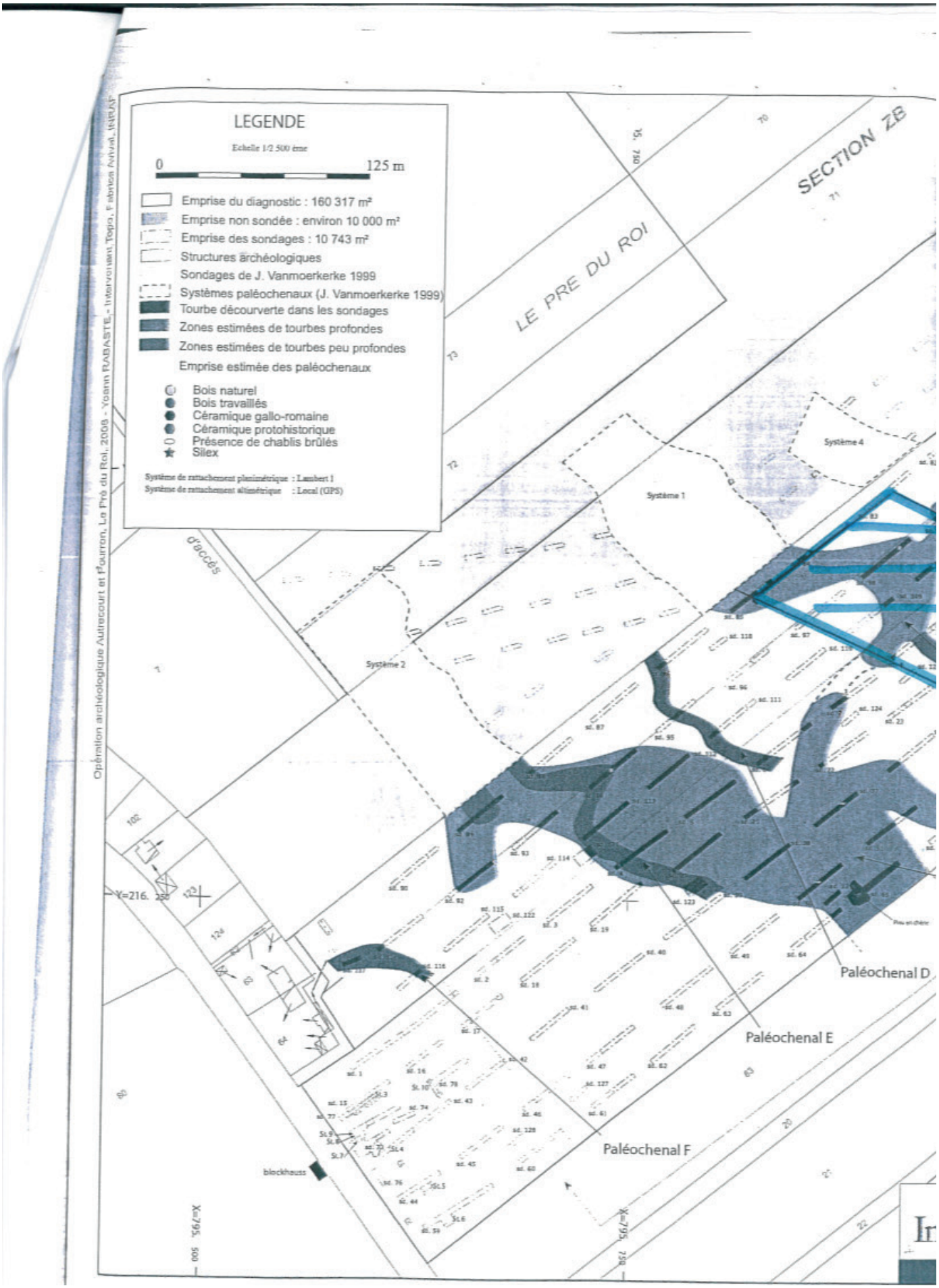
6. DELAI PREVISIONNEL DE REMISE DU RAPPORT FINAL

L'opération s'achève par le rendu, au Conservateur régional de l'Archéologie et à l'Institut national de recherches archéologiques préventives, s'il n'est pas retenu comme opérateur de la fouille, du rapport de fouille et de l'ensemble de la documentation archéologique, tel que le prévoit l'article 523-11, livre V titre II du code du Patrimoine.

Sauf retard dans le récolement des études annexes (archéozoologie, carpologie, datation C14, étude anthropologique, stabilisation des objets métalliques...), et à l'issue de l'opération, son responsable scientifique remettra au conservateur régional de l'archéologie l'ensemble de la documentation papier et informatique et un rapport de fouille. Ce rapport comprendra un inventaire détaillé du mobilier archéologique et sera réalisé conformément à l'arrêté du 27 septembre 2004.

L'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives, s'il n'est pas l'opérateur retenu, sera également destinataire d'un exemplaire du rapport. Ce rendu interviendra dans un délai maximal de **12 mois** après la fin de la phase terrain.

Le mobilier et la documentation archéologique devront être traités conformément à l'arrêté du 16 septembre 2004 portant définition des normes d'identification, d'inventaire, de classement et de conditionnement de la documentation scientifique et du mobilier issu des diagnostics et des archéologiques. L'ensemble de la documentation, des inventaires, de la correspondance et des rapports sera rédigée en langue française.


LEGENDE
Echelle 1/2 500 ème
0
125 m
Emprise du diagnostic : 160 317 m²
Emprise non sondée : environ 10 000 m²
Emprise des sondages : 10 743 m²
Structures archéologiques
Sondages de J. Vanmoerkerke 1999
Systèmes paléochenaux (J. Vanmoerkerke 1999)
Tourbe découverte dans les sondages
Zones estimées de tourbes profondes
Zones estimées de tourbes peu profondes
Emprise estimée des paléochenaux
Bois naturel
Bois travaillés
Céramique gallo-romaine
Céramique protohistorique
Présence de chablis brûlés
Silex
Système de rattachement planimétrique : Lambert 1
Système de rattachement altimétrique : Local (GPS)
Opération archéologique Autrecourt et Pourron, Le Pré du Roi, 2008 - Yann RABASTE, Intervenant Topo, Fabien Avival, INRAP
SECTION ZB
LE PRE DU ROI
Système 1
Système 2
Système 4
d'accès
Paléochenal D
Paléochenal E
Paléochenal F
blockhaus
Y=216. 250
X=795. 500
X=795. 750

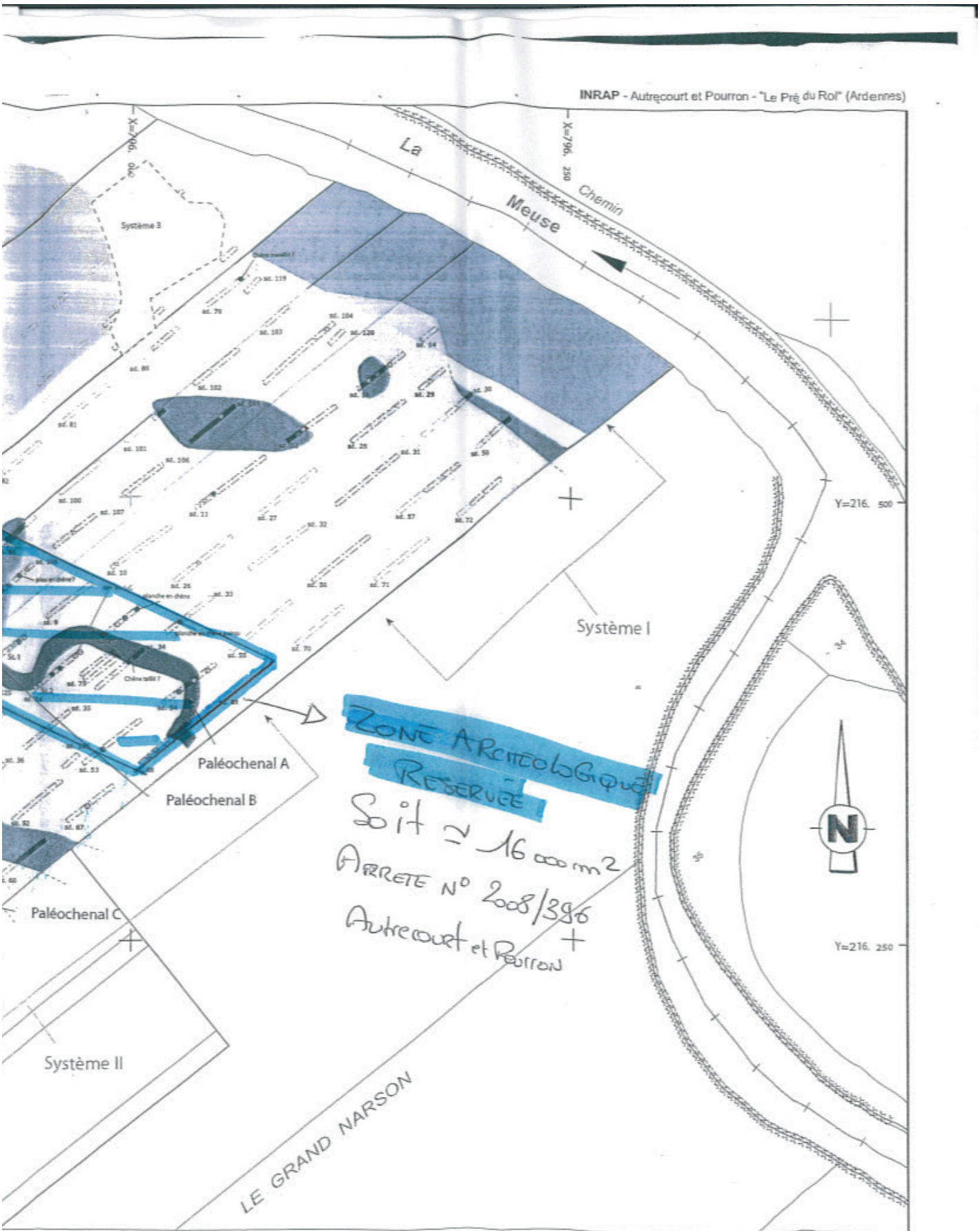


Fig. n°4 : Plan d'ensemble du site avec localisations des structures et paléochenaux sur fond cadastral .
Autrecourt et Pourron, Le Pré du Roi, parcelle ZB n° 16, 17 et 81

Autrecourt et Pourron (Ardennes)) - "Le Pré du Roi" - N° patriarche 5571

Annexe 3 - Projet Scientifique et Technique de la fouille préventive d'Autrecourt-et-Pourron

PROJET SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
FOUILLE PREVENTIVE
AUTRECOURT et POURRON (08)
« Pré du Roi »
SNC MCA

Références de l'opération :

Dénomination : AUTRECOURT et POURRON (08) « Pré du Roi »
Arrêté de prescription : 2008/396 du 15 décembre 2008
Code OA : 6101
Localisation :
Département : Ardennes ;
Commune : AUTRECOURT et POURRON (08)
Lieux-dits : « Pré du Roi »
Cadastre : section : ZB parcelles : 16, 17 et 81 ;
Aménageur : SNC MCA

Surface à traiter : 8 à 10 locus d'études sur une zone réservée de 15 000 m²,
Type de vestiges : Paléochenaux Holocène, rural, milieu humide

Contexte et objectifs scientifiques

Contexte d'intervention

La carrière d'Autrecourt a fait l'objet de plusieurs campagnes de diagnostics archéologiques. La zone concernée par cette opération de fouille prend place sur l'emprise d'un diagnostic archéologique réalisé par M. Rabasté (Inrap). Cette opération permet d'appréhender une partie significative du lit majeur ainsi qu'une séquence sédimentaire et hydrologique bien marquée.

La zone réservée par la prescription porte sur les chenaux A et B qui semblent correspondre à deux systèmes différents ayant fonctionnés autour de la transition subboréal – subatlantique. Les éléments mobiliers et les datations dendrologiques obtenues semblent notamment indiquer une phase couvrant les deux premiers siècles avant notre ère. Des éléments plus anciens, y compris repris par des chenaux postérieurs sont également présents.

Cette phase de dépôt apparaît toute particulière, d'une part parce qu'elle n'est pas présente dans les autres grandes vallées étudiées et d'autre part parce qu'elle correspond à une phase d'occupation bien représentée.

En outre des concentrations de mobiliers non roulé et la perception de berges dans les sondages montre une anthropisation relative du secteur.

Cette opération a donc pour objet principal de permettre une reconstitution fine des paléo-environnements et de tenter de relier leur évolution à l'anthropisation de ce secteur

Surface à traiter

La prescription prévoit la mise en place de 8 à 10 puits d'études répartis sur une zone réservée 15 000 m² (cf. annexe 1).

Calendrier de l'opération

Conformément à la prescription, l'opération consiste en la réalisation de 8 à 10 puits dont 2 à 3 feront l'objet d'une étude plus poussée intégrant un vaste cortège d'études paléo-environnementales, notamment palynologique.

Est dénommé « PUITS » des sondages profonds, mis en sécurité par la réalisation d'une pyramide inversée en escalier. Cette réalisation vise à permettre un travail en sécurité à tous les niveaux du puits.

Est dénommé « SONDAGE » la réalisation d'un sondage profond dans lequel aucun travailleur ne descendra. Ces sondages visent à vérifier la présence des niveaux attendus de manière à préciser le positionnement des « PUITS »

La réalisation des différents puits prend en compte d'une part le temps de traitement de chaque puits mais également les contraintes de mutualisation des observations par les spécialistes ainsi que les risque de dessèchement des coupes.

L'implantation prévisionnelle des puits est reportée sur le plan joint en annexe. Toutefois celle-ci pourra être précisée et adaptée en fonction des découvertes, à cet effet des sondages ponctuels pourront être réalisés pour permettre de préciser le positionnement définitif des puits.

C'est pourquoi les 8 puits prévus dans la tranche ferme seront réalisés en 3 phases. Le creusement d'un puits est estimé à une journée.

L'ouverture des puits est envisagée selon le calendrier suivant :

Semaine 1, jours 1 à 3 : réalisation de sondages et creusement de 2 à 3 puits ;
Semaine 2, jours 6 et 7, creusement de 2 puits ;
Semaine 3, jours 11 et 12, creusement de 2 puits ;
Semaine 4, jours 16 et 17 à 13, creusement de 2 puits.

Dans le cas d'engagement de la tranche conditionnelle

Semaine 5, jours 21 et 22, creusement de 2 puits supplémentaires.

Ce calendrier sera adapté aux découvertes et à l'avancement du traitement des puits, qui peut varier de l'un à l'autre.

Le Conservateur régional de l'archéologie sera prévenu du démarrage dans les délais prévus par l'arrêté de prescription.

L'ensemble de l'opération sera placé sous l'autorité du responsable d'opération. La phase d'étude sera pour sa part réalisée en un seul temps. Le rapport final d'opération regroupera les données acquises lors de la fouille.

Durée de la phase terrain :

L'opération comprend une tranche ferme et une tranche conditionnelles.

L'opération sera réalisée par une équipe de 4 personnes (1 responsable d'opération, 1 géomorphologue et 2 techniciens) qui seront ponctuellement épaulée par un topographe durant 1 mois. La tranche complémentaire 1 prévoit une prolongation de la phase terrain d'une semaine avec une équipe réduite à 3 personnes (1 RO, 1 géomorphologue, 1 technicien).

Conditions climatiques

Ce projet scientifique et technique prévoit la réalisation de l'opération en dehors de conditions climatiques hivernales ou exceptionnelles, notamment en terme de pluviométrie. De telles conditions peuvent nécessiter la mise en œuvre de moyens de protection ou d'un phasage de l'opération, voire d'un arrêt de chantier après mise en sécurité des vestiges. La mise en œuvre de l'opération dans ces conditions nécessiterait un avenant au présent marché, afin d'adapter la durée et les moyens à ces conditions particulières. Le Conseil Général ne peut alors pas être tenu responsable ou redevable tant des coûts et délais supplémentaires que des pénalités prévues en cas de retard. En tout état de cause, il prévoit une réalisation du chantier durant le mois de juillet.

Objectifs scientifiques

La prescription définie les objectifs suivants :
L'objectif principal s'inscrit au sein d'une problématique géoarchéologique large, elle vise à enregistrer et étudier les données paléo-environnementales de ce secteur du lit majeur de la Meuse. Les fluctuations environnementales ainsi que celle de la dynamique fluviale seront mises en relation avec l'anthropisation du secteur.

Projet de fouille

Afin de pouvoir répondre à cet objectif, le projet s'articule en 3 étapes :
1. Préparation,
2. Décapage contrôlé des stériles et fouille,
3. Etude (post fouille).

Responsable d'opération et équipe :

Le responsable d'opération proposé pour encadré cette opération est M. Olivier BRUN, agent du Conseil Général (Cellule Départementale d'Archéologie). Il sera assisté par M. Henri-Georges NATON (GéoArchEon) géomorphologue.

Le responsable d'opération organisera une réunion avec le Conservateur régional préalablement au démarrage de chacune des phases de terrain et de la phase d'étude. Il le tiendra régulièrement informé des éléments mis au jour. Si ces derniers imposent une réorientation de la stratégie de fouille, ou paraissent nécessiter des mesures particulières à leur conservation provisoire, il organisera immédiatement une réunion sur le terrain afin de faire le point sur les mesures nécessaires. L'objectif est de pouvoir réorienter, dans le cadre de la prescription et en concertation avec le SRA, les objectifs ou l'organisation de la fouille en fonction des résultats du décapage.

Spécialistes :

L'ensemble de l'opération sera réalisé sous la responsabilité et le contrôle du responsable d'opération. Pour la partie relative au paléo-environnement, il sera épaulé par un spécialiste, M. Henri-Georges NATON (Société GéoArchEon). Le responsable d'opération et le spécialiste organiseront les différentes études se rapportant à cette problématique durant la phase post-fouille.

Durant toute la tranche ferme de la phase terrain, l'équipe sera constituée du responsable d'opération, du géomorphologue et de 2 techniciens. La tranche conditionnelle prévoit une prolongation d'une semaine avec une équipe composée du responsable d'opération, du géomorphologue et de 1 techniciens

Un topographe sera missionné pour la réalisation du plan masse des puits réalisés et des vestiges mis au jour. Il devra également assurer le calage en « Z » des différents vestiges environnementaux ou anthropiques.

En cas de besoin, l'intervention ponctuelle d'autres spécialistes durant la phase terrain pourra être mise en place, soit afin d'apporter des éléments d'expertises, soit afin d'accompagner certains gestes très particuliers (notamment encadrer les protocoles de prélèvement). Sont plus particulièrement visés les prélèvements palynologiques et éventuellement carpologiques dans le cas de découverte de dépôts de rives. Cependant, d'une manière générale, ces étapes seront gérées par l'équipe en place et les échantillons prélevés seront confiés aux spécialistes requis durant la phase post-fouille.

Durant la phase étude, les analyses seront confiés à des spécialistes de chaque discipline.

Les types d'analyses prévus sont :

<u>Socle de base (correspond aux analyses qui seront systématiquement mises en place) :</u>

Géoarchéologie : étude sur le terrain et en laboratoire des différents systèmes de chenaux, visant à la reconstitution des variations du régime fluviatile. Si des sols sont présents, notamment des berges, ils feront l'objet d'une approche micro-morphologique par prélèvement de sédiments en blocs non perturbés et réalisation de lames minces.

Dendrologie : étude, détermination et datation des bois subfossiles et archéologiques, visant d'une part à la datation des phases de dépôt (ou d'absence de dépôt), à la reconstitution du paysage arboré (évolution de l'image dendrologique du paysage et notamment des forêts de rives), à la compréhension de l'évolution des systèmes de gestion forestière et au choix des essences pour les bois travaillés.

Palynologie : Après de premiers test visant à s'assurer de l'état de conservation des pollens, 2 colonnes palynologiques seront étudiés. L'échantillonnage visera à permettre l'étude sur des séquences les plus longues possibles.

Carpologie : Dans le cas de découvertes de niveaux de dépôts de marco-restes, notamment dépôts de rives ou de type Gyttja, des prélèvements seront réalisés pour étude carpologique et des macrorestes. Si d'autres niveaux sont susceptibles de contenir des éléments carpologiques, ils feront également l'objet de prélevements. De même si des structures anthropiques sont découvertes, elles feront l'objet de prélèvements à visée carpologiques.

Datation radiocarbone : un large programme de datations 14C viendra soutenir les analyses précitées. Il visera d'une part à caler chronologiquement les séquences geo- et

pédologiques et polliniques, d'autre part à permettre un premier calage des séquences dendrochronologiques flottantes qui pourrait résulter des datations de bois sub-fossiles et enfin à dater les structures archéologiques éventuelles.

Le mobilier archéologique classique, notamment céramique, sera confié aux spécialistes concernés et étudiés selon les protocoles habituels. Les restes fauniques seront prélevés, des études poussées seront engagées sur les ensembles permettant une approche statistique, les restes isolés ne feront donc pas l'objet d'une étude systématique.

Autres analyses envisagées :

En fonction d'une part des vestiges qui seront mis au jour et d'autre des éventuels choix que pourrait nécessiter une forte densité de vestiges et de restes, d'autres types d'analyses pourront être réalisé. Ces choix seront faits à l'issue de la phase terrain, après de premiers tests sur les éléments appartenant au socle de base. Ils seront tranchés lors d'une réunion avec le Service régional de l'archéologie. Ils pourront bien entendu être réévalués en fonction des résultats des premières études et notamment des datations absolues.

Pourront notamment être envisagés : malacologie, archéo-entomologie (et notamment coléoptères), micro- et ichtyofaune et tout autre type d'analyse pour lequel un potentiel heuristique apparaitrait au cours de la fouille, des tamisages ou des premières analyses.

Dans le cas où une forte présence de vestiges imposerait la réalisation de choix, ceux – ci viseront à favoriser les différents faisceaux informatifs pouvant permettre de bâtir une image cohérente de l'évolution du paysage et de son anthropisation sur la ou les séquences les plus longues. Les éléments au préjudice des échantillons ou des types d'éléments les plus isolés. Ces choix seraient soumis à l'avis du Conservateur régional de l'archéologie.

1. PHASE PREPARATOIRE

L'intervention archéologique sera précédée d'une phase de préparation de **1 jour ouvré** permettant, entre autre, au **responsable scientifique désigné et au géomorphologue** de faire le point sur l'état des connaissances relatives au site et à son environnement archéologique. Le responsable d'opération prendra toutes les dispositions nécessaires au démarrage de l'opération de terrain. Il organisera une réunion de travail méthodologique et scientifique avec le Service Régional de l'Archéologie.

2. TERRASSEMENTS DES PUITS ET FOUILLE



Terrassements et moyens mécaniques :

Les puits seront réalisés sur le principe dit « de la pyramide inversée », qui permet de travailler sur l'intégralité de la stratigraphie en toute sécurité. Ils seront réalisés en terrassant chaque pallier en plan, puis en ré-intervenant à l'intérieur pour décaper le pallier inférieur en laissant une berme de sécurité sur la périphérie.

La durée de réalisation d'un puits est estimé à 1 jour par puits.

Il est prévu de réaliser 2 puits chaque début de semaine, puis d'assurer leur traitement avant l'ouverture des suivants. Cet étalement des terrassements vise à limiter le risque de dessèchement des bermes ainsi que de limiter le remplissage par l'eau des puits.

Les terrassements seront réalisés par une pelle hydraulique sur chenilles fournie par l'aménageur, MCA. Conformément à la prescription il s'agir d'une pelle de 300 cv, équipée d'un bras long (15 m) et d'un godet lisse d'une largeur au moins égale à 2,50 m. L'utilisation d'une pelle à long bras et godet large permet d'accélérer la réalisation de chaque puits car :

- la largeur du godet correspond à la largeur des bermes de sécurité

- la longueur du bras permet de ne pas créer de rampe d'accès et de placer la terre en arrière suffisamment loin du puits.

Cette configuration permet d'éviter l'évacuation des terres, qui seront placées derrière la pelle.

L'emplacement des puits sera réalisé sur la base du plan joint en annexe, toutefois elle pourra être adaptée suite à la réalisation préalable de sondages ou sur la base de l'information issue des puits précédents.

Ce décapage sera dirigé et suivi en permanence par un archéologue compétent, sous la surveillance du responsable d'opération ou du géomorphologue.

Dès la fin du décapage et de ces premiers tests, une réunion sera organisée sur place avec le SRA pour décider de la stratégie de fouille définitive.

Le décapage sera laissé en l'état à l'issu de la fouille.

L'intervention de fouille, phase terrain :

La fouille proprement dite se déroulera dès le premier jour de l'intervention.

Pour chaque puits au moins une coupe sera nettoyée et relevée.
Des prélèvements conservatoires destinés à l'ensemble des analyses envisagés seront réalisés :

- Prélèvement en sac,
- Prélèvement en sceaux de 10 litres,
- Prélèvement de charbon pour datation 14C,
- Colonne palyno,
- Prélèvement en blocs pour la micromorphologie,
- …

L'ensemble de ces prélèvements ainsi que du mobilier archéologique seront localisés dans les trois dimensions.

Au fur et à mesure de la réalisation des puits, les éléments mobiliers seront échantillonnés.

Au moins une coupe, la plus représentative sera relevée, par dessin et photographie, par puits. Si d'autres coupes apportent des informations différentes, elles seront également relevées.

Les éventuelles structures anthropiques seront fouillées selon le protocole habituel. Elles feront l'objet d'un relevé en plan et en coupe après fouille d'une première moitié. La fouille pourra être mécanisée, le choix se fera en fonction des dimensions des structures, les structures ou strates les plus fragiles, comportant des aménagements ou du mobilier « en place » ou présentant un intérêt particulier au vu de sa qualité ou de sa quantité seront fouillées manuellement. Si besoins, et en fonction des mêmes critères les secondes moitiés pourront être également fouillées.

Si des structures comportent ou sont composées d'éléments en bois conservés. Les bois seront dégagés avant prélèvement, en réalisant une coupe des creusements.

3. ETUDE POST-FOUILLE

Rapport et documentation :

Le rapport sera réalisé conformément à l'arrêté du 27 septembre 2004 portant définition des normes du contenu et de présentation des rapports de l'opération. Le mobilier et la documentation archéologique devront être traités conformément à l'arrêté du 16 septembre 2004 portant définition des normes d'identification, d'inventaire, de classement et de conditionnement de la documentation scientifique et du mobilier issu des diagnostics et fouilles archéologiques. Toute la documentation originale doit être rédigée en français. Toute la documentation informatisée sera également transmise sur CD-ROM pour archivage.

L'inventaire exhaustif des anomalies, structures et strates archéologiques sera réalisé et informatisé. Il réunira l'ensemble des données élémentaires classiques ainsi que les références à la documentation archivée (relevés, photographies, notes, etc.).

Organisation de la phase étude :

La forte problématique paléo-environnementale implique une volume de moyens consacré à la phase post-fouille important. Ce volume est constitué d'une part de jours hommes et d'autres part de moyens d'analyses.

Les jours hommes correspondent à la partie de la phase étude qui sera réalisée par des archéologues et par le géomorphologue. Les moyens d'analyses correspondent à des études qui seront confiés à des chercheurs et à des laboratoires spécialisés.

L'étude portera sur les structures et les éléments mobiliers mis au jour.

Mobilier :

L'ensemble du mobilier découvert sera inventorié par contexte. Il sera d'autre part représenté, soit par dessin, soit par photographie, en fonction de son intérêt.

Données géoarchéologiques et pédologiques :

L'ensemble du remplissage des chenaux fera l'objet d'une étude géoarchéologique. Initiée dès la phase terrain celle-ci sera poursuivie durant la phase étude. Elle visera tout d'abords à caractériser l'ensemble des strates recoupées.

Pour chaque puits, elle visera à proposer une restitution de l'histoire du chenal. Cette restitution sera ensuite étendue à l'ensemble de l'opération.

Si des sols anciens sont mis au jour ils feront l'objet d'une analyse micromorphologique afin de permettre une meilleure caractérisation, celle-ci sera confiée Henri-Georges NATON (GéoArchEon).

Dendrologie :

L'ensemble des échantillons seront identifiés et mesurés pour datation dendrochronologique. Cette analyse sera confiée à Willy Tegel (Dendronet). Après ce premier travail, les échantillons présentant suffisamment de cernes pour être théoriquement datés mais ne pouvant être calés sur les courbes actuelles feront l'objet d'une datation radiocarbone, si des courbes flottantes ont pu être bâties, seuls certain échantillons seront datés par 14C. Les échantillons ayant connu une croissance très rapide et ne présentant de ce fait pas suffisamment de cernes pour être datés par dendrochronologie feront également l'objet d'une datation 14C afin de vérifier si cette croissance correspond à une phase particulière ou bien si elle résulte de caractères individuels de l'échantillon.
Pour les bois travaillés, une étude des traces d'outils sera menée.

Palynologie :

Des prélèvements conservatoires seront réalisés dans chaque puits. 2 colonnes feront l'objet d'une étude palynologique complète.

Dans un premier temps, des tests seront réalisés sur les colonnes semblant les plus prometteuses, du point de vue du potentiel de conservation et en fonction des phases chronologiques attendues. En fonction du résultat des tests une étude complète sera lancée ou bien d'autres colonnes seront testées.

Carpologie :

Si des strates présentent un potentiel carpologique ou de macro-restes au sens large, les échantillons réalisés seront tamisés et confiés à un spécialiste (CRAVO) pour étude.

Il sera fait appel à d'autres spécialistes en fonction des éléments mis au jour et des informations qu'ils sont susceptibles d'apporter à la reconstruction de l'évolution du paysage et de l'anthropisation du secteur concerné, il pourra notamment s'agir de l'étude d'éléments fauniques ou d'autres étude appartenant au cortège environnemental.

Datation radiocarbone :

Les analyses présentées ci-dessus seront étayées par un large programme de chronologie absolue. Celui-ci sera réalisé en plusieurs phases.

Une première phase sera lancée dès la fin de la phase terrain afin de permettre un premier calage des séquences chronologique présentes et ainsi orienter la réalisation des autres analyses.

En fonction des premières datations obtenues ainsi que des résultats des premiers tests palynologiques et dendrochronologiques, une seconde série de datations 14C sera mise en place. Elle visera à caler chronologiquement les éléments non datés et les ruptures repérées dans les stratigraphie géomorphologiques et polliniques.

Au vu des éléments recueillis lors du diagnostic, ces datations seront principalement réalisées sur charbon mais également sur matériau organique humide (bois, macro-restes, tourbe). Lorsque le mobilier découvert le permettra des datations sur os pourront être également réalisées. Chaque prélèvement faisant l'objet d'une datation sera localisé stratigraphiquement.

Synthèse :

Chaque étude fera l'objet d'une synthèse et d'une mise en perspective interrégionale réalisée par le spécialiste qui l'aura réalisé.

Dans un second temps, une synthèse globale sera réalisée sous la tutelle du responsable d'opération et du géomorphologue. Elle visera à proposer une image globale de

l'évolution de ce secteur de la vallée de la Meuse, regroupant et recoupant les images révélées par chacune des spécialités précitées.

4. TRANCHES CONDITIONNELLES

Sur ce type de site, un certain nombre de questions ne peuvent trouver de réponses avant le décapage du site et la réalisation des premiers tests, à la fois durant la phase terrain mais également en phase d'étude.

La première concerne le nombre de puits à réaliser. De plus, la quantification ainsi que l'état de conservation de certains éléments ne peut être assurée.

Cela nous conduit à proposer deux tranches conditionnelles. Trois critères de déclenchement sont prévus pour chacune d'entre elles. L'engagement de moyens sur ces tranches conditionnelles peut être partiel et se faire en plusieurs fois. Chaque engagement sera l'objet d'une réunion préalable, sauf cas d'urgence liée à la sécurité des vestiges, elle visera à constater la présence des critères d'engagement, la nature des besoins.

La critères de déclenchement sont :
Pour la tranche conditionnelle 1 :

1- Réalisation de 2 puits supplémentaires, sur demande du SRA,
2- Complexité particulière de la stratigraphie ou présence de plus de dix structures archéologiques simple ou de structures complexes,
3- Complexité particulière des systèmes de chenaux.

Pour la tranche conditionnelle 2 :

1- Résultats des test de palynologie, s'ils indiquent une très bonne conservation ou la nécessité d'analyser plus de 2 colonnes,
2- Plus de 20 échantillons nécessitant une datation radiocarbone,
3- Présence d'ensembles mobiliers ou immobiliers complexes en raison de leur qualité ou leur quantité.

Protection lié au niveau d'eau :

Le principal facteur pouvant entraver la bonne marche de l'opération et la sécurité des vestiges est lié au remplissage d'eau des puits, que ce soit du fait d'un niveau de nappe trop haut ou bien de fortes précipitations.
Le niveau d'eau sera rabattu par l'aménageur sur le toit du gisement.
Par ailleurs, il mettra à disposition, en cas de besoin, une pompe permettant de vider les puits qui se rempliraient d'eau.

Annexe 4 - Fiche Dat@Osu

https://dataosu.obs-besancon.fr/FR-18008901306731-2018-02-20_AGAM-archaeobotany-database.html

Base de données : AGAM : base de données de carpologie

Métadonnées générales

Identifiant : local : FR-18008901306731-2018-02-20

Description :
La base de données AGAM, permet de stocker et de retrouver l'intégralité de données brutes en rapport avec les analyses carpologiques (macro-restes végétaux fossiles) des sondages archéologiques intra- et extra-sites d'habitat.

Disciplines :
botanique, biologie végétale (biologie appliquée - écologie), écologie (biologie appliquée - écologie), sciences de l'environnement (sciences de l'univers), archéologie (sciences humaines), sciences humaines multidisciplinaires (sciences humaines)

Mots clés : archéobiologie, archéobotanique, carpologie, ethnobotanique, paléobotanique, paléoécologie, paléoenvironnement

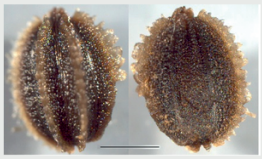
Dates : Obtention des données : depuis 1998 et en cours

Fiche de métadonnées : Création : 20 févr. 2018

Rythme de mise à jour : quand nécessaire **Langue :** Français (fra)

Audience : Recherche

Contact accès aux données

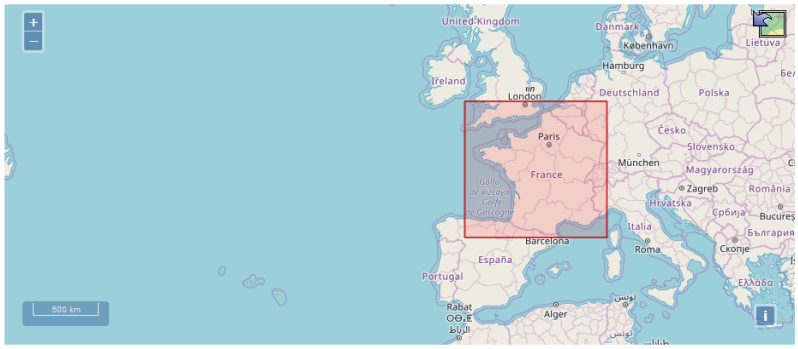


Citation

Caroline Schaal (2018): **AGAM : base de données de carpologie**. Chrono-environnement. FR-18008901306731-2018-02-20

Couvertures

Couverture spatiale :
- France : sur Terre, latitude entre 51° 44' 23" N et 42° 10' 42" N, longitude entre 6° 13' 21" W et 8° 22' 1" E



Couverture temporelle :
- Holocène

Couverture taxonomique :
- Principaux taxons cultivés

Genus Triticum (Blé)

Species Linum usitatissimum (Lin cultivé), Papaver somniferum (Pavot somnifère), Hordeum vulgare (Orge commune), Vitis vinifera (Vigne)

Métadonnées administratives

Créateur des données	Affiliation
Caroline Schaal	Chrono-environnement

Contributeurs	Affiliation	Rôle
Jean-Daniel Tissot	Chrono-environnement	personne impliquée
Sylvie Damy	Chrono-environnement	personne impliquée

Éditeur : Laboratoire Chrono-environnement

Contact scientifique : Caroline Schaal **Contact informatique :** Caroline Schaal

Accès : accès restreint

Détails sur les accès :
Pour accéder à ces données, merci de contacter le contact scientifique décrit dans la fiche en décrivant votre structure et activité, le projet dans lequel s'inscrit votre demande.

Métadonnées techniques

Formats : application/x-accdb

Méthodes d'obtention des données :
- Données de référence :
  Protocole carpologique : prélèvement, tamisage, tri sous loupe binoculaire, identification à l'aide d'une collection de référence.

Type de données : Base de données

propos Mentions légales Contact © OSU-THETA, CNRS

Annexe 5 - Poster présenté au Colloque du GMPCA Rennes 2017

Données paléoécologiques de la séquence holocène de la Meuse à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes)

Schaal Caroline (1,2), Brun Olivier (5), Gauthier Emilie (2), Jamet Guillaume (1,3), Naton Henri-Georges (1,4), Roseau Bertrand (5), Ruffaldi Pascale (2),Tegel Willy(6)

(1) GéoArchÉon SARL, 30 rue de la Victoire, F-55210 Viéville-sous-les-Côte. geoarcheon@geoarcheon.fr
(2) UMR 6249 CNRS Laboratoire Chrono-Environnement, La Bouloie - UFR Sciences et Techniques 16 route de Gray 25030 Besançon cedex, caroline.schaal@univ-fcomte.fr
(3) UMR 8591 CNRS Laboratoire de Géographie Physique, 1 Place Aristide Briand, F-92195 Meudon cedex
(4) UMR7041 CNRS Arscan-équipe Ethnologie préhistorique, Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie 21 allée de l'Université F-92023 Nanterre cedex
(5) Conseil Départemental des Ardennes - Direction de l'Action Culturelle, Éducative et Sportive - Cellule d'archéologie, Hôtel du Département - CS 20001 - F-08011 Charleville-Mézières cedex.
(6) DendroNet Laboratory for Dendrology 78224 Bohlingen, Germany

HISTOIRE DES PAYSAGES ANCIENS

Une série fluvio-palustre de la Meuse en hors site

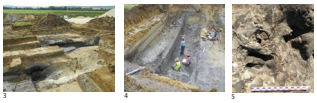
Lors de fouilles archéologiques réalisées en contexte de gravière en 2012, des dépôts alluviaux ont été mis au jour dans la vallée de la Meuse, à Autrecourt-et-Pourron (**Ardennes**, France). Les archéologues ont mis en évidence des anciens chenaux de la Meuse et des indices d'occupations humaines de type paturage, particulièrement pour la période antique, confirmant le **hors site**, au sens classique.



1. Localisation et plan de la fouille d'Autrecourt-et-Pourron 2012, Brun 2012.
2. Vue générale du fond de vallée de la Meuse avec gravière en cours d'exploitation.

Un contexte exceptionnel pour des analyses multi-proxys

L'enregistrement sédimentaire présente une épaisse série fluvio-palustre (± 3 m), avec des niveaux tourbeux, datant de la fin du Tardiglaciaire au début de l'Holocène récent. L'objectif de l'étude est de mettre en évidence les **variations paléoenvironnementales** dans ce secteur amont de la vallée de la Meuse. Ce travail **transdisciplinaire** repose sur des analyses morphostratigraphiques, palynologiques, carpologiques, entomologiques et malacologiques.



3. Sondage à la pelle mécanique. 4 Coupes et relevés stratigraphiques.
5. Empreintes d'herbivores et piquet de cloture.

Un échantillonnage à haute résolution

Outre les colonnes sédimentaires pour la palynologie, des prélèvements de 10 à 20 litres de sédiments ont été effectués selon un pas d'échantillonnage de 5 centimètres. Cette **stratégie d'échantillonnage** permet de disposer de volumes de sédiments suffisants pour la mise en œuvre de l'ensemble des **analyses paléoenvironnementales**, en proposant une maille comparable pour l'**ensemble des proxys**.



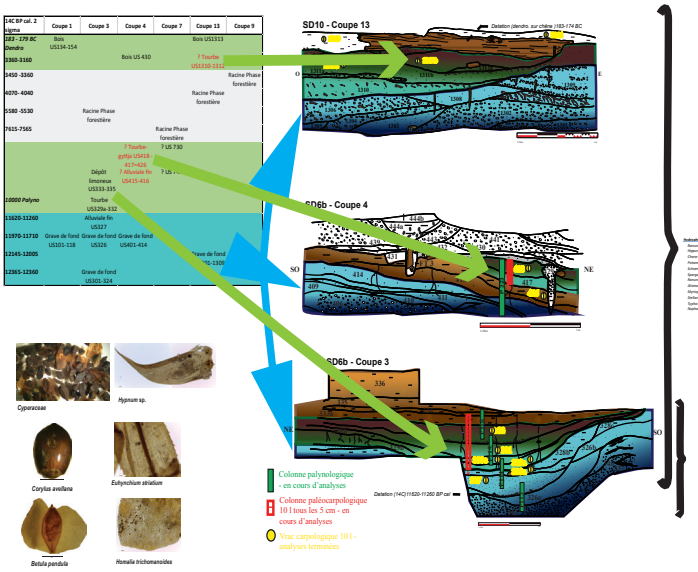
6. Détail stratigraphique des niveaux de tourbes de la coupe 3.
7 et 8. Echantillonnage systématique (1 échantillon / 5 cm /10 litres.)

Premiers résultats des analyses palynologiques et carpologiques

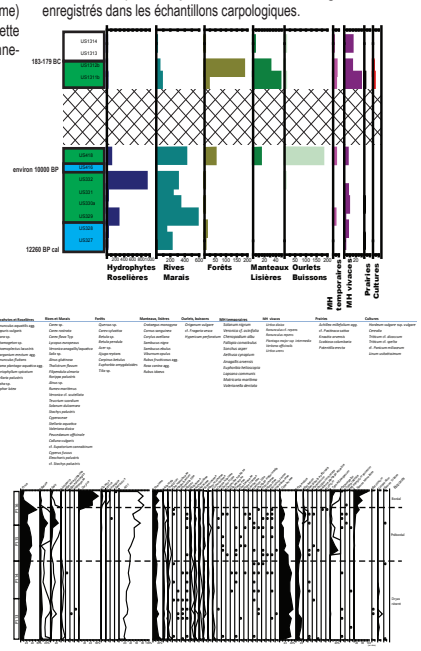
Les **premiers résultats palynologiques et carpologiques** sont complémentaires et révèlent le grand potentiel de l'étude. Les macrorestres végétaux sont dans un bon état de conservation. La densité et la variabilité floristique sont représentatives. Ceci permet de détailler les dynamiques propres à chaque époque étudiée, en relation avec les variations environnementales d'origines climatiques ; et plus tardivement, en lien avec communautés humaines installées à proximité.

La base de la série fluvio-palustre est datée par radiocarbone autour de 12365 cal. BP. Les données polliniques nous montrent la dominance des taxons steppiques typiques du **Dryas récent** auxquelles succèdent les forêts de résineux (Pins et Bouleaux) puis les forêts avec les premières essences mésothermophiles (Noisetier, Chêne et Orme) caractéristiques du **Boréal**. Sur le plan carpologique, cette transition est mise en évidence par le passage d'environnement ouvert et très humide à des milieux semi-boisés.

La partie supérieure de la série est caractérisée par des hiatus lors de l'**Atlantique**, certainement en lien avec la reprise des dynamiques érosives du système fluviatile. Au cours du premier millénaire avant notre ère, un certain développement des milieux forestiers est observé alors même que des **premiers indices de l'agriculture** sont enregistrés dans les échantillons carpologiques.



En haut : tableau chronologique de l'ensemble des coupes du site, établi sur la base des datations 14C (Beta), des datations dendrochronologiques (Tegel) et de la chronozonation palynologique (Ruffaldi). Autrecourt-et-Pourron, Schaal 2017.
En bas à gauche : Clichés paléosemences, Schaal 2017.
En bas à droite : Clichés des bryophytes, Schaal 2017.



Stratigraphies des coupes 3, 4 et 13. Les numéros correspondent aux US : Unités Stratigraphiques. Le dégradé bleu matérialise la grave de fond, le dégradé vert-marron représente les niveaux de tourbes, le dégradé marron-beige correspond aux niveaux de sédiments alluviaux. Les niveaux stratigraphiques sont reliés par des flèches de couleurs au tableau chronologique. Autrecourt-et-Pourron, Naton, Jamet modifié Schaal 2017.

En haut : Graphique paléocarpologique des effectifs de paléosemences, comptés par volume de 2 litres de sédiments et par US, Schaal 2017. MH=Mauvaises herbes. Au milieu : les taxons carpologiques organisés par ordre d'importance selon leurs effectifs et présentés par grands groupements écologiques, Schaal 2017.
En bas : Diagramme pollinique simplifié de la séquence de la coupe 3 (palier 1), exprimé en pourcentages des différents taxons polliniques identifiés et selon une échelle stratigraphique (en cm). Les courbes d'exagération correspondent à un facteur multiplicateur de 5. Ruffaldi 2017.

Des perspectives de recherches inédites

Ces premiers résultats incitent à la poursuite des investigations. L'analyse carpologique du site se poursuit actuellement avec pour objectif d'aboutir à des reconstitutions environnementales par le developpement de la **paléocarpologie à haute résolution (C. Schaal, thèse de doctorat en cours)**. Des analyses d'autres écofacts seront également conduites (brindilles, bourgeons, bryophytes, empreintes,...).

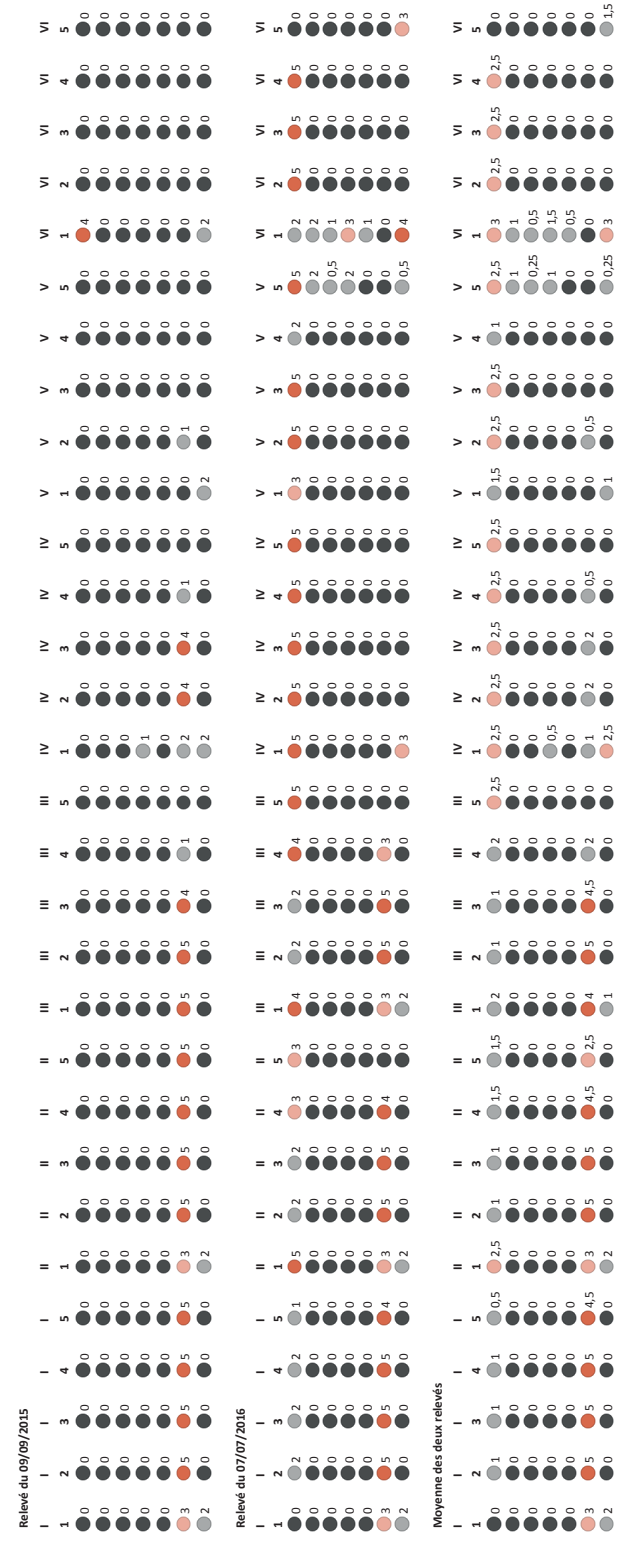
SCHAAL, Doctorat en cours : *Approche paléoécologique des paysages anciens au cours de l'Holocène. L'apport de la carpologie*. Sous la dir. E. Gauthier et H.-G. Naton, Laboratoire Chrono-environnement, GéoArchEon, Université Bourgogne

En parallèle, de nouvelles analyses palynologiques sont prévues afin de préciser la chronologie de l'évolution environnementale du site, en référence aux données polliniques régionales. Des analyses malacologiques, entomologiques et paléoparasitologiques seront initiées afin d'exploiter l'ensemble des données paléoenvironnementales disponibles et de tirer profit de leur complémentarité pour appréhender l'histoire des dynamiques paysagères. Enfin, pour préciser la chronologie du site, des analyses dendrochronologiques s'ajouteront aux datations radiocarbones.

ÉQUIPE SCIENTIFIQUE
Archéologie (O. Brun) 14C (Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory) Dendrochronologie (W. Tegel) Géomorphologie (H.-G. Naton, G. Jamet), Paléocarpologie (C. Schaal) Palynologie (P. Ruffaldi) Malacologie (S. Granai) Paléoentomologie (P. Ponel) Paléoparasitologie (M. Le Bailly).

ARCHEOMETRIE XXIème colloque du GMPCA 18-21 avril 2017 - Rennes

Annexe 6 - Relevés de la végétation actuel - 15 sites - (C. Cuenot, G. Bornette)



CHEM

Relevé du 09/09/2015

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Algues filamenteuses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Bidens tripartita	0,5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus fuscus	0	0	0	3	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	3	1	0	2	0	0
Daucus carota ?	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea canadensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutalii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium hirsutum ?	1	0,5	0,5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0
Glyceria sp.	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	1	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	2	0,5	0	1	0	1
Lysimachia numularia	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	0,5	0	1	0,5	1
Mentha aquatica	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
Nuphar lutea	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	2	5	4	2	0	2	3	4	2	3	1
Oenanthe aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinacea	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	1	0,5	0
Plantago lanceolata	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantago major	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0
Poaceae sp. 1	2	0	1	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Poaceae sp. 2	1	0,5	0	2	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Polygonum hydropiper	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0
Polygonum minus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum mite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1	1	0
Polygonum persicaria	3	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton lucens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton nodosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton pusillus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus	1	0,5	1	1	2	2	0	0	1	0	0,5	0	0	0	0,5	1	2	0	1	0	1
Rorripa amphibia	3	0,5	0	2	4	3	0	0	3	5	1	0	0	0	1	2	2	0	3	0,5	3
Rorripa palustris ?	0	0	0	0,5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salix sp.	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanum dulcamara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0,5	0	0	1	0,5
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium erectum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Stachys palustris	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifolium sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urtica dioica	1	0,5	0,5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 07/07/2016

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Algues filamenteuses	0	0	0	5	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bidens tripartita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus fuscus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daucus carota ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea canadensis	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutalii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0
Epilobium hirsutum ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glyceria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lysimachia numularia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
Mentha aquatica	2	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	3	1	0
Myosotis scorpioides	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0
Nuphar lutea	0	0	0	0	0	0	5	4	2	0	5	5	3	5	0	1	4	5	4	4	3
Oenanthe aquatica	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Plantago lanceolata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantago major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum hydropiper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum minus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum mite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum persicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton lucens	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	2	0	4	3	5	0	3	2	0	0	4
Potamogeton nodosus	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton pusillus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	1	3	3	0	3	2	2	0	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2
Rorripa palustris ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salix sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanum dulcamara	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5
Sparganium emersum	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium erectum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stachys palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifolium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urtica dioica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	1	0	1	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

VER

Relevé du 09/09/2015

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	IX	IX	IX
Quadrat	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Algues filamenteuses (dont Hydrolechtion reticulatu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apium nodiflorum	1	0	1	2	0	1	3	0	3	1	0	0	3	2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bidens tripartita	2	0	0,5	2	0	0,5	0,5	0,5	0	2	0	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Callitriche stagnalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex flava?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodiaceae album?	1	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0
Chenopodium polyspermum	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobactéries	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	5	5	4
Cyperus fuscus	1	0	1	3	0	2	1	0	0	2	0	0	2	5	1	2	1	0	1	0	1	1	1	0	0	2	0
Echinochloa crus-galli	1	0	0	2	1	1	2	1	0,5	1	0	0,5	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Galium palustre	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geranium pyrenaicum	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Groenlandia densa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0
Juncus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	0	0	0	2	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	1	0	1	0	2	1	1
Lemna minuscula	2	5	3	0	0	0	3	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	0	0	1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0,5	0	1	0	0	0	0,5	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0,5	1	2	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0
Myosotis scorpioides	1	0	1	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0,5	0	0	2	0	0	0	0	0
Nasturtium officinale	1	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0,5	1	0	0	2	0	0	0,5	0	0
Polygonum hidropiper	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,5	2	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Polygonum minus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum mite	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum persicaria	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus/trichophilus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus repens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Rorripa sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Solanum dulcamara	0	0	1	0	0	1	0	0,5	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0,5	0	1	0	0	0	0,5	0	0,5
Spirodela polyrhiza	2	5	3	0	0	0	3	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Stachys palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifolium sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Urtica dioica	1	0	1	0	0	0	0,5	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Verbena officinalis	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zanichellia palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 07/07/2016

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	IX	IX	IX
Quadrat	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Algues filamenteuses (dont Hydrolechtion reticulatu	2	3	5	4	2	0	4	5	2	5	2	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4
Apium nodiflorum	1	0	1	2	0	2	2	1	0	2	0	2	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bidens tripartita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche stagnalis	4	3	1	3	4	5	1	1	3	0	5	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
Carex flava?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Chenopodiaceae album?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodium polyspermum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobactéries	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus fuscus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinochloa crus-galli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geranium pyrenaicum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groenlandia densa	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	2	4	
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus sp.	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	2	1	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1	0	1	1	1	3	4	2	2	3	1	1	2	1	1	1
Lemna minuscula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0	1	3	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Myosotis scorpioides	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0,5	2	0	0	1	0	0
Nasturtium officinale	1	1	2	0,5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinaceae	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Polygonum hidropiper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum minus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum mite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum persicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus/trichophilus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0,5	1	1	
Ranunculus repens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanum dulcamara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spirodela polyrhiza	2	1	2	2	2	2	1	2	3	2	2	2	1	2	3	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1	0	1
Stachys palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifolium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urtica dioica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verbena officinalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	3	4	1	3	0	1	2	3	0	3	0	2	2	0	1	2	0	0	0	0	1	2	2	0	0	1	1
Zanichellia palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	1

BAR

Relevé du 10/11/2015

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V
Quadrat	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Algues filamenteuses (dont Hydrolechtion	0	5	5	2	0	4	3	0	0	0	0	3	0	0	0	4	4	1	0	2	2	0,5	2	3	0
Berula erecta/Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Callitriche gr. platycarpa	2	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0,5	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0	2
Carex sp.	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ceratophyllum demersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea canadensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutallii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groenlandia densa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hottonia palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lemna minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Myriophyllum sp.	0	1	2	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0,5
Nuphar lutea	1	2	2	4	4	2	4	1	1	2	1	5	2	3	2	2	2	3	4	3	0	1	4	4	0
Oenanthe fistulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinacea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1
Phragmites australis	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Potamogeton crispus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton natans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Potamogeton pectinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus trichophilus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Spirodela polyrhiza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagalis-aquatica	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 07/07/2016

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V
Quadrat	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Algues filamenteuses (dont Hydrolechtion	4	4	3	4	5	5	3	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Berula erecta/Apium nodiflorum	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche gr. platycarpa	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0
Carex sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Ceratophyllum demersum	0	0,5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea canadensis	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutallii	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
Groenlandia densa	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Hottonia palustris	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	1
Myriophyllum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	1	1	0,5	0	0	5	5	3	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Nuphar lutea	5	4	4	4	4	3	0	0	0	0	3	2	0	3	3	4	3	3	4	4	1	2	3	2	0
Oenanthe fistulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Phalaris arundinacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton crispus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Potamogeton natans	0	0	0,5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton pectinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ranunculus trichophilus	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Spirodela polyrhiza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagalis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

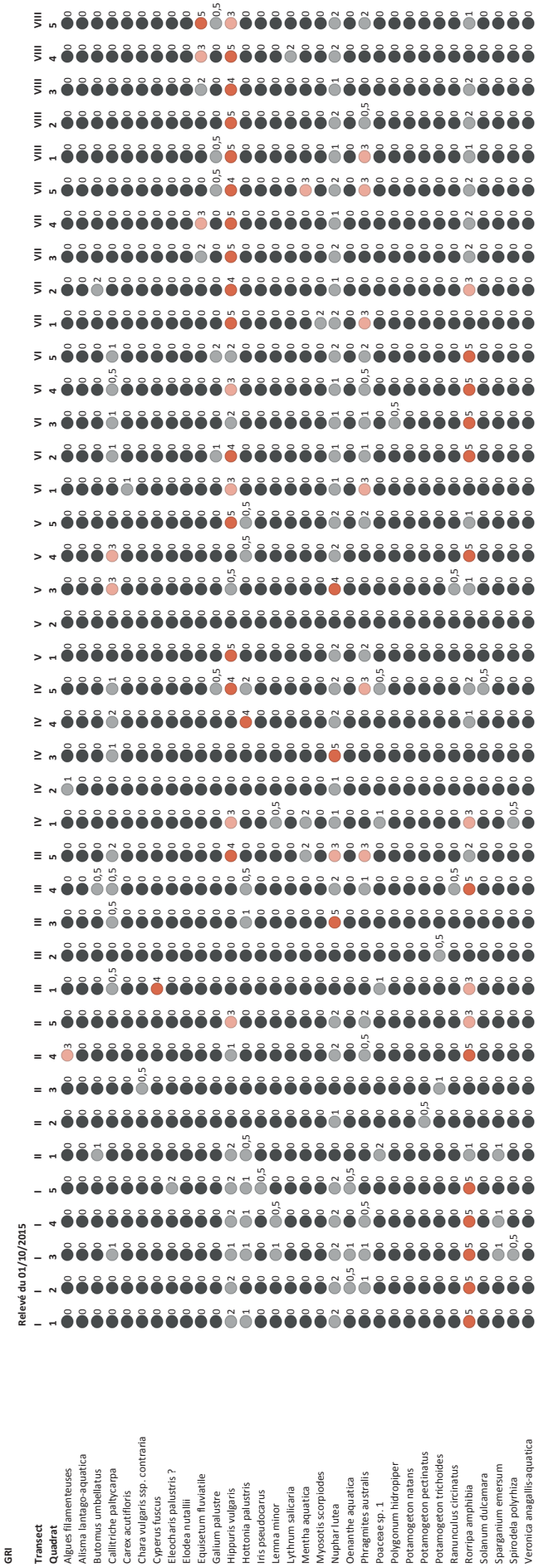
CLO

Relevé du 10/11/2015

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Algues filamenteuses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	5	0	3	0	0	0	4	0	4	5	5	5	4	0	0	2	2	3	5	5	4
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callystegia sepium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caltha palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea canadensis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium hirsutum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Hottonia palustris	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	2	2	2	0	2	0,5	1	2	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Juncus articulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0
Lemna minor	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna trisulca	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	1	0	0	1	0	0,5	0	0	2	1	1	0	1	0	0	4	2	2	2	1	2
Myosotis scorpioides	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	1	2	2	2
Myriophyllum verticillatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	2	0	0	0	0
Oenanthe fistulosa	1	0	0	0	0	0	0,5	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinaceae	0	0	0	5	4	5	1	0	1	0	0,5	1	1	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	1	3	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Polygonum sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton pusillus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus/trichophilus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus peltatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	1	1	0	0	0
Rorripa amphibia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Scirpes lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Senecio paludosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sirodela polyrhyza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanum dulcamara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Solidago gigantea ?	0	0	0	2	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	1	0	0	0,5	0	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Relevé du 07/07/2016

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Algues filamenteuses	0	0	0	1	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	4	0	1	0	0	0	1	0	2	5	1	3	1	0	0	0	0	4	3	3	1
Callitriche sp.	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callystegia sepium	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caltha palustris	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea canadensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium hirsutum	0	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0
Hottonia palustris	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	0	1	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Juncus articulatus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	2
Lemna minor	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna trisulca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	2	3	1
Lycopus europaeus	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	3	0	1	3	2	2	0	0	2	1	0	1	2	0	0	5	0	3	3	4	5
Myosotis scorpioides	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,5	0	0	0	0	0	2	0	2
Myriophyllum verticillatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	5	0	0	0	0	0	0
Oenanthe fistulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinaceae	0	0	0	3	5	4	0	0	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Phragmites australis	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton pusillus	0	4	3	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,5	0
Ranunculus circinatus/trichophilus	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	1	1	0	0	0	0
Ranunculus peltatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Scirpes lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Senecio paludosus	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sirodela polyrhyza	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanum dulcamara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solidago gigantea ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	1	1	0	0	0	0	5	3	3	2	5	0	5	3	0	1	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0


GRI
Relevé du 01/10/2015
Relevé du 29/07/2015
Transect
Quadrat
Algues filamenteuses
Alisma lantago-aquatica
Butomus umbellatus
Callitriche paltycarpa
Carex acutiformis
Chara vulgaris ssp. contraria
Cyperus fuscus
Eleocharis palustris ?
Elodea nutalii
Equisetum fluviatile
Galium palustre
Hippuris vulgaris
Hottonia palustris
Iris pseudocarus
Lemna minor
Lythrum salicaria
Mentha aquatica
Myosotis scorpioides
Nuphar lutea
Oenanthe aquatica
Phragmites australis
Poaceae sp. 1
Polygonum hidropiper
Potamogeton natans
Potamogeton pectinatus
Potamogeton trichoides
Ranunculus circinatus
Rorripa amphibia
Solanum dulcamara
Sparganium emersum
Spirodela polyrhiza
Veronica anagallis-aquatica
Nuphar lutea
Hippuris vulgaris
Phragmites australis
Hottonia palustris
Sparganium emersum
Eleocharis palustris

MER

Relevé du 09/11/2015

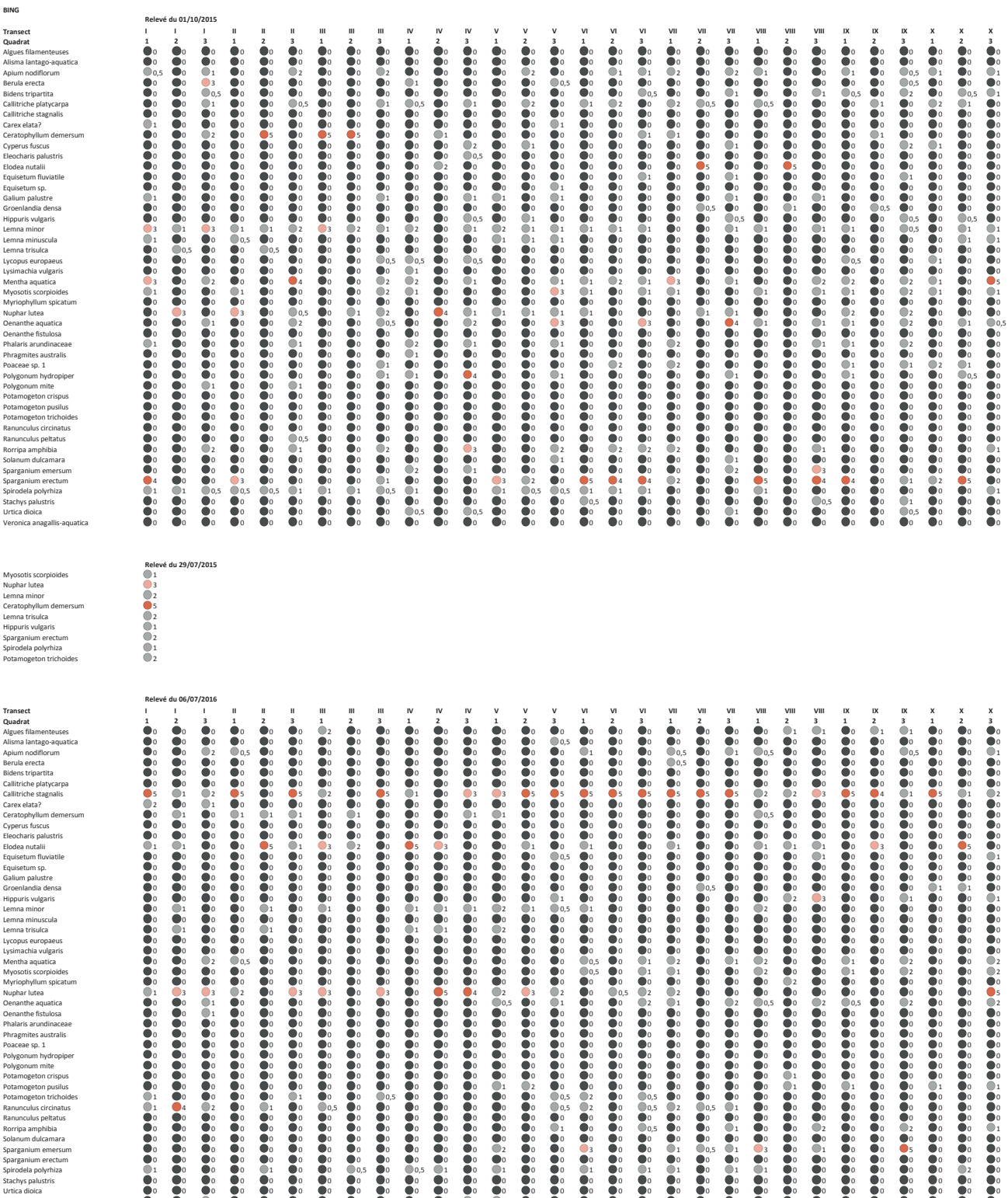
Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V	VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	IX	IX	IX	IX	IX	X	X	X	X	X	XI	XI	XI	XI	XI
Quadrat	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butomus umbellatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratophyllum demersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus fuscus	2	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eleocharis palustris	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrocharis morsus-ranae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus bulbosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum verticilatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	0	2	4	5	3	2	5	5	5	2	2	2	3	5	4	3	2	4	5	5	3	1	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	1	4	4	4	3	1	4	4	3	2	2	4	3	2	4	2	4	3	3	4
Nymphoides peltata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oenanthe aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Polygonum hidropiper	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton amphibium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton nodosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus peltatus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Sparganium erectum	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utricularia vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 29/07/2015

Nuphar lutea	5
Hippuris vulgaris	3
Hydrocharis morsus-ranae	1
Utricularia minor	1
Sparganium emersum	1

Relevé du 01/07/2016

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V	VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	IX	IX	IX	IX	IX	X	X	X	X	X	XI	XI	XI	XI	XI
Quadrat	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butomus umbellatus	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1
Carex sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ceratophyllum demersum	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	2	1	0	0	1	2	1	0	0	2	1	1	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus fuscus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eleocharis palustris	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrocharis morsus-ranae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus bulbosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum verticilatum	0	2	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	2	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	1	5	5	5	4	0	5	5	5	3	1	5	5	4	5	1	4	4	4	5	2	5	5	4	4	0	4	4	4	5	2	4	5	5	5	1	5	5	4	5	3	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	3
Nymphoides peltata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oenanthe aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Polygonum hidropiper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton pectinatus	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton nodosus	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus peltatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0
Sparganium erectum	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Utricularia vulgaris	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1


BING
Relevé du 01/10/2015
Transect
Quadrat
Algues filamenteuses
Alisma lantago-aquatica
Apium nodiflorum
Berula erecta
Bidens tripartita
Callitriche platycarpa
Callitriche stagnalis
Carex elata?
Ceratophyllum demersum
Cyperus fuscus
Eleocharis palustris
Elodea nutalii
Equisetum fluviatile
Equisetum sp.
Galium palustre
Groenlandia densa
Hippuris vulgaris
Lemna minor
Lemna minuscula
Lemna trisulca
Lycopus europaeus
Lysimachia vulgaris
Mentha aquatica
Myosotis scorpioides
Myriophyllum spicatum
Nuphar lutea
Oenanthe aquatica
Oenanthe fistulosa
Phalaris arundinaceae
Phragmites australis
Poaceae sp. 1
Polygonum hydropiper
Polygonum mite
Potamogeton crispus
Potamogeton pusilus
Potamogeton trichoides
Ranunculus circinatus
Ranunculus peltatus
Rorripa amphibia
Solanum dulcamara
Sparganium emersum
Sparganium erectum
Spirodela polyrhiza
Stachys palustris
Urtica dioica
Veronica anagallis-aquatica
Relevé du 29/07/2015
Myosotis scorpioides
Nuphar lutea
Lemna minor
Ceratophyllum demersum
Lemna trisulca
Hippuris vulgaris
Sparganium erectum
Spirodela polyrhiza
Potamogeton trichoides
Relevé du 06/07/2016
Transect
Quadrat
Algues filamenteuses
Alisma lantago-aquatica
Apium nodiflorum
Berula erecta
Bidens tripartita
Callitriche platycarpa
Callitriche stagnalis
Carex elata?
Ceratophyllum demersum
Cyperus fuscus
Eleocharis palustris
Elodea nutalii
Equisetum fluviatile
Equisetum sp.
Galium palustre
Groenlandia densa
Hippuris vulgaris
Lemna minor
Lemna minuscula
Lemna trisulca
Lycopus europaeus
Lysimachia vulgaris
Mentha aquatica
Myosotis scorpioides
Myriophyllum spicatum
Nuphar lutea
Oenanthe aquatica
Oenanthe fistulosa
Phalaris arundinaceae
Phragmites australis
Poaceae sp. 1
Polygonum hydropiper
Polygonum mite
Potamogeton crispus
Potamogeton pusilus
Potamogeton trichoides
Ranunculus circinatus
Ranunculus peltatus
Rorripa amphibia
Solanum dulcamara
Sparganium emersum
Sparganium erectum
Spirodela polyrhiza
Stachys palustris
Urtica dioica
Veronica anagallis-aquatica

LON

Relevé du 25/09/2015

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Algues filamenteuses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma plantago-aquatica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butomus umbellatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche platycarpa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0
Carex acutifloris ?	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratophyllum demersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Cyperus fuscus?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutalii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glyceria maxima	3	0	1	3	1	3	3	0	3	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Juncus sp? (feuille comprimées latéralement)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
Lemna trisulca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	3	0	2	2	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Lysimachia vulgaris	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Mentha aquatica	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	3	5	5	2	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	3	0	0	0	0	0	3	2	2	2	1
Oenanthe aquatica	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Oenanthe fistulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantago lanceolata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Polygonum bistorta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum minus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton crispus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton lucens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salix sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanum dulcamara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solidago virgaurea ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Sparganium erectum	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spirodela polyrhyza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagalis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Xanthium jusquiame ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 29/07/2015

Nuphar lutea	4
Mentha aquatica	5
Hippuris vulgaris	2
Iris pseudocarus	2
Lemna trisulca	3
Lemna minor	1
Callitriche sp.	1

Relevé du 06/07/2016

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V	VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Algues filamenteuses	0	0	0	0	0	0	4	1	3	2	4	1	4	4	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Alisma plantago-aquatica	0	1	0	0	0,5	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butomus umbellatus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche platycarpa	2	1	1	2	2	2	1	2	4	1	3	5	0	0	1	4	2	2	1	3	5	0	0	0	0	4	5	1	1	2	0,5	5	3	0	1	4	5	5	5	4
Carex acutifloris ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratophyllum demersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus fuscus?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutalii	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	3	1	2	0	0	2	3	2	0	0	3	2	4	0	0	0	1	1	0
Equisetum fluviatile	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	5	1	2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glyceria maxima	4	3	3	2	3	3	1	0	2	0	1	0	0	0,5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	1	2	1	0	0	1	3	0	0	0	2	4	4	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	0
Iris pseudocarus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus sp? (feuille comprimées latéralement)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lemna trisulca	1	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	1	0	1	1	0	0	1	0	1
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lysimachia vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	2	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	3	2	2	5	5	0	0	1	5	0	0	0	0	0	2	0,5	0	0	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Myosotis scorpioides	1	1	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0,5	1	2	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Nuphar lutea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	4	0	0	5	5	1	0	3	4	5	5	3	1	4	5	4	1	1	4	4	4	4	0	2	3	3	2
Oenanthe aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oenanthe fistulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantago lanceolata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum bistorta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum minus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton crispus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton lucens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0
Rorripa amphibia	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	2	2	1	0	1	3
Salix sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanum dulcamara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solidago virgaurea ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium erectum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spirodela polyrhyza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Veronica anagalis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Xanthium jusquiame ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CHA

Relevé du 09/11/2015

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V	VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	IX	IX	IX	IX	IX	X	X	X	X	X
Quadrat	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Acorus calamus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Algues filamenteuses	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butomus umbellatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	2
Carex sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratophyllum demersum	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	3	3	0	0	3	3	3	0	0	0	3	3	3	0	0	1	3	1	0	0	4	3	1	0	0	1	4	3	0	4	2	4	3
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0
Lemna minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Nuphar lutea	2	3	4	4	4	2	4	4	4	4	1	4	4	4	2	3	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	1	1	4	4	3	2	1	3	4	4	1	1	3	4	4	1
Nymphoides peltata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton lucens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton nodosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus scelleratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sagittaria latifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sium latifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 29/07/2015

Myosotis scorpioides	1
Iris pseudocarus	1
Rorripa amphibia	1
Sparganium erectum	1
Ceratophyllum demersum	4
Nuphar lutea	5
Acorus calamus	1
Lemna minor	1
Spirodella polyrhiza	1
Callitriche sp.	1
Apium nodiflorum	1

Relevé du 06/07/2016

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V	VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	IX	IX	IX	IX	IX	X	X	X	X	X
Quadrat	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Acorus calamus	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Algues filamenteuses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butomus umbellatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	0	0	1
Ceratophyllum demersum	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1
Equisetum fluviatile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	2	4	2	0	2
Lemna minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	5	5	3	5	4	2	4	5	4	5	2	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	3	2	5	5	5	2	2	5	5	5	5
Nymphoides peltata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	1
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton lucens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton nodosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0
Ranunculus scelleratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sagittaria latifolia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	0	0	1
Sium latifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

VILM

Relevé du 29/09/2015

Transect	**I**	**I**	**I**	**II**	**II**	**II**	**III**	**III**	**III**	**IV**	**IV**	**IV**	**V**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**3**
Berula erecta	3	0	1	1	0	4	2	0	3	2	0	5	2	3	4	4	4	4
Callitriche platycarpa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Calystegia sepium	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex elata	3	2	0	3	3	1	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0
Chara major	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutalii	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	1	3	4	0	0	0	0	2	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groendlendia densa	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrocotyle vulgaris	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Juncus articulatus	0	4	4	1	2	0	4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Ligustrum vulgare	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lysimachia vulgaris	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	2	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	2	2	2	1	0	2	2
Myosotis scorpiodes	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum verticillatum	0	2	0	0	0	0	1	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton coloratus	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton natans	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 21/07/2016

Transect	**I**	**I**	**I**	**II**	**II**	**II**	**III**	**III**	**III**	**IV**	**IV**	**IV**	**V**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**3**
Berula erecta	1	1	0	2	1	1	0	0	0	1	0	5	1	2	2	4	3	3
Callitriche platycarpa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calystegia sepium	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex elata	4	0	3	1	0	0	2	0	0	3	0	1	1	1	0	0	1	0
Chara major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutalii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	0	2	1	0	3	2	1	3	2	1	2	2	0	1	0	0	1	0
Galium palustre	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Groendlendia densa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrocotyle vulgaris	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus articulatus	3	4	0	0	5	5	0	4	3	2	2	0	1	2	0	0	0	0
Ligustrum vulgare	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lysimachia vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	2	1
Myosotis scorpiodes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum verticillatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinacea	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	1	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Potamogeton coloratus	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Potamogeton natans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

LUI

Relevé du 27/11/2015

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Algues filamenteuses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	3	4	4	3	0	0	0	0		
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Baldellia ranunculoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2		
Carex aquatilis ?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Carex elata	2	2	2	2	1	1	0	4	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0		
Carex paniculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Eleocharis acicularis	0	0	0	0	1	5	5	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0		
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Hottonia palustris?	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mentha aquatica	1	0	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	3	1	1		
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	1	0	0	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Myriophyllum verticillatum	1	4	4	2	0	1	2	2	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Phalaris arundinacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0		
Potamogeton coloratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0		
Potamogeton natans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Potamogeton pectinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Rorripa amphibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Samolus valerandii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Relevé du 19/07/2016

Transect	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Algues filamenteuses	4	3	2	1	3	4	3	4	3	4	4	2	2	0	0	5	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baldellia ranunculoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex aquatilis ?	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex elata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex paniculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Eleocharis acicularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	4	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0
Eleocharis palustris	2	1	0	2	3	0	0	2	2	4	0	0	0	3	0	1	0	0	0	5	1	0	0	1	5
Hippuris vulgaris	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Hottonia palustris?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	2	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4	5	5	5	2	0	0	0	0	0
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1	0	0	0	4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Myriophyllum verticillatum	1	4	3	2	0	2	1	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Phalaris arundinacea	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton coloratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton natans	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
Potamogeton pectinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Samolus valerandii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Sparganium emersum	3	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

LUIE

Relevé du 27/11/2015

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	3	2	0	2	4	3	0	3	0,5	0	0,5	0
Callitriche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	2	2	1	2	0,5
Callystegia sepium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caltha palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex leata	5	5	5	3	4	3	3	3	0	1	1	0	1	2	0	2	2	3	0	0	2	3	1	0
Carex paniculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	2	1	0	1	0	0	0
Eupatorium cannabinum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filipendula ulmaria	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0,5	0,5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iris pseudocarus	0,5	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,5	0	0	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0,5	0	1	0	1	1	1	3	0,5	0,5	1	0	0	4	0	0	1	0	3	2	3	2	3	1
Myosotis scorpioides	0	0	0	1	1	1	3	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	3	1	0
Nasturtium officinale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Phalaris arundinaceae	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Rubus sp.	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumex hydrolapathum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphitum officinale	0,5	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 19/07/2016

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0,5	0,5	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Callitriche sp.	0	0	1	1	3	1	1	2	1	1	2	4	1	3	1	1	2	1	1	3	3	0	2	2
Callystegia sepium	1	0,5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Caltha palustris	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0
Carex leata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex paniculata	5	5	4	5	2	0	3	5	5	1	2	1	0,5	1	0	1	4	1	5	2	2	2	2	0
Equisetum fluviatile	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Eupatorium cannabinum	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filipendula ulmaria	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium palustre	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Iris pseudocarus	1	2	0	1	0,5	0	0	1	2	2	1	0	0	5	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum salicaria	1	1	0	0	1	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0	0	0	0	0,5	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0,5	1	1	1	2	3	3	3	3	0,5
Myosotis scorpioides	0	0	0,5	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	1	2	1	0
Nasturtium officinale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0,5	0
Phalaris arundinaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumex hydrolapathum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphitum officinale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica anagallis-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0

ALB

Relevé du 14/12/2015

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apium nodiflorum	0	0	1	3	2	1	2	0	0	2	2	0	0	3	0	1	2	2	1	0,5	2	2	2	1
Berula erecta	4	3	2	1	2	3	4	1	0	3	0	0,5	3	1	0	3	2	1	3	3	2	4	3	2
Carex acutiformis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex elata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0,5	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	2
Equisetum fluviatile	0	1	0	2	2	0	2	1	1	2	0	0	3	1	0,5	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Groenlandia densa	0	1	0	0	1	0,5	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0,5	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Juncus artuculatus	0	1	4	5	3	5	3	4	5	4	1	3	5	2	2	5	2	2	0	4	2	1	3	3
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	5	1	1	1	2	0,5	0,5	1	1	1	1	0	1	0	1	1	3	1	0	0	2	1	1	1
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton coloratus	3	2	1	0	0	1	2	1	2	2	2	4	1	0	1	1	1	1	0,5	0	1	0	0	0
Potamogeton natans	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	1	2	3
Salix sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	5	0	0	1	2	4	5	0	0	0,5	0
Sparganium erectum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 21/07/2016

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Alisma lantago-aquatica	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Berula erecta	2	1	1	1	0	1	1	2	1	1	0,5	0	1	1	1	1	0,5	1	1	0	0	3	3	1
Carex acutiformis	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1
Carex elata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equisetum fluviatile	4	1	2	2	1	3	2	2	2	3	1	2	2	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
Groenlandia densa	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	1	3	2	1	0	0
Hippuris vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Juncus artuculatus	4	5	5	5	5	0	3	3	5	4	5	3	4	1	4	3	3	4	2	0	3	0,5	1	5
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	3	1	2	1	1	1	1	2	3	2	0	1	3	0	1	2	1	2	1	0	1	0,5	3	2
Myosotis scorpioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Myriophyllum spicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Phragmites australis	0	2	3	0	0	2	1	0,5	0	0	0	1	3	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0
Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton coloratus	2	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	3	0	1	1	5	0
Potamogeton natans	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Salix sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	1	2	0
Sparganium erectum	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SBR

Relevé du 14/12/2015

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Algues filamenteuses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1
Baldellia ranunculoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche stagnallis	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	2	0	2	0	0	3	1	0	2	0	0	1
Carex elata	2	0	0	2	0	2	3	0	1	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	2
Chara gymnophylla	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Chara major	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0
Eleocharis palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	2	2	2	2
Elodea nutalii	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	2	0	1	0	2	2	0	1	1	0	3	0	0	0
Galium palustre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0,5	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Hottonia palustris	3	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	2	1	1
Juncus articulatus	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ludwigia palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luronium natans	3	1	3	3	4	3	0	0	0	0	0	3	1	5	0	5	3	1	5	5	3	2	0	2	
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Myriophyllum spicatum	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum verticillatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nasturtium officinale	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitella syncarpa	0	0	1	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	2	2	0	3	2	1	1	3	2	1	0	0	0	1	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0
Phalaris arundinaceae	1	0	0	0,5	0	1	0,5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton coloratus	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0
Potamogeton natans	2	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
Rorripa amphibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schoenoplectus lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium erectum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tolypella sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Relevé du 14/07/2016

Transect	I	I	I	II	II	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	VI	VI	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII
Quadrat	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Algues filamenteuses	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apium nodiflorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baldellia ranunculoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berula erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche stagnallis	0	0	0	2	2	0	1	3	0	0	0	0	3	1	1	4	2	3	5	0,5	0	1	0	0	2
Carex elata	1	0	2	2	4	0	2	0	2	3	0	0	0,5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Chara gymnophylla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chara major	0	0	0	4	3	0	3	0	1	4	5	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eleocharis palustris	0	0	1	3	1	3	1	1	0	0	3	0	0	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Elodea nutalii	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	2	1	0	0	2	0	1	0	1	1
Galium palustre	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippuris vulgaris	0,5	0	0	0	0	0,5	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	2	3	2	0	0	0	0	0	0
Hottonia palustris	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0
Juncus articulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ludwigia palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luronium natans	2	0	0	1	0	2	1	1	2	1	0	0	4	0	0	2	0	1	2	5	0	3	5	2	
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	0,5	0	0	0,5	0,5	1	1	0	1	1	0	0	0	0,5	0,5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum	1	0	0	1	1	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	3	2	1	0,5	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum verticillatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nasturtium officinale	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitella syncarpa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuphar lutea	3	1	2	0	0	0	1	3	0	0,5	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris arundinaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Phragmites australis	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton coloratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton natans	4	5	4	1	0	0	2	0	0	2	3	0	0	3	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
Rorripa amphibia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schoenoplectus lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium emersum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparganium erectum	1	1	0	2	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Tolypella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 7 - Listing palynologique actuel - 15 sites (C. Bégeot)

Densité : nb pollen / cm3

site	POTAMOGETON	CALLITRICHE	NUPHAR (lutea)	NYMPHEA (alba)	LEMNA	MYRIOPHYLLUM SPICATUM	HYDROCHARIS? (morsus-ranae)	CALLA PALUSTRIS?	MENYANTHES (trifoliata)	Hottonia type (palustris)	SCLERITE (revoir)	FILIPENDULA (ulmaria)	EQUISETUM	POLYGONUM Type HYDROPIPER	ALISMA PLANTAGO AQUATICA	LYTHRUM SALICARIA	TYPHA ANGUSTIFOLIA/SPARGANIUM	TYPHA LATIFOLIA	CYPERACEAE	JUNCACEAE	CERATOPHYLLUM?	ACORUS? (calamus)	SAGITTARIA SAGITTALIS?	HIPPURIS? (vulgaris)	BUTOMUS (umbellatus)	HUMULUS/CANNABIS	MYOSOTIS	Lysimachia type	Lotus type	Veronica type	EPILOBIUM	RUMEX	SANGUISORBA OFFICINALIS	SALIX	ALNUS	URTICACEAE	CORYLUS	QUERCUS	FRAXINUS (excelsior)	ACER	ULMUS	TILIA	CORNUS MAS	CORNUS SANGUINEA
ALB	4158,1	141,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283,51	118,13	2835,1	47,251	81,115	0	584,03	48,669	48,669	0	0	0	0	0	0	0	0	1890,1	2551,6	0	378,01	945,03	756,02	0	0	0	0	23,626
BAR	1054,5	405,57	162,23	162,23	0	0	81,115	0	0	162,23	892,26	81,115	567,8	81,115	0	0	243,34	0	10626	162,23	81,115	0	0	0	0	0	81,115	0	0	0	0	0	81,115	2027,9	1784,5	243,34	1054,5	3812,4	1135,6	81,115	0	0	0	0
BING	3260,8	584,03	48,669	146,01	48,669	0	0	876,04	0	0	0	97,338	97,338	48,669	146,01	0	194,68	0	973,338	389,35	0	48,669	0	48,669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4672,2	1070,7	486,69	243,34	2044,1	973,338	0	0	48,669	0	0
CDC	968,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132,05	0	0	0	44,016	0	572,21	220,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44,016	0	0	0	4137,5	1540,6	176,06	660,24	1188,4	660,24	0	0	0	0	88,032
CHA	425,85	0	141,95	0	141,95	0	0	0	0	0	8801	0	0	0	0	0	709,75	0	567,8	0	0	0	0	0	340,68	0	425,85	0	141,95	425,85	0	113,56	0	2839	8517,1	2413,2	1987,3	2555,1	2271,2	425,85	709,75	283,9	0	141,95
CHEM	113,56	454,24	227,12	113,56	0	0	0	113,56	113,56	0	6132,3	113,56	0	0	0	0	0	0	1135,6	113,56	0	0	113,56	0	0	0	113,56	0	113,56	0	113,56	0	0	4883,1	8176,4	1930,5	3179,7	4088,2	5337,4	113,56	113,56	0	0	340,68
CLO	448,27	0	89,653	0	1165,5	0	0	0	0	0	0	89,653	179,31	0	0	0	358,61	0	358,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358,61	0	7889,5	16317	446,27	537,92	1524,1	1703,4	0	0	0	0	0
GRI	501	375,75	1252,5	0	1127,3	0	0	250,5	0	0	10020	0	0	0	0	0	250,5	125,25	1127,3	0	0	0	125,25	626,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6137,3	9769,6	626,25	1503	4008	2004	0	250,5	0	0	0
JON	2030	176,52	617,82	0	88,26	0	0	0	0	0	8826	264,78	0	88,26	88,26	0	0	0	794,34	176,52	0	88,26	88,26	176,52	0	0	0	0	88,26	0	0	0	0	706,08	4501,2	2736	2118,2	3618,6	5825,1	88,26	88,26	176,52	88,26	88,26
LUI	689,64	344,82	0	0	0	0	0	206,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4620,6	482,75	0	0	68,964	68,964	0	0	0	0	0	137,93	68,964	0	0	2758,6	4206,8	206,89	413,78	2482,7	965,5	0	137,93	0	68,964	0
LUIE	2338	2338	334	0	0	0	0	1002	668	0	4905,8	0	668	334	0	0	334	0	2338	0	0	0	0	668	0	0	0	0	0	334	0	0	0	2004	10020	1002	7682	19038	6346	0	1002	334	0	0
MER	317,97	0	317,97	363,39	136,27	0	0	45,424	0	0	4905,8	0	0	0	0	0	0	0	6177,7	0	0	90,849	45,424	90,849	0	45,424	45,424	0	0	45,424	0	0	0	1726,1	863,06	90,849	681,36	2407,5	499,67	0	45,424	0	0	0
SBR	3127,4	0	332,7	0	66,539	0	0	133,08	0	0	665,39	66,539	399,24	0	133,08	0	0	0	2927,7	0	0	0	0	0	0	0	66,539	0	0	66,539	0	0	0	798,47	10114	133,08	1131,2	10513	5988,6	0	0	66,539	0	0
VER	1154,9	288,71	0	866,14	288,71	0	0	0	0	0	0	577,43	288,71	0	0	0	0	0	866,14	0	0	0	288,71	0	0	0	288,71	288,71	0	0	0	0	0	87192	30604	577,43	1154,9	8661,4	15591	0	0	0	0	0
WUM	888,99	0	0	24,694	0	0	0	148,16	0	0	0	24,694	148,16	24,694	0	0	24,694	0	1037,1	0	0	0	0	0	74,082	0	0	0	0	0	0	0	0	444,49	2592,9	49,388	666,74	1852,1	1037,1	24,694	49,388	222,25	0	0

	PRIMULACEAE	RANUNCULACEAE	VALERIANACEAE	APIACEAE	BRASSICACEAE	CARYOPHYLLACEAE	CHENOPODIACEAE	SOLANUM	GENTIANACEAE	GERANIACEAE	RUBIACEAE	SAXIFRAGACEAE	SCROPHULARIACEAE	THALICTRUM	VIOLACEAE	CUPRESSACEAE
SPERGULARIA	0	165,38	0	307,13	756,02	0	0	0	0	0	0	0	118,13	0	0	0
SYMPHYTUM	81,115	0	567,8	486,69	892,26	0	162,23	0	0	0	0	0	0	0	0	81,115
XANTHIUM/AMBROSIA	0	0	243,34	535,36	632,7	0	194,68	0	0	0	48,669	0	194,68	48,669	0	194,68
CARPINUS	0	0	0	88,032	704,25	88,032	220,08	0	0	0	0	0	88,032	0	0	0
FAGUS	0	0	0	44,016	176,06	44,016	220,08	0	0	0	993,66	0	0	0	0	141,95
ABIES	141,95	0	0	141,95	567,8	141,95	141,95	0	0	0	0	0	0	113,56	0	0
PICEA (abies)	0	0	0	89,653	268,96	179,31	89,653	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROSACEAE Arbre	0	0	0	250,5	2755,5	0	626,25	0	0	0	125,25	0	0	125,25	0	0
VISCUM (album)	0	0	0	88,26	1147,4	0	88,26	0	0	0	176,52	0	0	0	88,26	88,26
CERFAIL	0	324,46	567,8	486,69	892,26	0	162,23	0	0	0	48,669	0	194,68	48,669	0	194,68
PRIMULACEAE	0	165,38	0	307,13	756,02	0	0	0	0	0	0	0	118,13	0	0	0
RANUNCULACEAE	0	165,38	0	307,13	756,02	0	0	0	0	0	0	0	118,13	0	0	0
VALERIANACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APIACEAE	307,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRASSICACEAE	756,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARYOPHYLLACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHENOPODIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOLANUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GENTIANACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GERANIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RUBIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAXIFRAGACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SCROPHULARIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
THALICTRUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIOLACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUPRESSACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	CENTRANTHUS (angustifolius)	CHEILDONIUM (majus)	ECHIUM	CARDUUS	ARTEMISIA	Tussilago type	ASTERACEAE type liguliflore	ASTERACEAE type tubuliflore	LAMIACEAE type lamium	LILIACEAE	EUPHORBIACEAE	Ononis type	Trifolium type	HELLEBORUS	HYPERICUM	IMPATIENS	MERCURIALIS	PLANTAGO LANCEOLATA	POTENTILLA	SANGUISORBA MINOR	Veratrum type	Verbascum type
SPERGULARIA	0	0	0	0	47,251	0	70,877	0	23,626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,251	0	47,251	0
SYMPHYTUM	0	0	0	0	81,115	0	486,69	0	162,23	0	81,115	81,115	0	162,23	0	0	0	730,03	0	0	0	243,34
XANTHIUM/AMBROSIA	0	0	0	0	97,338	0	48,669	48,669	97,338	0	0	48,669	0	0	0	0	0	194,68	0	0	389,35	0
CARPINUS	88,032	0	0	0	132,05	0	44,016	44,016	0	0	88,032	44,016	0	0	0	0	0	220,08	0	44,016	0	0
FAGUS	0	0	0	0	141,95	0	567,8	425,85	283,9	0	0	141,95	141,95	0	0	0	0	1135,6	0	0	0	0
ABIES	0	0	0	0	227,12	0	340,68	113,56	227,12	0	0	340,68	0	0	0	0	179,31	0	0	0	0	0
PICEA (abies)	0	0	0	0	0	0	89,653	0	0	626,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROSACEAE Arbre	0	0	0	0	137,93	0	68,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,25	501	0	0	0
VISCUM (album)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,26	0	0	0	176,52	441,3	88,26	88,26	264,78
CERFAIL	0	0	0	0	137,93	0	68,964	0	0	0	0	0	1002	0	0	0	0	137,93	68,964	0	0	0
PRIMULACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6346	0	0	0
RANUNCULACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALERIANACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APIACEAE	0	0	0	0	47,251	0	70,877	0	23,626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,251	0	47,251	0
BRASSICACEAE	0	0	0	0	81,115	0	486,69	0	162,23	0	81,115	81,115	0	162,23	0	0	0	730,03	0	0	0	243,34
CARYOPHYLLACEAE	0	0	0	0	97,338	0	48,669	48,669	97,338	0	0	48,669	0	0	0	0	0	194,68	0	0	389,35	0
CHENOPODIACEAE	0	0	0	0	132,05	0	44,016	44,016	0	0	88,032	44,016	0	0	0	0	0	220,08	0	44,016	0	0
SOLANUM	0	0	0	0	283,9	0	567,8	425,85	283,9	0	0	141,95	141,95	0	0	0	0	1135,6	0	0	0	0
GENTIANACEAE	0	0	0	0	227,12	0	340,68	113,56	227,12	0	0	340,68	0	0	0	0	179,31	0	0	0	0	0
GERANIACEAE	0	0	0	0	0	0	89,653	0	0	626,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RUBIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,26	0	0	0	176,52	441,3	88,26	88,26	264,78
SAXIFRAGACEAE	0	0	0	0	137,93	0	68,964	0	0	0	0	0	1002	0	0	0	0	137,93	68,964	0	0	0
SCROPHULARIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6346	0	0	0
THALICTRUM	0	0	0	0	181,7	90,849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181,7	90,849	0	0	0
VIOLACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUPRESSACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTRANTHUS (angustifolius)	0	0	0	0	47,251	0	70,877	0	23,626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,251	0	47,251	0
CHEILDONIUM (majus)	0	0	0	0	81,115	0	486,69	0	162,23	0	81,115	81,115	0	162,23	0	0	0	730,03	0	0	0	243,34
ECHIUM	0	0	0	0	97,338	0	48,669	48,669	97,338	0	0	48,669	0	0	0	0	0	194,68	0	0	389,35	0
CARDUUS	0	0	0	0	132,05	0	44,016	44,016	0	0	88,032	44,016	0	0	0	0	0	220,08	0	44,016	0	0
ARTEMISIA	0	0	0	0	283,9	0	567,8	425,85	283,9	0	0	141,95	141,95	0	0	0	0	1135,6	0	0	0	0
Tussilago type	0	0	0	0	227,12	0	340,68	113,56	227,12	0	0	340,68	0	0	0	0	179,31	0	0	0	0	0
ASTERACEAE type liguliflore	0	0	0	0	0	0	89,653	0	0	626,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTERACEAE type tubuliflore	0	0	0	0	137,93	0	68,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,25	501	0	0	0
LAMIACEAE type lamium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,26	0	0	0	176,52	441,3	88,26	88,26	264,78
LILIACEAE	0	0	0	0	137,93	0	68,964	0	0	0	0	0	1002	0	0	0	0	137,93	68,964	0	0	0
EUPHORBIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6346	0	0	0
Ononis type	0	0	0	0	181,7	90,849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181,7	90,849	0	0	0
Trifolium type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HELLEBORUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYPERICUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPATIENS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MERCURIALIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLANTAGO LANCEOLATA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POTENTILLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SANGUISORBA MINOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veratrum type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verbascum type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUONYMUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FRANGULA (alnus)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIGUSTRUM (vulgare)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LONICERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POPULUS	0	0	0	0	496,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRUNUS	0	0	0	0	1946,8	243,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RHAMNUS	0	0	0	0	3654,7	97,338	48,669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROSACEAE TYPE CRATAEGUS	0	0	0	0	176,06	396,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAMBUCUS	0	0	0	0	1419,5	0	141,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIBURNUM LANTANA	0	0	0	0	1022	227,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIBURNUM OPULUS	0	0	0	0	0	0	1972,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VITIS	0	0	0	0	5385,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POLYGONUM TYPE AVICULARE	0	0	0	0	626,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAMIACEAE type mentha	0	0	0	0	353,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CALYSTEGIA (sepium)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTAUREA JACEA/NIGRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTAUREA SCABIOSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROSACEAE TYPE RUBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTRANTHUS (angustifolius)	0	0	0	0	47,251	0	70,877	0	23,626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,251	0	47,251	0
CHEILDONIUM (majus)	0	0	0	0	81,115	0	486,69	0	162,23	0	81,115	81,115	0	162,23	0	0	0	730,03	0	0	0	243,34
ECHIUM	0	0	0	0	97,338	0	48,669	48,669	97,338	0	0	48,669	0	0	0	0	0	194,68	0	0	389,35	0
CARDUUS	0	0	0	0	132,05	0	44,016	44,016	0	0	88,032	44,016	0	0	0	0	0	220,08	0	44,016	0	0
ARTEMISIA	0	0	0	0	283,9	0	567,8	425,85	283,9	0	0	141,95	141,95	0	0	0	0	1135,6	0	0	0	0
Tussilago type	0	0	0	0	227,12	0	340,68	113,56	227,12	0	0	340,68	0	0	0	0	179,31	0	0	0	0	0
ASTERACEAE type liguliflore	0	0	0	0	0	0	89,653	0	0	626,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTERACEAE type tubuliflore	0	0	0	0	137,93	0	68,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,25	501	0	0	0
LAMIACEAE type lamium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,26	0	0	0	176,52	441,3	88,26	88,26	264,78
LILIACEAE	0	0	0	0	137,93	0	68,964	0	0	0	0	0	1002	0	0	0	0	137,93	68,964	0	0	0
EUPHORBIACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6346	0	0	0
Ononis type	0	0	0	0	181,7	90,849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181,7	90,849	0	0	0
Trifolium type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HELLEBORUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYPERICUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPATIENS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MERCURIALIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLANTAGO LANCEOLATA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POTENTILLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SANGUISORBA MINOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veratrum type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verbascum type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 8 - Listing carpologique actuel - 15 sites (C. Schaal)

Densité : nb macro-restes végétaux / cm³

Hydrosystème	Site	Alnus glutinosa	Anagallis foemina	Anagallis sp.	Atriplex sp.	Bellis perennis	Berula erecta	Betula pendula	Betula sp.	Bidens tripartita	Bromus sp.	Callitriche sp.	Campanula sp.	Carex sp.	Centaurea sp.	Ceratophyllum demersum	Chara sp.	Chenopodium album	Chenopodium rubrum	Chenopodium sp.	Cirsium sp.	Clematis vitalba	Cornus sanguinea	Cyperaceae	Cyperus fuscus	Epilobium sp.	Erigeron annua	Eupatorium cannabinum	Filipendula ulmaria	Fragaria vesca
Ain	ALB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Loue	BAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doubs	BING	0	0,012	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0,647	0	0	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0
Loue	CDC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0	2,747	0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Doubs	CHA	0	0	0	0	0	0	0	0,008	0	0	0	0	0,004	0	0,471	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0
Loue	CHEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loue	CLO	0,059	0	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0,012	0	0,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doubs	GRI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doubs	LON	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ain	LUI	0,017	0,035	0	0	0	0	0,042	0	0	0	0	0	0,042	0	0	0,031	0	0	0	0	0,028	0	0	0	0,014	0	0	0	0
Ain	LUIE	0,041	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0,316	0	0	0,146	0	0	0	0	0	0	0	0,014	0	0	0	0	0,014	0	0	0
Doubs	MER	0	0	0,002	0	7E-04	0	0,018	0,017	0,003	0	0	0	0,006	0,002	0,211	0	0,007	0,141	0,002	0	0	0	0,002	0,278	0	0	0	0	0,002
Ain	SBR	0,05	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0,242	0	0,033	0	0	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loue	VER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	0	0	0	0	0
Ain	VILM	0,038	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0,013	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0

Frangula alnus	Fraxinus excelsior	Galeopsis sp.	Hippuris vulgaris	Juncaceae	Juncus sp.	Lycopus europeaus	Lythrum salicaria	Mentha aquatica	Mentha sp.	Nuphar lutea	Nymphaeaceae	Nymphea alba	Origanum vulgare	Panicum miliaceum	Papaver sp.	Persicaria lapathifolia	Persicaria sp.	Phragmites australis	Picris hieracioides	Plantago major ssp. intermedia	Poaceae	Polygonum aviculare agg.	Populus sp.	Potamogeton sp.	Quercus sp.	Ranunculus aquatils agg.	Ranunculus fluitans	Rhamnus cathartica	Rorippa amphibia	Rumex sp.	Salix sp.
0	0	0	0	0	0,818	0	0	0	0,046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,092	0	0	0	0	0	0,01	0,017
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,014	0,029	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0,053	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0,013
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0,004
0	0,013	0	0	0	0	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,063
0	0	0,012	0	0	0	0	0,012	0,059	0	0	0	0	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0	0	0	0,012	0	0,035	0	0	0	0	0,059
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,179	0	0
0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	0,007	0	0	0	0	0,012
0	0	0	0	0	0,131	0	0,014	0,033	0	0	0	0	0	0,014	0	0	0	0	0	0	0,017	0	0,065	0,014	0	0	0	0	0	0	0,14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,104	0,014	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0,075
0	0	0	0,001	0,002	0,002	0,002	0,013	0,024	0	0,003	0	0,004	0,009	0	0	0,002	0,004	0,034	0,002	0,003	0,004	0	0	0	0	0,003	0	0	0,811	0	0,289
0,008	0	0	0	0	0,042	0,008	0,017	0,033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017	0	0	0	0	0	0,008	0,017	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011	0	0	0	0	0,011
0	0	0	0	0	1,488	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0,15

Sambucus nigra	Schoenoplectus lacustris	Scirpus sylvaticus	Setaria sp.	Stellaria palustris	Taraxacum officinale agg.	Typha sp.	Urtica dioica	Veronica anagallis-aquatica	Zannichellia palustris
0	0	0,035	0	0	0	0,018	0	0	0,008
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,024	0	0
0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,753
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,001	0
0	0	0	0,017	0	0	0,017	0	0,058	0
0	0	0	0	0,014	0	0	0	0	0
0,002	0	0	0,005	0	0,002	0	0	0,008	0
0	0	0,017	0	0	0,008	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 9 - Listing génétique du sédiment actuel - 15 sites (J. Oudot-Canaff, B. Valot)

Densité : nb séquences / cm^3

Hydrosystème	Site	Acer; Fraxinus; Ligustrum	Alisma; Luronium	Alnus; Betula; Carpinus; Corylus; Ulmus	Angelica; Berula; Heloscciadium; Heracleum	Bidens	Callitriche	Calystegia	Carex	Ceratophyllum	Citrus	Clematis	Cornus	Crataegus	Daucus	Eleocharis	Elodea	Epilobium	Eupatorium	Fallopia	Galium	Hippuris	Hottonia	Iris	Juncus	Lonicera	Lycopus; Mentha	Lysimachia	Lythrum
Ain	ALB	449,7	0	70,95	828,4	0	6,208	0	7,982	0	0,887	0	4,435	23,95	0	0	0	0	0	0	0	8,869	0	3,548	0	0	118,8	0	0
Loue	BAR	17,46	0	0,727	150,2	0	1014	2,546	5,455	7,637	0	0	8,001	1,455	0	0	5,455	0	0	0	0	1,455	0,727	0	0	0	6,91	0	0
Doubs	BING	9,963	0	4,059	288,9	0	867,2	0	0,369	11,44	0,738	0	8,487	0	0	0	11,81	0,369	0	0	0	176	0,369	0	0	0	19,19	0	0
Loue	CDC	358,7	0	30,19	32,51	0	14,32	0	0	1,935	0	0	699,3	36,38	0	0	0	11,61	0	0	0	1,548	0	0	0	17,41	15,87	0	0
Doubs	CHA	421,8	0	358,7	7,283	0	5,462	23,06	0	51,59	15,17	0	200,3	55,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,428	0	0
Loue	CHEM	3562	0	705,2	15,82	0	6,47	17,25	0	7,189	0,719	0	2284	217,1	0	0	0	0	2,157	27,32	64,7	0	0	0	0	0	112,9	0	0
Loue	CLO	4799	0	2464	11171	0	0	43,42	0	0	0	0	5640	194,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2333	0	0
Doubs	GRI	36,64	0	49,14	1,293	0	78,45	0,431	0	5,172	2,155	1,724	119	1,724	0	0	22,84	0	0	0	0	219,4	0,431	0,431	0	4,741	1,293	0	0,431
Doubs	LON	4373	0	140,2	0,961	0	1517	70,12	0	361,2	0	0	897,2	623,4	0	0	45,15	0	0	0	0	17,29	0	0	0	0	211,3	0	0
Ain	LUI	21,77	0	66,64	46,2	0	18,66	0	0	4,887	6,219	5,775	163,5	4,442	0	7,108	0	0	0	0	0	91,51	0	0	0	0,888	222,1	0	0
Ain	LUIE	88,74	0	13,6	37,33	0	189,8	0,247	6,674	0,494	0	6,921	7,663	18,04	2,966	0	0	1,73	0	0	0	0	0	3,213	0	1,236	3,955	0	0
Doubs	MER	67,83	0	2,188	38,29	64,55	7,659	0	0	5137	0	0	146,6	0	0	0	1,094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,13	0	0
Ain	SBR	1940	4,749	129	2028	0	1395	3,166	15,83	6,332	0	10,29	43,53	179,7	0	0	5,54	0	0	0	2,374	35,62	0	0	0,791	3,166	105,3	0	0
Loue	VER	535,9	0	36,94	13,7	0	167,3	3,736	0	2,076	0	2,076	0	17,85	0	0	9,132	0	0	3,321	0	0	0	0	0	0	4,151	0	0
Ain	VILM	193,5	0	49,62	32,76	0	0,015	2,669	1,146	0	0	5,188	16,88	59,84	0	0	0	0	0	0	0	0,151	0	0	0,03	1,01	8,43	0,075	0

Myosotis	Myriophyllum	Nuphar	Persicaria	Phragmites	Populus; Salix	Potamogeton	Prunus	Quercus	Rhamnus	Ranunculus	Rubus	Sambucus; Viburnum	Solidago	Sparganium; Typha	Tilia	Urtica	Veronica	Vitis	Zannichellia
0	45,23	25,72	0	0	853,2	823,9	0	6,208	13,3	0	1,774	23,06	0	62,97	0	0	0	0	2,661
8,365	8,001	26,91	0	9,819	49,1	1137	0	0	0	0	0	0,727	7,637	7,637	0	12,37	19,64	0	0,727
1,845	2,952	3,321	0	0	52,77	4,059	0,738	0	0,369	2,214	0,738	0	0	3,69	0	11,81	1,845	0	0
0	58,44	22,83	0	0	522,4	13,54	99,07	0	17,41	0	0,387	36,76	0	0	0	0,387	0	0	0
0	0,607	4880	5,462	0	216,1	4,855	0	0	0	10,92	6,676	0	37,02	9,103	0	146,3	0	0	0
0	20,85	17689	0	0	294	1,438	216,4	1,438	0	0	110,7	504,7	23,72	0,719	5,032	289	0	0	0
0	0,658	3,947	50,66	0	6914	424,3	0	0	0	0	0	0	0	2169	0	0	0	0	6865
0	0,431	2284	0	2,155	115,9	6,034	13,36	0,431	0	0	0	19,83	0	2,155	0	5,603	16,38	0	2,155
0	0	18598	0	0	1313	4840	146	14,41	101,8	0	126,8	29,78	0	0,961	0	488	87,42	21,13	0
0	685,9	4,887	0	0	434	27,1	0	0	12,88	0	0	0,444	0	1,333	0,888	0	0	0	408,3
0	1,236	0	0	0,247	80,34	0,247	8,899	0	7,168	0	0	0,989	2,225	4,202	0	0	3,213	0	0
0	54,7	8668	0	0	5241	12,04	0	0	0	0	5,47	0	0	6,565	0	0	0	0	0
3,166	4,749	84,69	12,66	0	21,37	43,53	0	0	141,7	0	0	5,54	0	0	0	0	0	0	0
0,415	0	0,415	1,245	0	944,4	0,415	17,85	0	0	0	0	0	0,83	0	0	0	5,396	0	0
0,015	28,64	0,045	0	3,378	24,24	223,6	0	2,111	18,87	0	4,811	15,5	1,146	11,88	0,121	0	0	0	0

Annexe 10 - Listing homogène des taxons (C. Schaal, F. Gillet, C. Bégeot)

Typologie	Liste homogène	Relevé de végétation humide	Relevé de végétation des Rives	ADN	Pollen	Macro-reste
Hydrophyte	Ceratophyllum demersum	cera_dem		Ceratophyllum	CERATOPHYLLUM?	Ceratophyllum demersum
Hydrophyte	Chara					Chara sp.
Hydrophyte	Chara gymnophylla	chara_gymn				
Hydrophyte	Chara major	chara_maj				
Hydrophyte	Chara vulgaris	chara_vul_cont				
Hydrophyte	Elodea			Elodea		
Hydrophyte	Elodea canadensis	elod_can				
Hydrophyte	Elodea nuttalii	elod_nut				
Hydrophyte	Groenlandia densa	groenl_d				
Hydrophyte	Hottonia palustris	hotto_pa		Hottonia	Hottonia type	
Hydrophyte	Hydrocharis morsus-ranae	hydroc_mor			HYDROCHARIS?	
Hydrophyte	Lemna				LEMNA	
Hydrophyte	Lemna minor	lem_minor				
Hydrophyte	Lemna minus	lem_minus				
Hydrophyte	Lemna trisulca	lem_trisu				
Hydrophyte	Myriophyllum	myrio_sp		Myriophyllum		
Hydrophyte	Myriophyllum spicatum	myrio_spi			MYRIOPHYLLUM SPICATUM	
Hydrophyte	Myriophyllum verticillatum	myrio_ver				
Hydrophyte	Nitella syncarpa	nitel_syn				
Hydrophyte	Nuphar lutea	nuphar_l		Nuphar	NUPHAR	Nuphar lutea
Hydrophyte	Nymphea				NYMPHEA	
Hydrophyte	Nymphea alba					Nymphea alba
Hydrophyte	Nymphea peltata	nymph_pe				
Hydrophyte	Nympheaceae					Nymphaeaceae
Hydrophyte	Nympheaceae				SCLERITE	
Hydrophyte	Potamogeton			Potamogeton	POTAMOGETON	Potamogeton sp.
Hydrophyte	Potamogeton coloratus	potamo_col				
Hydrophyte	Potamogeton crispus	potamo_cri				
Hydrophyte	Potamogeton lucens	potamo_luc				
Hydrophyte	Potamogeton natans	potamo_nat				
Hydrophyte	Potamogeton nodosus	potamo_nod				
Hydrophyte	Potamogeton pectinatus	potamo_pec				
Hydrophyte	Potamogeton pusillus	potamo_pus				
Hydrophyte	Potamogeton trichoides	potamo_tri				
Hydrophyte	Ranunculus aquatilis					Ranunculus aquatilis agg.
Hydrophyte	Ranunculus circinatus	ranun_cir				
Hydrophyte	Ranunculus fluitans					Ranunculus fluitans
Hydrophyte	Ranunculus peltatus	ranun_pel				
Hydrophyte	Ranunculus trichophyllus	ranun_tri				
Hydrophyte	Spirodela polyrhiza	spirod_p				
Hydrophyte	Tolypella	tolyp_sp				
Hydrophyte	Utricularia vulgaris	utricu_vul				
Hydrophyte	Zannichellia palustris	zannich_pal		Zannichellia		Zannichellia palustris
Helophyte	Acorus				ACORUS?	
Helophyte	Alisma plantago_aquatica	alisma_pl		Alisma; Luronium	ALISMA PLANTAGO AQUATICA	
Helophyte	Bidens			Bidens		Bidens tripartita
Helophyte	Butomus	butom_umb			BUTOMUS	
Helophyte	Calla palustris				CALLA PALUSTRIS?	
Helophyte	Caltha palustris	caltha_p				
Helophyte	Carex			Carex		Carex sp.
Helophyte	Carex	carex_aqua				
Helophyte	Carex acutiformis	carex_acut				
Helophyte	Carex elata	carex_el				
Helophyte	Carex flacca	carex_fla				
Helophyte	Carex panicea	carex_pan				
Helophyte	Carex pseudocyperus	carex_pseu				
Helophyte	Cyperaceae				CYPERACEAE	Cyperaceae
Helophyte	Cyperus fuscus	cyper_fusc				Cyperus fuscus
Helophyte	Eleocharis			Eleocharis		
Helophyte	Eleocharis palustris	eleoc_pal				
Helophyte	Epilobium			Epilobium	EPILOBIUM	Epilobium sp.
Helophyte	Equisetum	equis_sp				
Helophyte	Equisetum				EQUISETUM	
Helophyte	Glyceria maxima	glyc_sp				
Helophyte	Hydrocotyle vulgaris	hydroc_vul				
Helophyte	Iris			Iris		
Helophyte	Iris pseudacorus	iris_pse				
Helophyte	Juncus				JUNCACEAE	Juncaceae
Helophyte	Juncus			Juncus		Juncus sp.
Helophyte	Juncus bulbosus	junc_bulb				
Helophyte	Lycopus europaeus	lyc_eur		Lycopus; Mentha		Lycopus europeaus
Helophyte	Lysimachia	lysim_vul		Lysimachia	Lysimachia type	
Helophyte	Lythrum salicaria	lyt_sal		Lythrum	LYTRHUM SALICARIA	Lythrum salicaria
Helophyte	Oenanthe aquatica	oen_aq				
Helophyte	Persicaria lapathifolia					Persicaria lapahtifolia
Helophyte	Phalaris arundinacea	phala_ar				
Helophyte	Phragmites australis	phrag_aus		Phragmites		Phragmites australis
Helophyte	Rorippa			Rorippa		

Helophyte	Rorippa	rori_sp				
Helophyte	Rorippa amphibia	rori_amph				Rorippa amphibia
Helophyte	Rorippa palustris	rori_pal				
Helophyte	Rumex hydrolapathum	rumex_hyd				
Helophyte	Scirpus lacustris	scirp_lac				
Helophyte	Sium latifolium	sium_lat				
Helophyte	Sparganium erectum	sparg_ere				
Helophyte	Stellaria palustris					Stellaria palustris
Helophyte	Thalictrum				THALICTRUM	
Helophyte	Typha			Sparganium; Typha	TYPHA ANGUSTIFOLIA/SPARGA	Typha sp.
Helophyte	Typha latifolia				TYPHA LATIFOLIA	
Amphiphyte	Baldellia ranunculoides	bald_ran				
Amphiphyte	Berula erecta	beru_er				Berula erecta
Amphiphyte	Callitriche			Callitriche	CALLITRICHE	Callitriche sp.
Amphiphyte	Callitriche	callit_sp				
Amphiphyte	Callitriche platycarpa	callit_plat				
Amphiphyte	Callitriche stagnalis	callit_stag				
Amphiphyte	Eleocharis acicularis	eleoc_aci				
Amphiphyte	Equisetum fluviatile	equis_flu				
Amphiphyte	Galium palustre	galium_p				
Amphiphyte	Glyceria aquatica	glyc_max				
Amphiphyte	Helosciadium nodiflorum	apium_n				
Amphiphyte	Hippuris vulgaris	hipp_vul		Hippuris	HIPPURIS?	Hippuris vulgaris
Amphiphyte	Juncus articulatus	junc_art				
Amphiphyte	Ludwigia palustris	ludw_pal				
Amphiphyte	Luronium natans	luro_nat		Alisma; Luronium		
Amphiphyte	Mentha aquatica	ment_a				Mentha aquatica
Amphiphyte	Menyanthes trifoliata				MENYANTHES	
Amphiphyte	Myosotis	myos_sc		Myosotis	MYOSOTIS	
Amphiphyte	Nasturtium officinale	nast_off				
Amphiphyte	Persicaria hydropiper				POLYGONUM Type HYDROPIPER	
Amphiphyte	Ranunculus sceleratus	ranun_scel				
Amphiphyte	Sagittaria				SAGITTARIA SAGITALIS?	
Amphiphyte	Sagittaria latifolia	sagit_lat				
Amphiphyte	Samolus valerandi	samo_val				
Amphiphyte	Schoenoplectus lacustris	schoe_lac				Schoenoplectus lacustris
Amphiphyte	Sparganium emersum	sparg_eme				
Amphiphyte	Veronica anagallis-aquatica	vero_ana		Veronica	Veronica type	Veronica anagallis-aquatica
Ripisylve	Eupatorium cannabinum			Eupatorium		Eupatorium cannabinum
Ripisylve	Filipendula ulmaria	filip_ulm			FILIPENDULA	Filipendula ulmaria
Ripisylve	Sanguisorba officinalis				SANGUISORBA OFFICINALIS	
Ripisylve	Solidago gigantea	solid_gig				
Ripisylve	Chenopodium rubrum					Chenopodium rubrum
Ripisylve	Acer		Acer	Acer; Fraxinus; Ligustr	ACER	
Ripisylve	Alnus		Alnus	Alnus; Betula; Carpinu	ALNUS	Alnus glutinosa
Ripisylve	Betula		Betula		BETULA	Betula sp.
Ripisylve	Betula pendula					Betula pendula
Ripisylve	Cornus mas		Cornus	Cornus	CORNUS MAS	
Ripisylve	Cornus sanguinea		Cornus	Cornus	CORNUS SANGUINEA	Cornus sanguinea
Ripisylve	Corylus avellana		Corylus		CORYLUS	
Ripisylve	Crataegus		Crataegus	Crataegus	ROSACEAE TYPE CRATAEGUS	
Ripisylve	Euonymus		Evonymus		EVONYMUS	
Ripisylve	Fraxinus excelsior		Fraxinus		FRAXINUS	Fraxinus excelsior
Ripisylve	Ligustrum		Ligustrum		LIGUSTRUM	
Ripisylve	Lonicera		Lonicera	Lonicera	LONICERA	
Ripisylve	Populus		Populus	Populus; Salix	POPULUS	Populus sp.
Ripisylve	Prunus		Prunus	Prunus	PRUNUS	
Ripisylve	Quercus		Quercus	Quercus	QUERCUS	Quercus sp.
Ripisylve	Rhamnus		Rhamnus	Rhamnus	RHAMNUS	Rhamnus cathartica
Ripisylve	Salix		Salix		SALIX	Salix sp.
Ripisylve	Sambucus		Sambucus	Sambucus; Viburnum	SAMBUCUS	
Ripisylve	Sambucus nigra					Sambucus nigra
Ripisylve	Tilia		Tilia	Tilia	TILIA	
Ripisylve	Ulmus		Ulmus		ULMUS	
Ripisylve	Urtica		Urtica	Urtica		
Ripisylve	Viburnum lantana		Viburnum lantana		VIBURNUM LANTANA	
Ripisylve	Viburnum opulus		Viburnum opulus		VIBURNUM OPULUS	
Ripisylve	Vitis		Vitis	Vitis	VITIS	
Terrestre	Abies				ABIES	
Terrestre	Aesculus				AESCULUS	
Terrestre	Artemisia				ARTEMISIA	
Terrestre	Asteraceae				ASTERACEAE type liguliflore	
Terrestre	Asteraceae				ASTERACEAE type tubuliflore	
Terrestre	Atriplex					Atriplex sp.
Terrestre	Bellis perennis					Bellis perennis
Terrestre	Brassicaceae				BRASSICACEAE	
Terrestre	Bromus					Bromus sp.
Terrestre	Buxus				BUXUS	
Terrestre	Calluna vulgaris				CALLUNA	
Terrestre	Campanula					Campanula sp.
Terrestre	Carduus				CARDUUS	
Terrestre	Carpinus				CARPINUS	
Terrestre	Caryophyllaceae				CARYOPHYLLACEAE	

Terrestre	Castanea				CASTANEA	
Terrestre	Cedrus				CEDRUS	
Terrestre	Centaurea					Centaurea sp.
Terrestre	Centaurea				CENTAUREA JACEAE/NIGRA	
Terrestre	Centaurea				CENTAUREA SCABIOSA	
Terrestre	Centranthus				CENTRANTHUS	
Terrestre	Cerealia				CEREALE	
Terrestre	Chelidonium				CHELIDONIUM	
Terrestre	Chenopodiaceae				CHENOPODIACEAE	
Terrestre	Chenopodium					Chenopodium sp.
Terrestre	Chenopodium album					Chenopodium album
Terrestre	Cirsium					Cirsium sp.
Terrestre	Clematis vitalba			Clematis		Clematis vitalba
Terrestre	Convolvulus sepium			Calystegia	CALYSTEGIA	
Terrestre	Cupressaceae				CUPRESSACEAE	
Terrestre	Daucus			Daucus		
Terrestre	Echinochloa crus-galli	echino_cru				
Terrestre	Echium				ECHIUM	
Terrestre	Erica				ERICA	
Terrestre	Erigeron annuus					Erigeron annua
Terrestre	Euphorbiaceae				EUPHORBIACEAE	
Terrestre	Fagus				FAGUS	
Terrestre	Fallopia			Fallopia		
Terrestre	Fragaria vesca					Fragaria vesca
Terrestre	Frangula alnus				FRANGULA	Frangula alnus
Terrestre	Galeopsis					Galeopsis sp.
Terrestre	Galium			Galium		
Terrestre	Gentianaceae				GENTIANACEAE	
Terrestre	Geraniaceae				GERANIACEAE	
Terrestre	Hedera				HEDERA	
Terrestre	Helleborus				HELLEBORUS	
Terrestre	Humulus/Cannabis				HUMULUS/CANNABIS	
Terrestre	Hypericum				HYPERICUM	
Terrestre	Impatiens				IMPATIENS	
Terrestre	Juglans				JUGLANS	
Terrestre	Juniperus				JUNIPERUS	
Terrestre	Lamium				LAMIACEAE type lamium	
Terrestre	Liliaceae				LILIACEAE	
Terrestre	Linaria				Linaria type	
Terrestre	Lotus				Lotus type	
Terrestre	Lysimachia foemina					Anagallis foemina
Terrestre	Mentha					Mentha sp.
Terrestre	Mercurialis				MERCURIALIS	
Terrestre	Ononis				Ononis type	
Terrestre	Origanum vulgare					Origanum vulgare
Terrestre	Panicum milliaceum					Panicum miliaceum
Terrestre	Papaceraceae				PAPAVERACEAE	
Terrestre	Papaver					Papaver sp.
Terrestre	Persicaria			Persicaria		Persicaria sp.
Terrestre	Picea				PICEA	
Terrestre	Pinus				PINUS	
Terrestre	Plantago lanceolata				PLANTAGO LANCEOLATA	
Terrestre	Plantago major				PLANTAGO MAJOR/MEDIA	Plantago major ssp. intermed
Terrestre	Poaceae				POACEAE	Poaceae
Terrestre	Polygonum aviculare				POLYGONUM TYPE AVICULARE	Polygonum aviculare agg.
Terrestre	Potentilla				POTENTILLA	
Terrestre	Pricis hieracioides					Picris hieracioides
Terrestre	Primulaceae				PRIMULACEAE	
Terrestre	Rosaceae				ROSACEAE Arbre	
Terrestre	Rubiaceae				RUBIACEAE	
Terrestre	Rubus			Rubus	ROSACEAE TYPE RUBUS	
Terrestre	Rumex				RUMEX	Rumex sp.
Terrestre	Sanguisorba minor				SANGUISORBA MINOR	
Terrestre	Saxifragaceae				SAXIFRAGACEAE	
Terrestre	Scirpus sylvaticus					Scirpus sylvaticus
Terrestre	Scrophulariaceae				SCROPHULARIACEAE	
Terrestre	Setaria					Setaria sp.
Terrestre	Solanum				SOLANUM	
Terrestre	Solidago			Solidago		
Terrestre	Spergularia				SPERGULARIA	
Terrestre	Symphytum				SYMPHYTUM	
Terrestre	Taraxacum					Taraxacum officinale agg.
Terrestre	Trifolium				Trifolium type	
Terrestre	Tussilago				Tussilago type	
Terrestre	Urtica				URTICACEAE	
Terrestre	Urtica dioica					Urtica dioica
Terrestre	Valerianaceae				VALERIANACEAE	
Terrestre	Verbascum				Verbascum type	
Terrestre	Violaceae				VIOLACEAE	
Terrestre	Viscum				VISCUM	
Terrestre	Xanthium/Ambrosia				XANTHIUM/AMBROSIA	
Non précisé	Anagallis				Anagallis type	Anagallis sp.
Non précisé	Apiaceae			Angelica; Berula; Helo:	APIACEAE	

Non précisé	Citrus (liquide vaisselle !)			Citrus		
Non précisé	Mentha				LAMIACEAE type mentha	
Non précisé	Ranunculaceae				RANUNCULACEAE	
Non précisé	Ranunculus	ranun_sp				

Annexe 11 - Projet Zone Atelier Arc Jurassien (C. Schaal, G. Bornette)

Zone Atelier
LTER FRANCE ARC JURASSIEN

Fiche projet

Ne pas dépasser 1 page A4 en tout, police 10 minimum.

Porteur du projet : Gudrun Bornette, Caroline Schaal Page web : https://chrono-environnement.univ-fcomte.fr Laboratoire : CNRS UMR 6249 Chrono-environnement Mail : gudrun.bornette@univ-fcomte.fr Téléphone : 03 81 66 60 62	Autres chercheurs ou formations concernés : Carole Begeot Benoit Valot (Sylvie Damy, Julien Didier)
Titre du projet : **Marqueurs botaniques fossiles et végétation actuelle : élaboration d'indices de confiance et de fonctionnalité**	
Thèmes : Lacs, zones humides et tourbières du Jura Et/ou Thème transversal "Observatoires & Modélisation"	Thème concerné : 1- Réponses des systèmes écologiques Dispositif(s) d'observation concerné(s) le cas échéant :-
Mode de valorisation prévu (article scientifique, base de données, standard d'observation, colloque, etc.): 2 articles et 1 présentation au colloque des Rencontres d'Archéobotanique Bruxelles, 2020 Base de données AGAM référencée DataOsu, open sources *RAPPEL : une présentation devra être faite l'automne 2020 lors de la journée de la ZAAJ*	
Contexte : Dans le cadre des recherches de 2015-2018 sur la reconstruction diachronique de l'impact de l'utilisation des terres sur le fonctionnement des zones humides des vallées de l'Ain, de la Loue et du Doubs (thèse C Cuenot, post doctorat de J Oudot-Canaff), des analyses carpologiques, palynologiques et génétiques du sédiment ont été conduites. Les recherches en cours confrontent les marqueurs botaniques avec la végétation actuelle, le fonctionnement des zones humides (trophie, hydrogéologie, dynamique fluviale), afin de reconstruire les dynamiques fonctionnelles historiques sous contrainte anthropique, et aboutir à des scénarios prédictifs. Au total 15 anciens lits fluviaux ont été échantillonnés et les analyses des niveaux de surface (0-2 cm) ont révélé des contrastes informatifs entre les proxies (graines, pollens, ADN) et les relevés floristiques actuels et récents.	
Objectif(s) : Nous souhaiterions caractériser ces contrastes afin de mesurer la représentativité des archives végétales en fonction des communautés végétales. Dans ce but, l'objectif du présent projet serait d'explorer l'ensemble des aspects taphonomiques des espèces concernées : production dispersion, conservation des micro et macro restes végétaux. Le site du Mératon, ancien méandre du Doubs, localisé sur la commune de Petit Noir, Jura, présente plusieurs atouts pour entreprendre cette étude. Ce large méandre, déconnecté artificiellement du chenal principal de la rivière depuis 1859 et fortement soumis aux activités humaines, a fait l'objet d'un suivi floristique pluri-décennal et d'analyses multiproxies diachroniques. La première étape du projet sera de compléter les relevés d'abondance de végétation actuels sur les berges à 100 m, afin d'obtenir une image précise de la végétation bordant le site. La deuxième étape sera d'échantillonner de manière fine les sédiments superficiels du méandre afin de fournir un inventaire le plus exhaustif possible des archives végétales récentes. Pour cela, l'objectif sera de prélever, par carottage et benne Eckman, 12 échantillons de 1 litre de sédiment en fonction de quatre transects répartis sur la zone en eau située dans la plus grande concavité du méandre. Au cours de la seconde étape nous réaliserons les analyses carpologiques et palynologiques des sédiments de surface. La troisième et dernière étape sera axée sur l'étude biostratinomique et diagénétique des écofacts et, l'élaboration d'un référentiel de confiance pour les contextes fluviaux jurassiens récents, en contexte alcalin. Les analyses métabarcoding déjà acquises permettront de compléter efficacement l'analyse des micro et macro-restes. Cette recherche inédite et novatrice a pour objectif la mise en œuvre « d'un outil puissant et indispensable pour la reconstitution environnementale des communautés végétales passées » des zones humides fluviales et de leur abords.	
Financement en TTC (préciser cofinancement éventuel, et en gras financement spécifique demandé à la ZAAJ) : **ZAAJ : 5000 € TTC** dont : 1000 pour le terrain (déplacement, relevés, carottage, matériel) et le traitement (ouverture, sédilog, échantillonnage), 1500 pour les analyses palynologiques (12 échantillons, Chrono-environnement)**,** 2500 pour les analyses carpologiques et statistiques (12 échantillons, GéoArchEon)	
Dans le cas d'un projet de recherche : dispositif de bancarisation et mode d'accessibilité des données collectées (cf. e.g dat@osu, etc.): L'ensemble des données produites et les indices de confiance seront consultables dans une base opendata Mysql référencée Dat@OSU.	

Annexe 12 - Article publié du VIe Colloque international du GHZH, Morvan 2018

VIe Colloque international du Groupe d'Histoire des Zones Humides
Zones humides et Archéologie

article

Reconstruction de la végétation actuelle et passée d'un méandre du Doubs à l'aide de marqueurs carpologiques, palynologiques et génétiques

Caroline Schaal [1], Carole Bégeot [2], Jeanne Oudot-Canaff [3], Quentin Cuenot [4], Benoit Valot [5], Emilie Gauthier [6] & Gudrun Bornette [7]

Résumé

La reconstitution des assemblages végétaux anciens est un champ d'analyses privilégié pour rendre compte des interactions passées entre l'Homme et son milieu. L'application et l'interprétation des méthodes de cette reconstitution restent délicates dans les systèmes fluviaux pouvant être soumis à des contraintes environnementales et anthropiques fortes, rendant plus complexe la reconstitution de leur dynamique. Afin de définir la pertinence mais aussi les limites des techniques de reconstitution de la végétation passée en zone humide fluviale, nous avons mené une analyse de la végétation actuelle et subactuelle à l'aide de trois outils (carpologique, palynologique et génétique) dans les archives sédimentaires d'un méandre déconnecté de la rivière Doubs. La pertinence de chaque marqueur a été mesurée en comparant la communauté végétale actuelle du méandre aux résultats des identifications issues de chaque méthode et réalisées sur des échantillons de sédiment superficiel (0-2 cm). Un grand nombre des taxons de la végétation établie ont été identifiés par au moins l'une des trois méthodes, et particulièrement par la palynologie capable d'identifier un large spectre de taxons et la carpologie performante pour retranscrire spécifiquement la composition de la végétation. Les résultats du marqueur génétique ont révélé une grande capacité à retranscrire la nature et les abondances relatives des taxons présents à une échelle très restreinte (< 10 m) autour du point de prélèvement. En nous basant sur ces données, nous avons reconstitué la dynamique végétale du site sur 160 ans en étudiant les niveaux sédimentaires anciens. Les résultats montrent une recolonisation de la ripisylve à partir des années 1990, accompagnée d'un basculement de la communauté des plantes aquatiques dominées par *Ceratophyllum demersum* vers une communauté dominée *Nuphar lutea*. Ainsi, la complémentarité des méthodes carpologique, palynologique et moléculaire confirme l'intérêt d'étudier les assemblages végétaux anciens des paléo-méandres par une approche intégrée.

Mots-clés : paléoécologie, paléoenvironnement, plaine alluviale, archéobotanique, Franche-Comté, zone humide

Reconstruction of the present and past vegetation in an oxbow lake of the Doubs River using carpological, palynological and molecular data

Abstract

The reconstruction of past plant assemblages is a major field of study to evaluate the interactions between human societies and ecosystems. Applying and interpreting the methods to infer past plant communities is complex in floodplains, which are submitted to high environmental and anthropic constraints. To define the relevance and the limits of the reconstruction of past plant communities in a fluvial context, we tested three methods (carpology, palynology and genomics) in the sedimentary record of an oxbow lake of the Doubs River. The relevance of each method was assessed by the comparison of surficial sedimentary data (0-2 cm) with the existing plant community in the oxbow lake. Many plants of the community were identified by at least one method, in particular by palynology able to identify a broad spectrum of taxa, and by carpology effective to describe the composition of the plant community at a specific level. The molecular data succeeded to identify taxa growing within a small distance around the core location (< 10 meters) and to characterize their relative abundances. Based on these interpretations, the plant community dynamic since 160 years was reconstruct from the core records. The results showed a shift of the aquatic plant community dominated by *Ceratophyllum demersum* until the 1990s and then by *Nuphar lutea*. This shift was followed by a recolonization of the riverine forest. The complementarity of the carpological, the palynological and molecular methods confirmed thus the significance of the integrated approach to study pas plant communities in floodplains.

Key words : palaeoecology, paleoenvironnement, floodplain, archaeobotany, Franche-Comté, wetland

UFR Sciences et Techniques Laboratoire Chrono-Environnement - UMR CNRS 6249 16 route de Gray F-25030 Besançon cedex
[1] caroline.schaal@univ-fcomte.fr - [2] carole.begeot@univ-fcomte.fr - [3] joudotcanaff@gmail.com - [4] quentin.cuenot@univ-fcomte.fr - [5] benoit.valot@univ-fcomte.fr - [6] emilie.gauthier@univ-fcomte.fr - [7] gudrun.bornette@univ-fcomte.fr

Epreuve de relecture

1. Introduction

Les recherches paléo-environnementales visent à reconstituer le fonctionnement des écosystèmes passés, et notamment la dynamique temporelle des habitats et des communautés vivantes. Les études paléo-environnementales sont abondantes dans les milieux lacustres et tourbeux, dans lesquels les dépôts sédimentaires couvrent de grandes périodes de temps (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'années) et dont les caractéristiques physico-chimiques (anoxie, pression) améliorent la conservation des restes biologiques. En système alluvial, les archives sédimentaires sont encore peu explorées et peuvent être complexes à appréhender (fenêtre temporelle plus étroite, remobilisation sédimentaire lors des crues, oxydation des sédiments, abondance de la faune bioturbatrice, par exemple) (Bornette *et al.*, 1998 ; Corenblit *et al.*, 2015). Cependant, des études menées dans des anciens chenaux de rivière ont montré que ces archives sédimentaires pouvaient être de suffisamment bonne qualité pour être exploitées. Des études ont notamment été réalisées sur d'anciens méandres pouvant rester en eaux pendant plusieurs siècles après leur recoupement, et dans lesquels des archives sédimentaires de plusieurs mètres, ont parfois été extraites et analysées (e.g. Jurasz & Amoros, 1991 ; Salvador *et al.*, 2005 ; Ejarque *et al.*, 2015).

Par ailleurs, les plaines alluviales se caractérisent par une très forte pression anthropique, du fait de l'exploitation des ressources hydrologiques (pompages, endiguements, aménagements hydrauliques), de la pression agricole, de la colonisation humaine en général importante, et de leur utilisation comme corridors pour le transport fluvial ou terrestre. À ce titre, les sociétés humaines ont fréquemment modifié ces hydrosystèmes, parfois jusqu'à altérer profondément leur morphologie, leur fonctionnement et les communautés vivantes qui s'y développent (Bravard 1987 ; Thoms, 2003). Les recherches paléo-environnementales et notamment la reconstitution des paysages passés dans les plaines alluviales constituent un outil pertinent pour reconstruire la dynamique de ces écosystèmes et mesurer l'impact des pressions anthropiques sur cette dynamique.

Les méthodes de reconstruction renseignent sur les déterminants écologiques et anthropiques des environnements anciens. L'étude des assemblages végétaux passés est une approche privilégiée car la végétation est un descripteur pertinent des paysages passés et de leurs usages. De plus, le registre fossile disponible dans les archives sédimentaires est abondant, notamment avec la présence de nombreux restes polliniques et carpologiques qui sont classiquement étudiés pour reconstituer les assemblages. L'utilisation seule de la palynologie ou de la carpologie, pour reconstituer les communautés végétales aquatiques passées, présente des biais. Les végétaux aquatiques ont en effet des stratégies de reproduction privilégiant la multiplication végétative et produisent peu de graines (Bornette & Puijalon, 2008). En outre, le milieu aquatique affranchit les organismes de la contrainte gravitationnelle ; les végétaux aquatiques produisent alors des tissus peu sclérifiés qui se dégradent rapidement sans laisser de trace macroscopique. L'utilisation d'autres marqueurs sédimentaires, comme l'ADN végétal, pourrait limiter ces biais (Rawlence *et al.*, 2014). Compte tenu de l'information parcellaire associée à chaque proxy, la prise en compte de plusieurs types de restes est pertinente pour limiter les biais d'interprétation (Hilt *et al.*, 2008 ; Hogan *et al.*, 2004).

La présente étude se fixe pour objectif de comparer l'information fournie par les grains de pollens, les macro-restes végétaux et les fragments d'ADN présents dans le sédiment, pour reconstruire l'histoire de la végétation aquatique d'un ancien méandre du Doubs recoupé artificiellement au milieu du XIX^{e} siècle. Cette étude repose sur la couverture taxonomique, la précision de l'identification des taxons et la fidélité de la représentation de leur abondance. Un référentiel comparatif est établi à partir de l'état de la végétation actuelle dans le méandre.

2. Site d'étude

L'étude a été réalisée sur le méandre du Mératon situé dans la commune de Petit-Noir dans le Jura (figure 1). Cet ancien bras du Doubs est actuellement déconnecté du chenal principal en basses eaux. Les archives historiques et cartographiques nous révèlent que le méandre a été recoupé artificiellement au milieu du XIX^{e} siècle (Sauty, 2007). Un ensemble de digues fut construit en 1855-1856 dans le cadre de travaux de rectification de

Epreuve de relecture

la rivière, ce qui entraîna l'abandon du bras (MALAVOI, 2004). Après ces travaux, le méandre resta cependant connecté avec le chenal principal à l'aval. Entre 1876 et 1882, une digue supplémentaire fut élevée à l'embouchure du bras qui conduisit à la déconnexion complète du méandre. Malgré le fait qu'il ne soit plus alimenté superficiellement par la rivière en basses eaux, le méandre reste en eau permanente (1 m d'eau en moyenne au centre du chenal pendant la période estivale, CUENOT & BORNETTE, in prep).

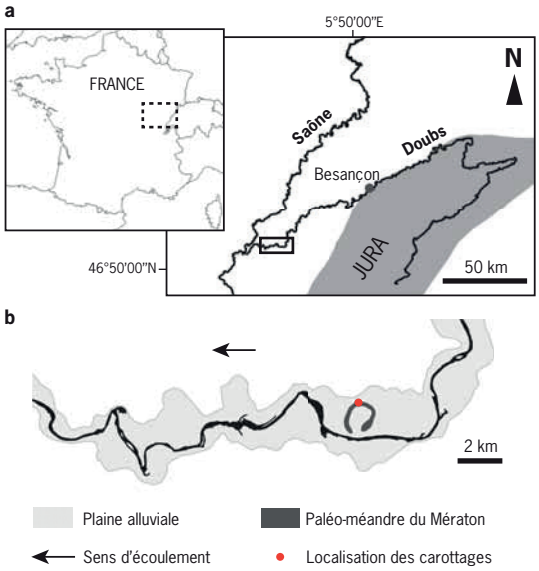


Figure 1. (a) Localisation géographique du tronçon de la plaine alluviale où se situe le méandre du Mératon (encadré noir) et (b) localisation du méandre et des points de carottage dans la plaine alluviale.



Photographie 1. Mératon, bras-mort du Doubs (Petit Noir, Jura, France).

3. Matériel et Méthodes

3.1. Sondage et analyses géophysiques

À l'aide d'un carottier type Küllenberg permettant d'échantillonner l'ensemble de la hauteur de dépôts sédimentaires, plusieurs carottes de sédiment ont été prélevées dans la partie en eau la plus profonde du méandre, soit dans sa plus grande concavité (figure 1). La carotte A, d'une longueur de 115 cm, a été prélevée en 2014 et les carottes B (98 cm) et C (109 cm) ont été prélevés en 2017. Dans la même zone, 5 carottes sup-

Epreuve de relecture

plémentaires d'en moyenne 30 cm ont été extraites pour ne conserver que le sédiment de surface, 0-2 cm de profondeur. Les carottes A, B et C ont fait l'objet de mesures de spectrophotométrie et de susceptibilité magnétique à haute résolution (intervalles de 5 mm) sur un banc de mesure (Geotek® Multi Sensor Core Logger). Ces mesures ont été utilisées afin de caler les carottes entre elles après corrélation des variations des différents profils obtenus. Les carottes ont ensuite été découpées en tranches de 2 cm sur l'ensemble de leur longueur pour la suite des analyses. Les analyses palynologiques, génétiques et carpologiques ont été réalisées sur 11 couches stratigraphiques : la couche de surface 0-2 cm et dix autres couches réparties sur la toute la longueur.

3.2. Datation

La carotte A a fait l'objet de datations absolues par mesures de l'activité au radioélément Césium 137. Les mesures ont d'abord été effectuées tous les 6 cm puis tous les 2 cm aux profondeurs encadrant les deux pics de ^{137}Cs. Les échantillons ont été séchés à 60 °C en étuve, puis broyés et enfin analysés par spectrométrie gamma à l'aide d'un détecteur Germanium Hyper Pur (GeHP) planaire de type BEGe. À partir des deux dates obtenues (1963 et 1986), correspondant aux deux pics de ^{137}Cs observés, un modèle âge-profondeur a été construit en intégrant à ce modèle la date de recoupement du méandre (1855) et la date de carottage (2014) comme les années débutant et achevant respectivement l'enregistrement sédimentaire.

3.3. Inventaires floristiques

Deux inventaires floristiques de la végétation aquatique du paléo-méandre ont été réalisés en novembre 2015 et en juillet 2016. Les inventaires ont été effectués dans un rayon de 100 m autour du point de carottage le long de 11 transects équidistants et perpendiculaires au sens d'écoulement de l'eau. Sur chaque transect ont été répartis 5 quadrats de 4 m^2 de manière à couvrir la zone en eau, d'une berge à l'autre. Les deux inventaires ont été réalisés dans les 55 quadrats ainsi définis en gardant les mêmes emplacements de quadrats aux deux dates. Les espèces présentes dans chaque quadrat ont été identifiées et leur abondance respective a été estimée par l'utilisation d'indices de recouvrement (Braun-Blanquet, 1964).

3.4. Analyse palynologique

Les échantillons ont été prélevés sur la carotte A à un volume constant de 2,27 ml et été préparés selon une méthode standard : ajout d'une quantité contrôlée de spores de lycopodes pour calculer la concentration pollinique (Stockmarr, 1971), traitements chimiques (NaOH, HCl et HF) et coloration par acétolyse. Les grains de pollens, les spores et les sclérites ont été identifiés au microscope optique à un grossissement x400 à l'aide de clés de détermination et d'atlas polliniques (Reille, 1992 ; Beug, 2004) ainsi que par référence à la collection pollinique du laboratoire Chrono-environnement. Un minimum de 300 grains de pollens et spores a été compté par niveau.

3.4. Analyse carpologique

L'analyse carpologique a été réalisée sur les carottes A, B et C ainsi que sur le sédiment superficiel des 5 autres carottes. Cette méthode nécessite un volume sédimentaire de plusieurs centaines de millilitres afin d'obtenir un assemblage de macrorestes végétaux le plus représentatif possible (Antolin *et al.*, 2017). Pour le niveau de surface (0-2 cm), l'analyse carpologique a été réalisée sur un échantillon de 750 ml de sédiment, résultant de la collecte d'échantillons de surface de toutes les carottes prélevées. Pour les niveaux plus profonds, l'analyse a été entreprise sur des échantillons de sédiments de 250 ml provenant des carottes A, B et C. Les sédiments ont été tamisés à l'eau au travers d'une colonne de tamis de maille 1000, 500 et 250 µm. Les refus de tamis ont été triés sous stéréomicroscope (grossissements de 2 à 60 x). Les graines, fruits, bourgeons et autres parties végétatives identifiables ont été isolés. Les écofacts entiers et fragmentés ont été dénombrés, le nombre de restes fragmentés a été converti au jugé en nombre minimum d'individus.

Epreuve de relecture

3.5. Analyse moléculaire

L'analyse des marqueurs biomoléculaires du sédiment par métabarcoding a été réalisée sur la carotte A à partir d'échantillons de 250 mg de sédiment. L'ADN a été extrait directement sur la matrice sédimentaire à partir d'un kit (Axyprep™ MAG soil, stool and water DNA kit protocol, Axigen®). Une amplification par PCR a ensuite été effectuée sur le gène chloroplastique *rbcL* en utilisant les amorces *Z1aF* et *rbcLB* (Little, 2014). Les amplicons ont été séquencés par méthode Sanger (Illumina MiSeq 2x300bp). Après élimination des erreurs de séquençage, les séquences ont été assignées en utilisant comme référence une liste de 419 espèces se développant dans et autour des zones humides. Des recherches complémentaires dans la base de données Genbank ont été réalisées spécifiquement si des séquences ne pouvaient être reliées à un taxon de cette liste.

3.6. Analyse des données

Dans un premier temps, les données palynologiques, carpologiques et moléculaires, provenant du sédiment de surface correspondant à la couche 0-2 cm de profondeur, ont été analysées et comparées aux données moyennées des inventaires floristiques. Dans un deuxième temps, les assemblages taxonomiques issus des données palynologiques, carpologiques et moléculaires collectées sur la séquence stratigraphique ont été traités et compilés chronologiquement en deux grands groupes écologiques : plantes des rives et plantes aquatiques.

4. Résultats

4.1. Pertinence des marqueurs et représentation de la végétation

L'analyse des marqueurs de la végétation dans le sédiment superficiel a permis d'identifier 52 taxons avec la palynologie, 14 taxons par l'analyse moléculaire et 35 taxons avec la carpologie (figure 2). La plupart des identifications de macro-restes et de séquences ADN correspond à des taxons aquatiques ou de rives (54,5 % et 66,7 % des identifications, respectivement) contrairement aux identifications de pollen (seulement 28,3 % des identifications). La palynologie identifie en effet un grand nombre de taxons considérés comme terrestres, représentant dans nos résultats 54,7 % des taxons identifiés. En considérant le niveau taxonomique atteint par ces identifications, la carpologie est la méthode la plus performante puisqu'elle permet d'identifier près de 66 % des taxons à l'espèce contre 15 % avec les pollens et microfossiles non polliniques et 7 % par l'analyse moléculaire (figure 2b). La plupart des identifications palynologiques et moléculaires atteignent toutefois le rang du genre (55 % et 50 % respectivement).

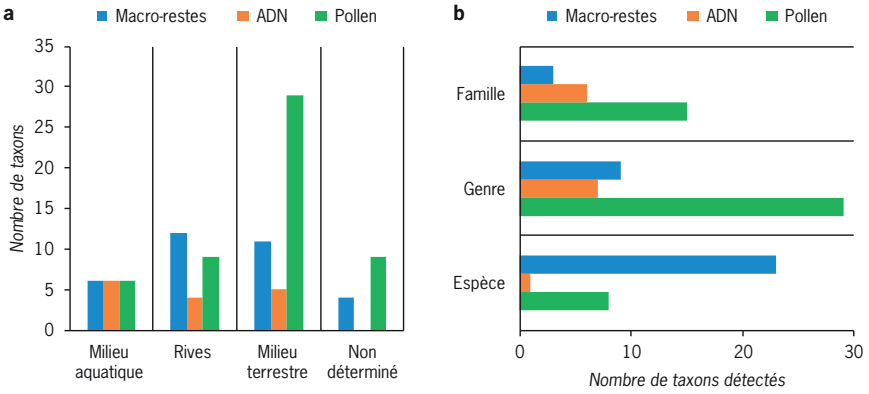


Figure 2. (a) Distribution des taxons identifiés par la méthode carpologique, la méthode moléculaire et la méthode palynologique en fonction de leur préférence écologique. Les taxons ne pouvant être assimilés à un type de milieu de manière sure figurent dans la catégorie « non déterminé ». (b) Distributions des niveaux taxonomiques les plus bas atteints pour l'identification des taxons par chaque méthode.

Epreuve de relecture

Tableau I. Recouvrements moyens des taxons identifiés par relevés floristiques dans la végétation et abondances relatives moyennes des taxons identifiés par les méthodes carpologique, palynologique et moléculaire pouvant être reliés aux taxons de la végétation. Pour les taxons identifiés par ces trois méthodes ne correspondant pas strictement au taxon identifié dans les relevés, la correspondance taxonomique est indiquée en bas de page.

	Relevés floristiques		Marqueurs sédimentaires		
	Relevés réalisés dans un rayon de 100 m	Relevé réalisé au point de carottage	Macro-restes	Pollen	ADN
Nuphar lutea	54,7 %	70,0 %	< 0,1 %	24,8 % [5]	61,9 %
Rorripa amphibia	9,4 %	-	51,9 %	11,4 % [6]	-
Hippuris vulgaris	6,1 %	-	0,1 %	0,4 %	-
Ceratophyllum demersum	4,5 %	30,0 %	13,6 %	-	36,7 % [12]
Mentha aquatica	3,7 %	-	1,4 %	0,2 % [7]	0,1 % [13]
Butomus umbellatus	3,1 %	-	-	-	
Myriophyllum verticilatum	3,0 %	-	-	-	0,4 % [14]
Phragmites australis	1,8 %	-	2,5 % [1]	25,6 % [1]	
Veronica anagallis-aquatica	1,8 %	-	0,5 %	-	
Sparganium erectum	1,7 %	-	-	-	< 0,1 % [15]
Cyperus fuscus	1,5 %	-	17,7 %	29,3 % [2]	
Carex sp.	1,4 %	-	0,3 %	29,3 % [2]	
Eleocharis palustris	1,4 %	-	0,1 % [2]	29,3 % [2]	
Ranunculus peltatus	1,2 %	-	0,1 % [3]	1,3 % [8]	
Potamogeton nodosus	1,1 %	-	-	1,3 % [9]	0,1 % [9]
Juncus bulbosus	0,9 %	-	0,1 % [4]	-	
Utricularia vulgaris	0,7 %	-	-	-	
Hydrocharis morsus-ranae	0,5 %	-	-	-	
Nymphoides peltata	0,4 %	-	-	-	
Potamogeton pectinatus	0,3 %	-	-	1,5 % [9]	0,1 % [9]
Alisma lantago-aquatica	0,1 %	-	-	-	
Lythrum salicaria	0,1 %	-	0,8 %	-	
Myriophyllum spicatum	0,1 %	-	-	-	0,4 % [14]
Polygonum hidropiper	0,1 %	-	-	-	
Iris pseudocarus	< 0,1 %	-	-	-	
Myosotis scorpioides	< 0,1 %	-	-	0,2 % [10]	
Oenanthe aquatica	< 0,1 %	-	-	0,4 % [11]	
Polygonum sp.	< 0,1 %	-	-	-	

Taxons identifiés correspondants :
[1] Poaceae ; [2] Cyperaceae ; [3] *Ranunculus aquatilis* agg. ; [4] *Juncus* sp. ; [5] *Nuphar lutea* 1,5 % & sclérites 23,3 % ; [6] Brassicaceae ; [7] Lamiaceae type *Mentha* sp. ; [8] Ranunculaceae ; [9] *Potamogeton* sp. ; [10] *Myosotis* sp. ; [11] Apiaceae ; [12] *Ceratophyllum* sp. ; [13] *Lycopus* sp. / *Mentha* sp. ; [14] *Sparganium* sp. / *Typha* sp.

Les résultats obtenus avec les trois outils ont été comparés à la végétation actuelle. Durant les deux inventaires réalisés, 27 espèces ont été recensées (tableau I). Les relevés floristiques révèlent que le méandre du Mératon est dominé largement par *Nuphar lutea*, qui recouvre en moyenne 54,7 % des quadrats inventoriés. Seules deux espèces ont été recensées dans le quadrat réalisé à l'endroit où ont été prélevées les carottes sédimentaires : *N. lutea* et *Ceratophyllum demersum,* recouvrant respectivement 70 % et 30 % du quadrat en moyenne aux deux dates de relevé.

Parmi les 27 espèces, 13 ont été trouvées en carpologie, 13 en palynologie et 8 dans les analyses moléculaires. Si l'on considère l'ensemble des taxons identifiés par les trois outils, seules 8 espèces parmi les 27 se développant dans le méandre n'ont pas été retrouvées dans le sédiment superficiel, quel que soit l'outil utilisé. Toutes ont un recouvrement moyen inférieur à 1 % et sont rares dans la communauté, sauf *Butomus umbellatus* dont le recouvrement moyen était de 3,1 %.

N. lutea qui recouvre 54,7 % par quadrat en moyenne dans le méandre, est peu représenté dans les identifications de macro-restes et grains de pollen, malgré le dénombrement d'un grand nombre de sclérites (structures sclérifiées présentes dans

Epreuve de relecture

les feuilles de Nymphaceae). Les macro-restes et les grains de pollen surreprésentent des espèces comme *Rorippa amphibia* (analyse carpologique), *Phragmites australis* (analyse palynologique) ou *Cyperus fuscus* pour les deux analyses. Les résultats des analyses moléculaires font ressortir principalement deux espèces très abondantes dans les identifications : *N. lutea* (61,9 % des séquences identifiées) et *C. demersum* (36,7 %) et soulignent l'excellente quantification fournie par l'outil moléculaire par rapport aux recouvrements réels des taxons abondants.

4.2. Reconstruction des assemblages passés

La palynologie renseigne sur la présence de genres d'arbres couramment présent en ripisylve, à savoir *Salix*, *Betula*, *Alnus* et *Populus* (figure 3). Elle révèle également la présence de plantes herbacées se développant abondamment dans les sols soumis aux variations de niveau d'eau dont *Filipendula* sp., *Equisetum* sp. *Lythrum salicaria*, *Typha angustifolia/Sparganium* ainsi que les Cyperacées qui dominent le spectre. Les données moléculaires mettent en évidence un certain nombre d'espèces, dont le groupe *Angelica/Berula/Helosciadium/Heracleum* sp. qui est absent dans les inventaires carpologiques et polliniques. Les paléosemences et macro-restes végétaux identifient la ripisylve par la présence de *Salix* sp. (fruits, bractées, bourgeons), *Cyperus fuscus*, *Mentha aquatica*, *Rorippa amphibia* et *Phragmites australis*.

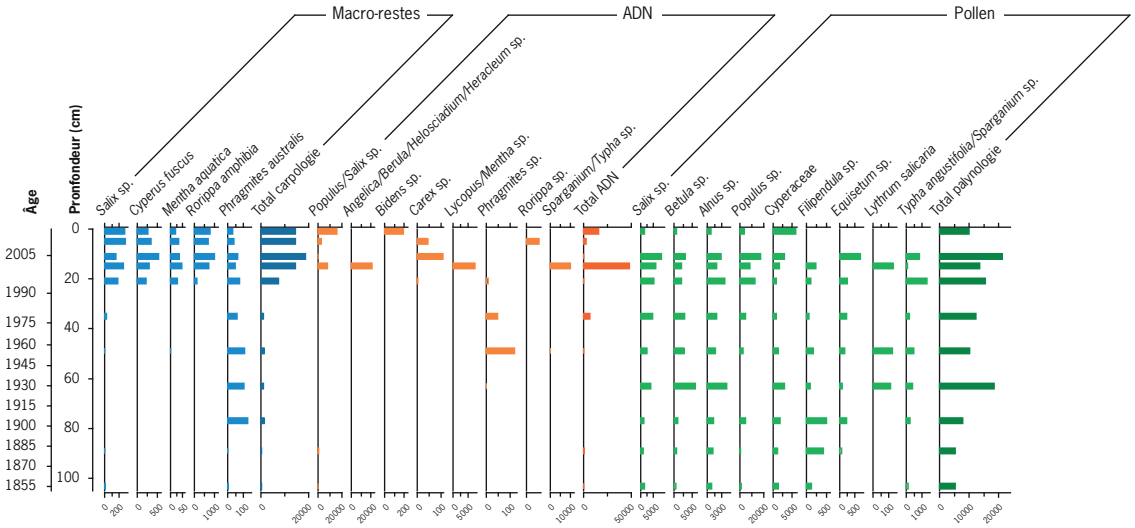


Figure 3. Diagramme des marqueurs de la végétation – carpologie (nombre de macro-restes.L^{-1}), ADN (nombre de lectures.cm^{-3}), palynologie (nombre de microfossiles.cm^{-3}) - représentant les principaux taxons des rives identifiés et les sommes de l'ensemble des comptages pour chaque marqueur.

Les pollens des plantes de rives sont présents sur toute la séquence chronologique. Les effectifs des pollens d'arbres présentent un pic d'abondance dans les années 1930 et un second pic en 2005. Les pollens de Cyperacées sont présents tout au long de la carotte avec également un pic dans les années 1930 et, une fréquence élevée dans les sédiments de surface. Les autres pollens d'herbacées présentent des fréquences relativement hétérogènes au fil du temps. La fréquence de *Filipendula* sp. est importante entre 1885 et 1900. *Equisetum* sp. et *T. angustifolia/Sparganium* sont en augmentation à partir des années 1990. L'analyse moléculaire n'identifie les taxons de la ripisylve qu'à partir des années 1990, mis à part les séquences ADN de *P.* australis présentes depuis les années 1950. À l'instar de l'analyse moléculaire, la carpologie enregistre également les plantes des rives surtout à partir des années 1990. Parmi les plantes ripariales, seuls *Salix* sp. et *P. australis* sont présents sur toute la séquence sédimentaire.

Parmi les plantes aquatiques, l'analyse pollinique fait principalement ressortir 8 taxons : *Myriophyllum spicatum*, *Hottonia palustris*, *Nuphar* sp., *Nymphea alba*,

Epreuve de relecture

Potamogeton sp., *Callitriche* sp., *Hippuris vulgaris* et *Alisma plantago-aquatica* (figure 4). L'analyse moléculaire complète l'assemblage des plantes aquatiques avec deux autres taxons *Elodea* sp et *Ceratophyllum* sp. La carpologie affine les identifications spécifiques pour *Hippuris vulgaris*, *N. lutea*, *C. demersum* et complète l'assemblage par la présence de *Ranunculus aquatilis*.

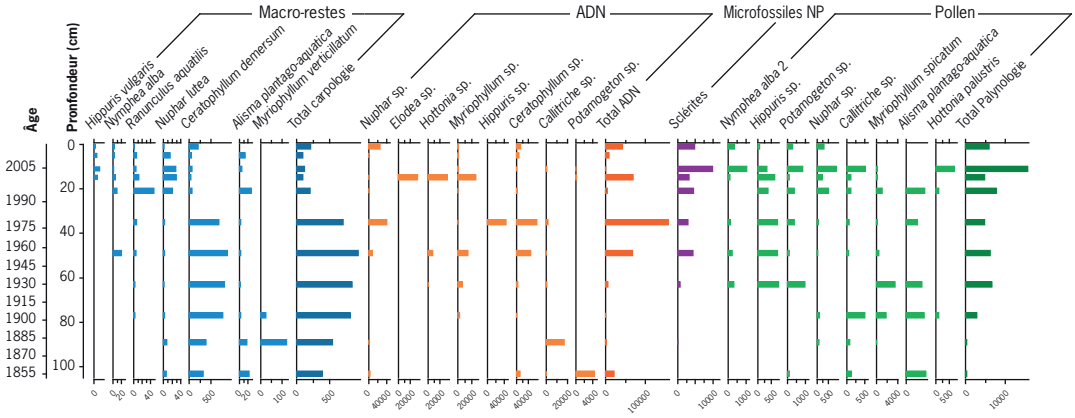


Figure 4. Diagramme des marqueurs de la végétation – carpologie (nombre de macro-restes.L^{-1}), ADN (nombre de lectures.cm^{-3}), palynologie (nombre de microfossiles.cm^{-3}) - représentant les principaux taxons aquatiques identifiés et les sommes de l'ensemble des comptages pour chaque marqueur.

Dans l'échantillon daté de 1855, l'analyse coordonnée des trois méthodes note l'importance de *Potamogeton* sp., *A. plantago-aquatica* et *C. demersum* associées à quelques *N. lutea* et *Callitriche* sp. Dans les échantillons couvrant la période 1870-1990, les assemblages sont dominés par *Callitriche* sp. et *A. plantago-aquatica*, tandis que les *Potamogeton* sont en recul, et les Nymphéacées sont toujours discrètes. *Myripophyllum verticillatum*, *Hottonia palustris*, *R. aquatilis* et *Hippuris vulgaris* apparaissent pour la première fois dans le méandre. Enfin, pour la période 1990 à nos jours, les Nymphéacées sont en augmentation accompagnées par *Hottonia palustris*. Les *Potamogeton* se maintiennent. *Hippuris vulgaris, C. demersum* et *A. plantago-aquatica* régressent. *M. verticillatum* et *Callitriche* sp. tendent à disparaître, laissant la place à *Elodea* sp. qui fait sa première apparition.

5. Discussion

Les outils d'analyse du sédiment utilisés montrent une très bonne représentation de la composition végétation actuelle du méandre. Les taxons les plus abondants présents dans les relevés végétaux sont tous retrouvés dans les données sédimentaires, excepté *Butomus umbellatus*. La palynologie et surtout la carpologie offrent les meilleurs résultats en ce qui concerne l'identification des taxons herbacés. La palynologie permet d'identifier un spectre significatif de taxons aquatiques. La carpologie s'est montrée très pertinente pour retranscrire la composition de la communauté végétale en identifiant les taxons les plus abondants de la végétation à un niveau taxonomique très précis. En outre, la carpologie est moins sensible que la palynologie aux apports de matériel végétal exogène à la zone humide et donne une représentation plus locale de la végétation, soit sur un rayon de quelques centaines de mètres. Globalement, l'analyse les grains de pollen donne une image régionale de la végétation qui comprend surtout le bassin-versant, tandis que les graines et l'ADN conservés dans le sédiment sont principalement issus d'un environnement proche et sont donc plus à même de retracer la végétation locale. La capacité des marqueurs à donner une image fiable de la structure de la végétation actuelle diffère fortement entre les outils. À ce titre, l'analyse moléculaire s'est montrée très fidèle aux abondances relatives de la végétation présente au voisinage direct du point de carottage (rayon de 10 mètres). Cette méthode est performante à une échelle très locale de quelques mètres et semble peu sensible aux apports de restes végétaux

Epreuve de relecture

provenant potentiellement des autres secteurs de la zone humide (Haile *et al.*, 2007 ; Thomsen & Willerslev, 2015). Les résultats sont moins nets avec la carpologie et la palynologie pour lesquels les abondances relatives des taxons diffèrent de l'abondance des espèces présentes dans la végétation en place. Ces résultats peuvent s'expliquer par l'influence de la stratégie de reproduction et de dispersion des taxons. On peut citer en exemple *Rorippa amphibia*, un taxon produisant un grand nombre de graines, qui se trouve surreprésenté dans les macrorestes par rapport aux données de recouvrement de la végétation, ou *Nuphar lutea*, espèce entomogame produisant des graines volumineuses en petit nombre (Smits *et al.*, 1989), pour laquelle très peu de grains de pollen et de graines ont été identifiés, en dépit de sa dominance dans la végétation établie. Cette étude souligne la pertinence de l'utilisation de ces trois outils qui sont complémentaires pour reconstruire une image assez fidèle de la végétation de la zone humide comme cela a été montré en milieu lacustre (Jørgensen *et al.*, 2012 ; Pedersen *et al.*, 2013).

L'étude met en lumière des changements importants dans la composition floristique du méandre depuis son recoupement. De 1855 à 1885, après la construction de la digue amont, les assemblages témoignent de la dominance de plantes liées à une charge importante en nutriments (*Ceratophyllum demersum*) et du maintien, malgré le recoupement, d'une connexion au chenal actif (espèces rudérales *Callitriche* sp. et *Alisma plantago-aquatica*, et potentiellement *Potamogeton* sp., en fonction de l'espèce). Des années 1885 à 1985 soit pendant un siècle après la construction de la digue aval et la déconnection complète du méandre, la végétation aquatique varie peu, *Ceratophyllum demersum* est toujours dominant et s'associe aux espèces potamiques des grands méandres d'eau stagnante telles les myriophylles et *Hippuris vulgaris,* habituellement associé à des milieux peu profonds et connectés aux nappes. *Nuphar lutea* est alors absent ou très peu abondant, suggérant des hauteurs d'eau importantes et/ou très variables. À la fin de cette période, d'importantes extractions de sédiments en lit mineur ont pu conduire à une incision significative du lit du Doubs, entraînant l'abaissement piézométrique des eaux des zones humides, et l'augmentation du drainage de celles-ci par la rivière. Ces extractions ont cessé dans les années 1990 et le Doubs, grâce aux flux sédimentaires amont, a potentiellement pu reconstituer son profil en long, combler les fosses d'extraction et s'exhausser. Autour de 1985, l'assemblage des plantes aquatiques connaît une profonde modification. Les nénuphars *Nuphar lutea* et *Nymphea alba* colonisent en masse le méandre. Leurs feuilles larges et flottantes occultent la lumière et limitent le développement des plantes immergées. La dynamique du méandre entre dans la toute première phase d'atterrissement, probablement favorisée par une fréquence d'inondation en augmentation (exhaussement du lit mineur) et par la rétention de sédiment exercée par la végétation ayant colonisé le méandre pendant la période précédente.

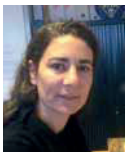
Concernant la végétation en périphérie de la zone humide, La palynologie renseigne sur l'existence d'une ripisylve sur toute la séquence chronologique progressant au fil du temps au cours de la période 1880-2005. La carpologie et les données moléculaires décèlent une augmentation très nette de la ripisylve à partir des années 1990. Cette colonisation rapide des abords du méandre est également observable sur les cartes satellites (IGN, BD ORTHO®). L'augmentation de l'emprise forestière pourrait être due au remembrement des terres agricoles et à l'abandon de l'entretien des rives du méandre, ou à la diminution de la pression pastorale sur les parcelles situées en bordure du méandre

6. Conclusion

L'étude combinée des restes végétaux du sédiment par les approches palynologique, carpologique et moléculaires dans le méandre du Mératon a permis de reconstruire la végétation actuelle et passée depuis 160 ans. Les trois méthodes ont montré une forte complémentarité qui améliore nos capacités à reconstituer des peuplements de la zone humide. Les limites de chaque méthode rendent pertinente leur utilisation coordonnée. L'étude des restes conservés de la végétation a montré des modifications au cours du temps, notamment l'évolution de la communauté aquatique avec la dominance de *Ceratophyllum demersum* pendant plus d'un siècle puis une colonisation importante par *Nuphar lutea,* associée à une augmentation de l'abondance de la ripisylve à partir des années 1990. Des modifications probables du fonctionnement du méandre peuvent ainsi être détectées et interprétées, et leur potentiel déterminisme géomorphologique et

Epreuve de relecture

hydrologique discuté. Cette étude souligne donc l'intérêt des trois outils utilisés dans un contexte alluvial afin de mieux comprendre le fonctionnement présent et passé d'un site et de son contexte environnant.



Caroline SCHAAL

Doctorante en paléoécologie, elle est carpologue au laboratoire Chrono-environnement CNRS UMR 6249 de Besançon.

Remerciements

Nous tenons à remercier Maxime MERMET et Vincent BICHET pour leur implication dans les mesures géophysiques des carottes sédimentaires. Nous adressons notre reconnaissance aux organisateurs du colloque « Zones humide & Archéologie » tenu à Bibracte du 9 au 11 novembre 2017 pour nous avoir permis de présenter et de publier nos travaux.

Bibliographie

ANTOLIN F., STEINER B. & JACOMET S. 2017. The bigger the better? On sample volume and the representativeness of archaeobotanical data in waterlogged deposits. *Journal of Archaeological Science 12: 323-33.*

BEUG H.-J. 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Publisher Verlag Friedrich Pfeil, Munich, 542 p.

BORNETTE G., AMOROS C., PIEGAY H., TACHET J. & HEIN T. 1998. Ecological complexity of wetlands within a river landscape. *Biological Conservation* 85: 35-45.

BORNETTE G. & PUIJALON S. 2009. Macrophytes: ecology of aquatic plants. *In* : HETHERINGTON A.M. (ed.) Encyclopedia of life sciences. John Wiley and Sons, Chichester, 55 p.

BRAUN-BLANQUET J. 1964. Pflanzensoziologie: grundzüge der vegetationskunde. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Springer-Verlag, Wien, 865 p.

CORENBLIT D., DAVIES N.S., STEIGER J., GIBLING M.R. & BORNETTE G. 2015. Considering river structure and stability in the light of evolution: feedbacks between riparian vegetation and hydrogeomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms* 40: 189-207.

BRAVARD J. 1987. *Le Rhône, du Léman à Lyon.* Éd. La Manufacture, Lyon, 451 p.

EJARQUE A., BEAUGER A., MIRAS Y., PEIRY J.-L., VOLDOIRE O., VAUTIER F., BENBAKKAR M. & STEIGER J. 2015. Historical fluvial palaeodynamics and multi-proxy palaeoenvironmental analyses of a palaeochannel, Allier River, France. *Geodinamica Acta* 27: 25-47.

HAILE J., HOLDAWAY R., OLIVER K., BUNCE M., GILBERT M.T.P., NIELSEN R., MUNCH K., HO S.Y., SHAPIRO B. & WILLERSLEV E. 2007. Ancient DNA chronology within sediment deposits: Are paleobiological reconstructions possible and is DNA leaching a factor? *Molecular biology and evolution* 24: 982-989.

HILT S., SCHÖNFELDER I., RUDNICKA A., CARLS R., NIKOLAEVICH N., SUKHODOLOV A. & ENGELHARDT C. 2008. Reconstruction of pristine morphology, flow, nutrient conditions and submerged vegetation of lowland river Spree (Germany) from palaeomeanders. *River Research and Applications* 24: 310-329.

HOGAN D.M., JORDAN T.E. & WALBRIDGE, M.R. 2004. Phosphorus retention and soil organic carbon in restored and natural freshwater wetlands. *Wetlands* 24: 573-585.

JØRGENSEN T., HAILE J., MÖLLER P., ANDREEV A., BOESSENKOOL S., RASMUSSEN M., KIENAST F., COISSAC E., TABERLET P. & BROCHMANN C. 2012. A comparative study of ancient sedimentary DNA, pollen and macrofossils from permafrost sediments of northern Siberia reveals long-term vegetational stability. *Molecular Ecology* 21: 1989-2003.

JURASZ W. & AMOROS C. 1991. Ecological succession in a former meander of the Rhône River, France, reconstructed by Cladocera remains. *Journal of Paleolimnology* 6: 113-122.

LITTLE D.P. 2014. A DNA mini-barcode for land plants. *Molecular ecology resources* 14: 437-446.

MALAVOI J.-R. 2004. Étude géomorphologique de la basse vallée du Doubs. Éd. Syndicat Mixte Saône & Doubs, Mâcon, 124 p.

PEDERSEN M.W., GINOLHAC A., ORLANDO L., OLSEN J., ANDERSEN K., HOLM J., FUNDER S., WILLERSLEV E. & KJÆR K.H. 2013. A comparative study of ancient environmental DNA to pollen and macrofossils from lake sediments reveals taxonomic overlap and additional plant taxa. *Quaternary Science Reviews* 75: 161-168.

RAWLENCE N.J., LOWE D.J., WOOD J.R., YOUNG J.M., CHURCHMAN G., HUANG Y.T. & COOPER A. 2014. Using palaeoenvironmental DNA to reconstruct past environments: progress and prospects. *Journal of Quaternary Science* 29: 610-626.

REILLE M. 1992. Pollens et spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Laboratoire de botanique historique et palynologie, Marseille, 543 p.

SALVADOR P.-G., BERGER J.-F., FONTUGNE M. & GAUTHIER E. 2005. Étude des enregistrements sédimentaires holocènes des paléoméandres du Rhône dans le secteur des basses terres (Ain, Isère, France). *Quaternaire,* 16: 315-327.

SAUTY C. 2007. L'homme et la basse vallée du Doubs de Petit-Noir (39) à Verdun-sur-le-Doubs (71) : entre mémoire et histoire. Thèse de doctorat. Besançon : Université de Franche-Comté, 930 p.

SMITS A., VAN RUREMONDE R. & VAN DER VELDE G. 1989. Seed dispersal of three nymphaeid macrophytes. *Aquatic botany* 35: 167-180.

STOCKMARR J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13: 615-621

THOMS M.C. 2003. Floodplain–river ecosystems: lateral connections and the implications of human interference. *Geomorphology* 56: 335-349.

THOMSEN P.F. & WILLERSLEV E. 2015. Environmental DNA–An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation* 183: 4-18.

Epreuve de relecture

Annexe 13 - Listing palynologique Mératon (C. Bégeot)

Doubs MERATON	0	10-11	15-16	21-22	35-36	48-49	62-63	76-77	89-90	103-104
SALIX	38	48	48	41	60	44	38	12	15	12
BETULA	18	12	18	17	17	17	56	10	10	5
ALNUS	19	27	19	28	25	29	37	11	14	7
CORYLUS	15	8	7	10	18	20	24	12	12	2
QUERCUS	53	32	38	48	55	57	26	10	12	15
CARPINUS	19	12	21	8	14	29	8	2	4	3
FRAXINUS	11	15	15	15	10	9	7	2	1	1
ACER										
ULMUS	1					4				1
TILIA		1	1		1	1				
FAGUS	9	3	6	4	2	7	1	1	3	2
ABIES	1	3		1		1				1
PICEA	3	2	1	1	2	3	5			1
PINUS	37	30	40	33	53	67	23	7	6	7
AESCULUS										
BUXUS		2	1	1		1			1	
CALLUNA										
CASTANEA	1			1	2	1	3	1		
CEDRUS										
CORNUS MAS							1			
CORNUS SANGUINEA										
CUPRESSACEAE										
ERICA	1		1			1				
EVONYMUS										
FRANGULA										
HEDERA			1							
JUGLANS	2	1	1			1		1	4	2
JUNIPERUS	2	2	4	2		5	6	7	3	1
LIGUSTRUM		2	1		1				2	1
LONICERA										
POPULUS	9	10	7	10	6	5		4	1	1
PRUNUS		2	1			1				2
RHAMNUS		1	1			2	2			
ROSACEAE Arbre	3	1		1	5					
ROSACEAE TYPE ROSA		1				1		1		1
ROSACEAE TYPE CRATAEGUS				1	2					
ROSACEAE TYPE RUBUS	7	1	4		3	3		1		
SAMBUCUS		2			1		1		2	3
VIBURNUM LANTANA					2				1	
VIBURNUM OPULUS			1	1	2	1				
VISCUM										
VITIS					1		1			
POACEAE	119	89	123	194	271	285	191	75	75	38
CYPERACEAE	136	18	14	8	12	24	29	16	15	11
JUNCACEAE										
CEREALE	4	7	5	1	5	19	10	3	5	5
FAGOPYRUM										1
SECALE			1		1	1			1	2
ZEA MAIS					1				1	
Alchemilla								2	4	
APIACEAE	2	1	2	1	4	5	3	4		2
ARTEMISIA	1	1	1	3		3	1	3	4	4
ASTERACEAE type liguliflore	2			1	1	4	6	4	2	2
ASTERACEAE type tubuliflore	1	1	1		2	1	1	3	3	
Tussilago type	2									
BRASSICACEAE	53	15	13	13	11	10	12	5	9	5
CALYSTEGIA										
CAMPANULACEAE										
CARYOPHYLLACEAE		1								
CARDUUS	1								1	
CENTAUREA CYANUS						1			1	2
CENTAUREA JACEAE/NIGRA	1		1		1	1	1		1	1
CENTAUREA SCABIOSA						1				
CENTAUREA MONTANA										1
CENTRANTHUS										
CHELIDONIUM										
CHENOPODIACEAE	3	5	3	4		3	5	1	1	1
CIRSIUM										
CONVOLVULUS										1
CYCLAMEN						1				
ECHIUM		1								
EPILOBIUM						1				
EUPHORBIACEAE										
EUPHRASIA						1				1
FABACEAE type Vicia/Pisum									13	
FABACEAE type Lotus	1	2	2			6	5		1	
FABACEAE type Ononis			1		5		1		1	
FABACEAE type Trifolium			1	2		3	2	1		4
GENTIANACEAE						1				
GERANIACEAE										
HELLEBORUS										
HUMULUS/CANNABIS	1	1	1	7	5		1	1	115	645

Doubs MERATON	0	10-11	15-16	21-22	35-36	48-49	62-63	76-77	89-90	103-104
HYPERICUM								1		
IMPATIENS										
LAMIACEAE type lamium		1	1	2	3	2	4	6	1	2
LAMIACEAE type mentha	1		1		2					
LILIACEAE										
MELANPYRUM										
MENYANTHES										
MERCURIALIS										
MYOSOTIS	1									
PAPAVERACEAE	2		4	1	2	3	4	6	1	
PEDICULARIS				1						
PLANTAGO LANCEOLATA	4	7	9	7	15	18	23	28	14	9
PLANTAGO MAJOR/MEDIA	1		1	1	1	2			2	1
POLYGONUM TYPE AVICULARE				1	1			2		
POTENTILLA	2		1		1	1	2	2		
PRIMULACEAE				1			4	2		2
PRIMULACEAE Anagallis type										
PRIMULACEAE Lysimachia type										
RANUNCULACEAE	6	7	1	4	4	15	6	4	7	4
RUBIACEAE		1	1				1	1	1	2
RUMEX	4	3	6	8	7	12	14	5	10	3
SANGUISORBA MINOR				3	1	1	2	2	1	
SANGUISORBA OFFICINALIS		1								
SAXIFRAGACEAE							3			
SCROPHULARIACEAE						1	1		2	7
Linaria type										5
Verbascum type										
Veronica type										
SOLANUM	1									
SPERGULARIA										
SYMPHYTUM										
THALICTRUM								2		
URTICACEAE	2	10	2	4	2	1	1	8	3	2
VALERIANACEAE									1	
VIOLACEAE		1	1	1	1	1		3		
XANTHIUM/AMBROSIA	4	1	1	2	1	1				
FILIPENDULA			2	1	1	3	1	4	5	1
EQUISETUM		4		2	3	3	1	2	1	
POLYGONUM Type HYDROPIPER										1
POLYGONUM PERSICARIA									1	
ALISMA PLANTAGO AQUATICA				1	1		1	1		1
LYTRHUM SALICARIA			1			2	1			
TYPHA ANGUSTIFOLIA/SPARGANIUM		5	1	10	3	8	4	2		1
TYPHA LATIFOLIA										
POTAMOGETON	7	5	1	3	5	2	9			1
CALLITRICHE		3	1	1	1	1		4	1	1
NUPHAR	7	5	2	4	1	1		1	1	
NYMPHEA	8	6	1		2	4	3			
NYMPHOIDES PELTATA				1			1			
LEMNA	3	6				1				
MYRIOPHYLLUM SPICATUM		1	2	9	3	9	32	15	1	
Hottonia palustris		4		1				1		
HYDROCHARIS?				1	1			1		
CERATOPHYLLUM?										
ACORUS?	2									
CALLA PALUSTRIS?	1						1			
SAGITTARIA SAGITALIS?	1									
HIPPURIS?	2	2	5	3	9	12	7			
BUTOMUS								1		
OROBANCHE TYPE?										
AUTRE										
Boule verrue noire										
SCLERITE	108	57	26	35	35	72	7		2	
PEDIASTRUM	36	17	14	33	22	22	51	12	3	9
ZYGNEMATACEAE										
"OOGONE"		67						84		
parasite sphaigne								1	2	
sporomiella									1	2
MONOLETE	4	7						1	1	
POLYPODIUM					1					
ASPLENIUM										
TRILETE								2		
LYCOPODE	375	96	132	127	201	272	151	132	191	120

Annexe 14 - Listing carpologique Mératon (C. Schaal)

Chronologie	Sondage	Appellation	Type	NomPrelevement	Volume (l)	Milieu ecologique
1855	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_102-104,7	0,06	Mauvaises herbes temporaires
1855	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_102-104,7	0,06	Mauvaises herbes vivaces
1855	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_102-104,7	0,06	non précisé
1855	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_102-104,7	0,06	non précisé
1855	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_102-104,7	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_102-104,7	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_102-104,7	0,06	Rives
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Mauvaises herbes temporaires
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Mauvaises herbes vivaces
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Mauvaises herbes vivaces
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Mauvaises herbes vivaces
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	non précisé
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	non précisé
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	non précisé
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Cultures, céréales
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Forêts
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Forêts
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hygrophytes-Roselière
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hygrophytes-Roselière
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Hygrophytes-Roselière
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Rives
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Rives
1855	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_86-88,5	0,14	Prairies
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Mauvaises herbes temporaires
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Mauvaises herbes temporaires
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Mauvaises herbes vivaces
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	non précisé
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	non précisé
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	non précisé
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hydrophytes-aquatiques
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hygrophytes-Roselière
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Hygrophytes-Roselière
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	non précisé
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Rives
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Rives
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Rives
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Rives
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Rives
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Rives
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Rives
1855	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_92-95	0,13	Prairies
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Mauvaises herbes vivaces
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	non précisé
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Cultures, céréales
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Forêts
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Hygrophytes-Roselière
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	non précisé
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	non précisé
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Rives
1879	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_76-78	0,12	Rives
1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Mauvaises herbes vivaces
1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Mauvaises herbes vivaces
1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Hygrophytes-Roselière

Taxon	Partie	Conservation	Fragmentation	Maturite	NRcompté	NR/litre/plvt
Atriplex sp., Chenopodiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rumex pulcher L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Indeterminatae	feuille	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Chara sp.	oogone	imbibé	entier	mature	2	33,33
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Bupleurum rotundifolium L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	7,14
Solidago cf. canadensis	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Indeterminatae	entrenoeud	imbibé	entier	mature	1	7,14
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Trifolium sp., Fabaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Panicum miliaceum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	7,14
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Luzula sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	14,29
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	13	92,86
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	19	135,71
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	7,14
Sparganium emersum Rehmann	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	3	21,43
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	2	14,29
Bidens frondosa L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	2	14,29
Leontodon autumnalis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,14
Atriplex sp., Chenopodiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Polygonum aviculare agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
cf. Poaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Fabaceae	graine	imbibé	entier	mature	4	30,77
Indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	1	7,69
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	5	38,46
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	95	730,77
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	5	38,46
Najas marina L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Najas marina L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	7,69
Najas minor All.	graine	imbibé	entier	mature	2	15,38
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	7,69
Nymphoides peltata	graine	imbibé	entier	mature	2	15,38
Oenanthe aquatica (L.) Poiret	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Carex sp., Cyperaceae	ine bivalve+ utric	imbibé	entier	mature	1	7,69
Bidens tripartita L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	5	38,46
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	2	15,38
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	7,69
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	1	7,69
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	7,69
Stellaria palustris	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Leontodon autumnalis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	7,69
Solidago cf. canadensis	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Triticum aestivum Typ	rachis	imbibé	entier	mature	6	50
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	4	33,33
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	13	108,33
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	3	25
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine + épillet	imbibé	entier	mature	6	50
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	8,33
Carex sp., Cyperaceae	e bivalve avec ut	imbibé	entier	immature	1	8,33
Alnus glutinosa Mill.	écaille de cône	imbibé	entier	mature	6	50
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Daucus carota L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67

1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Hygrophytes-Roselière
1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Rives
1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Rives
1883	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_088-090	0,06	Rives
1883	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_74-76	0,12	Mauvaises herbes vivaces
1883	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_74-76	0,12	non précisé
1883	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_74-76	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_74-76	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_74-76	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_74-76	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	non précisé
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	non précisé
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Cultures, oléagineux
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Hygrophytes-Roselière
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Hygrophytes-Roselière
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Hygrophytes-Roselière
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	non précisé
1883	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_80-82	0,10	Prairies
1905	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_076-078	0,06	Mauvaises herbes temporaires
1905	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_076-078	0,06	Mauvaises herbes temporaires
1905	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_076-078	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_076-078	0,06	Hygrophytes-Roselière
1905	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_076-078	0,06	Hygrophytes-Roselière
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Mauvaises herbes vivaces
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Hygrophytes-Roselière
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Hygrophytes-Roselière
1905	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_64-66	0,10	Rives
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	non précisé
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	non précisé
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Cultures, céréales
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Hygrophytes-Roselière
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Hygrophytes-Roselière
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	non précisé
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	non précisé
1905	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_68-70	0,10	Rives
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Hygrophytes-Roselière
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Hygrophytes-Roselière
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Rives
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Rives
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Rives
1909	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_62-64	0,11	Rives
1930	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_062-064	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_062-064	0,06	Hygrophytes-Roselière
1930	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_52-54	0,11	non précisé
1930	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_52-54	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_52-54	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_52-54	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_52-54	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_52-54	0,11	Hygrophytes-Roselière
1930	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_52-54	0,11	non précisé
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Mauvaises herbes vivaces
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Manteaux, lisières
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Hydrophytes-aquatiques

Typha angustifolia/latifolia	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
cf. Eupatorium cannabinum	graine	imbibé	entier	immature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	1	16,67
cf. Daucus carota	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	3	25
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	27	225
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	20	166,67
Myriophyllum verticillatum L.	graine	imbibé	entier	mature	45	375
Indeterminatae	Bryophyte feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Indeterminatae	entrenoeud	imbibé	entier	mature	3	30
Papaver somniferum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	3	30
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	66	660
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	13	130
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Oenanthe aquatica (L.) Poiret	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	20
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	10
Leontodon autumnalis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Setaria sp., Cerealia	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Sonchus asper (L.) Hill	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	8	133,33
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	3	50
Typha sp., Typhaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	49	490
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	12	120
Myriophyllum verticillatum L.	graine	imbibé	entier	mature	4	40
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	16	160
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Alnus sp., Betulaceae	écaille	imbibé	entier	mature	1	10
Indeterminatae	tige	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Indeterminatae	verticille	imbibé	entier	mature	3	30
cf. Panicum miliaceum	glume	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	136	1360
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	23	230
Myriophyllum verticillatum L.	graine	imbibé	entier	mature	4	40
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine+envelopp	imbibé	entier	mature	18	180
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	10
Lysimachia sp., Primulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	27	245,45
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	24	218,18
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Oenanthe aquatica (L.) Poiret	graine	imbibé	entier	mature	2	18,18
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine + épillet	imbibé	entier	mature	13	118,18
Alnus glutinosa Mill.	écaille de cône	imbibé	entier	mature	22	200
Eupatorium cannabinum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	1	9,09
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Nymphoides peltata	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Poaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	119	1081,82
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	26	236,36
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	13	118,18
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	9,09
Solidago cf. canadensis	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	65	650
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	50	500
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Zannichellia palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10

1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Hygrophytes-Roselière
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Hygrophytes-Roselière
1930	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_56-58	0,10	Rives
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Mauvaises herbes temporaires
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	non précisé
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Forêts
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Ourlets, buissons
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Hygrophytes-Roselière
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Hygrophytes-Roselière
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	Hygrophytes-Roselière
1939	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_48-50	0,11	non précisé
1956	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_048-050	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_048-050	0,06	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	non précisé
1956	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_40-42	0,09	Rives
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Mauvaises herbes vivaces
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	non précisé
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Hygrophytes-Roselière
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	non précisé
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Rives
1956	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_44-46	0,10	Prairies
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Mauvaises herbes temporaires
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Mauvaises herbes temporaires
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Mauvaises herbes vivaces
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	non précisé
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	non précisé
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Cultures, céréales
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Forêts
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Forêts
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hydrophytes-aquatiques
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hygrophytes-Roselière
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hygrophytes-Roselière
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Hygrophytes-Roselière
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	non précisé
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	non précisé
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	non précisé
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Rives
1968	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_34-36	0,11	Prairies
1979	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_034-036	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_034-036	0,06	Hygrophytes-Roselière
1979	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_034-036	0,06	Hygrophytes-Roselière
1979	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_034-036	0,06	Rives

Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine+envelopp	imbibé	entier	mature	19	190
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Alnus sp., Betulaceae	écaille	imbibé	entier	mature	4	40
Sonchus asper (L.) Hill	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
cf. Fragaria vesca	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	18,18
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	15	136,36
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	37	336,36
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	27,27
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	23	209,09
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	18,18
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Sparganium sp., Sparganiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Sonchus asper (L.) Hill	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	126	1400
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	37	411,11
Nymphea alba L.	graine	imbibé	entier	mature	5	55,56
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	6	66,67
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	1	11,11
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Apiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	44	440
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	41	410
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Nymphoides peltata	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine+envelopp	imbibé	entier	mature	25	250
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	2	20
Bellis perennis	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Stellaria media (L.) Villars	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Rumex crispus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Poaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Cerealia	péricarpe	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Baldellia ranunculoides (L.) Parl.	graine	imbibé	entier	mature	2	18,18
Ceratophyllum demersum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	151	1372,73
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	89	809,09
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Nymphoides peltata	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	4	36,36
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	18,18
Zannichellia palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	3	27,27
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	27,27
Mentha cf. aquatica	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	24	218,18
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	2	18,18
Carex sp., Cyperaceae	graine trigone	imbibé	fragmenté	mature	2	18,18
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Leontodon autumnalis L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	4	66,67

1979	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_034-036	0,06	Rives
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Mauvaises herbes temporaires
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Hygrophytes-Roselière
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Hygrophytes-Roselière
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	non précisé
1979	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_28-30	0,12	Prairies
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Mauvaises herbes temporaires
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Mauvaises herbes temporaires
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	non précisé
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	non précisé
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Forêts
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Hygrophytes-Roselière
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Hygrophytes-Roselière
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Hygrophytes-Roselière
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	non précisé
1979	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_30-32	0,10	Rives
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Mauvaises herbes vivaces
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Mauvaises herbes vivaces
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Cultures, céréales
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Forêts
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Forêts
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Ourlets, buissons
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hygrophytes-Roselière
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hygrophytes-Roselière
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hygrophytes-Roselière
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hygrophytes-Roselière
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hygrophytes-Roselière
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hygrophytes-Roselière
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Hygrophytes-Roselière
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	non précisé
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Rives
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Rives
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Rives
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Rives
1990	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_20-22	0,09	Rives
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Mauvaises herbes vivaces
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	non précisé
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	non précisé

Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	2	33,33
Lapsana communis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	151	1258,33
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	19	158,33
Myriophyllum spicatum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Ranunculus aquatilis agg.	gland	imbibé	entier	mature	1	8,33
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	8	66,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Taraxacum officinale agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	8,33
Arenaria serpyllifolia L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Papaver cf. argemone L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Poaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Rumex sp., Polygonaceae	utricule	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	53	530
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	11	110
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Sagittaria sagittifolia L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	11	110
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	1	10
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Lapsana communis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Valerianella rimosa Bast.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Cerastium arvense L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Fabaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Indeterminatae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	1	11,11
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Rumex sp., Polygonaceae	utricule	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Cerealia	éricarpe avec sill	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	5	55,56
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	8	88,89
cf. Fragaria vesca	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	6	66,67
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	84	933,33
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	28	311,11
Chara sp.	oogone enrobé	imbibé	entier	mature	3	33,33
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nitella sp.	oogone	imbibé	entier	mature	1	11,11
Nuphar lutea (L.) Smith	abscission foliair	imbibé	entier	mature	3	33,33
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nymphoides peltata	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	8	88,89
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	6	66,67
Zannichellia palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	27	300
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	entrenoeud	imbibé	entier	mature	1	11,11
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	12	133,33
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	6	66,67
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Carex sp., Cyperaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	11,11
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	33,33
Eupatorium cannabinum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	2	22,22
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	11	122,22
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	7	77,78
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Indeterminatae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67

1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Forêts
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Forêts
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	non précisé
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Rives
1995	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_020-022	0,06	Rives
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Mauvaises herbes temporaires
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Mauvaises herbes temporaires
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Mauvaises herbes vivaces
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	non précisé
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	non précisé
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	non précisé
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Forêts
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	non précisé
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	non précisé
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Rives
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Rives
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Rives
1995	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_16-18	0,10	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Mauvaises herbes vivaces
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Mauvaises herbes vivaces
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	non précisé
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	non précisé
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	non précisé
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Forêts
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Hygrophytes-Roselière
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Rives
1995	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_18-20	0,09	Prairies
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Mauvaises herbes temporaires
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Mauvaises herbes temporaires

Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	50
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Chara sp.	oogone	imbibé	entier	mature	2	33,33
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	33,33
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	3	50
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	3	50
Lapsana communis L.	graine	imbibé	entier	mature	4	40
Papaver dubium L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Adonis sp., Ranunculaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Poaceae	graine	carbonisé	entier	mature	1	10
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	9	90
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	4	40
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	10	100
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	9	90
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision f	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Nymphea alba L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	7	70
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	30
Zannichellia palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	22	220
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	5	50
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	5	50
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	3	30
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	3	30
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	13	130
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	14	140
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	7	77,78
Lapsana communis L.	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	4	44,44
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	6	66,67
Poaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Poaceae	rachis	imbibé	entier	mature	1	11,11
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	4	44,44
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	4	44,44
Nitella sp.	oogone	imbibé	entier	mature	1	11,11
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision f	imbibé	entier	mature	2	22,22
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision f	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Nymphea alba L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	22,22
Zannichellia palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	44	488,89
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	4	44,44
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine+envelopp	imbibé	entier	mature	15	166,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	42	466,67
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Linum catharticum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Poa palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	3	33,33
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	11	122,22
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	3	33,33
Taraxacum officinale agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Dipsacus cf. fullonum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Lapsana communis L.	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Lapsana communis L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11

1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Mauvaises herbes vivaces
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Mauvaises herbes vivaces
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Forêts
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hydrophytes-aquatiques
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hygrophytes-Roselière
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hygrophytes-Roselière
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hygrophytes-Roselière
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hygrophytes-Roselière
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Hygrophytes-Roselière
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	non précisé
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Rives
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Rives
1998	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_14-16	0,09	Rives
2001	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_014-016	0,06	Mauvaises herbes temporaires
2001	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_014-016	0,06	Forêts
2001	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_014-016	0,06	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_014-016	0,06	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_014-016	0,06	Rives
2001	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_014-016	0,06	Rives
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	non précisé
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Forêts
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Forêts
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Rives
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Rives
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Rives
2001	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_12-14	0,10	Rives
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Mauvaises herbes temporaires
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Mauvaises herbes temporaires
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Mauvaises herbes temporaires
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	non précisé
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	non précisé
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	non précisé
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	non précisé
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Forêts
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hydrophytes-aquatiques

Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Ranunculus cf. repens	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Indeterminatae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	4	44,44
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	4	44,44
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	5	55,56
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	16	177,78
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	7	77,78
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nuphar lutea (L.) Smith	abscission foliair	imbibé	entier	mature	3	33,33
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nymphoides peltata	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	3	33,33
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Zannichellia palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	7	77,78
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	4	44,44
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	14	155,56
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	5	55,56
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	mature	3	33,33
Carex sp., Cyperaceae	graine trigone	imbibé	entier	mature	1	11,11
Carex sp., Cyperaceae	utricule	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Iris sp., Iridaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Lysimachia sp., Primulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Bidens tripartita L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	14	155,56
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	7	77,78
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	33,33
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Apiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Betula sp., Betulaceae	écaille	imbibé	entier	mature	1	10
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	30
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	4	40
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	2	20
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision fo	imbibé	entier	mature	3	30
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision fo	imbibé	fragmenté	mature	2	20
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	26	260
Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	4	40
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	3	30
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	8	80
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	9	90
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	2	20
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	24	266,67
Polygonum aviculare agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	1	11,11
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	22,22
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	6	66,67
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	2	22,22
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision fo	imbibé	fragmenté	mature	2	22,22
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11

2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Hygrophytes-Roselière
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Rives
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Rives
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Rives
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Rives
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Rives
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Rives
2001	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_12-14	0,09	Prairies
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Mauvaises herbes temporaires
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Mauvaises herbes vivaces
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	non précisé
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	non précisé
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	non précisé
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	non précisé
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Forêts
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hydrophytes-aquatiques
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hygrophytes-Roselière
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hygrophytes-Roselière
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hygrophytes-Roselière
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hygrophytes-Roselière
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Hygrophytes-Roselière
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	non précisé
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	non précisé
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Rives
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Rives
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Rives
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Rives
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Rives
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Rives
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Rives
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Prairies
2003	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_10-12	0,09	Prairies
2005	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_010-012	0,06	Mauvaises herbes temporaires
2005	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_010-012	0,06	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_010-012	0,06	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_010-012	0,06	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_010-012	0,06	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_010-012	0,06	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_010-012	0,06	Rives
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Mauvaises herbes temporaires
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	non précisé
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	non précisé
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Forêts
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	non précisé
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Rives
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Rives
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Rives
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Rives
2005	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_08-10	0,11	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Mauvaises herbes temporaires
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	non précisé
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	non précisé
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	non précisé

Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	61	677,78
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	10	111,11
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine+envelopp	imbibé	entier	mature	11	122,22
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	197	2188,89
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	27	300
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	4	44,44
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	18	200
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	8	88,89
Taraxacum officinale agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	17	188,89
Eryngium campestre L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Indeterminatae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	2	22,22
Ranunculaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	4	44,44
Nuphar lutea (L.) Smith	abscission foliair	imbibé	entier	mature	13	144,44
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	89	988,89
Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes	graine	imbibé	entier	mature	2	22,22
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	9	100
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	11	122,22
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	88	977,78
Carex rostrata Stokes	graine+utricule	imbibé	entier	mature	1	11,11
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	8	88,89
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	11,11
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	6	66,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	5	55,56
Eryngium campestre L.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Taraxacum officinale agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	11,11
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	3	50
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	33,33
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	3	50
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	27	245,45
Chenopodium sp., Chenopodiaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	18,18
Indeterminatae	indet	imbibé	entier	mature	1	9,09
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	27,27
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	18,18
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	2	18,18
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	2	18,18
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	2	18,18
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision fo	imbibé	entier	mature	2	18,18
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	140	1272,73
Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	10	90,91
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	15	136,36
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	239	2172,73
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	fragmenté	mature	1	9,09
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	1	9,09
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	6	54,55
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	2	18,18
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	4	36,36
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	13	162,5
Indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	1	12,5
Indeterminatae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	12,5
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	1	12,5

2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Forêts
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Hygrophytes-Roselière
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2005	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_08-10	0,08	Rives
2010	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_004-006	0,06	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_004-006	0,06	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_004-006	0,06	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_004-006	0,06	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_004-006	0,06	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_004-006	0,06	Rives
2010	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_004-006	0,06	Rives
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Mauvaises herbes temporaires
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Mauvaises herbes temporaires
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Mauvaises herbes vivaces
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	non précisé
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	non précisé
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	non précisé
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	non précisé
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	non précisé
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	non précisé
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Cultures, oléagineux
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Forêts
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Forêts
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Manteaux, lisières
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Manteaux, lisières
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Rives
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Rives
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Rives
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Rives
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Rives
2010	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_04-06	0,10	Prairies
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Mauvaises herbes temporaires
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Mauvaises herbes temporaires
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	non précisé
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	non précisé
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Forêts
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Forêts
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hydrophytes-aquatiques
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Hygrophytes-Roselière
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	non précisé

Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	25
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	entier	mature	1	12,5
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	9	112,5
Nuphar lutea (L.) Smith	ice d'abscision fo	imbibé	entier	mature	2	25
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	12,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	28	350
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine+envelopp	imbibé	entier	mature	5	62,5
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	71	887,5
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacu	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	12,5
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	2	25
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	3	37,5
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	6	75
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	1	12,5
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	12,5
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	16	200
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	3	37,5
cf. Ceratophyllum demersum	verticille	imbibé	entier	mature	2	33,33
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	2	33,33
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	31	310
Solanum nigrum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Indeterminatae	etamine	imbibé	entier	mature	1	10
Indeterminatae	feuille	imbibé	entier	mature	8	80
Indeterminatae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	3	30
Prunella sp., Lamiaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Papaver somniferum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	3	30
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Rubus fructicosus agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Sambucus cf. nigra	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	3	30
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	4	40
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Nuphar lutea (L.) Smith	abscission foliair	imbibé	entier	mature	5	50
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	54	540
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	6	60
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	entrenoeud	imbibé	entier	mature	1	10
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	8	80
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	137	1370
Bidens tripartita L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	5	50
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	13	130
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	15	150
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	10	100
Taraxacum officinale agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	10
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	20	250
Solanum nigrum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Indeterminatae	feuille	imbibé	entier	mature	1	12,5
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	4	50
Betula sp., Betulaceae	écaille	imbibé	entier	mature	1	12,5
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	8	100
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	12,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	25
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	40	500
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	4	50
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	2	25
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	63	787,5
Typha sp., Typhaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	12,5

2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Rives
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Rives
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Rives
2010	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_04-06	0,08	Rives
2014-2017	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_000-002	0,06	Forêts
2014-2017	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_000-002	0,06	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_000-002	0,06	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_000-002	0,06	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_000-002	0,06	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2014	MER02	méandre	MER02a_000-002	0,06	Rives
2014-2017	MERATON2014	MER03	méandre	MER03a_0-2	0,06	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2014	MER03	méandre	MER03a_0-2	0,06	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2014	MER03	méandre	MER03a_0-2	0,06	Rives
2014-2017	MERATON2014	MER03	méandre	MER03a_0-2	0,06	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER05	méandre	MER05b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Cultures, céréales
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Manteaux, lisières
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07a_0-2	0,05	Rives

Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	12,5
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	11	137,5
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	3	37,5
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	18	225
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	33,33
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	50
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	16,67
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	3	50
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	50
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	16,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	2	33,33
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	12	240
Indeterminatae	bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	5	100
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	2	40
Indeterminatae	inflorescence	imbibé	entier	mature	1	20
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	1	20
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	4	80
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	22	440
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	20
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	20
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	20
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	26	520
Mentha cf. aquatica	graine	imbibé	entier	mature	2	40
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	4	80
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	52	1040
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	fragmenté	mature	1	20
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	3	60
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	14	280
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	4	80
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	6	120
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	3	60
Anagallis foemina Miller	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	3	66,67
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	8	177,78
Indeterminatae	bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	2	44,44
Poaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	22,22
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	4	88,89
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	14	311,11
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	22	488,89
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	immature	2	44,44
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	57	1266,67
Veronica anagallis/aquatica	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	fragmenté	mature	1	22,22
Bidens tripartita L.	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	7	155,56
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	3	66,67
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	5	111,11
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	3	66,67
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	3	66,67
Indeterminatae		imbibé		mature	1	22,22
Indeterminatae	Bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	2	44,44
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Setaria/Panicum sp., Cerealia	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Betula pendula Roth	bractée	imbibé	entier	mature	1	22,22
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	7	155,56
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	22,22
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	12	266,67
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	23	511,11
Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve	imbibé	entier	immature	1	22,22
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	22,22
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	2	44,44

2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER07	méandre	MER07b_0-2	0,05	Prairies
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Cultures, céréales
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER09	méandre	MER09b_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11a_0-2	0,05	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER11	méandre	MER11b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Mauvaises herbes temporaires

Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Indeterminatae	Bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	1	22,22
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Indeterminatae	feuille	imbibé	entier	mature	1	22,22
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	1	22,22
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	10	222,22
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	9	200
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	19	422,22
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	2	44,44
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	5	111,11
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	2	44,44
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	22,22
Taraxacum officinale agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	22,22
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	6	120
Indeterminatae		imbibé		mature	1	20
Indeterminatae		imbibé	fragmenté	mature	4	80
Indeterminatae	Bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	2	40
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	5	100
Indeterminatae	graine	imbibé		mature	2	40
Setaria/Panicum sp., Cerealia	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	20
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	1	20
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	14	280
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	16	320
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	20
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	épillet	imbibé	entier	mature	1	20
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	41	820
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	20
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	1	20
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	1	20
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	20
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	3	60
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	1	20
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	6	133,33
Indeterminatae	etamine	imbibé	entier	mature	6	133,33
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	17	377,78
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	13	288,89
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	43	955,56
Veronica anagallis/aquatica	graine	imbibé	entier	mature	2	44,44
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	3	66,67
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	3	66,67
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	fragmenté	mature	8	177,78
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	2	44,44
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	7	155,56
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	7	127,27
Indeterminatae		imbibé		mature	1	18,18
Indeterminatae	bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	2	36,36
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	1	18,18
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	11	200
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	14	254,55
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	28	509,09
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	18,18
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	2	36,36
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	2	36,36
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	18,18
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	6	171,43
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	1	28,57
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	1	28,57
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	28,57
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	17	485,71
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	11	314,29
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	28,57
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	2	57,14
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	30	857,14
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	2	57,14
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	28,57
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	7	200
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	2	57,14
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	15	375

2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Mauvaises herbes vivaces
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13a_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Ourlets, buissons
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER13	méandre	MER13b_0-2	0,04	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Mauvaises herbes vivaces
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Ourlets, buissons
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER14	méandre	MER14_00-02	0,10	Prairies
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Mauvaises herbes temporaires
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Mauvaises herbes vivaces
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	non précisé
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Forêts
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Hydrophytes-aquatiques
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Hydrophytes-aquatiques

Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Chenopodium sp., Chenopodiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Indeterminatae		imbibé		mature	2	50
Indeterminatae	Bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	1	25
Indeterminatae	enveloppe	imbibé		mature	1	25
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	3	75
Indeterminatae	Pistil	imbibé	entier	mature	1	25
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	50
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	10	250
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	18	450
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	2	50
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	2	50
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	54	1350
Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	25
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	10	250
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	2	50
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	5	125
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	3	75
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	12	300
Picris hieracioides L.	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Centaurea sp., Asteraceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	25
Indeterminatae		imbibé		mature	1	25
Indeterminatae	bryophyte feuille	imbibé	entier	mature	3	75
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	6	150
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	75
Fragaria vesca L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	25
Ceratophyllum demersum L.	rameaux	imbibé	fragmenté	mature	5	125
Nymphea alba L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	25
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	11	275
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	1	25
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	71	1775
Veronica anagallis/aquatica	graine	imbibé	entier	mature	2	50
Carex sp., Cyperaceae	graine trigone	imbibé	fragmenté	mature	1	25
Cyperaceae	utricule	imbibé	entier	mature	1	25
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	3	75
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	25
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	14	350
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	1	25
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	7	175
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	5	125
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	18	180
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Indeterminatae	bryophyte-feuille	imbibé	entier	mature	6	60
Indeterminatae	étamine	imbibé	entier	mature	5	50
Indeterminatae	feuille	imbibé	entier	mature	1	10
Indeterminatae	pistil	imbibé	entier	mature	2	20
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	20
Origanum vulgare L.	capsule + graine	imbibé	entier	mature	12	120
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	0	0
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Nymphea alba L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	26	260
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine	imbibé	entier	mature	9	90
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	111	1110
Persicaria lapahtifolia (L.) Delarbre	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	10
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	7	70
Salix sp., Salicaceae	feuille	imbibé	entier	mature	2	20
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	19	190
Bellis perennis	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	6	60
Setaria sp., Cerealia	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Poaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	10
Ceratophyllum demersum L.	rameau	imbibé	fragmenté	mature	11	110
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	10

2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Hygrophytes-Roselière
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Rives
2014-2017	MERATON2017	MER15	méandre	MER15_00-02	0,10	Rives

Cyperus fuscus L.	graine	imbibé	entier	mature	16	160
Mentha aquatica L.	graine	imbibé	entier	mature	3	30
Phragmites australis (Cauv.) Steudel	epillet	imbibé	entier	mature	7	70
Rorippa amphibia(L.) Besser	graine	imbibé	entier	mature	61	610
Salix sp., Salicaceae	bractée	imbibé	entier	mature	12	120
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	entier	mature	2	20
Salix sp., Salicaceae	fruit	imbibé	fragmenté	mature	4	40

Annexe 15 - Listing génétique du sédiment Mératon (J. Oudoff, B. Valot)

Brut Nombre de lecture moyenné par nb replicats												
Hydrosystème	Site	Profondeur	Année estimée	Nombre de réplicats	Masse fraiche prélevée (g)	Densité fraiche (g/cm3)	Volume échantillonné (cm3)	Alisma; Luronium	Callitriche	Ceratophyllum	Elodea	Hippuris
Doubs	MER	0,5	2014	1	0,268	0,914	0,29321663	0	7	4695	1	0
Doubs	MER	5,5	2010	2	0,244	1,097	0,222424795	0	0	2062,5	0	17,5
Doubs	MER	10,5	2005	2	0,273	1,383	0,197396963	0	21	273	0	1,5
Doubs	MER	15,5	2001	1	0,246	1,376	0,17877907	0	0	3	5901	0
Doubs	MER	21,5	1995	2	0,29	1,332	0,217717718	1	4,5	866,5	0	19,5
Doubs	MER	35,5	1979	1	0,273	1,2545	0,21761658	0	45	15153	0	10006
Doubs	MER	48,5	1956	1	0,275	1,2825	0,214424951	0	8	10647	0	0
Doubs	MER	62,5	1930	2	0,293	1,1245	0,260560249	0	27,5	1605,5	0	0
Doubs	MER	76,5	1904	2	0,289	1,2325	0,234482759	0	2,5	238,5	0	43,5
Doubs	MER	89,5	1882	2	0,255	1,4595	0,174717369	0	301	0	0	0
Doubs	MER	103,5	1855	1	0,277	1,5855	0,174708294	0	6	2371	0	2

plicats													
Année estimée	Calystegia	Clematis	Daucus	Jacobaea	Rubus	Solidago	Urtica	Acer; Fraxinus; Ligustrum	Alnus; Betula; Carpinus; Corylus; Ulmus	Cornus	Crataegus	Populus; Salix	Prunus
2014	0	0	0	0	5	0	0	62	2	134	0	4790	0
2010	0	0	0	0	0	0	1	15,5	0	220	1,5	685	1
2005	1	0	0	0	0	0	1,5	1	2	7,5	0,5	114,5	0
2001	0	0	183	8	0	800	234	3290	1996	560	0	1516	0
1995	0	0,5	0	0	5	0	0,5	1,5	1	7,5	1,5	52,5	0
1979	446	0	0	0	2	0	0	3	0	3	0	24	0
1956	0	0	0	0	0	1	1	156	0	0	0	18	0
1930	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	20,5	4
1904	0	0	0	0	0	0	0,5	1	0	1	0	28	0
1882	0	0	0	0	0	0	12	3	7,5	5,5	0	188,5	2,5
1855	0	0	0	0	1	0	1	7	6	8	3	106	2

plicats													
Année estimée	Hottonia	Myriophyllum	Nuphar	Potamogeton	Zannichellia	Angelica; Berula; Helosciadium; Heracleum	Bidens	Carex	Iris	Lycopus; Mentha	Phragmites	Rorippa	Sparganium; Typha
2014	0	50	7923	11	0	35	59	0	0	12	0	0	6
2010	0	33,5	153,5	1	0	3	0	10,5	0	2	0	12	23
2005	0,5	24,5	63	13,5	0	2,5	0	21,5	0	4	0	0	0
2001	5939	476	114	40	0	3974	0	0	0	1360	0	0	1866
1995	45,5	11,5	140	5	0	15,5	0	1	0	7,5	2,5	0	3,5
1979	1	21	9170	10	1	7	0	0	1507	0	11	0	2
1956	1812	335	1836	2	0	0	0	0	0	19	26	0	47
1930	166,5	191	9,5	1,5	0	3,5	0	0	0	0	1	0	0
1904	32,5	80	16	5	0	6,5	0	0	0	0	0	0	0
1882	0	0	158	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
1855	0	0	719	793	0	2	0	0	0	1	0	0	0

plicats				
Année estimée	Rhamnus	Sambucus; Viburnum	Vitis	Total
2014	0	0	0	17792
2010	0	28,5	0	3271
2005	0	8,5	0	561,5
2001	0	1195	0	29455
1995	0,5	3	0	1197
1979	0	0	0	36412
1956	0	0	0	14908
1930	0	0	0	2031
1904	0	0	0	455
1882	0	0	0	679,5
1855	0	3	126	4157

Annexe 16 - Tableau des données carpologiques d'Autrecourt-et-Pourron Coupe 3, Sondage 6b + évaluation histologique et taphonomique

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Arenaria serpyllifolia L.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	0,5	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Mousses des sols limono-calcaire	cf. Campyliadelphus chrysophyllus (Bridel) Kanda	Bryophyte
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Rives	Geum rivale L.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	non précisé	Apiaceae	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	non précisé	Indeterminatae	verticille ?
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	non précisé	Poaceae	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Pelouse	Linum alpinum Jacq.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton cf. berchtoldii	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	0,5	Rives	Veronica longifolia L.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Rives	Veronica longifolia L.	graine
355	Autrecourt_PR354_90-85cm	2	Rives	Viola cf. palustris	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Mousses, non précisé	Campylium sp., Hypnaceae	Bryophyte
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	0,5	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Apiaceae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Indeterminatae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Indeterminatae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Indeterminatae	verticille
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Poaceae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Prairies	Knautia arvensis (L.) Coulter	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Pelouse	Linum alpinum Jacq.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Rives	Peucedanum officinale L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton cf. berchtoldii	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Silene sp., Caryophyllaceae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Rives	Stellaria cf. palustris	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Ourlets, buissons	Thalictrum minus L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Ourlets, buissons	Thalictrum minus L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Mousses, non précisé	Ulota sp., Orthotrichaceae	Bryophyte
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	non précisé	Valeriana sp., Valerianaceae	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	0,5	Rives	Veronica longifolia L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Rives	Veronica longifolia L.	graine
350	Autrecourt_PR355_85-80cm	2	Rives	Viola cf. palustris	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	0,5	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Apiaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Indeterminatae	charbons
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Indeterminatae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Indeterminatae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Indeterminatae	verticille
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Lamiaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Poaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Prairies	Linaria supina (L.) Chaz.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Pelouse	Linum alpinum Jacq.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Myriophyllum spicatum L.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Rives	Peucedanum officinale L.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Potentilla sp., Rosaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Prairies	Prunella vulgaris L.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	44	22
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	145	72,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	6	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	17	8,5
imbibé	mature		entier		spore	4	8
imbibé	mature		entier		spore	8	4
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	6	3
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	7	14
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	5	2,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	Anfd	3	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	6	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	7	3,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Pned	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	3	1,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	6	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	1
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	30	15
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	1
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	8	4
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	19	9,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	109	54,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	186	93
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	14	7
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	14	7
imbibé	mature		entier		spore	8	16
imbibé	mature		entier		spore	31	15,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	10	20
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	6	3
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Anfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	ned	25	12,5
imbibé	mature		entier		non précisé	5	2,5
imbibé	mature		fragmenté		non précisé	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	11	5,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Pned	2	1
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	dégradé	sfd	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	2
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	5	2,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	4	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	3	1,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	35	17,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	immature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	9	4,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	4	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	126	63
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	254	127
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	10	5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	6	3
imbibé	mature		entier		spore	11	22
imbibé	mature		entier		spore	21	10,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	4	8
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	2	1
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Anfd	1	0,5
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	4	2
imbibé	mature		entier		non précisé	13	6,5
imbibé	mature		fragmenté		non précisé	30	15
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	8	4
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mfi	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	Pnei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	2	4
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	5	2,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	1,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	2

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Prairies	Scabiosa columbaria L.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	non précisé	Thalictrum sp., Ranunculaceae	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
345	Autrecourt_PR356_80-75cm	2	Rives	Veronica longifolia L.	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	non précisé	Barbarea sp., Brassicaceae	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Forêts	Betula sp., Betulaceae	bractée
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Mousses, non précisé	Campylium sp., Hypnaceae	Bryophyte
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve avec utricule
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Mousses, non précisé	Hypnum sp., Hypnaceae	Bryophyte
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	non précisé	Indeterminatae	verticille
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	non précisé	Indeterminatae	
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Pelouse	Linum alpinum Jacq.	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hygrophytes-Roselière	Phragmites australis (Cauv.) Steudel	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Rives	Stellaria palustris	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Mousses, non précisé	Ulota sp., Orthotrichaceae	Bryophyte
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
340	Autrecourt_PR357_75-70cm	2	Rives	Veronica longifolia L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Arenaria serpyllifolia L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Barbarea sp., Brassicaceae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Mousses, non précisé	Campylium sp., Hypnaceae	Bryophyte
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve avec utricule
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	0,5	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	0,5	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Apiaceae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Indeterminatae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Indeterminatae	verticille
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Forêts	Phyteuma spicatum L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	non précisé	Stellaria sp., Caryophyllaceae	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
335	Autrecourt_PR358_70-65cm	2	Rives	Veronica longifolia L.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Mousses, non précisé	Campylium sp., Hypnaceae	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve avec utricule
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Mousses, non précisé	Hypnum sp., Hypnaceae	Bryophyte
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Indeterminatae	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Indeterminatae	verticille
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Indeterminatae	
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Poaceae	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Rives	Inula cf. salicina	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Myriophyllum spicatum L.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Potentilla sp., Rosaceae	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Prairies	Scabiosa columbaria L.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Prairies	Taraxacum officinale agg.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Mousses, non précisé	Ulota sp., Orthotrichaceae	Bryophyte

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	2,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	52	26
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	7	3,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	6	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sfd	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	3	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	3	1,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	87	43,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	35	17,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	234	117
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	18	9
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	11	5,5
imbibé	mature		entier		spore	10	5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	3	1,5
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	13	6,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	2,5
imbibé	mature		entier		non précisé	5	2,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	12	6
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	3	1,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	1,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	2,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	1
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	33	16,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	11	5,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	3	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nfi	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	3	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	8	4
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	83	41,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	41	20,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	266	133
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	24	12
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	15	7,5
imbibé	mature		entier		spore	5	10
imbibé	mature		entier		spore	11	5,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	2
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	1
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	dégradé	sfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Anfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature		entier		non précisé	10	5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	11	5,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	14	7
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	1,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	3	1,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	29	14,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	nfd	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	8	4
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	10	5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	2	1
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	78	39
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	32	16
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	296	148
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	29	14,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	25	12,5
imbibé	mature		entier		spore	4	2
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	4	2
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	2	1
imbibé	mature		entier		non précisé	3	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	1
imbibé	mature		entier		non précisé	5	2,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	Pnei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	3	1,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	4	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	18	9
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	38	19
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	2	1

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	non précisé	Valeriana sp., Valerianaceae	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	0,5	Rives	Veronica longifolia L.	graine
330	Autrecourt_PR359_65-60cm	2	Rives	Veronica longifolia L.	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Mousses, non précisé	Campylium sp., Hypnaceae	Bryophyte
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve avec utricule
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	0,5	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	non précisé	Epilobium sp., Onagraceae	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	non précisé	Apiaceae	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	non précisé	Indeterminatae	verticille
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	non précisé	Indeterminatae	
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Prairies	Knautia arvensis (L.) Coulter	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	non précisé	Lamium sp., Lamiaceae	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Mousses, non précisé	Neckera sp., Neckeraceae	Bryophyte
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Prairies	Scabiosa columbaria L.	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Prairies	Taraxacum officinale agg.	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Rives	Veronica longifolia L.	graine
325	Autrecourt_PR360_60-55cm	2	Mauvaises herbes temporaires	Viola arvensis Murray	capsule
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Rives	Carex elata All.	graine bivalve avec utricule
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	non précisé	Apiaceae	graine
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	non précisé	Poaceae	graine
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Mousses, non précisé	Ulota sp., Orthotrichaceae	Bryophyte
320	Autrecourt_PR361_55-50cm	2	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Mauvaises herbes temporaires	Arenaria serpyllifolia L.	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Mousses, non précisé	Campylium sp., Hypnaceae	Bryophyte
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve avec utricule
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	non précisé	Indeterminatae	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	non précisé	Poaceae	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	0,5	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Ourlets, buissons	Thalictrum minus L.	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
315	Autrecourt_PR362_50-45cm	4	Rives	Veronica longifolia L.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Mauvaises herbes temporaires	Arenaria serpyllifolia L.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve avec utricule
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	0,5	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	non précisé	Indeterminatae	etamine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	0,5	non précisé	Indeterminatae	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	non précisé	Indeterminatae	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	non précisé	Indeterminatae	verticille
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	non précisé	Poaceae	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Prairies	Linaria supina (L.) Chaz.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Nitella sp.	oogone
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	6	3
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	3	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	2	1
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	144	72
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	37	18,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	160	80
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	15	7,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	10	5
imbibé	mature		entier		spore	3	6
imbibé	mature		entier		spore	6	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	2,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	Anfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature		fragmenté		non précisé	3	1,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	2	4
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	6	3
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	32	16
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	7	3,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	131	65,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	38	19
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	54	27
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	2,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	4	2
imbibé	mature		entier		spore	2	1
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	6	3
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	Anfd	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Pned	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	1
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	14	7
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	185	46,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	29	7,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	92	23
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	20	5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	9	2,25
imbibé	mature		entier		spore	3	0,75
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	9	2,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature		entier		non précisé	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Pned	4	1
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	11	22
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	10	2,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	4
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	1
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	16	4
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	8	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	7	1,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	39	9,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	10	2,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	42	10,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature		entier		spore	4	8
imbibé	mature		entier		spore	17	4,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	7	1,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	ned	12	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature		entier		non précisé	2	4
imbibé	mature		entier		non précisé	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Pned	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	11	2,75
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	35	8,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	18	4,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
305	Autrecourt_PR364_40-35cm	4	Rives	Veronica longifolia L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mauvaises herbes temporaires	Arenaria serpyllifolia L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Barbarea sp., Brassicaceae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mauvaises herbes temporaires	Bupleurum rotundifolium L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Cenococcum geophilum	spore
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mauvaises herbes temporaires	Chenopodium rubrum L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mousses, non précisé	Hypnum sp., Hypnaceae	Bryophyte
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Apiaceae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Brassicaceae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Indeterminatae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Indeterminatae	verticille
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Poaceae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Prairies	Linaria supina (L.) Chaz.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mousses aquatiques	Philonotis fontana (Hedw.) Brid.	Bryophyte
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	non précisé	Rumex sp., Polygonaceae	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Rives	Tanacetum vulgare L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Ourlets, buissons	Thalictrum minus L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Rives	Veronica longifolia L.	graine
300	Autrecourt_PR365_35-30cm	4	Mauvaises herbes temporaires	Viola arvensis Murray	fruit
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex riparia Curt.	graine trigone
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	utricule
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	1	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	1	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	non précisé	Apiaceae	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	1	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
290	Autrecourt_PR367_25-20cm	4	Rives	Veronica longifolia L.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone enrobé de calcaire
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	non précisé	Indeterminatae	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	non précisé	Indeterminatae	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Prairies	Linaria supina (L.) Chaz.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Prairies	Taraxacum officinale agg.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	0,5	Rives	Veronica longifolia L.	graine
285	Autrecourt_PR368_20-15cm	4	Rives	Veronica longifolia L.	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	1	Prairies	Achillea millefolium agg.	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	1	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	non précisé	Indeterminatae	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	non précisé	Malva sp., Malvaceae	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Prairies	Ranunculus cf. acris	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	1	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	non précisé	Stachys sp., Lamiaceae	graine

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	12	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	35	8,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	103	25,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	20	5
imbibé	mature		entier		spore	18	4,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	2	0,5
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	4	8
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	22	5,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	15	3,75
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	Anfd	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	7	1,75
imbibé	mature		entier		non précisé	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Pned	5	1,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	20	5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	14	3,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	32	8
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mei	11	2,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	31	7,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	12	3
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	23	5,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	3	0,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	493	123,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	60	15
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	8	2
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	30	300
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	19	4,75
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	100	1000
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	134	33,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	Anfd	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	76	19
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	15	3,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	20
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	25	6,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	13	3,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	0,5
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	116	32,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1398	406,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	139	34,75
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	51	1020
imbibé	mature		entier		oogone avec enrobage calcaire	24	14,5
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	4	1
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	12	8
imbibé	mature		entier		non précisé	1	0,25
imbibé	mature		fragmenté		non précisé	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	30	7,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	8	2,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mei	1	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	17	9,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	1,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	20
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	20	12,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	32	8
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	15	15
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	555	138,75
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	20	5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	20
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	2	0,5
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	36	9
imbibé	mature		entier		non précisé	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	Ourlets, buissons	Thalictrum minus L.	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	4	non précisé	Thalictrum sp., Ranunculaceae	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	1	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
280	Autrecourt_PR369_15-10cm	1	Rives	Veronica longifolia L.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	1	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	1	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	non précisé	Indeterminatae	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	1	non précisé	Matière organique	moc
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	non précisé	Stachys sp., Lamiaceae	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	1	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
275	Autrecourt_PR370_10-05cm	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	1	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Carex sp., Cyperaceae	graine trigone
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	1	non précisé	Indeterminatae	charbons
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Matière organique	moc
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	1	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Stachys sp., Lamiaceae	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Stachys sp., Lamiaceae	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	1	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
270	Autrecourt_PR371_05-00cm	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
265	Autrecourt_PR377	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
265	Autrecourt_PR377	0,5	Hygrophytes-Roselière	Carex cf. rostrata	graine trigone
265	Autrecourt_PR377	4	Hygrophytes-Roselière	Carex cf. rostrata	graine trigone
265	Autrecourt_PR377	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
265	Autrecourt_PR377	4	non précisé	Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve
265	Autrecourt_PR377	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
265	Autrecourt_PR377	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
265	Autrecourt_PR377	0,5	non précisé	Indeterminatae	charbons
265	Autrecourt_PR377	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
265	Autrecourt_PR377	4	non précisé	Indeterminatae	graine
265	Autrecourt_PR377	4	non précisé	Indeterminatae	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	non précisé	Matière organique	moc
265	Autrecourt_PR377	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
265	Autrecourt_PR377	0,5	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
265	Autrecourt_PR377	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
265	Autrecourt_PR377	0,5	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
265	Autrecourt_PR377	0,5	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
265	Autrecourt_PR377	0,5	Rives	Veronica longifolia L.	graine
265	Autrecourt_PR377	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
260	Autrecourt_PR378	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Hygrophytes-Roselière	Carex cf. rostrata	graine trigone
260	Autrecourt_PR378	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
260	Autrecourt_PR378	0,5	non précisé	Carex sp., Cyperaceae	graine bivalve
260	Autrecourt_PR378	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
260	Autrecourt_PR378	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
260	Autrecourt_PR378	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
260	Autrecourt_PR378	0,5	non précisé	Indeterminatae	charbons
260	Autrecourt_PR378	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
260	Autrecourt_PR378	4	non précisé	Indeterminatae	graine
260	Autrecourt_PR378	0,5	non précisé	Poaceae	graine
260	Autrecourt_PR378	4	non précisé	Lysimachia sp., Primulaceae	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	5
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	6	1,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	6	24
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	38	9,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	8
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	12	3
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	20
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mdf	2	0,5
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	53	13,25
imbibé	mature		entier		non précisé	1	0,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	15	60
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	9	2,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	4
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	31	7,75
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	9	2,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	31	124
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	254	63,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	8	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	1	0,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	10	40
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	37	9,25
imbibé	mature		fragmenté		carbo	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	12	3
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	4
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	8	2
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	4
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	56	14
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	23	5,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	6	1,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	7	1,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	68	136
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	360	90
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	2
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	7	1,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	15	3,75
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	34	68
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	48	12
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
carbonisé			fragmenté		carbo	12	3
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	6
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	34	8,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	12	3
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	8	2
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	2
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	67	16,75
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	39	9,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	4
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	31	62
carbonisé	mature		entier		carbo	6	1,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	171	42,75
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	1	2
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	2
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	2	4
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	13	3,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	17	4,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	101	202
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	106	26,5
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	1	0,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
260	Autrecourt_PR378	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
260	Autrecourt_PR378	0,5	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
260	Autrecourt_PR378	4	non précisé	Stachys sp., Lamiaceae	graine
260	Autrecourt_PR378	4	non précisé	Stachys sp., Lamiaceae	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	Rives	Valeriana officinalis L.	graine
260	Autrecourt_PR378	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
255	Autrecourt_PR379	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Hygrophytes-Roselière	Carex cf. rostrata	graine trigone
255	Autrecourt_PR379	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
255	Autrecourt_PR379	0,25	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
255	Autrecourt_PR379	4	Forêts	Luzula sp., Juncaceae	graine
255	Autrecourt_PR379	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
255	Autrecourt_PR379	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	non précisé	Thalictrum sp., Ranunculaceae	graine
255	Autrecourt_PR379	4	Rives	Valeriana officinalis L.	graine
255	Autrecourt_PR379	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
255	Autrecourt_PR379	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
250	Autrecourt_PR380	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Hygrophytes-Roselière	Carex cf. rostrata	graine trigone
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
250	Autrecourt_PR380	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
250	Autrecourt_PR380	0,5	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
250	Autrecourt_PR380	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
250	Autrecourt_PR380	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
250	Autrecourt_PR380	0,5	Hygrophytes-Roselière	Rorippa palustris (L.) Besser	graine
250	Autrecourt_PR380	0,5	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
250	Autrecourt_PR380	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
250	Autrecourt_PR380	0,5	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
250	Autrecourt_PR380	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
245	Autrecourt_PR381	0,5	Hygrophytes-Roselière	Carex cf. rostrata	graine trigone
245	Autrecourt_PR381	4	Hygrophytes-Roselière	Carex cf. rostrata	graine trigone
245	Autrecourt_PR381	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
245	Autrecourt_PR381	0,25	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
245	Autrecourt_PR381	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
245	Autrecourt_PR381	4	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
245	Autrecourt_PR381	4	Manteaux, lisières	Crataegus sp., Rosaceae	graine
245	Autrecourt_PR381	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	non précisé	Apiaceae	graine
245	Autrecourt_PR381	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
245	Autrecourt_PR381	4	non précisé	Indeterminatae	graine
245	Autrecourt_PR381	4	non précisé	Indeterminatae	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Manteaux, lisières	Juniperus communis	graine
245	Autrecourt_PR381	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Hydrophytes-aquatiques	Myriophyllum spicatum L.	graine
245	Autrecourt_PR381	0,5	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	4	8
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	14	3,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	4	1
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	8	16
carbonisé	mature		entier		carbo	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	101	25,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,25
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature		entier		carbo	25	6,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	34	8,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	22	5,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
carbonisé	mature		entier		carbo	3	6
carbonisé	mature		entier		carbo	11	2,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	100	25
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	6	48
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	3	0,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	20	5
imbibé	mature	sclérifié	entier		sfd	1	0,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	139	34,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	15	30
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	19	4,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	8	2
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	6	1,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	96	24
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	7	1,75
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	184	46
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	16	4
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	53	13,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	25	6,25
carbonisé	mature		entier		carbo	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	11	2,75
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	3	6
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	3	0,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	4	1
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	63	15,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	2
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	14	28
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	17	4,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	8	2
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	3	0,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	2
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	4
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	74	18,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	6	1,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	1	2
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	45	11,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	10	2,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	5	1,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	mfd	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	4
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	14	28
carbonisé	mature		entier		carbo	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	167	41,75
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	6	48
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	7	14
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	2	4
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	11	2,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	Anfd	1	0,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	58	14,5
carbonisé	mature		entier		carbo	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature		fragmenté		non précisé	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	7	14
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	4	8
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
245	Autrecourt_PR381	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
245	Autrecourt_PR381	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
245	Autrecourt_PR381	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
245	Autrecourt_PR381	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
245	Autrecourt_PR381	0,5	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
245	Autrecourt_PR381	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
245	Autrecourt_PR381	0,5	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	Rives	Valeriana officinalis L.	graine
245	Autrecourt_PR381	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
245	Autrecourt_PR381	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
240	Autrecourt_PR382	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
240	Autrecourt_PR382	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
240	Autrecourt_PR382	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
240	Autrecourt_PR382	0,25	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
240	Autrecourt_PR382	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
240	Autrecourt_PR382	4	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Mauvaises herbes temporaires	Helminthotheca echioides (L.) Holub (Picirs Echioides	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	non précisé	Indeterminatae	bourgeon
240	Autrecourt_PR382	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
240	Autrecourt_PR382	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
240	Autrecourt_PR382	4	non précisé	Indeterminatae	graine
240	Autrecourt_PR382	4	non précisé	Indeterminatae	graine
240	Autrecourt_PR382	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Mauvaises herbes vivaces	Nepeta cataria L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Populus sp., Salicaceae	bourgeon
240	Autrecourt_PR382	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	graine
240	Autrecourt_PR382	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
240	Autrecourt_PR382	0,5	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
240	Autrecourt_PR382	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Prairies	Taraxacum officinale agg.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Mauvaises herbes vivaces	Urtica dioica L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Valeriana officinalis L.	graine
240	Autrecourt_PR382	0,25	Rives	Veronica longifolia L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	Rives	Veronica longifolia L.	graine
240	Autrecourt_PR382	4	non précisé	Viola sp., Viloaceae	graine
235	Autrecourt_PR383	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Alisma plantago-aquatica agg.	graine
235	Autrecourt_PR383	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
235	Autrecourt_PR383	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
235	Autrecourt_PR383	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
235	Autrecourt_PR383	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
235	Autrecourt_PR383	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	non précisé	Lysimachia sp., Primulaceae	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Hydrophytes-aquatiques	Myriophyllum spicatum L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Populus sp., Salicaceae	bourgeon
235	Autrecourt_PR383	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
235	Autrecourt_PR383	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon sur tige
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	fruit
235	Autrecourt_PR383	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	49	98
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	4	8
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	63	15,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	24	6
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	24	6
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	9	2,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	6	1,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	20	40
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	518	129,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	10	2,5
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	3	6
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	19	4,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	4	1
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	12	24
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	340	85
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	21	5,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	4	32
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	17	34
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	19	4,75
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	14	3,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	5	1,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	201	50,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	6	1,5
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	2	0,5
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	2	4
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	5	1,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	4	1
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	20	5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	7	1,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	141	282
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	412	103
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	25	6,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	13	3,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	4	1
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	7	1,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	6	1,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	8	16
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	281	70,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	6	1,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	94	23,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	8
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	6	1,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	4	1
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	13	26
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	137	34,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	9	2,25
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	4	8
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	18	4,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	229	57,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	2	4
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	2	4
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	3	0,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	4	1
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	6	1,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	174	348
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	314	78,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	6	1,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	4	1
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	157	39,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	46	11,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	25	6,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	7	1,75
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	55	13,75

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
235	Autrecourt_PR383	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Valeriana officinalis L.	graine
235	Autrecourt_PR383	0,5	Rives	Veronica longifolia L.	graine
235	Autrecourt_PR383	4	Rives	Veronica longifolia L.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Forêts	Betula sp., Betulaceae	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
230	Autrecourt_PR384	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
230	Autrecourt_PR384	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
230	Autrecourt_PR384	4	Hydrophytes-aquatiques	Chara sp.	oogone
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	non précisé	Apiaceae	graine
230	Autrecourt_PR384	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
230	Autrecourt_PR384	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
230	Autrecourt_PR384	4	non précisé	Indeterminatae	graine
230	Autrecourt_PR384	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Hydrophytes-aquatiques	Myriophyllum spicatum L.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Populus sp., Salicaceae	bourgeon
230	Autrecourt_PR384	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
230	Autrecourt_PR384	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
230	Autrecourt_PR384	0,5	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon sur tige
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	fruit
230	Autrecourt_PR384	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
230	Autrecourt_PR384	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
230	Autrecourt_PR384	0,5	Rives	Veronica longifolia L.	graine
225	Autrecourt_PR385	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
225	Autrecourt_PR385	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
225	Autrecourt_PR385	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone avec utricule
225	Autrecourt_PR385	0,5	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	non précisé	Indeterminatae	bourgeon
225	Autrecourt_PR385	4	non précisé	Indeterminatae	Bryophyte
225	Autrecourt_PR385	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
225	Autrecourt_PR385	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	non précisé	Lysimachia sp., Primulaceae	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Populus sp., Salicaceae	bourgeon
225	Autrecourt_PR385	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
225	Autrecourt_PR385	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
225	Autrecourt_PR385	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Mauvaises herbes vivaces	Ranunculus repens L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	fruit
225	Autrecourt_PR385	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Solanum dulcamara L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
225	Autrecourt_PR385	4	Rives	Valeriana officinalis L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	non précisé	Carduus/Cirsium	graine
220	Autrecourt_PR386	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
220	Autrecourt_PR386	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
220	Autrecourt_PR386	0,5	Rives	Eupatorium cannabinum L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	non précisé	Indeterminatae	charbons
220	Autrecourt_PR386	4	non précisé	Indeterminatae	graine
220	Autrecourt_PR386	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
220	Autrecourt_PR386	0,5	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Populus sp., Salicaceae	bourgeon
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Populus sp., Salicaceae	écaille de bourgeon
220	Autrecourt_PR386	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Hydrophytes-aquatiques	Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Manteaux, lisières	Prunus spinosa L.	noyau
220	Autrecourt_PR386	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Manteaux, lisières	Rhamnus cathartica L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	bourgeon
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Salix sp., Salicaceae	fruit
220	Autrecourt_PR386	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
220	Autrecourt_PR386	0,5	Mauvaises herbes temporaires	Valerianella dentata (L) Pollich	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Mauvaises herbes temporaires	Valerianella dentata (L) Pollich	graine

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	62	15,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	6	1,5
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	2
imbibé	mature		entier		oogone sans enrobage calcaire	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	8	2
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	216	54
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	Anfd	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	7	1,75
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	2	0,5
imbibé	mature		entier		non précisé	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	4	8
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	7	1,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	7	1,75
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	164	328
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	321	80,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	10	20
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	71	17,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	13	3,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	7	1,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	40	10
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	10	20
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	87	21,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	25	6,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	4
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	10	2,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	dégradé	mfd	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	27	6,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	intact	nei	21	5,25
imbibé	mature		fragmenté		carbo	15	3,75
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	5	10
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	14	3,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	9	2,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	7	1,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	160	320
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	396	99
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	20	5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	22	5,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	4	8
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	27	6,75
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	11	2,75
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	9	2,25
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	19	4,75
imbibé	mature		entier		non précisé	3	0,75
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	5	10
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	8	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	4
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	2	0,5
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	5	1,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	15	30
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	38	9,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	10	2,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	11	2,75
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	1	0,25

Profondeur (cm)	Nom Prelevement	Volume (l)	Milieuxecolo	Taxon	Partieétudiée
220	Autrecourt_PR386	0,5	Rives	Viola palustris L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Viola palustris L.	graine
220	Autrecourt_PR386	4	Rives	Viola palustris L.	graine
215	Autrecourt_PR387	0,5	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
215	Autrecourt_PR387	4	Rives	Carex elata All.	graine bivalve
215	Autrecourt_PR387	0,5	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
215	Autrecourt_PR387	4	Hygrophytes-Roselière	Carex rostrata Stokes	graine trigone
215	Autrecourt_PR387	0,5	Rives	Eupatorium cannabinum L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Rives	Eupatorium cannabinum L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Hydrophytes-aquatiques	Hippuris vulgaris L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	non précisé	Indeterminatae	fruit
215	Autrecourt_PR387	0,5	non précisé	Indeterminatae	graine
215	Autrecourt_PR387	4	non précisé	Indeterminatae	graine
215	Autrecourt_PR387	0,5	non précisé	Lamiaceae	graine
215	Autrecourt_PR387	0,5	Rives	Lycopus europeaus L.	graine
215	Autrecourt_PR387	0,5	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Ourlets, buissons	Origanum vulgare L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Rives	Populus sp., Salicaceae	bourgeon
215	Autrecourt_PR387	0,5	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Hydrophytes-aquatiques	Ranunculus aquatilis agg.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Hygrophytes-Roselière	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Forêts	Stachys sylvatica L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Rives	Thalictrum flavum L.	graine
215	Autrecourt_PR387	0,5	Mauvaises herbes temporaires	Valerianella dentata (L) Pollich	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Mauvaises herbes temporaires	Valerianella dentata (L) Pollich	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Rives	Viola palustris L.	graine
215	Autrecourt_PR387	4	Rives	Viola palustris L.	graine
210	Autrecourt_PR388	0,5	Rives	Eupatorium cannabinum L.	graine
210	Autrecourt_PR388	0,5	Rives	Eupatorium cannabinum L.	graine
210	Autrecourt_PR388	0,5	Hygrophytes-Roselière	Sparganium erectum agg	graine
205	Autrecourt_PR389	1	Rives	Eupatorium cannabinum L.	graine

Mode conservation	Maturite	Histologie	Fragmentation	Etat de conservation	Abbréviation	NRcompté	NR/litre/plvt
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	66	16,5
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	39	9,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	3	6
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	2	0,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	9	18
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	3	0,75
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	nfd	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	3	0,75
carbonisé	mature		entier		carbo	1	0,25
carbonisé	mature		entier		carbo	1	2
carbonisé	mature		fragmenté		carbo	1	0,25
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nfi	1	2
imbibé	mature	mixte	entier	dégradé	med	34	68
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	27	54
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	4	1
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	10	2,5
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	8	16
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	4	1
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	3	0,75
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	1	0,25
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	intact	nei	15	3,75
imbibé	mature	sclérifié	entier	intact	sei	2	0,5
imbibé	mature	sclérifié	fragmenté	intact	sfi	2	0,5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	4	8
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	3	0,75
imbibé	mature	mixte	entier	intact	mei	83	20,75
imbibé	mature	mixte	fragmenté	intact	mfi	20	5
imbibé	mature	non sclérifié	entier	dégradé	ned	18	36
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	44	88
imbibé	mature	sclérifié	entier	dégradé	sed	1	2
imbibé	mature	non sclérifié	fragmenté	dégradé	nfd	50	50
						18065	

Annexe 17 - Article soumis. Schaal. 12e Rencontres d'Archéobotanique 2017

Paléoécologie des paysages anciens :
approche carpologique de la séquence de fond de vallée de la Meuse à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France)

Caroline Schaal, Pascale Ruffaldi, Olivier Brun, Guillaume Jamet, Emilie Gauthier, Henri-Georges Naton

Université Bourgogne-Franche-Comté
Laboratoire Chrono-environnement UMR6249
GéoArchÉon Sarl
16, route de Gray
25000 Besançon
caroline.schaal@univ-fcomte.fr

RESUME

Parallèlement aux fouilles des sites archéologiques, une recherche paléocarpologique en contexte « naturels hors-site » est développée en France. À ce jour les protocoles paléoécologiques pour l'étude des macro-fossiles végétaux en contextes « naturels » sont issus de ceux mis en place pour les études palynologiques, à savoir de petits volumes chimiquement traités. L'objectif de notre travail est d'initier une recherche, s'appuyant sur les protocoles archéobotaniques en contexte anthropique. La fouille s'est déroulée à Autrecourt-et-Pourron dans la vallée de la Meuse. Menée en 2012, sous la responsabilité d'Olivier Brun, elle a permis de confirmer sa nature « hors-site » et a révélé une longue séquence stratigraphique comportant un entourbement conséquent. Cette séquence offre une lecture à haute résolution des variations écologiques au cours du Tardiglaciaire et de l'Holocène. Le site d'Autrecourt a fait l'objet d'un échantillonnage fin permettant de croiser les données géoarchéologiques et paléoécologiques afin de reconstituer l'évolution des conditions de dépôt. Les résultats préliminaires palynologiques et carpologiques constituent les bases d'un premier modèle pour l'interprétation des paléo-paysages tardi-holocènes de la Meuse. Les données polliniques présentent des enregistrements typiques du Dryas récent évoluant vers le Boréal. Les données paléocarpologiques mettent en avant un paysage ouvert et très humide caractéristique du Préboréal qui évolue en milieu boisé du type Boréal. La période de l'Atlantique est interprétée comme un hiatus, peut-être en lien avec une reprise de la dynamique fluviatile. La transition Subboréal-Subatlantique est marquée par un environnement semi-boisé et des indices ténus d'agriculture.

MOTS CLES
carpologie ; paléoécologie ; paléoenvironnement ; paysages anciens ; changements climatiques, plaine alluviale, Tardiglaciaire, Holocène, Ardennes

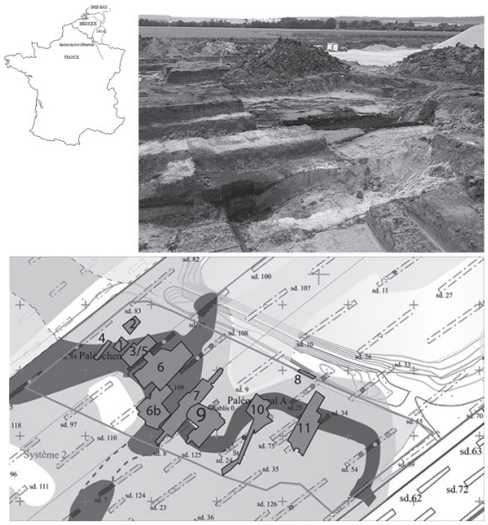
1. INTRODUCTION : LA CARPOLOGIE EN « HORS-SITE »

Les contextes « hors-sites » sont caractérisés par des dépôts sans rapport avec les activités humaines. Les niveaux stratigraphiques de ces contextes ne recèlent aucune perturbation anthropique majeure, ni mobilier, ni trace de structure (Campy et Macaire, 2003). Dans

ces contextes présupposés « naturels », il importe de s'interroger sur les processus pédosédimentaire et paléoécologiques qui en découlent. En effet, un sol forestier peut être la conséquence d'une reprise de la végétation faisant suite à des défrichements ou des mises en cultures. Un bas-marais peut évoluer en prairie mésophile sous l'influence de drainages et de modifications d'hygrométrie conduits par les hommes. En contexte anthropique, l'information environnementale est considérablement biaisée par les apports humains de végétaux, pour des besoins propres comme l'alimentation, la construction, l'artisanat, le fourrage, les litières etc. Ainsi, afin d'étudier plus précisément l'évolution des paysages anciens, la perspective est alors de diriger l'approche carpologique à la marge des sites d'habitat, au même titre que la palynologie. La prise en compte récente des macro-restes végétaux en dehors des contextes d'habitat – mise en œuvre depuis plusieurs décennies en Norvège (Birks, 1980), Amérique du Nord (Watts) et Hollande (Van Geel, 1976) – constitue une approche novatrice et complémentaire dans la reconstitution des paléo-paysages. Les données carpologiques croisées, entre autres, avec les études géoarchéologiques et palynologiques permettent – dans une démarche multiscalaire et un cadre chronologique précis - d'établir des modèles de modifications environnementales au cours du temps. Grâce à une approche intégrée des marqueurs archéobotaniques et pédosédimentaires, il est alors possible de mieux définir les dynamiques des écosystèmes et leurs interdépendances avec les fluctuations environnementales et/ou les impacts anthropiques (gestion des espaces naturels, défrichements, agriculture, pastoralisme).

Les recherches paléoenvironnementales, comportant un volet d'analyse des macro-restes végétaux, portent majoritairement sur des zones lacustres ou des tourbières d'altitude. Par ailleurs, les protocoles paléoécologiques pour l'étude de ces macro-fossiles végétaux sont issus de la palynologie à savoir de petits volumes chimiquement traités. L'objectif est d'initier une recherche en domaine fluviale, en s'appuyant sur les protocoles archéobotaniques qui mettent en œuvre des prélèvements de sédiment de volumes importants traités mécaniquement. L'intérêt des études en fluvial porte sur le fait que nous ne dispose pas d'enregistrements de tourbe ou de sédiments lacustres dans toutes les zones et que pour étudier certains contextes, notamment les contextes de plaines, s'en remettre aux lacs et tourbières ne suffit pas toujours.

Notre recherche s'attache d'une part à identifier des modifications de l'environnement par les signaux carpologiques et d'autre part, à tester les protocoles carpologiques pour quantifier au mieux ces changements. La mise en œuvre de cette problématique repose sur l'analyse d'anciens chenaux en fond de vallée de la Meuse sur le site d'Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). La dilatation importante des sédiments alluviaux riche et la conservation anaérobie exceptionnelle de la matière organique, offre un contexte d'étude idéal. Le site a fait l'objet d'un échantillonnage à haute résolution permettant non seulement de disposer d'une maille d'échantillonnage comparable pour l'ensemble des marqueurs (carpologie, palynologie, paléoentomologie) mais aussi, de croiser les données géoarchéologiques et paléobotaniques afin de reconstituer la dynamique



des conditions de dépôt.
Les analyses des échantillons sont en cours. Dans le cadre de cet article, une partie seulement des résultats sera présentée. Ces résultats sont amenés à être complétées et détaillées dans les prochains mois.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Une série fluvio-palustre de la Meuse en « hors-site »

La fouille est située à Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France) dans la vallée de la Meuse, à 160 m d'altitude NGF (latitude : 49.6147 et longitude : 5.03028). Menée en 2012, l'opération archéologique, dirigée par Olivier Brun (chef du Service Culture du Conseil Département des Ardennes) a été réalisée par larges sondages mécanisés en contexte de gravière (fig. 1). L'équipe de recherche a mis au jour des paléochenaux comblés par des sédiments limono-organiques de milieux palustres (fig. 2). La faible présence de traces matérielles et de structures archéologiques confirme le statut de « hors-site », au sens classique. L'enregistrement pédosédimentaire le plus complet (± 350 cm) offre une lecture à haute résolution des variations écologiques au cours du Tardiglaciaire et de l'Holocène. Les premières datations radiocarbones du début de la séquence correspondent à la chronozone du Dryas récent (Beta460231 10310±30 BP, Beta460232 10370±30 BP et Beta460233 10300±30 BP). L'analyse dendrochronologie sur bois donne un premier terminus ante quem à -15 BC correspondant à la période Antique (W. Tegel, Dendro-Net). Un hiatus sédimentaire semble être présent pour les périodes de l'Atlantique et du Subboréal. Ce hiatus pourrait être en lien avec une période de reprise importante de l'activité fluviatile, période pendant laquelle le fleuve à forte charge hydraulique a tendance à inciser les unités stratigraphiques antérieures. La réactivation des chenaux et l'augmentation de la fréquence des crues transforment en profondeur le milieu alluvial.



Les analyses paléoenvironnementales sont prises en charge et coordonnées par la société GéoArchÉon pour la Cellule Archéologique du Conseil Départemental des Ardennes ; une

équipe pluridisciplinaire est constituée : archéologie (O. Brun), géomorphologie (H.-G. Naton et G. Jamet), carpologie/paléobryologie (C. Schaal), palynologie (P. Ruffaldi), malacologie (S. Granai), paléoentomologie (P. Ponel), paléoparasitologie (M. Le Bailly).

2.2. Protocoles paléoécologiques : héritage palynologique et savoir-faire carpologique

2.2.1. État de l'art

En France, les études des macro-restes végétaux en « hors-sites » sont rares (Salvador *et al.* 2005 ; Define, 2013 ; Fassion, 2013 ; Ejarque *et al.* 2015 ; Dendievel, 2017). Ces études, réalisées par des spécialistes pluridisciplinaires, reposent essentiellement sur les méthodologies développées en palynologie. À savoir, des échantillons de volumes réduits (1 à 200 ml) issus de colonne de sédiment prélevées par carottage. Les sédiments sont généralement traités chimiquement, par exemple au pyrophosphate de sodium Na4P2O7, hydroxyde de potassium KOH ou hydroxyde de sodium NaOH, puis sont tamisés sur une maille de tamis de 80 à 125 µm. L'analyse d'un maximum de macro-restes végétaux est entreprise, dont les parties végétatives (racines, tiges, feuilles), quelques soit le rang taxonomique d'identification. Souvent, le décompte des restes se fait par une méthode semi-quantitative.
Depuis plus d'un demi-siècle, se basant sur des constats statistiques, les carpologues développent des protocoles de plus en plus efficients en contexte archéologique « intra-site ». Ces études sont conduites sur de larges volumes de sédiments (10 à 20 l.), traités uniquement à l'eau à l'aide d'une colonne de tamis d'une maille minimum de 250 µm. L'identification taxonomique est généralement précise au rang de l'espèce et les comptages sont systématiquement quantitatifs.

2.2.2. Analyses carpologiques

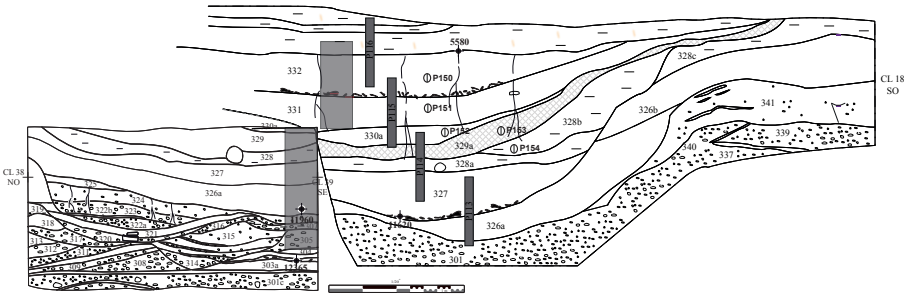
Les stratégies de prélèvement mises en œuvre dans le cadre de notre recherche ont pour objectif principal de collecter des volumes de sédiments suffisants pour entreprendre les analyses paléoenvironnementales. Ce volume doit être le plus important possible tout particulièrement pour les analyses carpologiques. Sur le site d'Autrecourt, outre les colonnes sédimentaires pour la palynologie, des prélèvements en seaux de 8 à 10 litres de sédiments, ont été effectués dans les coupes stratigraphiques. Profitant de l'opportunité de la fouille mécanisée, les sédiments ont été extraits sur la hauteur de la coupe par passe de 5 cm de haut, 85 à 100 cm de long et 15 cm de profondeur (fig. 3). Dans un premier temps, un test de faisabili-



té a été mis en œuvre. Ce test a été réalisé sur 12 prélèvements répartis sur l'ensemble de la séquence datée du 12e millénaire avant notre ère au début de la période antique. Ce test est encourageant, les macro-restes fossiles végétaux sont bien conservés, les densités et les spectres floristiques sont statistiquement représentatifs. Les conditions méthodologiques sont donc réunies pour entreprendre une étude détaillée. Dans un second temps, l'analyse à haute résolution a été initiée afin de conduire l'étude sur un pas chronologique détaillé. Pour l'heure, il s'agit de 11 prélèvements continues issus des passes de 5 cm de la coupe 3 du sondage archéologique 6b. Ces prélèvements correspondent à la période la plus ancienne de l'enregistrement pédosédimentaire (fig. 4).

Après leurs prélèvements, les sédiments sont tamisés délicatement sous l'eau au travers d'une colonne de tamis de maille 2 ; 1 ; 0,5 et 0,25 mm. Les refus de tamis, avec adjonction d'eau déminéralisée, sont intégralement triés sous stéréomicroscope de grossissement x 2 à 60. Certaines diaspores dont l'identification est délicate, du fait de leur très petite dimension et d'une faible variabilité interspécifique, sont étudiés sous microscope grossissement x 100 à 2000. Compte tenu du temps long que requière l'étape de tri-identification, les macro-restes végétaux ne font pas l'objet d'un tri exhaustif. Seuls les éléments, que nous considérons les plus pertinents en terme d'identification spécifique et de dénombrement, sont extraits des refus de tamis. Il s'agit de toutes les diaspores (parties constitutives d'une plante permettant sa reproduction et sa dissémination : fruits, graines, enveloppes, capsules etc.), des bryophytes, des bourgeons, des parties végétatives identifiables au rang du genre (entrenœuds, cicatrices d'abscision foliaire), des brindilles supérieures à 2 mm de diamètre et des feuilles et aiguilles entières. Les tiges, racines et fragments de parois épidermiques sont exclues de nos analyses. Les macro-restes isolés sont archivés dans des tubes hermétiques avec adjonction d'un mélange anti-fongique de glycérol et d'éthanol. Les macro-fossiles végétaux sont identifiés à l'aide de la littérature usuelle spécialisée (Berggren, 1969 ; Beijerinck, 1976 ; Tomlinson, 1985 ; Cappers *et al*. 2006, Bailly *et al*. 2010) ainsi que de la collection de référence de l'auteur (composé de graines, de bourgeons et de bryophytes modernes et archéologiques). Les restes sont dénombrés selon le principe : un reste entier égale un. Les fragments sont également comptés puis convertis en entier estimé ou nombre minimum d'individu selon la méthode dite au jugé (Pradat, 2015). L'ensemble des données du site, prélèvements, échantillons, tamisage, écologie et restes fossiles, est enregistré informatiquement dans une base de données (Schaal inédit). L'information est accessible sous forme de tableaux et elle peut être exploitée statistiquement à partir des effectifs, abondances et fréquences.

SD6b - Coupe 3 palier 1 et 2 - 2012



2.2.3. Analyses palynologiques

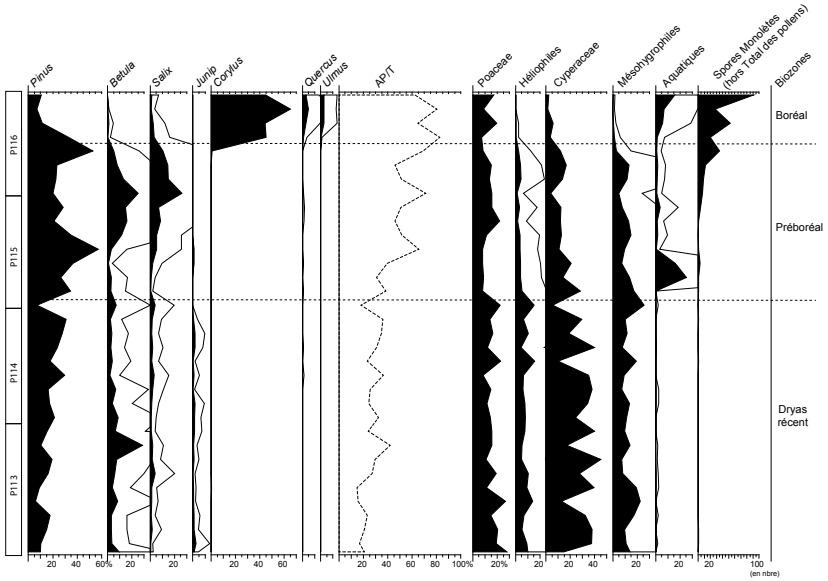
Les prélèvements ont été effectués sur des carottes prélevées en rail, sur un pas d'échantillonnage de 5 cm. Les échantillons sont préparés selon la méthode de Faegri et Iversen (1989), par traitements chimiques (NaOH, HCL, HF, ZnCl2) suivis d'une acétolyse. De 250 à 800 grains de pollen par échantillon sont comptabilisés suivant la richesse en matériel sporo-pollinique et la dominance d'un taxon. L'identification des pollens et des spores est basée sur une clef de détermination (Beug, 2004), des livres de photographies (Moore *et al.*, 1991 ; Reille, 1992-1998) et par comparaison avec la collection de référence du laboratoire Chrono-environnement. Les résultats sont présentés en valeurs relatives calculées avec le logiciel Tilia et représentés sous la forme d'un diagramme construit avec TGView (Grimm, 1991-1993). Les espèces identifiées sont classées suivant leur type biologique et les taxons herbacés sont représentés en groupes écologiques : héliophiles (Artemisia, Chenopodiaceae, Thalictrum, Helianthemum, Potentilla, Plantago, Centaurea …), mésohygrophiles (Filipendula, Equisetum, Sanguisorba officinalis, Polemonium, Lythrum) et aquatiques (Typha/Sparganium, Potamogeton, Myriophyllum).

3. ENREGISTREMENTS ARCHEOBOTANIQUES D'AUTRECOURT-ET-POURRON

Dans le cadre de cet article, les 23 prélèvements carpologiques (test + colonne) sont considérés. Au total 10 747 macro-restes végétaux, conservés par imbibition, ont été isolés pour 53 litres de sédiment ; soit une densité moyenne égale à 203 écofacts par litre de sédiment. La détermination des restes a permis d'identifier 152 taxons floristiques différents qui peuvent être regroupés par larges communautés écologiques (forêt, lisière, prairie, bas-marais, rive, aquatique).

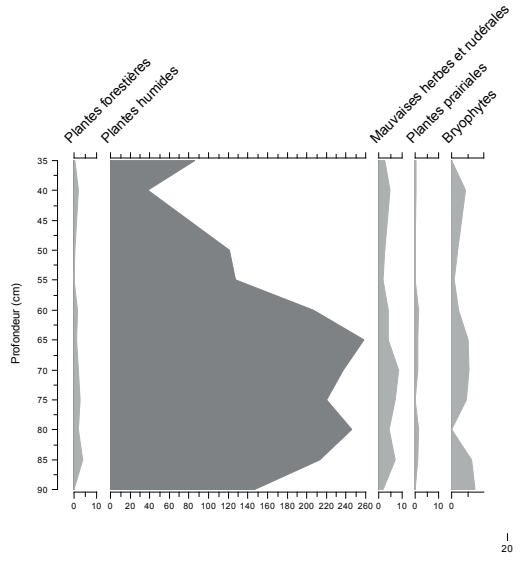
3.1. La fin du Tardiglaciaire (de 12 365 cal. BP aux environs de 10 000 BP)

La fin du Tardiglaciaire, précisément le Dryas récent, aux environs du 11e millénaire avant notre ère, correspond à l'ultime oscillation glaciaire précédant la période actuelle de l'Holocène. Globalement, au cours du Dryas récent les glaciers progressent à nouveau, les températures chutent brutalement et les forêts de pins reculent laissant place aux herbacées steppiques. D'un point de vue archéologique en Europe occidentale, les groupes de chasseurs-cueilleurs de l'Epipaléolithique évoluent dans ce contexte climatique froid et sec.
Les résultats palynologiques et carpologiques sont issus du sondage 6b, coupe 3 (fig. 4), dont le socle constitué de la charge détritique de fond de chenal est daté par trois dates radiocarbones. Deux analyses radiocarbones sur bois ont donné comme dates calibrées à 2 sigma: 12365-12015 cal. BP (Beta460231 10310±30 BP) et 11960-11645 cal. BP (Beta460229 10140±30 BP). La troisième date réalisée sur graines imbibées a donné 11287-11126 cal. BP (Beta469433 9790±50 BP).



Les enregistrements polliniques présentent une végétation steppique caractéristique du Dryas récent (fig. 5), dominées par les Poaceae et les taxons héliophiles (Artemisia, Thalictrum, Helianthemum, Chenopodiaceae …). Pendant cette période de refroidissement, on observe également une bonne représentation des Cyperaceae (30%), comme dans d'autres sites de basse altitude de Loraine (Ruffaldi, 2000).

Le diagramme carpologique (fig. 6) détaille la composition de l'assemblage des herbacées avec la présence notable de graines de Linum cf . alpinum (lin cf. alpin). L'analyse met en avant la forte présence des espèces du bas-marais composé en large partie de cypéracées, 66 % du total des macro-fossiles végétaux. La carpologie renseigne également les plantes aquatiques, difficilement perceptibles par la palynologie. L'assemblage est composé d'algues Chara sp. et Nitella sp., de plantes immergées comme Myriophyllum spicatum, Rorripa palustris et de plantes à feuilles flottantes comme Potamogeton sp.



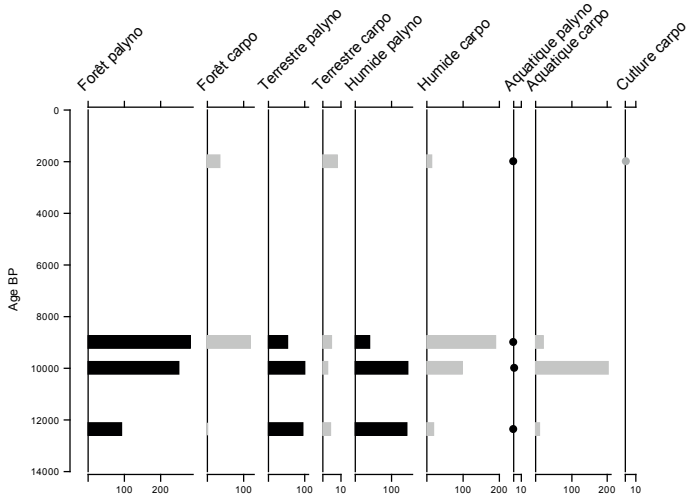
3.2. Le Préboréal (environ 10 000 à 9000 BP)

La période du Préboréal est caractérisée par une augmentation des températures et des précipitations au cours du 10e millénaire avant notre ère. Pour cette période, nous ne disposons pas encore de datation radiocarbone. Seuls les résultats palynologiques permettent de caractériser le Préboréal (fig. 5). Cette période est caractérisée par une augmentation des pollens de pin (entre 30 et 40% de l'assemblage pollinique) et le recul des taxons héliophiles. Le bas-marais se modifie, on observe l'apparition de plantes aquatiques comme Typha/Sparganium et une augmentation des pollens de Salix et Betula. En parallèle la carpologie atteste également de la modification du bas-marais avec la diminution des cypéracées (32 % des macro-restes) et les présences plus importantes de Filipendula ulmaria (14 % de macro-restes), des Hippuris vulgaris et des Veronica anagallis/aquatica. L'assemblage des plantes aquatiques se modifie aussi, avec la prépondérance des Chara sp. et de Ranunculus aquatilis.

3.3. Le Boréal (environ 9 000 à 8 000 BP)

Le Boréal correspond à la première chronozone de l'Holocène, les calottes glaciaires régressent en direction du nord et les températures sont plus douces que précédemment. Au cours du 9e millénaire avant notre ère, les groupes humains du Mésolithique sont toujours dans une économie de prédation. Les résultats palynologiques (fig. 5) montrent clairement le développement des noisetiers, caractéristiques de cette période, avec 45 % de l'assemblage pollinique, accompagné de l'apparition d'autres taxons mésothermophiles, comme *Quercus* (2.5%) et *Ulmus* (2%). Le pin régresse nettement avec 13 % de l'assemblage et on observe une quasi-disparition des taxons héliophiles. La zone humide se modifie considérablement, caractérisée par l'augmentation des pollens de Thypha/Sparganium et une très forte diminution des cyperacées (3 %) et des mésohygrophiles. L'analyse carpologique abonde dans le même sens, les forêts et les lisières forestières se développent et représentent 20 % de l'assemblage des macro-restes ; la zone humide est en recul et les cyperacées ne représentent plus que 6 %, associés à quelques Filipendula, Lycopus et Stachys. La végétation aquatique est également bien moins présente, ne totalisant plus que 10 % du total.

3.4. Le Subatlantique (environ 3 000 à 2 000 BP)



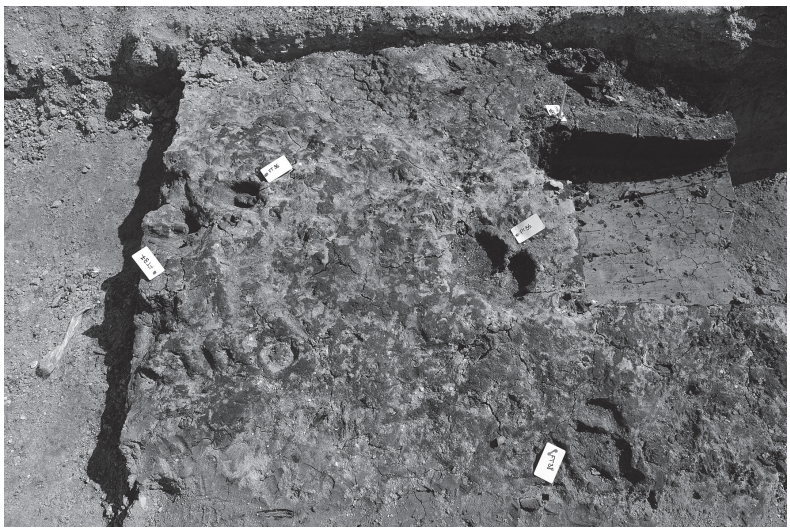
À ce jour, les périodes Altantique et Subboréal du 8e au 1er millénaire avant notre ère, correspondant aux installations humaines du Néolithique n'apparaissent pas dans nos échantillons. De nouvelles dates radiocarbones pourront infirmer ou confirmer cette hypothèse. Ce hiatus pourrait-être en lien avec une reprise importante de l'activité fluviatile. La forte compétence de l'eau a pu arracher, déplacer ou détruire les éventuels niveaux néolithiques en place. Seuls les unités stratigraphiques attribuées à la fin de la Protohistoire et au début de l'Antiquité sont conservés. La dendrochronologie a daté des bois de la fin du 1er millénaire avant notre ère soit 15 avant J.-C. (W. Tegel, Dendro-Net). La palynologie n'est pas encore intervenue dans l'étude de cette période. Les témoins carpologiques signalent que les plantes associées aux milieux humides représentent 13 % de l'assemblage des macro-restes. Les zones forestières et tout particulièrement les lisières où se développent les plantes à fruits comestibles comme les noisetiers, les ronces, les sureaux et les fraisiers sont en progression et représentent 33 % de l'assemblage. De surcroît, les premiers écofacts de plantes domestiques apparaissent avec la présence de restes d'orge, de blé, de millet et de lin cultivé.

4. DISCUSSION

Ces résultats nous permettent de tirer des interprétations préliminaires sur les apports de la carpologie dans la recherche paléoécologique :

- La précision taxonomique de la carpologie, au rang de l'espèce floristique, associée à l'identification de différents types de restes d'un même taxon (bois, bractées, fruits, graines, bourgeons) accroît le potentiel de restitution détaillée de la végétation en place.
- La distance de dispersion des macro-restes végétaux, relativement faible en comparaison avec les pollens, permet d'estimer avec plus de précision la structure végétative du milieu de la zone sondée.
- L'intégration des données carpologiques dans une analyse pluri-disciplinaire permet de lisser et d'ajuster les résultats de certains taxons qui peuvent être sous- ou surreprésentés.

Ainsi, l'analyse carpologique est un outil adapté pour améliorer les restitutions des évolutions locales de la végétation. Les densités d'écofacts d'un enregistrement continu de sédiment sont des marqueurs performants pour interpréter les changements environnementaux. Les pollens et les macro-restes végétaux renseignent les dynamiques propres aux époques chronologiques étudiées, en relation avec les variations environnementales d'origines climatiques ; et plus tardivement, en lien avec les communautés humaines installées à proximité.



Les résultats préliminaires palynologiques et carpologiques sont complémentaires. Le schéma présenté en figure 7 récapitule les principaux résultats préliminaires faisant figurer les données du Dryas récent à l'Antiquité et les principaux taxons identifiées en carpologie. Au cours du Dryas récent, la végétation est de type steppique. L'absence de macro-reste de pin laisse penser que les apports de pollens de pin sont régionaux et ne reflètent pas la végétation in situ. La dynamique de la Meuse est relativement favorable au développement des plantes aquatiques immergées et à feuilles flottantes. Le bas-marais ceinturant les chenaux du fleuve occupe une vaste zone comme l'abondance des cypéracées le révèle. La présence de lin alpin qui se développe actuellement en zone de haute montagne à plus de 3000 m d'altitude constitue un indice pour décrire la végétation d'Autrecourt au cours du Tardiglaciaire. Le paysage du site, situé à basse altitude (160 m), est proche de ce que l'on peut observer aujourd'hui dans les zones montagneuses alpines. Au Préboréal, le bas-marais est en recul et sa composition se modifie en ripisylve avec le développement des saules et l'augmentation des reines des prés. Notons que l'augmentation des effectifs de reine des prés est uniquement perceptible par les données carpologiques, les effectifs de pollens restant constants. Au cours du Boréal, les données de la végétation du cours d'eau signalent une modification profonde. L'activité du fleuve est ralentie dans la zone d'étude pouvant indiquer un déplacement des chenaux dans un secteur plus éloigné. Suite au hiatus de l'Atlantique et du Subboréal, la présence des plantes céréalières, corrélées à l'augmentation des restes de plantes à fruits comestibles, atteste de la présence humaine à proximité du site Ces indices complètent les découvertes archéologiques d'aménagement de structures légères sur les rives et d'empreintes de bétail (fig. 8).
En synthèse, les données acquises à ce jour montrent la dominance des taxons steppiques typiques du Dryas récent auxquelles succèdent les forêts boréales (pins et bouleaux) puis les forêts avec les premières essences mésothermophiles (noisetier, chêne et orme) caractéristiques du Boréal. Les données préliminaires témoignent du passage d'un paysage ouvert et très humide au cours Préboréal évoluant en milieu semi-boisé au Boréal. Les analyses à venir permettront de qualifier cette évolution en terme de rupture franche ou progressive. Des modifications hydrodynamiques d'origine climatique sont peut-être à l'origine de l'absence d'enregistrement sédimentaire pour l'Atlantique. Puis, la transition Subboréal-Subatlantique est marquée par un environnement semi-boisé et les premiers indices d'agriculture sont présents.

5. CONCLUSION

L'analyse carpologique à haute résolution menée sur des archives sédimentaires de fond de vallée, renseigne en détail les paléo-paysages au niveau local et affine considérablement la reconstitution des communautés végétales des paléo-milieux (identifications au rang de l'espèce botanique et faible dispersion des écofacts végétaux). Cette recherche paléoenvironnementale appliquée aux zones fluviales « hors-site » innove en terme méthodologique. Pour le Dryas récent, les données paléoenvironnementales françaises sont généralement acquises sur des sites de moyenne et haute altitude (tourbières et lacs). Ainsi, l'analyse des marqueurs biologiques du sédiment sur le site d'Autrecourt constitue un élément clé pour caractériser le climat et la végétation des zones septentrionales françaises de basse altitude. Les recherches conduites actuellement prouvent leur efficacité notamment par l'augmentation du volume de sédiment étudié et par la complémentarité des méthodes d'analyses. En effet, dans les paléoméandres, l'approche croisée des restes végétaux par différents marqueurs offre une lecture plus juste de la végétation passée de la zone humide. Les biais d'interprétation inhérents à chaque méthode sont compensés par l'intégration de l'ensemble des résultats. Les dynamiques de fonctionne-

ments des chenaux sont détectables et peuvent être caractérisés en terme de modifications hydrologiques, anthropiques ou écologiques. Pour conclure, ces résultats préliminaires incitent à poursuivre les investigations et l'exploitation des données paléoenvironnementales disponibles afin de d'appréhender au mieux la paléoécologie des paysages anciens.

BIBLIOGRAPHIE

Beug 2004 : H-J Beug Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiet. München, Pfeil, 2004.
Bailly, Schaefer 2010 : G. Bailly, O. Schaefer, Guide illustré des Characées du nord-est de la France, Conservatoir Botanique National de Franche-Comté, Besançon, 2010.
Beijerinck 1976 : W. Beijerinck, Zadenatlas der Nederlandsche Flora, Backhuys et Meesters, Amsterdam, 1976.
Berggren 1969 : G. Berggren, Atlas of seeds, part 2 Cyperaceae, Swedish Natural Science Research Conseil, Stockholm, 1969.
Birks, Birks 1980 : H.J.B. Birks, H.H. Birks, Quaternary Palaeoecology, Edward Arnold, London, 1980.
Campy, Macaire 2003 : M. Campy, J. -J. Macaire, Géologie de la surface. Erosion, transfert et stockage dans les environnements continentaux, Dunod, 2003.
Cappers *et al*. 2006 : R.T.J. Cappers, R.M. Bekker, J.E.A. Jans, Digitale zadenatlas van Nederland, Barkuis publishing et Groningen university library, Groningen, 2006.
Cuenot *et al*. à paraître : Q. Cuenot, C. Schaal, J. Oudot-Canaff, C. Bégeot, B. Valot, E. Gauthier, G. Bornette, Reconstitution de la végétation actuelle et passée d'un méandre du Doubs à l'aide de marqueurs carpologiques, palynologiques et génétiques, Bourgogne-nature, à paraître.
Define 2013 : E. Define, Réponse hydrosédimentaire des têtes de bassin aux fluctuations environnementales historiques en contexte de moyenne montagne tempérée : l'exemple du Velay (sud-est du Massif Central, France), premiers résultats, Quaternaire, 24/4, 2013, p. 461-476.
Dendievel 2017 : A.-M. Dendievel, Paléoenvironnements holocènes du plateau du Béage (massif du Mézenc, Massif central, France). Les variations climatiques et les activités anthropiques dans les sédiments tourbeux et la gyttja, thèse de Doctorat, université Lyon, 2017.
Ejarque *et al*. 2015 : A. Ejarque, A. Beauger, Y. Miras, J.-L. Peiry, O. Voldoire, F. Vautier, M. Benbakkar, J. Steiger, Historical fluvial palaeodynamics and multi-proxy palaeoenvironmental analyses of a palaeochannel, Allier River, France. Geodinamica Acta, 27, 2015, p. 25-47.
Fassion 2013 : F. Fassion, l'occupation humaine et interactions sociétés-milieux dans les massifs du Livradiur-Forez (Massif-central, France) de la fin du second âge de Fer au Haut Moyen-Age, thèse de Doctorat, université Clermont-Ferrand, 2013.
Grimm 1991-1993 : E. Grimm, Tilia and Tilia Graph, Springfield, I, Illinois State Museum, 1991–1993.
Juraz, Amoros 1991 : W, Jurasz, C. Amoros, Ecological succession in a former meander of the Rhône River, France, reconstructed by Cladocera remains, Journal of Paleolimnology, 6, 1991, p. 113-122.
Moore *et al* 1991 : P.D. Moore, J.A. Webb, M.E. Collinson, Pollen Analysis, , Blackwell Science, Oxford/London/Edinburgh/Malden, MA/Victoria/Paris, 1991.
Pradat 2015 : B. Pradat, Le comptage des céréales et des légumineuses en carpologie : recensement des méthodes utilisées en France et essais comparatifs sur des assemblages archéobotaniques, ArchéoSciences, 39, 2015, p. 51-68.
Reille 1992-1998 : M. Reille, Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 3 vols, 1992-1998.
Ruffaldi 2000 : P. Ruffaldi, Nouvelles données sur l'évolution du couvert végétal au Tardigla-

ciaire et au début de l'Holocène dans les zones de basse altitude de Lorraine, Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise, 19, 2000, p. 31-40.
Salvador *et al.* 2005 : P.-G. Salvador, J.-F. Berger, M. Fontugne, E. Gauthier, Etude des enregistrements sédimentaires holocènes des paléoméandres du Rhône dans le secteur des basses terres (Ain, Isère, France), Quaternaire, 16/4, 2005, p. 315-327.
Tomlinson 1985 : P. Tomlinson, An aid to the identification of fossil bud, bud-scales and catkin-bracts of British trees and shrubs, Circaea, 3/2, 1985, p. 45-130.
van Geel 1976 : B. van Geel, A Paleoecological Study of Holocene Peat Bog Sections, Based on the Analysis of Pollen, Spores and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals, Review of Palaeobotany and Palynology, 1976, p. 1-120.
Wardennar 1987 : E. C. P. Wadernaar, A new hand tool for cutting soil monoliths, Canadian Journal of Soil Science, 67(2), 1987, p. 405-407.
Watts 1971 : W.A. Watts, Postglacial and interglacial vegetation history of southern Georgia and central Florida, Ecology, 52, 1971, p. 676-690.

LEGENDES DES FIGURES

Fig. 1 : Localisation du site d'Autrecourt-et-Pourron (Ardennes, France). En haut : ambiance de fouille mécanisée, cliché : O. Brun, 2012. En bas : plan des sondages archéologiques, O. Brun, 2012

Fig. 2 : Détail stratigraphique des niveaux de tourbes de la coupe 3 sondage 6b. Cliché : H.-G. Naton 2012.

Fig. 3 : Prélèvement de sédiment en colonne continue par passe de 5 cm. Cliché : O. Brun 2012.

Fig. 4 : Coupe stratigraphique du sondage 6b palier 1 et 2 du site de Autrecourt-et-Pourron (Ardennes). Prélèvement pour l'analyse carpologique en gris foncé, carottages pour analyse palynologique en gris clair. G. Jamet modifié C. Schaal 2018.

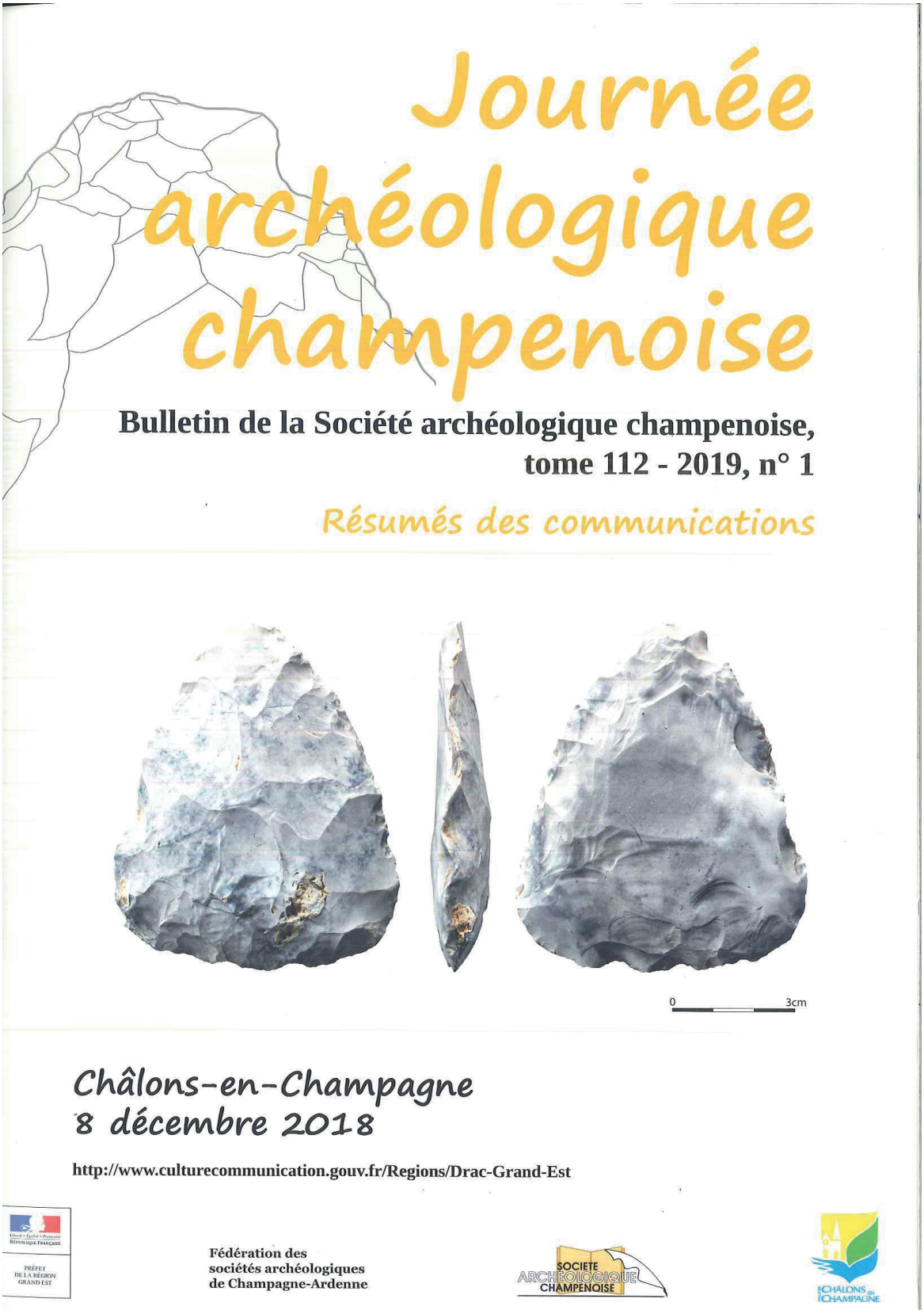
Fig. 5 : Diagramme pollinique simplifié de la séquence d'Autrecourt-et-Pourron, coupe 3, exprimé en pourcentages des différents taxons polliniques identifiés et selon une échelle stratigraphique (en cm). L'abréviation AP/T correspond à Arboréal Pollen / Total des pollens. Les courbes d'exagération correspondent à un facteur multiplicateur de 5. P. Ruffaldi 2017.

Fig. 6 : Diagramme carpologique simplifié de la séquence de la coupe 3 palier 1 correspondant à la période du Dryas récent, exprimé en nombre de restes par litre de sédiment. C. Schaal 2018.

Fig. 7 : Histogramme synthétiques des résultats palynologiques et carpologiques préliminaires du Dryas récent à l'Antiquité. Les données sont exprimées en nombre moyens de macro-restes et de pollens. C. Schaal 2018.

Fig. 8 : Empreintes de bétail dans les sédiments datés de la période gallo-romaine. Cliché : O. Brun, 2012

Annexe 18 - Article publié Journée archéologique champenoise. Bulletin de la Société archéologique champenoise tome 112 - 2019 n°1



Journée archéologique champenoise

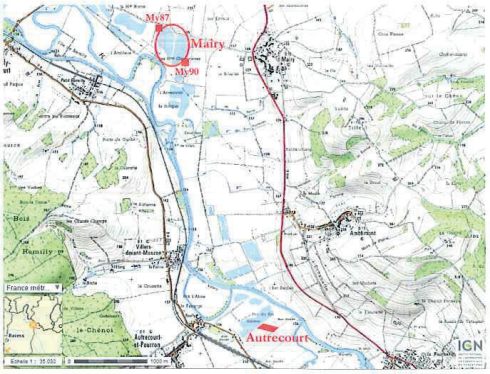
La Meuse a-t-elle été un long fleuve tranquille ? Paléoenvironnement du site d'Autrecourt-et-Pourron (Ardennes)

Caroline SCHAAL (UMR 6249 Laboratoire Chrono-environnement), Olivier BRUN (CD08), Pascale RUFFALDI (UMR 6249), Guillaume JAMET (GéoArchEon Sarl, UMR 8591), Henri-Georges NATON (GéoArchEon Sarl, UMR 7041 Arscan)

Un travail de recherche mené dans le cadre d'un doctorat s'intéresse à l'apport de la carpologie dans l'approche paléoécologique des paysages anciens au cours de l'Holocène (C. Schaal, thèse en cours). Ce travail vise à reconstruire l'histoire des changements environnementaux, climatiques et fluviaux à l'échelle de la Meuse française. Une telle recherche est notamment permise par le recueil de données sédimentaires (G. Jamet, H.-G. Naton), carpologiques (C. Schaal) et palynologiques (P. Ruffaldi). Ces analyses s'inscrivent pleinement dans le cadre de l'étude des coévolutions entre les sociétés humaines et les changements environnementaux. La connaissance objective des mutations socio-environnementales, pour appréhender celles à venir, est une priorité scientifique à laquelle seule l'archéologie peut répondre.



Figure 1 – Localisation des sites d'Autrecourt et de Mairy (D.A.O. : C. Schaal).



Le gisement d'Autrecourt-et-Pourron (fig. 1), situé à 4 km de l'important site du Néolithique des « Hautes Chanvières » à Mairy, constitue une référence régionale d'un point de vue chronostratigraphique et paléoécologique de l'activité fluviale de fond de vallée et de la végétation passée. Une fouille au lieu-dit « le Pré du Roi », prescrite par le Service régional de l'archéologie, a été réalisée en 2012 par la Cellule archéologique des Ardennes sous la direction d' O. Brun. À cette occasion des sédiments ont été prélevés dans les paléochenaux de la Meuse.

Le site d'Autrecourt est particulièrement pertinent pour l'étude diachronique des peuplements végétaux, car les fossiles végétaux se sont accumulés naturellement et préférentiellement dans cette zone de méandre. De surcroît, la dilatation importante de la stratigraphie d'Autrecourt offre une lecture à haute résolution des variations paléoécologiques au cours des 12 derniers millénaires (fig. 2). La base de la séquence sablo-graveleuse des chenaux est datée du Dryas récent (Beta-460231 cal. BC 10 415-10 410, cal. BC 10 275-10 265, cal. BC 10 205-10 065).'Les spectres polliniques et carpologiques enregistrent un paysage steppique (graminées et armoises) dans lequel poussent des plantes adaptées au froid telles que le lin alpin (fig. 3) et l'aulne vert. Les données carpologiques mettent en évidence la présence locale de plantes typiques des lits actifs de rivière (rorippa, potamot, myriophylle) entourés de vastes bas marais (carex). Au cours de cette période, l'abondance relative d'ortie, espèce nitrophile, pourrait suggérer la fréquentation de la zone humide par une population importante de mammifères sauvages. Aux graviers de fond succèdent des limons organiques puis des tourbes brunes caractérisant un comblement progressif des chenaux. Dans ces limons et tourbes, les assemblages polliniques et carpologiques témoignent de la présence de forêt alluviale (bouleaux, saules). Les zones de bas-marais déclinent progressivement. Puis, les premières essences mésophiles apparaissent (noisetier, chêne, orme), associées à la fruticée arbustive (prunellier, nerprun) typique des faciès atterris des anciens chenaux fluviaux.

Ces changements floristiques sont attribués à un rééquilibrage de l'environnement fluviatile en réponse à l'oscillation climatique fin Tardiglaciaire-Préboréal-début Boréal. Dans un premier temps, la fonte des glaciers, qui s'accompagne d'une augmentation de l'érosion, contribue à l'exhaussement de la plaine alluviale et à l'extension des zones humides fluviales. Dans un deuxième temps, la diminution des débits de la rivière conduit à l'enfoncement du lit mineur et à l'atterrissement des bras latéraux. Ce phénomène

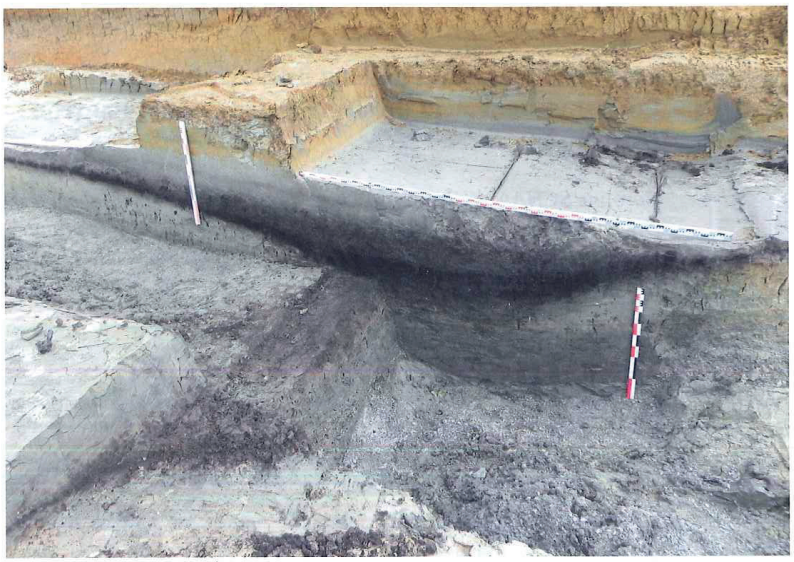


Figure 2 – Coupe transversale d'un paléochenal d'Autrecourt-et-Pourron, Sondage 6 coupe 3 (cliché : H.-G. Naton, 2012).

a pour conséquence une métamorphose des peuplements végétaux de la plaine alluviale, des communautés hygrophiles vers des communautés mésophiles. Cette dynamique de colmatage des chenaux actifs dès la fin du Dryas récent est également observée dans les paléochenaux de la Meuse française à Mairy, de la Meuse belge et de la Meuse hollandaise. Les phénomènes globaux de réchauffement climatique ont entrainé des modifications drastiques dans les dynamiques fluviales et dans la composition floristique des paysages alluviaux au sein desquels les populations du Mésolithique évoluaient. De la steppe herbacée à la forêt, ces populations se sont-elles adaptées, ont-elles modifié leur environnement ou ont-elles émigré ?

La période de l'Atlantique (Néolithique ancien) semble caractérisée par des hiatus sédimentaires potentiellement en lien avec une reprise des dynamiques érosives du système fluvial. Des datations radiocarbones en cours affineront la chronologie.

Au cours du 1er millénaire av. J.-C., les milieux forestiers persistent et les premiers indices de l'agriculture (graines de céréales) sont enregistrés. La partie supérieure de la séquence, datée par dendrochronologie de l'âge du Fer (W. Tegel DendroNet; 183 BC), est remaniée par des travaux de terrassement (nivellements) et altérée par des piétinements. Les indices forestiers se raréfient, laissant place à des indices de rudéralisation des milieux naturels, témoignant de l'augmentation de la pression agro-pastorale sur le secteur.

La restitution de l'histoire des communautés végétales – devenue au cours de ces dernières décennies un champ d'analyses privilégié pour rendre compte des interactions passées entre l'Homme et son milieu – est de mieux en mieux maitrisée dans les écosystèmes lacustres et tourbeux. Mais l'application et l'interprétation des méthodes de reconstitution restent encore délicates en système fluvial. Le site d'Autrecourt-et-Pourron offre un champ de recherche à haute résolution tout à fait exceptionnel. Il convient de rappeler que l'exploitation des gravières dans ce segment de la vallée de la Meuse et de la Chiers est aujourd'hui arrivée à son terme. Ce type d'étude ne pourra donc quasiment plus être mené dans le futur.

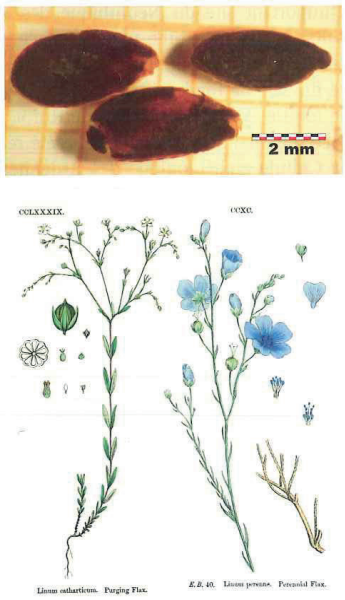


Figure 3 – Lin alpin *Linum alpinum*. En haut : graines archéologiques d'Autrecourt-et-Pourron (cliché : C. Schaal, 2017). En bas : planche botanique (in *Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz*, 1885).

Remerciements

Ces études sont financées par le conseil départemental des Ardennes. La thèse de doctorat est conduite dans le cadre du dispositif CIFRE avec convention partenariale entre GéoArchÉon Sarl et CNRS UMR 6249 laboratoire Chrono-environnement. Nous remercions particulièrement Gudrun Bornette et Emilie Gauthier pour leurs remarques sur le manuscrit.

Bibliographie

BOS J. A. A., URZ R., 2003 – « Late glacial and early Holocene environment in the middle Lahn river valley (Hessen, central-west Germany) and the local impact of the early Mesolithic people-pollen and macrofossil evidence », *Vegetation History and Archaeobotany*, 12.

BOS J. A. A., VAN GEEL B., 2017 – « Palaeoenvironmental reconstruction based on the Early Holocene Haelen sequence, near Roermond (southeastern Netherlands) », *Netherlands Journal of Geosciences*, 96, p. 115-130.

BOS J. A. A. *et al.*, 2018 – « The Younger Dryas and Preboreal landscape in the Moervaart area (northwestern Belgium) and the apparent decrease in human occupation », *Vegetation History and Archaeobotany*, 27, p. 697-715.

LEFÈVRE D., HEIM J., GILOT E., MOUTHON J., 1993 – « Évolution des environnements sédimentaires et biologiques à l'Holocène dans la plaine alluviale de la Meuse (Ardennes, France). Premiers résultats », *Quaternaire*, 4, p. 17-30.

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, p. 139-165.

VAN DER SLOOT P. *et al.*, 2014 – « Occupations mésolithiques et néolithiques sur le site du Trilogiport, à Hermalle-sous-Argenteau (Oupeye, B). Résultats préliminaires », *Notae Praehistoricae*, 34, p. 65-95.

Annexe 19 - Tableau de données malacologiques d'Autrecourt-et-Pourron, Coupe 3, Sondage 6b (S. Granai)

		SU326	SU326	SU326	SU326	SU327	SU327	SU327	SU327	SU327	SU328	SU328
		Pr354	Pr355	Pr356	Pr357	Pr358	Pr359	Pr360	Pr361	Pr362	Pr364	Pr365
rochers humides	*Clausilia rugosa*	3	2	12	6	3	4	2				1
sous pierre	*Cochlicopa lubrica*		1	3								
terrestre froid	*Columella columella*		1									
bois mort	*Euconulus fulvus*			1								
	Limaces			3				1	2	6		
lisières fraiches	*Nesovitrea hammonis*		2			1						
palustre	*Oxyloma elegans*	4	2	23	8	4				1		
lisières	*Punctum pygmaeum*			1								
terrestre froid	*Pupilla alpicola*	2										
ouvert	*Pupilla muscorum*	2	14	23	7	7	7	2				1
palustre	*Succinella oblonga*					3	8	3				2
mésophile	*Trochulus hispidus*	39	53	99	39	15	22	16	3		3	7
murs secs	*Vallonia costata*	1	2	5								
	Vallonia sp.	1	4	2	1	1	2	1				
lisière	*Vertigo pygmaea*		1	1								
eau courante	*Ancylus fluviatilis*	1		2	1							
eau	*Anisus* sp.	1	1	2			1			1		
vases méandres	*Pisidium amnicum*							1	1	3	2	2
nappe eau courant	*Pisidium subtruncatum*	1	15	24	11	4	22	18	6	14	2	
eaux	*Radix* sp.	1	2	11						2		
nappe temporaire v	*Valvata macrostoma*	1	8	17	2	4	3	8	23	63	25	13
TOTAL	*aquatique*	5	26	56	14	8	26	27	30	83	29	15
TOTAL	*terrestre*	52	82	173	61	33	44	25	5	7	3	11
	Total individus	**57**	**108**	**229**	**75**	**41**	**70**	**52**	**35**	**90**	**32**	**26**
	Volume étudié (en litres)	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
	Densité au litre aquatique	2,5	13	28	7	4	13	13,5	15	20,75	7,25	3,75
	Densité au litre terrestre	26	41	86,5	30,5	16,5	22	12,5	2,5	1,75	0,75	2,75
	malaco %	**Pr354**	**Pr355**	**Pr356**	**Pr357**	**Pr358**	**Pr359**	**Pr360**	**Pr361**	**Pr362**	**Pr364**	**Pr365**
	aquatique	8,77192982	24,0740741	24,4541485	18,6666667	19,5121951	37,1428571	51,9230769	85,7142857	92,2222222	90,625	57,6923077
	terrestre	91,2280702	75,9259259	75,5458515	81,3333333	80,4878049	62,8571429	48,0769231	14,2857143	7,77777778	9,375	42,3076923

Annexe 20 - Tableau de données palynologiques d'Autrecourt coupe 3 (P. Ruffaldi)

AUTRECOURT Coupe 3 (P116, 115, 114 et 113)																
N° colonne	P116								P115							
niveaux	5a	10a	15a	20a	25a	30a	35a	40a	5b	10b	15b	20b	25b	30b	35b	40b
niveaux	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Betula	0	1	4	2	35	52	73	130	79	73	47	15	4	20	14	16
Corylus	132	281	184	183	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junip	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Eph dyst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eph fragilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippophae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus	31	30	48	134	360	154	125	105	154	96	143	268	188	164	167	16
Quercus	8	21	12	3	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	1	0
Salix	4	3	10	13	71	96	83	135	38	38	21	24	10	5	2	9
Ulmus	8	11	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frangula	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sambucus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	51	38	81	30	58	99	74	82	85	100	46	37	42	53	38	51
Anthem	1	1	4	4	2	1	6	2	1	4	2	3	3	5	0	1
Apiaceae	1	1	0	0	5	5	5	3	6	3	4	2	4	6	4	5
Artemisia	0	0	0	1	13	15	17	6	7	8	8	8	6	5	7	7
Brassic	0	0	2	1	2	0	0	0	1	0	1	0	6	0	0	5
Chenop	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campanul.	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Carduus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1
Caryo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centscabio	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Calystegia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cichoriae	0	0	1	1	7	3	0	0	0	0	1	0	2	0	1	3
Thalict	0	0	0	1	0	2	2	0	4	0	2	0	7	13	12	17
Dipsacaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calluna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ericaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0
Gentian	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Geranium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helianth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hyperic	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Lamiaceae	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lamium	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	1	0	1
Papaver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantlan	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Plantmm	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Plantago montana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primul	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	0	2	3	1
Potentilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranuncul	0	0	1	1	3	2	3	3	12	8	2	1	1	1	0	2
Rosaceae	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0	1	0
Rubiaceae	0	0	1	0	2	4	4	1	3	0	4	9	4	7	4	8
Rumex	0	0	0	0	0	4	3	0	3	0	0	0	0	0	1	1
Scroph	0	0	0	0	2	5	1	0	1	0	2	0	0	0	2	0
Valerianaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Urtic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyp	7	6	24	15	82	109	74	21	67	54	52	50	106	85	137	13
Filip	1	1	1	4	11	32	43	23	41	58	60	41	37	81	80	56
Equisetum	0	0	1	1	8	51	22	1	0	0	0	2	0	0	0	0
Sangoff	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	2	1
Polemonium	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Polyg bist	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1
Polyg avic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Lythrum	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TyphaSpa	46	30	24	5	5	4	6	4	17	3	8	2	83	157	0	1
Potamo	1	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Typhalatif	0	0	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Myrio Spic	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0
Ind	3	8	5	6	6	2	1	1	3	0	2	2	4	2	3	10
Monolètes	91	28	53	20	35	12	9	7	4	1	0	1	3	1	1	0
Botrychium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopodium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trilètes	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	386	460	468	427	716	670	561	529	543	457	409	470	518	616	482	228

Annexe 21 - Listing des prélèvements de sédiments effectués lors de la fouille 2012 d'Autrecourt-et-Pourron (H.G. Naton, O. Brun)

AUTRECOURT-ET-POURRON 2012 - "Le Pré du Roi"											
Inventaire des prélevements carpologique											
N°+A3:L49 prélevement	N° de sondage	N° d'us	n° de fait	n° de minute	N° de coupe strati	Description	Quantité	Choix carpo	Somme de NRcompté	Somme de NR/litre/plvt	14C
15	3	111		1	1	Vrac, niveau de racines à la base US 111	1 sac	non approprié, faible volume			
16	3	111		1	1	vrac, niveau de racines milieu US 111	1 sac	non approprié, faible volume			
17	3	111		1	1	vrac, niveau de racines sur US 111	1 sac	non approprié, faible volume			
18	3	111		1	1	niveau de racines prélèvement racines/branchettes	quelques unes	non approprié xylologie			
19	3	120		1	1	racines/branchettes	quelques unes	non approprié xylologie			
20	3	111		1	1	racines/branchettes partie inférieure us 111	quelques unes	non approprié xylologie			
21	3	121		1	1	1 morceau de bois. racine ?	1 fragment	non approprié xylologie			
22	3	120			1	Dans la partie supérieure de l'US 120 1 morceau de bois. Point topo 4	1	non approprié, faible volume			
23	3	104f		1	1	vrac pour macroreste et 14C	1 sac	non approprié, faible volume			
24	3	125		1	1	vrac pour macrorestes, carpo	10L	approprié mais isolé			
38	3 extension	132			1		7 L	approprié mais non localisé			
71	3 extension	281		4	2	entre 5,40 et 6m (sur la coupe 2 ?) charbon en vrac, englobe PR54	1 seau	OK	19	38	X
73			palyno					OK			X
115	6b		palyno		3			OK			X
123	6	327		5	3	Base de l'US 327, Gytja Limon contenant des branchettes et débris organiques	1 seau	OK	230	122	
142	6b	444b	4	7	4	Argile grise et charbon sur le piquet FT 3	10L	non approprié car argile stérile			
150	6b	332		5 et carnet HGN	3	Tourbe brune vrac	10L	OK	1260	814,5	
151	6b	331		5 et carnet HGN	3	Tourbe brune vrac	10L	OK	254	258	
152	6b	330a		5 et carnet HGN	3	Tourbe brune vrac	10L	OK	368,5	191,75	
153	6b	329		5 et carnet HGN	3	Tourbe brune vrac	10L	OK	849	625,5	
154	6b	328		5 et carnet HGN	3	Tourbe brune vrac	10L	OK	185	92,5	
158	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 0 et 4 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			

N°+A3:L49 prélevement	N° de sondage	N° d'us	n° de fait	n° de minute	N° de coupe strati	Description	Quantité	Choix carpo	Somme de NRcompté	Somme de NR/litre/plvt	14C
159	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 4 et 8 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
160	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 8 et 12 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
161	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 12 et 16 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
162	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 16 et 20 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
163	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 20 et 24 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
164	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 24 et 28 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
165	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 28 et 32 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
166	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 32 et 36 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
167	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 36 et 40 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
168	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 40 et 44 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
169	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 44 et 48 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			

N°+A3:L49 prélevement	N° de sondage	N° d'us	n° de fait	n° de minute	N° de coupe strati	Description	Quantité	Choix carpo	Somme de NRcompté	Somme de NR/litre/plvt	14C
170	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 48 et 52 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
171	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 52 et 56 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
172	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 56 et 60 cm 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
173	6			5 et carnet HGN	3	malaco en vrac entre 60 et 62cm. Fond sur gravier 0 = point topo 420 bloc 18x9x4 cm	1	Doublon des PR377 à 389 pour entomo			
253	6b	418 haut		7	4	Vrac carpo et insectes	10L	OK	831,5	415,75	
254	6b	418 bas		7	4	Vrac carpo et insectes	10L	Approprié doublon en attente			
255	6b	417		7	4	Vrac carpo et insectes	10L	Approprié doublon en attente			
256	6					Ecorce de PR256		non approprié xylologie			
257	6b	416		7	4	Vrac carpo insectes	10L	Ok	3	1,5	
301	6	niv. organique				champignon, amadou ?	1	non approprié xylologie			
306	6b	430			4	Prélèvement de sédiment	10L	Ok	380	119,5	
307B	6b	430			4	écorce de PR307	1	non approprié xylologie			
316	6					Racines autour du PR 312	10L	non approprié xylologie			
330	6b	418			4	Insectes 50x50 cm 0-2 cm	10 L	OK	419	286	
331	6b	418			4	Insectes 50x50 cm 2-4 cm	10 L	En attente, pas d'échantillonnage resséré si besoin			
332	6b	418/417			4	Insectes 50x50 cm 4-6 cm	10 L	OK	777	213,5	
333	6b	418/417			4	Insectes 50x50 cm 6-8 cm	10 L	En attente, pas d'échantillonnage resséré si besoin			
334	6b	418/417			4	Insectes 50x50 cm 8-10 cm	10 L	OK	623	176,75	X
335	6b	418/417			4	Insectes 50x50 cm 10-12 cm	10 L	En attente, pas d'échantillonnage resséré si besoin			
336	6b	418/417			4	Insectes 50x50 cm 12-14 cm	10 L	OK	54	52,5	X

N°+A3:L49 prélevement	N° de sondage	N° d'us	n° de fait	n° de minute	N° de coupe strati	Description	Quantité	Choix carpo	Somme de NRcompté	Somme de NR/litre/plvt	14C
337	6b	418/417			4	Insectes 50x50 cm 14-16 cm	10 L	En attente, pas d'échantillonnage resséré si besoin			
338	6b	418/417			4	Insectes 50x50 cm 16-18 cm	10 L	OK	7	1,75	
354	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 85-90 cm	2L	OK	312	175,5	
355	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 80-85 cm	4L	OK	536	299,5	
356	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 75-80 cm	4L	OK	597	324	
357	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 70-75 cm	10L	OK	514	258,5	
358	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 65-70 cm	10L	OK	563	292	
359	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 60-65 cm	10L	OK	573	289,5	
360	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 55-60 cm	10L	OK	448	231,5	
361	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 50-55 cm	10L	OK	265	132,5	
362	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 45-50 cm	10L	OK	424	130,5	
363	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 40-45 cm	10L	Perdu			
364	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 35-40 cm	10L	OK	257	76,5	X
365	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 30-35 cm	10L	OK	390	106,25	
366	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 25-30 cm	10L	Perdu			
367	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 20-25 cm	10L	OK	1014	1540,5	
368	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 15-20 cm	10L	OK	1837	1574,75	X
369	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 10-15 cm	10L	OK	687	208,75	
370	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 5-10 cm	10L	OK	194	158,25	
371	6b	329-> 326			3	Vrac malacologie 0-5 cm	10L	OK	481	281,5	X
377	6b	330a		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 60-55 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	749	383,25	
378	6b	331		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 55-50 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	689	434,75	
379	6b	331		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 50-45 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	731	262,5	X
380	6b	331		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 45-40 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	285	111,5	
381	6b	331		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 40-35 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	1078	512	

N°+A3:L49 prélevement	N° de sondage	N° d'us	n° de fait	n° de minute	N° de coupe strati	Description	Quantité	Choix carpo	Somme de NRcompté	Somme de NR/litre/plvt	14C
382	6b	332		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 35-30 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	1711	781,5	
383	6b	332		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 30-25 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	1243	655,5	
384	6b	332		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 25-20 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	970	557,5	
385	6b	332		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 20-15 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	865	531,25	
386	6b	332		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 15-10 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	295	124,5	
387	6b	333		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 10-5 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	248	216	
388	6b	333		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 5-0 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	63	126	X
389	6b	333		carnet HGN	3	Vrac 1 mx15x5 cm 0 à -5 cm Le 0 est à 97 cm du clou 39	entre 10 et 20 L	OK	50	50	
442	6	1201		carnet HGN	12	Mollusques et macrorestes	20L	Localisation inconnue			
443	6	1202		carnet HGN	12	Mollusques et macrorestes	20L	Localisation inconnue			
444	6	1203		carnet HGN	12	Mollusques et macrorestes	20L	Localisation inconnue			
448	6	niveau à branchettes				Niveau vu en plan HGN vrac	20L	Localisation inconnue			
452	7	744			7	Limon sableux	20L	Test négatif			
453	7	757			7	Limon gris foncé	20L	Test négatif			
461	7	730			7	Limon sableux clair	15L	Stérile			
479	10	1312b		12	13	Prélèvement noisettes et branchettes Sur toute la longueur de la couche visible en coupe	2x10L	OK	389	196	
482	10	1311b		12	13	Vrac branchettes noisette et gland	2x10L	OK	425	215,5	X
484	10	1314		12	13	Vrac	10L	OK	100	51,5	
485	10	1313		12	13	Vrac	10L	Stérile			
488	11	limon gris près incision		carnet HGN	14	Vrac	2x10L	Localisation inconnue			

N°+A3:L49 prélevement	N° de sondage	N° d'us	n° de fait	n° de minute	N° de coupe strati	Description	Quantité	Choix carpo	Somme de NRcompté	Somme de NR/litre/plvt	14C
489	11	argile brune		carnet EM	14	Argile et branchettes points topo 115-114	10L	Localisation inconnue			
490	11	argile brune		carnet EM	14	Sous point topo 112	10L	Localisation inconnue			
491	11	argile sableuse grise		carnet EM	14	Argile sableuse grise au dessus du point topo 112	10L	Localisation inconnue			
524	extension 7 et 9					vrac autour de PR523 mousse	10L	Localisation inconnue			
544	11	954			9	Vrac couche noire entre points topo 94 et 95	10L	Localisation inconnue			
545	9	Tourbe		carnet EM	15	Tourbe entre points topo 134 et 135	10L	OK	1065	532,5	
546	9	Limon		carnet EM	15	Limon entre points topo 134 et 135	10L	Test faible			
547	9	Sédiment autour souche		carnet EM	15	Sédiment sombre autour de la souche PR 549	10L	Test faible			
548	9	tourbe		carnet EM	15	Vrac près point topo 126	10L	Test faible			
2016 sondage 63	63	tourbe					10L	A faire			
2016 sondage 69	69	tourbe					10L	A faire			
452		Limon sableux	744		7		20L				
453		Limon gris foncé	757		7		20L				

Annexe 22 - Tableau des données carpologiques de la Coupe 2, Sondage 3 d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal)

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo	Taxon
Autrecourt_Coupe2_PR071	Autrecourt_PR71_US281	0,5	Non précisé	non précisé	indeterminatae
Autrecourt_Coupe2_PR071	Autrecourt_PR71_US281	0,5	Plantes forestières	Manteaux, lisières	Sambucus ebulus L.
Autrecourt_Coupe2_PR071	Autrecourt_PR71_US281	0,5	Plantes forestières	Manteaux, lisières	Sambucus nigra L.
Autrecourt_Coupe2_PR071	Autrecourt_PR71_US281	0,5	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière	Carex riparia Curt.

Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
charbons	carbonisé	fragmenté		12	24
graine	imbibé	entier	mature	2	4
graine	imbibé	entier	mature	3	6
graine trigone	imbibé	entier	mature	2	4

Annexe 23 - Tableau des données carpologiques de la Coupe 13, Sondage 10 d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal)

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	0,5	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Bryophytes	Mousses des rochers calcaires
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Bryophytes	Mousses des rochers calcaires
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Bryophytes	Mousses des troncs, corticoles
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Bryophytes	Mousses, non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes cultivées	Cultures, céréales
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes humides	Rives

Taxon	Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
Epilobium sp., Onagraceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	2
Homalia trichomanoides (Hedw.) Schimp.	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Neckera crispa	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Hypnum cupressiforme Hedw.	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Ulota sp., Orthotrichaceae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Anagallis arvensis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Euphorbia helioscopia L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Sonchus asper (L.) Hill	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Valerianella dentata (L) Pollich	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Carex hirta Typ	graine trigone	imbibé	entier	mature	4	2
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
Verbena officinalis L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Cenococcum geophilum	spore	imbibé	entier	mature	10	5
i, Apiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
i, Caprifoliaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
i, i	charbons	carbonisé	fragmenté	mature	52	26
i, i	graine	imbibé	entier	mature	6	3
i, i	pédoncule	imbibé	entier	mature	1	0,5
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	14	7
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	5	2,5
Rubus sp., Rosaceae	graine	imbibé	entier	mature	11	5,5
Sambucus sp., Caprifoliaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Sambucus sp., Caprifoliaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Stachys sp., Lamiaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Stellaria sp., Caryophyllaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Triticum cf. dicoccum	furca	carbonisé	entier	mature	1	0,5
Acer campestre L.	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
Acer campestre L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Quercus sp.	bourgeon	imbibé	entier	mature	138	69
Quercus sp.	cupule	imbibé	entier	mature	23	11,5
Quercus sp.	cupule	imbibé	fragmenté	mature	10	5
Quercus sp.	hilum	imbibé	entier	mature	5	2,5
Quercus sp.	hilum	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Quercus sp.	péricarpe	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Corylus avellana L.	coquille	imbibé	entier	mature	1	0,5
Corylus avellana L.	coquille	imbibé	fragmenté	mature	12	6
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	entier	mature	4	2
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	4	2
Rosa canina agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Rubus fructicosus agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Viburnum opulus L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Alnus glutinosa Mill.	cône	imbibé	entier	mature	9	4,5
Alnus glutinosa Mill.	graine	imbibé	entier	mature	14	7
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo
Autrecourt_Coupe13_PR479	Autrecourt_PR479_US1312b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	0,5	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	0,5	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes cultivées	Cultures, céréales
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes cultivées	Cultures, céréales
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Rives

Taxon	Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
Valeriana officinalis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Epilobium sp., Onagraceae	graine	imbibé	entier	mature	1	2
Hypericum perforatum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	2
Aethusa cynapium L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Fallopia convolvulus L. (Polygonum convolvulus)	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Carex hirta Typ	graine trigone	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	24	12
Verbena officinalis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Carduus/Cirsium	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Cenococcum geophilum	spore	imbibé	entier	mature	6	3
i, i	bourgeon	imbibé	entier	mature	152	76
i, i	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	29	14,5
i, i	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
i, Lamiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Linum sp., Linaceae	capsule	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	10	5
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	6	3
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	12	6
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Stachys sp., Lamiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Stachys sp., Lamiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Trifolium sp., Fabaceae	caryopse	carbonisé	entier	mature	1	0,5
Hordeum vulgare ssp. vulgare L.	caryopse	carbonisé	entier	mature	1	0,5
Triticum cf. spelta L.	caryopse	carbonisé	entier	mature	1	0,5
Acer campestre L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Ajuga reptans L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Betula pendula Roth	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Moehringia trinervia L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Quercus sp.	cupule	imbibé	entier	mature	8	4
Quercus sp.	cupule	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Quercus sp.	hilum	imbibé	entier	mature	1	0,5
Quercus sp.	hilum	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Quercus sp.	péricarpe	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	entier	mature	6	3
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Corylus avellana L.	coquille	imbibé	entier	mature	5	2,5
Corylus avellana L.	coquille	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	entier	mature	8	4
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	13	6,5
Rubus fructicosus agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Sambucus ebulus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Sambucus ebulus L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	entier	mature	6	3
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes	graine trigone	imbibé	entier	mature	1	0,5
Alnus glutinosa Mill.	cône	imbibé	entier	mature	16	8
Alnus glutinosa Mill.	graine	imbibé	entier	mature	32	16
Alnus glutinosa Mill.	graine	imbibé	fragmenté	mature	14	7

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes prairiales	Prairies
Autrecourt_Coupe13_PR482	Autrecourt_PR482_US1311b	2	Plantes prairiales	Prairies
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	0,5	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Mauvaises herbes et r	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe13_PR484	Autrecourt_PR484_US1314	2	Plantes humides	Rives

Taxon	Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	2	1
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	6	3
Stellaria aquatica (L.) Scop.	graine	imbibé	entier	mature	4	2
Achillea millefolium agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
cf. Pastinaca sativa	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Cyperus fuscus L.	graine trigone	imbibé	entier	mature	1	2
Lapsana communis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Carex hirta Typ	graine trigone	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Plantago major ssp intermedia (Gilib.) Lange	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	13	6,5
Bromus sp., Poaceae	graine	carbonisé	entier	mature	1	0,5
Cenococcum geophilum	spore	imbibé	entier	mature	3	1,5
Chenopodium sp., Chenopodiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
i, i	charbons	carbonisé	fragmenté	mature	50	25
i, i	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
i, Lamiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Sambucus sp., Caprifoliaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Ajuga reptans L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Corylus avellana L.	coquille	carbonisé	fragmenté	mature	1	0,5
Rubus fructicosus agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	7	3,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Alnus glutinosa Mill.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Valeriana officinalis L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1

Annexe 24 - Tableau des données carpologiques de la Coupe 15, Sondage 9 d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal)

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Bryophytes	Mousses des sols limono-calcaire
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe15_PR545	Autrecourt_PR545_Ustourbe	2	Plantes prairiales	Prairies

Taxon	Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
Eurhynchium striatum (Schreb. ex Hedw.) Schimp.	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	11	5,5
Lapsana communis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Veronica cf. acinifolia L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Carex hirta Typ	graine trigone	imbibé	entier	mature	1	0,5
Epilobium sp., Onagraceae	graine	imbibé	entier	mature	4	2
indeterminatae	bourgeon	imbibé	entier	mature	2	1
indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	10	5
indeterminatae	charbons	carbonisé	fragmenté	mature	3	1,5
indeterminatae	feuille	imbibé	fragmenté	mature	4	2
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	4	2
Hypericum perforatum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	10	5
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	31	15,5
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Nuphar lutea (L.) Smith	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	500	250
Carex rostrata Stokes	graine trigone avec ut	imbibé	entier	mature	76	38
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	190	95
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	fragmenté	mature	16	8
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	32	16
cf. Galeopsis sp., Lamiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	41	20,5
cf. Stachys palustris	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	entier	mature	9	4,5
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	fragmenté	mature	6	3
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	91	45,5
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	10	5
Stachys palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Potentilla erecta (L.) Räusch.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5

Annexe 25 - Tableau des données carpologiques de la Coupe 4, Sondage 6b d'Autrecourt-et-Pourron (C. Schaal)

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR253	Autrecourt_PR253_US418haut	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR257	Autrecourt_PR257_US416	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR257	Autrecourt_PR257_US416	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR257	Autrecourt_PR257_US416	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	0,5	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	0,5	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	0,5	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	0,5	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	0,5	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	0,5	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Bryophytes	Mousses des rochers calcaires
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes temporaires
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière

Taxon	Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2,5	1,25
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Carduus/Cirsium	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Cenococcum geophilum	spore	imbibé	entier	mature	1	0,5
Epilobium sp., Onagraceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	21	10,5
indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
Stachys sp., Lamiaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Valeriana sp., Valerianaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	4	2
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	21	10,5
Carex sylvatica Hudson	graine trigone	imbibé	entier	mature	24	12
Carpinus betulus L.	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	0,5
Euphorbia amygdaloides L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Tilia sp., Tiliaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	0,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	8	4
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Prunus spinosa L.	noyau	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Viburnum opulus L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1,5	0,75
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	112	56
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	68	34
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Chara sp.	oogone	imbibé	entier	mature	3	1,5
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	38	19
Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	0,5	0,25
Carex riparia Curt.	graine trigone	imbibé	entier	mature	11	5,5
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	53	26,5
Carex rostrata Stokes	graine trigone avec ut	imbibé	entier	mature	19	9,5
Carex rostrata Stokes	utricule	imbibé	entier	mature	8	4
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	25	12,5
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	fragmenté	mature	15	7,5
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
Carex sp., Cyperaceae	graine trigone	imbibé	entier	mature	4	2
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Lysimachia sp., Primulaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	8	4
Carex flava Typ	graine trigone	imbibé	entier	mature	171	85,5
cf. Eupatorium cannabinum	aigrette	imbibé	entier	mature	1	0,5
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	entier	mature	11	5,5
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	102	51
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	22	11
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	10	5
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	fragmenté	mature	20	10
Solanum dulcamara L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Solanum dulcamara L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	4	2
Stachys palustris L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Thalictrum sp., Ranunculaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Thalictrum sp., Ranunculaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	0,5
Chenopodium rubrum L.	graine	imbibé	entier	mature	2	4
Stellaria media (L.) Villars	graine	imbibé	entier	mature	2	4
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	5	10
Verbena officinalis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	2
Lamiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	2
Cyperus fuscus L.	graine trigone	imbibé	entier	mature	1	2
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	2	4
Neckera crispa	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Chenopodium album L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Chenopodium album L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Fallopia convolvulus L. (Polygonum convolvulus)	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	6	1,5
Urtica dioica L.	graine	imbibé	entier	mature	4	1
Verbena officinalis L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
indeterminatae	bourgeon	imbibé	entier	mature	8	2
indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	38	9,5
indeterminatae	charbons	carbonisé	fragmenté	mature	84	21
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Persicaria sp., Polygonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Rumex sp., Polygonaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Stachys sp., Lamiaceae	graine	imbibé	entier	mature	5	1,25
Stachys sp., Lamiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Acer campestre L.	graine	carbonisé	entier	mature	2	0,5
Acer campestre L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Acer campestre L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Ajuga reptans L.	graine	imbibé	entier	mature	11	2,75
Ajuga reptans L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Corylus avellana L.	coquille	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Rhamnus cathartica L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Rubus fructicosus agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Rubus fructicosus agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Sambucus ebulus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Sambucus nigra L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	4	1
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	7	1,75
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Carex riparia Curt.	graine trigone	imbibé	entier	mature	20	5
Carex riparia Curt.	graine trigone	imbibé	fragmenté	mature	3	0,75

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR306	Autrecourt_PR306_US430	4	Plantes prairiales	Prairies
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR330	Autrecourt_PR330_US418	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	0,5	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	0,5	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives

Taxon	Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	6	1,5
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Sparganium erectum agg	graine	carbonisé	entier	mature	1	0,25
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	6	1,5
Juncus sp., Juncaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Alnus glutinosa Mill.	cône	carbonisé	entier	mature	1	0,25
Alnus glutinosa Mill.	cône	imbibé	fragmenté	mature	35	8,75
Alnus glutinosa Mill.	graine	imbibé	entier	mature	64	16
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	4	1
Lythrum salicaria L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Solanum dulcamara L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Valeriana officinalis L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	0,75
Prunella vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	4	8
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	21	42
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	2	4
Carex sp., Cyperaceae	graine trigone	imbibé	entier	mature	10	20
Lysimachia sp., Primulaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	4
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	2	4
Eupatorium cannabinum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	2
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	9	18
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	5	2,5
indeterminatae	charbons	carbonisé	fragmenté	mature	14	7
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	entier	mature	4	2
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Betula sp., Betulaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	0,5
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	8	4
Stachys sylvatica L.	graine	imbibé	entier	mature	5	2,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Prunus spinosa L.	noyau	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Rhamnus cathartica L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	7	3,5
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	29	14,5
Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Carex riparia Curt.	graine trigone	imbibé	entier	mature	11	5,5
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	117	58,5
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	carbonisé	entier	mature	1	0,5
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	carbonisé	fragmenté	mature	1	0,5
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	62	31
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	fragmenté	mature	5	2,5
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	6	3
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	entier	mature	3	1,5
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	fragmenté	mature	5	2,5
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	12	6
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	5	2,5
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	fragmenté	mature	20	10
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	2	1
Solanum dulcamara L.	graine	imbibé	entier	mature	4	2
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	entier	mature	2	1
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	1
Valeriana officinalis L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	7	3,5
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	3	6
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	4	8
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	2
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	6
Ranunculus repens L.	graine	carbonisé	entier	mature	1	0,25
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	4	1
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
indeterminatae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	0,25
indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	26	6,5
indeterminatae	charbons	carbonisé	fragmenté	mature	11	2,75
indeterminatae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	0,75
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	24	6
Stachys sylvatica L.	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Stachys sylvatica L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Cornus sanguinea L.	noyau	imbibé	entier	mature	7	1,75
Cornus sanguinea L.	noyau	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Prunus spinosa L.	noyau	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Rhamnus cathartica L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	13	3,25
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	61	15,25
Myriophyllum spicatum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	4	1
Carex riparia Curt.	graine trigone	imbibé	entier	mature	19	4,75
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	299	74,75
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	92	23
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	fragmenté	mature	8	2
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	9	2,25
Cyperaceae	utricule	imbibé	entier	mature	15	3,75
Lysimachia sp., Primulaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	35	8,75
Eupatorium cannabinum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	entier	mature	8	2
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	fragmenté	mature	9	2,25
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	40	10

Nom du Sondage	Appellation Niveau/Couche	Volume en litre	Nom groupe	Milieux ecolo
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR332	Autrecourt_PR332_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	0,5	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	0,5	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	0,5	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Mauvaises herbes et rudéraux	Mauvaises herbes vivaces
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR334	Autrecourt_PR334_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes forestières	Forêts
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes forestières	Ourlets, buissons
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	0,5	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Non précisé	non précisé
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes forestières	Manteaux, lisières
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes humides	Hydrophytes-aquatiques
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR336	Autrecourt_PR336_US418/417	2	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR338	Autrecourt_PR338_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR338	Autrecourt_PR338_US418/417	4	Plantes humides	Hygrophytes-Roselière
Autrecourt_Coupe4_PR338	Autrecourt_PR338_US418/417	4	Plantes humides	Rives
Autrecourt_Coupe4_PR338	Autrecourt_PR338_US418/417	4	Plantes humides	Rives

Taxon	Partie étudiée	Etat conservation	Fragmentation	Maturite	NR compté	NR/litre/plvt
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	9	2,25
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	fragmenté	mature	20	5
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	9	2,25
Solanum dulcamara L.	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Solanum dulcamara L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	entier	mature	7	1,75
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	7	1,75
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	3	6
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	3	6
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	2	4
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	2
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	3	6
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Ranunculus repens L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Apiaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Apiaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
indeterminatae	Bryophyte	imbibé	fragmenté	mature	41	10,25
indeterminatae	charbons	carbonisé	fragmenté	mature	8	2
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	entier	mature	6	1,5
Viola sp., Viloaceae	graine	imbibé	fragmenté	mature	2	0,5
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	12	3
Stachys sylvatica L.	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Cornus sanguinea L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	5	1,25
Crataegus sp., Rosaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Rhamnus cathartica L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Rhamnus cathartica L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Viburnum opulus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Viburnum opulus L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	19	4,75
Alisma plantago-aquatica agg.	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	66	16,5
Potamogeton sp., Potamogetonaceae	graine	imbibé	entier	mature	2	0,5
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	entier	mature	3	0,75
Ranunculus aquatilis agg.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25
Carex riparia Curt.	graine trigone	imbibé	entier	mature	17	4,25
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	207	51,75
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	57	14,25
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	fragmenté	mature	8	2
Sparganium erectum agg	graine	imbibé	entier	mature	4	1
Lysimachia sp., Primulaceae	graine	imbibé	entier	mature	0	0
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	26	6,5
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	entier	mature	10	2,5
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	fragmenté	mature	4	1
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	21	5,25
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	6	1,5
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	fragmenté	mature	33	8,25
Salix sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	8	2
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	entier	mature	16	4
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	12	3
Betula sp., Betulaceae	graine	imbibé	entier	mature	1	2
Origanum vulgare L.	graine	imbibé	entier	mature	3	6
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	5	10
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	2	4
Eupatorium cannabinum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	2
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	6
Lycopus europeaus L.	graine	imbibé	entier	mature	1	2
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	2
indeterminatae	bourgeon	imbibé	entier	mature	1	0,5
Prunus spinosa L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,5
Hippuris vulgaris L.	graine	imbibé	entier	mature	7	3,5
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	12	6
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	9	4,5
Carex elata All.	graine bivalve	imbibé	entier	mature	1	0,5
Populus sp., Salicaceae	bourgeon	imbibé	entier	mature	2	1
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	entier	mature	1	0,5
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	3	1,5
Carex rostrata Stokes	graine trigone	imbibé	entier	mature	1	0,25
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Scirpus lacustris L.)	graine	imbibé	entier	mature	1	0,25
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	entier	mature	4	1
Thalictrum flavum L.	graine	imbibé	fragmenté	mature	1	0,25

Annexe 26 - Tableau des données palynologiques de la coupe 4 d'Autrecourt (P. Ruffaldi)

AUTRECOURT Coupe 4 (P323)								
N° colonne	P323							
niveaux	0	4	8	12	16	20	24	28
Betula	100	66	52	29	5	5	7	
Corylus	3	1	0	0	0	0	0	
Junip	1	0	0	0	3	1	7	
Pinus	45	61	44	59	126	147	112	
Quercus	0	3	0	0	0	0	0	
Salix	85	46	32	24	12	6	11	
Alnus	1	0	0	0	0	0	0	
Rosaceae	0	0	0	2	0	0	0	
Populus	1	0	0	0	1	0	0	
Viburnum	0	2	2	0	0	0	0	
Ilex	0	0	0	0	0	1	0	
Poaceae	45	95	36	42	22	31	35	
Anthem	2	0	0	0	0	0	5	
Apiaceae	1	4	1	2	0	2	1	
Artemisia	4	4	5	2	3	2	8	
Brassic	0	0	0	2	0	0	2	S
Chenop	0	0	0	0	0	0	2	
Calystegia	0	1	0	0	0	0	0	T
Campanul.	0	0	1	1	1	0	0	
Carduus	0	0	0	1	0	0	1	E
Centscabio	1	0	0	0	0	0	0	
Cichoriae	0	0	1	2	2	3	5	R
Thalict	0	0	1	0	2	3	1	
Lamiaceae	1	0	0	0	0	0	0	I
Lamium	0	0	0	1	0	0	0	
Potentilla	0	2	0	0	0	0	0	L
Ranuncul	1	3	0	0	0	1	0	
Rosaceae	2	0	0	1	0	0	0	E
Rubiaceae	1	2	3	0	2	4	5	
Rumex	0	1	0	1	0	0	0	
Scrophularia	0	1	1	1	0	0	0	
Valerianacea	0	0	0	0	0	2	1	
Urtic	1	0	0	0	0	0	0	
Cyp	20	17	75	27	59	60	55	
Filip	15	11	18	14	12	2	13	
Equisetum	6	7	3	4	0	0	1	
Sang off	0	0	0	0	0	1	0	
Typha/Spa	11	1	2	4	0	1	0	
Typha latif	0	1	0	0	0	0	0	
Potamo	0	1	0	0	0	0	0	
Ind	3	0	4	4	7	5	7	
Monolètes	5	7	3	6	0	0	1	
Trilètes	0	0	0	1	0	2	2	

Annexe 27 - Article publié à la Société Botanique de France 2019

J. Bot. Soc. Bot. France 84, 13-16 (2019)

Retour sur les 13èmes Rencontres d'Archéobotanique 2018 :
La carpologie et l'interdisciplinarité : approches intégrées,
tenues du 27 février au 2 mars 2018 à Besse et Saint-Anastaise (Auvergne, France)

Compte rendu du débat de prospective archéobotanique

Favoriser l'émergence de nouvelles thématiques, développer l'interdisciplinarité, structurer la communauté.
Quels moyens ? Quelles actions possibles ?

par **Manon Cabanis[1], Caroline Schaal[2], Marie-France Dietsch-Sellami[3], Christel Fraisse[4], Sébastien Gaime[5], Philippe Marinval[6], Henri-Georges Naton[7], Patrick Pion[8], Vanessa Py-Saragaglia[9], Jérôme Salse[10], Christophe Tuffery[11]**
avec la retranscription du débat par Priscille Dhesse, Laurie Flottes et Emilie Gouriveau

1. INRAP Auvergne Rhône-Alpes UMR 6042 Geolab 4, rue Ledru FR-63057 Clermont-Ferrand cedex
manon.cabanis@inrap.fr

2. Université Bourgogne-Franche-Comté UMR 6249 Laboratoire Chrono-environnement GéoArchÉon 16, route de Gray FR-25000 Besançon
caroline.schaal@univ-fcomte.fr

3. INRAP Grand Sud-Ouest UMR 5554 ISEM Pôle Mixte de Recherche Domaine de Campagne Inrap FR-24260 Campagne
marie-france.dietsch-sellami@inrap.fr

4. INRAP Auvergne Rhône-Alpes 12, rue Maggiorini FR-69500 Bron
christel.fraisse@inrap.fr

5. INRAP Auvergne Rhône-Alpes UMR 6042 Geolab 4, rue de la Croze FR-63540 Romagnat
sebastien.gaime@inrap.fr

6. Université Paul Valéry URM 5140 Laboratoire ASM route de Mende FR-34199 Montpellier
philippe.marinval@cnrs.fr

7. GéoArchÉon UMR 7041 ArScAn équipe Ethnologie préhistorique 30, rue de la Victoire FR-55210 Viéville-sous-les-Côtes
geoarcheon@geoarcheon.fr

8. INRAP 121, rue Alesia FR-75014 Paris
patrick.pion@inrap.fr

9. Université Toulouse Jean Jaurès UMR 5620 GEODE Allée A. Machado FR-31058 Toulouse cedex 9
vanessa.py@univ-tlse2.fr

10. INRA Clermont-Ferrand, UCA UMR 1095 GDEC PALEOEVO 5 chemin de Beaulieu FR-63100 CLERMONT-FERRAND
jerome.salse@inra.fr

11. INRAP Centre Île-de-France DST Paris 12, rue d'Alésia CS20007 FR-75685 Paris Cedex 14
christophe.tuffery@inrap.fr

MOTS-CLÉS : Archéobotanique, Carpologie, Paléoenvironnements, Ecofacts, France, Holocène, Archéométrie

Les 13es Rencontres d'Archéobotanique, organisées par les laboratoires CNRS de Geolab UMR 6042 et Chrono-environnement UMR 6249, les Universités de Clermont-Auvergne et Bourgogne-Franche-Comté et l'INRAP, se sont déroulées à la station biologique de Besse-en-Chandesse (Auvergne) du 27 février au 2 mars 2018. Elles ont réuni 69 experts, provenant de France, Italie, Belgique et d'Espagne autour de la thématique La *Carpologie et l'interdisciplinarité : approches intégrées*, pour trois jours de congrès et de débats ponctués d'une soirée cinéma-conférence animée par un géologue du quaternaire et volcanologue, Gérard Vernet (géomorphologue INRAP) et d'une excursion en montagne.

L'édition des Rencontres 2018 s'inscrit dans la tradition des premières tables rondes en carpologie (étude des graines et des fruits fossiles) initiées en 1990 par Philippe Marinval (Chargé de recherche CNRS, carpologie) et poursuit son ouverture aux autres disciplines des archéosciences dans une volonté d'échanges de compétences et de relations d'équipe. De nombreux spécialistes des archéosciences et écosciences à échelle variable en carpologie, palynologie (étude des pollens), anthracologie (charbons de bois), diatomologie (algues), dendrologie (bois), paléogénétique du végétal, écologie, paléoparasitologie, archéozoologie géologie, géographie et archéologie ont répondu à notre appel. Afin d'appréhender en détail notre passé et par là même notre présent, le champ de réflexion de ces Rencontres est focalisé sur l'interdisciplinarité. L'interdisciplinarité naît de la confrontation simultanée et effective de différentes disciplines tendant vers une même problématique. Par cette approche, l'étude des assemblages des restes de végétaux fossiles associés aux autres données archéologiques, paléoécologiques et paléoenvironnementales, offre la perspective de restituer à haute résolution l'histoire des paléo-milieux et l'impact des sociétés humaines sur ces derniers. Le développement des analyses croisées, dites approches intégrées ou systémiques, constitue un enjeu remarquable dans la compréhension et l'interprétation des sources paléoécologiques et archéobotaniques. Par quelles méthodes et pour quels résultats, les spécialistes s'associent-ils, en particulier le carpologue avec les spécialistes des archéo- et paléo-sciences, pour répondre à un même questionnement ? Les réponses apportées par les scientifiques présents ont été nombreuses. La publication des actes du colloque est à paraître aux Presses Universitaires de Franche-Comté Collection, Annales littéraires, Série : Environnement, Société et Archéologie.

Neuf personnalités scientifiques (M.-F. Dietsch-Sellami, C. Fraisse, S. Gaime, P. Marinval, H.-G. Naton, P. Pion, V. Py-Saragaglia, J. Salse, C. Tuffery) ont animé le débat du mercredi 28 février 2018 dans une vision prospective portant sur le thème de « *Favoriser l'émergence de nouvelles thématiques, développer l'interdisciplinarité, structurer la communauté. Quels moyens ? Quelles actions possibles ?* »

En préambule, ce débat interdisciplinaire s'est ouvert sur les questions de mise en œuvre des procédures des archéosciences à appliquer sur le terrain. Cette étape essentielle de la recherche détermine quel type de matériel (origine, nature, quantité) sera disponible pour les études archéobotaniques. **Patrick Pion (Direction Scientifique et Technique INRAP)** introduit le débat par plusieurs questions essentielles sur les stratégies et protocoles de collecte à suivre sur le terrain. Faudrait-il procéder à des études systématiques ou faire le choix d'études aléatoires « selon les moyens » ? Ne faudrait-il pas plutôt procéder à un « échantillonnage » dans ce qui s'offre en fonction des problématiques et programmes propres aux spécialistes ? Quelles « stratégies » privilégier entre collectes et études systématiques sur tous les sites? échantillonnage aléatoire « selon les moyens » (pratique actuelle qui demeure trop « anecdotique ») et échantillonnage raisonné piloté en amont des opérations en fonction des prospectives thématiques de l'Inee et de l'Inshs déclinées dans les programmes des laboratoires auxquels appartiennent les spécialistes ?

Sébastien Gaime (Directeur Adjoint Scientifique et Technique INRAP Auvergne) nous rappelle qu'il existe différentes procédures de traitement des prélèvements de sédiment en vue d'analyses archéobotaniques. Soit ces analyses sont immédiatement réalisées, soit elles sont reportées dans le temps de quelques mois jusqu'à parfois 20 ans après une fouille archéologique et la récolte de sédiment. Compte tenu de la pertinence scientifique de l'archéobotanique, des avancées de la recherche, des temps d'analyse et des délais de publication, il est nécessaire d'effectuer des prélèvements dans le cadre de l'archéologie préventive. Plusieurs archéobotanistes – notamment **Emmanuelle Bonnaire (spécialiste en carpologie, collectivité territoriale Archéologie Alsace), Blandine Lecomte-Schmitt (spécialiste en xylologie INRAP) et Manon Cabanis (spécialiste en carpologie et anthracologie INRAP) –** mentionnent les problèmes de stockages insuffisants et la conservation parfois délicate des prélèvements, notamment des bois. Ainsi, une réflexion ciblée doit s'organiser en amont des fouilles d'archéologie préventive pour déterminer quels prélèvements peuvent être faits et comment conserver ces prélèvements en vue d'analyses ultérieures. Cela ne pouvant se réaliser qu'en collaboration avec les Centres de Conservation et d'Étude (CEE) gérés en partenariats de collectivités territoriales et d'Etat.

Jusqu'à présent, l'absence de réflexion ciblée est principalement due à un manque de communication notamment lors des montages des projets scientifiques d'intervention (PSI) et plus encore du cahier des charges scientifiques (CCS) compris dans l'arrêté de fouille archéologique souligne **Henri-Georges Naton (spécialiste en géoarchéologie et Directeur GeoArchÉon).** La communication interdisciplinaire est insuffisante voir absente. L'étape la plus importante étant le diagnostic qui, pour l'instant, ne vise qu'à évaluer un site et non à caractériser réellement des vestiges. Dans ce cadre, les sédiments et les écofacts à observer devraient être confiés systématiquement à des spécialistes en archéosciences. Actuellement, ce manque de dialogue et d'information conduit à des écueils méthodologiques irréparables et à une perte importante d'informations ; par exemple l'envoi en analyse d'échantillons pré-traités sans respect des protocoles adaptés, comme en témoigne **Marie-France Dietsch-Sellami (spécialiste en carpologie INRAP).** Avec une meilleure communication et compréhension des chaînes opératoires, ce type d'erreurs serait limité.

E. Bonnaire atteste également que les spécialistes sont rarement consultés lors des sondages archéologiques et des prescriptions. L'archéobotanique aurait besoin d'ambassadeurs pour communiquer auprès des Services Régionaux de l'Archéologie (SRA), dans l'optique d'intégrer convenablement cette discipline dans les cahiers des charges. **Alexandra Hanry (Responsable d'Opération Inrap)** appuie cette idée. Pour elle, l'intégration doit se faire dès la mise en place, avec le SRA, pour déterminer en amont les moyens humains, techniques et financiers.

Bien qu'invités à participer à ce débat, les représentants du SRA, par leur absence, laissent sans réponse plusieurs de ces questions essentielles. **Jérôme Salse (Directeur de**

Recherche INRA, paléogénomique) pose alors la question : quels leviers peuvent être utilisés pour changer les réglementations en vigueur qui ne semblent pas adaptées à la conservation sur le long terme des échantillons et améliorer les capacités de stockage ? Pour répondre à cela, plusieurs hypothèses ont été émises. **E. Bonnaire** propose notamment que certains délégués du SRA puissent être mieux informés et formés aux thématiques archéobotaniques pour simplifier et clarifier les communications à l'avenir. Concernant le stockage, peut-on imaginer un dépôt régional (ou même national) pour les prélèvements susceptibles d'être étudiés ? Pour lancer le débat, **P. Pion** a notamment évoqué la constitution de collections de références anciennes centralisées (Muséum d'Histoire Naturelle par exemple) ou des cercles « de pollen et graines disparues ». **J. Salse** poursuit ce schéma d'idée en citant l'exemple des centres dédiés à la conservation des ressources biologiques végétales, dont il serait possible de s'inspirer. Pour parvenir à des solutions, il est nécessaire d'aborder rapidement ces problématiques avec le SRA en définissant les possibilités et les limites.

Pour répondre aux grands objectifs d'avenir, il faut développer la recherche en environnement et en archéologie via des recherches intégrées et systémiques, explique **Vanessa Py-Saragaglia (Chargée de Recherche CNRS, anthracologie).** Il faut trouver un moyen d'ouvrir et favoriser des interactions plus fortes, par exemple entre le CNRS et l'archéologie préventive. Mais, comment intégrer l'opérationnel à la recherche ? Est-ce que des questions scientifiques ont émergé durant ce colloque et peuvent-elles évoluer vers des projets intégrés ? Pour y répondre, il faudrait déterminer des vecteurs pour faciliter les échanges entre spécialistes en dehors de nos rencontres, propose **Christophe Tufféry (Direction Scientifique et Technique INRAP).**

De fait, l'archéologie est une discipline interdisciplinaire, rappelle **H.-G. Naton.** Ce travail d'équipe existe dès l'étude du terrain mais le problème réside dans l'information et la programmation. Ainsi, **J. Salse** nous interroge : Fouiller, pour quoi et avec quelle finalité permettant de renforcer la recherche partenariale? C'est-à-dire quelles sont les thématiques, questionnements, problématiques à définir et à cibler pour renforcer l'interdisciplinaire ? Mais, la place de l'environnement est connexe en archéologie souligne **V. Py-Saragaglia.**

En considérant l'organisation actuelle de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) financeur de la recherche publique, **Philippe Marinval (Chargé de Recherche CNRS)** nous explique qu'en l'état les spécialistes en archéobotanique ont peu de chance d'être intégrés aux commissions de recherche. Ainsi l'archéobotanique reste en marge des recherches partenariales en France et à l'international. Comme l'exprime **M. Cabanis** et **Christel Fraisse (chargée de communication INRAP)**, la valorisation de nos disciplines, par les publications spécialisées mais aussi auprès du public et des acteurs de la vie économique, pourrait être une aide certaine dans la recherche de financements et pour la visibilité de nos résultats scientifiques.

Pour **P. Pion,** c'est pourtant une évidence : pour l'avenir, il est nécessaire de suivre un schéma d'engrenage interdisciplinaire. **B. Lecomte-Schmitt,** qui a présenté un exemple d'engrenage idéal possible dans sa communication, nous rappelle que l'Europe met déjà des solutions à notre disposition. En effet, l'Europe a dédié le thème de cette année à l'héritage culturel. Il est de notre devoir de mettre l'accent sur cette initiative et d'en profiter, car en toute considération l'environnement passé et présent constitue notre patrimoine. C'est le cas pour certains programmes en cours (exemple du Groupe de Recherche du CNRS GDR Chasséolab ou du programme européen Rurland), portés par des archéologues qui coopèrent avec des spécialistes en sciences et en environnement pour répondre à des problématiques de conservation des paysages culturels. La participation à des programmes de recherches européens donnerait aussi accès à des solutions de financements. Cela favoriserait le développement de l'interdisciplinarité et le dialogue avec un large panel de sciences connexes pour répondre à des problématiques actuelles et futures.

Avant cela, des actions plus simples peuvent être faites pour favoriser l'interdisciplinarité. **M.-F. Dietsch-Sellami** propose ainsi que l'interdisciplinarité soit intégrée au démarrage, dès les premières actions sur le terrain grâce à des discussions. Bien que le temps et le budget soit un frein régulièrement cité, ces discussions peuvent être simplifiées grâce aux nouveaux outils de communication (courriel, visioconférences etc..) et ainsi gagner du temps et ne nécessiter aucun déplacement.

Julian Wiethold (spécialiste en carpologie et anthracologie INRAP) appelle toutefois à la prudence concernant les données sources parfois sollicitées pour des synthèses collectives. Les données à disposition ne sont pas toutes représentatives des périodes chronologiques et des zones géographiques étudiées. C'est pourquoi, la pertinence de l'information échangée est une question qui ne doit pas être éludée au profit de l'accumulation d'échantillons disparates et isolés ne présentant pas de fondement scientifique ou ne permettant pas de répondre à un questionnement scientifique. D'ailleurs, au même titre que le prélèvement et le stockage des échantillons archéobotaniques, ne faudrait-il pas standardiser les méthodes d'enregistrement des données pour faciliter et favoriser les échanges entre spécialistes ? **P. Pion** et **H.-G. Naton** se posent notamment la question : comment échanger et mutualiser les données entre nous ? Connaissons-nous correctement les méthodes et protocoles utilisés par chaque archéobotaniste pour faciliter l'échange de données et la communication, demande **J. Salse**. **Priscille Dhesse (étudiante en carpologie, Montpellier)** témoigne que les multiples techniques d'analyses et d'enregistrement à l'aide de bases de données posent un dilemme dès la formation. Parmi toutes celles existantes, disponibles ou non suivant la législation des organismes, la ou lesquelles sont les plus rigoureuses et pertinentes pour permettre des échanges convenables entre spécialistes, à l'échelle nationale et européenne ?

La mutualisation des résultats et des équipements est pourtant essentielle, appuie **P. Pion.** Mais **J. Wiethold** soulève une des principales limites : les entreprises n'ont pas toujours les outils nécessaires à disposition, contrairement au CNRS par exemple. C'est le cas pour le matériel d'acquisition d'image ou les bases de données. De plus, les organismes privés sont limités dans leurs échanges avec le secteur public pour des raisons évidentes d'intérêts et de missions divergentes (public/privé). Pour accéder à certains outils, il faut payer les laboratoires, explique **Charlotte Hallavant (spécialiste en carpologie, Hades archéologie).** Des solutions en corrélation avec le SRA pourraient être mises en place, puisqu'il s'agit du principal pivot autour de toutes ces problématiques et thématiques.

Une chose est sûre pour **Cécile Brun (Maitre de conférence en botanique, Université de Nantes)**, la future génération sera beaucoup plus sensible à ces questions interdisciplinaires. Mais comment les formations peuvent-elles évoluer vers une interdisciplinarité ? Le temps des formations est pris au détriment du temps alloué à la recherche, à la réalisation des études spécialisées et remise de rapport finaux d'opération. **M.-F. Dietsch-Sellami** soulève la question : comment aménager ce temps important nécessaire à l'enseignement ? Qui forme, sur quel temps, avec quels moyens ? Faut-il également former de nouveaux étudiants à la discipline ? Pour former complètement un étudiant, cela prend du temps, précise **J. Wiethold**. De plus, la spécialisation et l'intégration de l'interdisciplinarité s'effectue tardivement au cours des formations des étudiants. Le plus souvent, elle parvient en fin de Master ou après. Les enseignements en Master ne sont pas suffisamment complets pour rendre l'étudiant autonome dans son futur travail de spécialiste, témoigne **P. Dhesse**. Par la suite, l'étudiant rencontre des problèmes pour accéder aux laboratoires privés et publics, faute de réglementation appropriée citée plus haut. L'affiliation à des associations privées pour combler ces lacunes pourraient être une solution, propose **J. Wiethold. P. Marinval** rappelle qu'il a existé des formations plus élargies (DEA environnement et archéologie Paris) et qu'il lui a fallu plusieurs années avant qu'il puisse enseigner l'archéobotanique dès la licence. L'intégration de l'interdisciplinarité dès la licence dans la formation des étudiants leur offrirait des bases plus solides. **J. Salse** demande s'il est envisageable, à terme, que soient multipliées et soutenues la création d'Unités Mixtes de Recherches (UMR), comme il en existe déjà (exemple de l'UMR 7209 AASPE, Muséum d'Histoire Naturelle MNHN), axées spécifiquement sur cette interdisciplinarité impliquant le CNRS, l'INRAP et d'autres instituts et adossées à la mise en place de Masters Européens sur ce thème, pour favoriser les échanges à plus grande échelle.

REMERCIEMENTS

Nous remercions pour la bonne tenue de ce colloque les différents financeurs dont la **Société Botanique de France SBF,** l'Institut national de recherches archéologiques préventives Inrap, l'Université Clermont-Auvergne UCA, l'Université Bourgogne-Franche-Comté UBFC, le Centre National de la Recherche Scientifique CNRS, le Laboratoire GEOLAB CNRS UMR 6042, le Laboratoire Chrono-environnement CNRS UMR 6249, la Maison des Sciences de l'Homme de Clermont-Ferrand MSH, la Direction Régionale des Affaires Culturelles d'Auvergne, le Service Régional de l'Archéologie d'Auvergne DRAC/SRA, la Société GéoArchÉon, l'École Doctorale Société Espace Pratique Temps de Bourgogne-Franche-Comté SEPT, la Mairie de Besse et Saint-Anastaise, la Station biologique de l'Université de Clermont-Auvergne, le Parc Naturel du Haut-Jura, l'Association Kokopelli, Beta-Analytic, les Accompagnateurs en montagne de Super-Besse Evolution 2 et l'Association Traces Archéologie Médiévale

Nous remercions ensuite le Comité d'organisation qui nous a accompagné sans relâche dans l'ensemble des préparatifs : Elisabeth Allain, François Blondel, Jean Cayrol, Priscille Dhesse, Laurie Flottes, Sébastien Gaime, Pierre Goubet, Emilie Gouriveau, Isabelle Tripeau.

Nous remercions aussi le Comité scientifique qui nous a soutenu dans la relecture des pré-actes :Aude Beauger, Emmanuelle Bonnaire, Gudrun Bornette, Cécile Brun, Olivier Brun, Bertrand Dousteyssier, Ana Ejarque, Emilie Gauthier, Olivier Girardclos, Charlotte Hallavant, Matthieu Le Bailly, Henri-Georges Naton, Vanessa Py-Saragaglia, Jérôme Salse, Gérard Vernet, Julian Wiethold.

Nous remercions enfin très chaleureusement tous les participants et tous les communicants qui ont offert des travaux de grande qualité et qui ont œuvré à construire un réseau véritablement interdisciplinaire.



Résumé

L'histoire des sociétés passées doit être replacée dans un contexte global incluant l'environnement climatique et biologique. Cette démarche, qui fait appel à de nombreux spécialistes, est aujourd'hui adoptée par la majorité des équipes de recherche, notamment celles qui s'appliquent à reconstituer le couvert végétal dans lequel ces sociétés ont vécu et qu'elles ont en partie domestiqué. Les analyses « carpologiques » (étude des éléments macroscopiques d'origine végétale : graines, fruits, champignons, algues, mousses, sphaignes, feuilles, etc.), sont essentiellement développées en contexte anthropique. Parallèlement aux fouilles des sites archéologiques, une recherche en contexte « hors-site », visant à étudier l'histoire de la végétation, reste aujourd'hui à développer. À partir des comblements de paléochenaux actuels, sub-actuels et passés, qui sont situés en basses vallées de Bourgogne, Franche-Comté et Ardennes (France), cette thèse s'attachera à interpréter les signaux carpologiques pour reconstituer les communautés végétales et leurs évolutions en fonction de facteurs climatiques, hydrologiques et pédologiques. Dans une démarche multiscalaire et un cadre chronologique précis, les données des écofacts végétaux croisées avec celles de la géoarchéologie, de la paléobotanique et de la paléozoologie apportent une compréhension plus fine des paysages anciens. De surcroît, le fonctionnement des zones humides est en partie restitué par l'analyse des macro-restes végétaux. Les modèles ainsi établis pourront guider les réflexions sur les modifications écologiques actuelles. Notre recherche, à partir des carpo-restes, a pour ambition de développer des méthodes appropriées pour l'identification, la quantification et la reconstitution des paléo-paysages. La carpologie vient enrichir les données pluridisciplinaires paléoécologiques en apportant une lecture complémentaire de l'histoire des biotopes du Passé.

Mots-clés : Carpologie ; Paléoenvironnement ; Paléoécologie ; Macro-restes végétaux ; Contexte fluvial ; Nord-Est de la France

Abstract

History of past societies must be placed in a global context that includes the climatic and biological environment. This approach, which involves many specialists, is now adopted by the majority of research teams, particularly those working to restore the vegetation cover in which these societies have lived and which they have partly domesticated. "Carpological" analyses (study of macroscopic elements of plant origin: seeds, fruits, fungi, algae, mosses, sphagnum mosses, leaves, etc.), are essentially developed in an anthropogenic context. In parallel with excavations of archaeological sites, research in an "off-site" context, aimed at studying the history of vegetation, remains to be developed. Based on the current, sub-actual and past paleochannel fillings, which are located in the lower valleys of Bourgogne, Franche-Comté and Ardennes (France), this thesis will focus on interpreting carpological signals to reconstruct plant communities and their evolution according to climatic, hydrological and pedological factors. In a multiscalar approach and a precise chronological framework, data of plant ecofacts crossed with those of geoarchaeology, palaeobotany and paleozoology provide a more detailed understanding of ancient landscapes. Analysis of plant macro-remains also establishes past models of wetland functioning that can guide thinking on current ecological changes. Aim of this study is to develop appropriate methods for identifying and quantifying environmental changes, to reconstruct history of paleo-landscapes and to evaluate carpology's contribution in crossing multidisciplinary data to understand history of Past biotopes.

Keywords : Carpology; Palaeoenvironment; Palaeoecology; Plant macro-remains; Fluvial context; North-East France