



**HAL**  
open science

# La métallurgie du fer sur la façade atlantique de la France et de la péninsule Ibérique, du second âge du Fer à la fin du premier siècle de notre ère

Romain Valette

► **To cite this version:**

Romain Valette. La métallurgie du fer sur la façade atlantique de la France et de la péninsule Ibérique, du second âge du Fer à la fin du premier siècle de notre ère. Archéologie et Préhistoire. Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 2018. Français. NNT : 2018BOR30045 . tel-02004326

**HAL Id: tel-02004326**

**<https://theses.hal.science/tel-02004326>**

Submitted on 1 Feb 2019

**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.

**UNIVERSITE BORDEAUX MONTAIGNE**  
**Ecole Doctorale Montaigne-Humanités (ED 480)**

Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur en  
**SCIENCES ARCHEOLOGIQUES**

**LA METALLURGIE DU FER SUR LA FAÇADE  
ATLANTIQUE DE LA FRANCE ET DE LA PENINSULE  
IBERIQUE, DU SECOND AGE DU FER A LA FIN DU  
PREMIER SIECLE DE NOTRE ERE**

**Volume 1 : texte**

Présentée et soutenue publiquement par

**ROMAIN VALETTE**

Le 12 novembre 2018

Sous la direction de : Monsieur **Francis Tassaux**

Membres du jury

**Francis Tassaux**, professeur, Université Bordeaux Montaigne.

**Alexis Gorgues**, maître de conférences, Université Bordeaux Montaigne.

**Pierre-Yves Milcent (rapporteur)**, maître de conférences habilité, Université  
Toulouse 2 Jean Jaurès.

**Nadine Dieudonné-Glad (rapporteur)**, professeur, Université de Poitiers.

**Jean-Marc Fabre**, ingénieur de recherches, CNRS.

**Ian Armit**, professeur, Université de Bradford



## Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier Francis Tassaux et Alexis Gorgues d'avoir accepté de diriger ce travail et d'en avoir soutenu toutes les étapes. Les discussions que nous avons eu, tant sur le fond que sur la forme, ont été de véritables moteurs à ma réflexion.

Il m'est agréable de remercier l'ensemble des responsables d'opération qui m'ont laissé utiliser les données issues de leurs fouilles. Une pensée toute particulière va à Anne Colin, Christophe Sireix, David Hourcade, Bertrand Béhague, Julien Cousteaux et Pierre Tronche qui m'ont laissé un accès total au mobilier issu de leurs fouilles.

Ce travail n'aurait pas pu aboutir sans l'accueil et l'attention des personnels des différents Services Régionaux de l'Archéologie où j'ai pu travailler, qu'ils en soient remerciés. Des remerciements tout particuliers s'imposent pour Nathalie Champagnol, Renaud Benech et Lionel Casenave, qui ont fait de la bibliothèque Robert Etienne un endroit où il est très agréable de travailler. Je suis également reconnaissant à Nathalie Prévôt pour l'aide qu'elle a pu m'apporter dans la réalisation de la base de données.

Les observations microscopiques ont été effectuées à l'Université de Technologie de Belfort Monbéliard, au sein du laboratoire « métallurgie et cultures », je suis gré à Philippe Fluzin de m'y avoir accueilli, ainsi qu'à Marion Berranger pour les nombreuses explications et le suivi qu'elle a entrepris. La première approche des instruments de mesure a été effectuée au sein de l'IRAMAT-CRP2A à Bordeaux, que Pierre Guibert, Brigitte Spiteri et Yannick Lefrais soient remercié pour leur accueil.

Cette thèse doit beaucoup aux très longues discussions avec Antoine Dumas, Alexandre Bertaud et Julie Renou : merci de m'avoir aidé à progresser. Ces années auraient été bien mornes sans mes amis bordelais (d'origine ou convertis), dans le désordre : Pierre Beyney, Pascal Raby, Florent Comte, Marine Garcia, Florian Gonzalez, Pierre Dejarnac, Paul-André Labat, Coralie Pasquier, Wendy Bougraud et Sophie Hulot.

Je suis extrêmement redevable à ma famille, et en particulier à mon père Philippe, pour son soutien permanent dans cette entreprise mystérieuse. Enfin, un très grand merci à Elodie pour...tout.



# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>1</b>
<b>Table des matières</b>	<b>3</b>
<b>Introduction</b>	<b>9</b>
<b>Note importante</b>	<b>11</b>
<b>1. Cadre de l'étude</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Quel corpus ?</b>	<b>13</b>
1.1.1. Géographie	14
1.1.2. Construction de la recherche sur la métallurgie du fer	17
1.1.2.1. 1850-1950 : la typologie, premier intérêt pour le fer	17
1.1.2.2. 1950-1990 : explorer les pistes	18
1.1.2.3. 1990-2000 : l'émergence des spécialistes	19
1.1.2.4. 2000-2017 : un intérêt croissant pour les problématiques métallurgiques	20
1.1.2.5. Quelles données pour quelle recherche ?	22
1.1.3. De la Protohistoire à l'Histoire	24
1.1.3.1. La Protohistoire : caractères généraux de la période de la seconde moitié du I <sup>er</sup> millénaire a.C. en Gaule et dans le nord-ouest de la péninsule Ibérique	24
1.1.3.1.1. Contexte politique et social	24
1.1.3.1.2. L'occupation du sol	28
1.1.3.1.2.1. Un habitat essentiellement rural	28
1.1.3.1.2.2. Les habitats groupés ouverts	30
1.1.3.1.2.3. Les oppida	31
1.1.3.1.2.4. Les sanctuaires	33
1.1.3.1.2.5. L'Aquitaine et l'Espagne : un autre modèle ?	34
1.1.3.2. La conquête romaine	35
1.1.3.2.1. Une conquête décalée	35
1.1.3.2.2. Une réorganisation politique et sociale forte mais progressive	37
1.1.3.2.3. Les chefs-lieux, centres du pouvoir et carrefours de la diffusion de l'idéologie romaine	38
1.1.3.2.4. Un nouveau réseau routier	40
1.1.3.2.5. Les agglomérations secondaires, essaimage dynamique	40
1.1.3.2.6. Les habitats ruraux, entre lieux de production et espaces ostentatoires	41
1.1.3.2.7. Les lieux de culte	42
<b>1.2. Présentation des processus techniques liés à la métallurgie du fer</b>	<b>43</b>
1.2.1. La localisation des minerais	43
1.2.2. L'extraction	44
1.2.3. L'enrichissement du minerai	46
1.2.4. La réduction	47
1.2.5. La forge	50
1.2.6. L'épuration	51
1.2.7. La mise en forme	51
1.2.8. Les finitions	53
1.2.9. Le cycle des réincarnations	53
<b>1.3. Méthodes d'études</b>	<b>54</b>
1.3.1. L'artisan, l'atelier et la chaîne opératoire	54
1.3.2. Les vestiges à disposition des archéologues	59

1.3.2.1.	Les structures, reflet de l'espace de production.	59
1.3.2.2.	Les déchets, témoins des savoir-faire	60
1.3.3.	Etudes de terrain	64
1.3.3.1.	Observations macroscopiques	65
1.3.3.2.	Microscopie	66
1.3.4.	Etudes bibliographiques	67
1.3.4.1.	Des sources très diverses et abondantes...	67
1.3.4.2.	...proposant des informations très inégales	68
1.3.5.	Un outil d'enregistrement adapté : la base de données	71
1.3.5.1.	Hiérarchisation des informations et structure générale de la base	71
1.3.5.2.	Faire un choix : quelles informations retenir ?	73
1.3.5.3.	Le problème de la datation	74
1.3.5.4.	Structuration et rubriques	76
1.3.5.4.1.	Les sites	76
1.3.5.4.2.	Les lieux de découverte	78
1.3.5.4.3.	L'extraction	79
1.3.5.4.4.	La concentration du minerai	80
1.3.5.4.5.	Les bas fourneaux	80
1.3.5.4.6.	Les ferriers	82
1.3.5.4.7.	Les foyers	83
1.3.5.4.8.	Les structures annexes	84
1.3.5.4.9.	Les ensembles clos	85
1.3.5.4.10.	Les enclumes	85
1.3.5.4.11.	Les bacs de trempe	86
1.3.5.4.12.	Les outils	86
1.3.5.4.13.	Les demi-produits	87
1.3.5.4.14.	Les déchets	87

## **2. Les vestiges du travail du fer : structures, outils et déchets** **90**

### **2.1. Trouver le fer : l'extraction du minerai** **90**

2.1.1.	Quelques problèmes inhérents à l'étude des sites d'extraction	90
2.1.2.	Une « montagne de fer » à exploiter ? Le minerai de fer vu par les Anciens	92
2.1.3.	Les extractions à ciel ouvert	93
2.1.4.	Les extractions en galeries	97
2.1.5.	Les exploitations minières, des travaux d'une grande adaptabilité ?	101
2.1.5.1.	Les districts miniers romains : l'apport des textes	101
2.1.5.2.	Les districts miniers protohistoriques	104
2.1.5.3.	La question des exploitations ponctuelles	106
2.1.5.4.	Des indices d'exploitation minière communautaire ? Le cas de Laviana, El Castiello	107
2.1.5.5.	Une exploitation des ressources minérales à toutes échelles	108

### **2.2. La concentration du minerai** **109**

2.2.1.	La concentration du minerai, une activité très spécifique difficilement identifiable	109
2.2.2.	Quelles structures pour le grillage ?	114

### **2.3. La réduction** **117**

2.3.1.	Quantification des indices	117
2.3.2.	Morphologie des bas fourneaux	118
2.3.2.1.	La forme de la cuve	120
2.3.2.2.	Des bas fourneaux exclusivement encaissés	121
2.3.2.3.	Les dimensions de la cuve : une variabilité raisonnée	122
2.3.2.4.	L'édification : un monopole de l'argile crue	125
2.3.2.4.1.	Un moyen de mise en forme peu répandu : l'utilisation de briques d'argile crue	126

2.3.2.4.2.	Les autres matériaux : pierre, argile cuite, scorie	128
2.3.2.5.	Les bas fourneaux atlantiques, des structures dans la norme	131
2.3.3.	Larla et les Martyrs, des similitudes troublantes	132
2.3.3.1.	Des fourneaux similaires dans un contexte similaire	132
2.3.3.2.	Hypothèse sur l'origine des structures de réduction à scorie coulée et couronne de pierre	134
<b>2.4.</b>	<b>Les ferriers : autres vestiges de la réduction</b>	<b>136</b>
2.4.1.	Des amas porteurs de sens	137
2.4.2.	Des bassins miniers à occupation longue	138
<b>2.5.</b>	<b>Des zones privilégiées pour la production de fer</b>	<b>141</b>
<b>2.6.</b>	<b>La forge : de multiples témoins</b>	<b>143</b>
2.6.1.	Les foyers de forge	143
2.6.1.1.	Une approche typologique des foyers de forge	144
2.6.1.2.	Potentialité et effectivité : réflexion sur le nombre de types de foyers identifiés	151
2.6.1.3.	Une évolution chronologique très marquée, autant quantitativement que qualitativement	152
2.6.1.3.1.	450 – 201 a.C.	153
2.6.1.3.2.	200 – 150 a.C.	156
2.6.1.3.3.	150 – 80 a.C.	158
2.6.1.3.4.	De 80 à 30 a.C.	161
2.6.1.3.5.	Période augusto-tibérienne	163
2.6.1.3.6.	La seconde moitié du I <sup>er</sup> s. p.C.	167
2.6.1.4.	Quels foyers dans quels espaces de production ?	169
2.6.1.4.1.	De nombreux sites présentant plusieurs foyers	169
2.6.1.4.1.1.	Des marqueurs de continuité : les sites avec des foyers de forge similaires	169
2.6.1.4.1.2.	Des structures différentes marquant des activités variées	173
2.6.1.4.1.3.	Un cas particulier : les foyers en fosse allongée	177
2.6.1.4.2.	Les sites avec un seul foyer : des comparaisons difficiles	179
2.6.1.4.3.	Morphologie des foyers et chronologie, une évolution des structures de forge	180
2.6.1.4.4.	Foyers et contextes spécifiques	182
2.6.1.5.	Des foyers imperceptibles : les structures hors sol	185
2.6.1.6.	Précisions sur l'architecture des foyers de forge	187
2.6.1.7.	La question de la ventilation	191
2.6.1.7.1.	Les événements de forge, des différences de taille !	192
2.6.1.7.2.	La question de la double ventilation	193
2.6.1.7.3.	Les vestiges de ventilation, des témoins de la présence d'une superstructure	196
2.6.1.8.	Conclusions sur les foyers de forge	197
2.6.2.	Les outils	198
2.6.2.1.	De pierre et de fer, les enclumes de forgeron	199
2.6.2.1.1.	Une forte variabilité morphologique	199
2.6.2.1.2.	Datation des enclumes mises au jour	204
2.6.2.1.3.	Couronnes et fantômes : les enclumes restituables	205
2.6.2.1.4.	Conclusions sur les supports de frappe	207
2.6.2.2.	Les outils actifs	208
2.6.2.2.1.	Outils utilisés pour la mise en forme	209
2.6.2.2.2.	Les outils utilisés lors des finitions	211
2.6.2.2.3.	Des objets banals	212
2.6.2.2.4.	Compléments iconographiques	214
2.6.3.	Les structures de trempe	218
2.6.4.	Les demi-produits	221
2.6.4.1.	Du métal et des hommes : découvertes en contexte de production	224



2.6.4.1.1.	Sur un site de réduction	224
2.6.4.1.2.	Dans les agglomérations	224
2.6.4.2.	Dans les habitats ruraux	226
2.6.4.3.	Des dieux et du fer : découvertes en contextes rituels	229
2.6.4.3.1.	Les sanctuaires	229
2.6.4.3.2.	Les dépôts, sites avérés et probables	231
2.6.4.3.3.	Quantité de demi-produits et sortie du cycle économique, un changement des pratiques ?	232
2.6.4.4.	Contextes indéterminés	233
2.6.4.5.	Iconographie et demi-produits, des objets très peu représentés.	234
2.6.4.6.	Mise en perspective chronologique et conclusion	234
2.6.5.	Les structures complémentaires	235
2.6.5.1.	Les structures de combustion	236
2.6.5.1.1.	Les structures de grillage	236
2.6.5.1.2.	Les charbonnières : identification et limites d'interprétation	238
2.6.5.2.	Structures non destinées à la combustion	242
2.6.5.2.1.	Les lieux de stockage du charbon	242
2.6.5.2.2.	Les espaces dédiés au stockage de l'argile	243
2.6.5.2.3.	Traces excavées d'espaces surélevés : des établis ?	246
2.6.5.2.4.	Des fosses d'interprétation difficile en contexte de production	247
2.6.6.	Les déchets de production	248
2.6.6.1.	Les sites sans précisions sur l'activité	251
2.6.6.2.	L'épuration, une activité génératrice de déchets	252
2.6.6.2.1.	Indices indirects d'épuration	253
2.6.6.2.2.	Les indices directs	254
2.6.6.3.	L'élaboration, une activité répandue	257
2.6.6.4.	Travail à haute température et soudure : des procédés de fabrication perceptibles à travers les déchets de production	259
2.6.6.5.	Les traitements thermochimiques, des indices fugaces	261

### **3. Organisation des espaces de production** 263

<b>3.1.</b>	<b>Les sites de réduction</b>	<b>263</b>
3.1.1.	Les espaces complexes	264
3.1.2.	Les espaces simples	271
3.1.2.1.	450 – 300 a.C.	271
3.1.2.2.	300 - 150 a.C.	274
3.1.2.3.	150 – 30 a.C.	276
3.1.2.4.	Période romaine	278
3.1.2.5.	Sites non datés	278
3.1.2.6.	Une organisation de la production peu complexe mais rigoureuse	279
3.1.3.	Les bas fourneaux isolés	280
3.1.4.	La place des activités hors réduction au sein des ateliers de réduction	284
3.1.4.1.	Le charbonnage	284
3.1.4.2.	Le grillage	286
3.1.4.3.	La forge	287
3.1.5.	Les sites de réduction : des espaces bien gérés	289
<b>3.2.</b>	<b>Les espaces de forge</b>	<b>290</b>
3.2.1.	Des niveaux de complexité différents : réalité ou reflet de l'état des sites ?	291
3.2.1.1.	Les espaces de travail complexes, des modèles ?	292
3.2.1.1.1.	Les espaces de travail à structuration permanente.	292
3.2.1.1.1.1.	Forge et ville	292
3.2.1.1.1.2.	Les forges rurales	302

3.2.1.1.1.3.	Une forte homogénéité des espaces de production à structuration permanente	306
3.2.1.1.2.	Les ateliers à foyers multiples, symboles d'une forte adaptabilité ?	308
3.2.1.1.2.1.	Forge en contexte urbain	308
3.2.1.1.2.2.	Les sites ruraux	316
3.2.1.1.2.3.	Structures multiples et temporalité	320
3.2.1.1.2.4.	Une similitude avec les espaces à structuration permanente	322
3.2.1.1.3.	Ressemblances et divergences entre les sites complexes	322
3.2.1.2.	Les espaces simples : réalité ou biais archéologique ?	324
3.2.1.3.	L'absence de structures : essai de localisation des espaces de travail par le biais des déchets de production	329
3.2.2.	Forgerons ? Bronziers ? Forgerons-bronziers ?	335
3.2.3.	Un lien probable entre type de forge et type de site	338
<b>4.</b>	<b>Liens techniques, liens sociaux</b>	<b>341</b>
<b>4.1.</b>	<b>Déchets et interprétation quantitative de l'activité de forge</b>	<b>341</b>
4.1.1.	Méthode d'étude	341
4.1.2.	Nombre de scories de forge	342
4.1.2.1.	Approche chronologique	343
4.1.2.2.	Approche par type de site	345
4.1.3.	Masse des scories de forge	347
4.1.3.1.	Masse de scories et chronologie, une augmentation générale de la production	348
4.1.3.2.	Un lien possible entre masse de scories et statut des sites	349
4.1.4.	Forges des villes et forges des champs ?	353
<b>4.2.</b>	<b>Organisation inter-sites de l'activité métallurgique</b>	<b>357</b>
4.2.1.	Organisation générale	358
4.2.1.1.	Entre 450 et 300 a.C.	359
4.2.1.2.	De 300 à 150 a.C.	366
4.2.1.3.	De 150 à 30 a.C.	373
4.2.1.4.	La période augusto-tibérienne	382
4.2.1.5.	La seconde moitié du premier siècle : une stricte continuité dans la répartition	392
4.2.2.	La métallurgie en contexte rural : l'exemple des sites bas-normands	397
4.2.3.	La métallurgie en contexte urbain, l'expansion de <i>Burdigala</i>	403
4.2.3.1.	La période augustéenne, moment déclencheur	403
4.2.3.2.	La période tibérienne, un pic d'activité	410
4.2.3.3.	Du milieu à la fin du I <sup>er</sup> s. p.C., l'absence de renouvellement de l'activité métallurgique	414
<b>4.3.</b>	<b>Synthèse chronologique</b>	<b>418</b>
4.3.1.	Entre 450 et 300 a.C. : une métallurgie discrète	418
4.3.2.	De 300 à 150 a.C. : un développement quantitatif	420
4.3.3.	La fin de l'âge du Fer, une constance dans les liens entre les sites métallurgiques	422
4.3.4.	La période augusto-tibérienne : changement d'ère et ère de changements	425
4.3.5.	Entre 40 et 100 p.C. : continuité et replis	427
<b>4.4.</b>	<b>Derrière le métal, le métallurgiste</b>	<b>429</b>
4.4.1.	Une spécialisation de plus en plus affirmée	429
4.4.2.	Dépendance, interdépendance et indépendance	432
4.4.3.	Les positions de travail	440
4.4.3.1.	L'extraction	440
4.4.3.2.	La réduction	442
4.4.3.3.	La forge	443
<b>Conclusion</b>		<b>447</b>
<b>Bibliographie</b>		<b>453</b>



## Introduction

Depuis sa découverte à la fin de l'âge du Bronze, le fer n'a cessé d'être utilisé par l'Homme, en quantités toujours plus importantes, modifiant les façons de travailler, devenant ainsi un facteur de changements sociaux de Protohistoire<sup>1</sup>. Du fait de sa solidité, il s'agit d'un matériau fréquemment retrouvé dans le registre archéologique. Ces caractéristiques en font donc un moyen d'étude privilégié des populations anciennes. Ainsi, les objets en fer ont rapidement été étudiés, principalement d'un point de vue typologique, parfois technique pour les plus « belles » pièces. Il faut attendre les années 50 pour que l'intérêt se porte vers les méthodes et les structures de production de ces objets. Cette approche, développée par des chercheurs anglais, se diffuse en Europe, mais reste assez discrète. L'apport de l'archéométrie dans les années 1990 donne un élan fulgurant à l'étude du fer et entraîne une augmentation du nombre de publications sur les techniques de production. Les observations microscopiques et macroscopiques ne cessant de s'améliorer, les caractérisations se sont affinées, en particulier concernant la distinction entre les divers types de déchets de réduction et de forge.

Se pencher sur l'étude d'un matériau comme le fer permet donc de proposer une réflexion à plusieurs niveaux. Tout d'abord, le mobilier lui-même et tous les éléments liés à sa fabrication, permettent de s'intéresser à l'Histoire des techniques, en particulier en se focalisant sur l'évolution des procédés de fabrication des objets en fer. Cela met également en lumière les influences extérieures pouvant peser sur ces techniques, dont la romanisation. Ensuite, la diffusion géographique des objets et des techniques, ainsi que le contexte dans lequel ils sont mis au jour ont, eux, trait à l'Histoire économique et à l'Histoire sociale. En ce sens, il sera intéressant de comprendre si la zone étudiée est spécifique par rapport aux territoires adjacents du point de vue de la métallurgie, mais également si elle est homogène. Enfin, ces éléments, assimilés à leurs contextes amèneront une vision de la place du métallurgiste dans la société.

Afin de proposer les interprétations les plus pertinentes possibles, il est nécessaire de se fonder sur un nombre important de sites. Ce faisant, il est impossible de traiter directement

---

<sup>1</sup> Serneels 2009.

toutes les données, et en particulier le mobilier. Par conséquent, il est essentiel que la zone géographique couverte par ce travail ait déjà en partie été étudiée. De ce point de vue, la façade atlantique est une zone privilégiée. De nombreuses fouilles anciennes et récentes ont livré des vestiges métallurgiques, et ces derniers ont pu être étudiés par des spécialistes de la métallurgie du fer, fournissant des données abondantes et de qualité, formant une base solide à une étude de synthèse. De plus, cet espace présente également l'avantage d'être une zone de circulation des biens et des idées connue de longue date<sup>2</sup>. Les informations, et donc les techniques, s'y diffusent assez rapidement et de façon homogène. Cette homogénéité permettra de bien mettre en avant des changements importants, sans toutefois occulter de possibles spécificités régionales.

Les bornes chronologiques, le second âge du Fer et le début de la période romaine, a pour vocation de se focaliser sur la conquête romaine et de déterminer si cette dernière a modifié les façons d'envisager la métallurgie du fer, aussi bien dans l'organisation de la production que pour la quantité ou la qualité du métal.

L'amplitude envisagée, tant géographique que chronologique, confère un cadre suprarégional à ce travail et permet donc de prendre un recul important sur les données. De plus, le fait de traiter l'intégralité des procédés de fabrication d'un objet en fer – de l'extraction du minerai aux finitions – donnera une vision globale des procédés, ce qui peut avoir une forte incidence sur le lien entretenu par des phases de travail souvent jugées déconnectées. Enfin, le fait de se focaliser sur une période à cheval entre la Protohistoire et la période romaine permettra de faire un lien entre deux périodes souvent opposées dans le domaine universitaire et dans l'imaginaire, alors qu'elles sont successives et étroitement liées.

Tout au long de ce travail, la priorité sera donnée à l'étude archéologique des lieux de production du fer, en s'appuyant à la fois sur des travaux d'autres chercheurs et des travaux personnels effectués sur certains sites. L'accent sera mis sur l'espace de travail et en particulier son organisation, thématique qui n'a que très peu été abordée, malgré les nombreux

---

<sup>2</sup> Milcent 2015, p. 24, Henderson 2007, p. 282-288.

travaux effectués dans la région<sup>3</sup>. Les outils et déchets ont également une place privilégiée dans la compréhension des phénomènes techniques et seront donc pris en compte, en particulier pour l'identification des étapes de travail effectuées sur chaque site. L'identification des diverses phases de travail du fer, au travers de leurs divers vestiges, servira de point de départ à un travail de cartographie dont la finalité est la compréhension des relations entretenues par les sites métallurgiques, et donc par leurs occupants.

Pour ce faire, une base de données répertoriant les sites repérés a été créée. Elle permet un accès facile et rapide aux divers éléments nécessaires aux interprétations, et ce à plusieurs niveaux de lecture : le site, l'espace de travail, la structure et l'objet ou le déchet. Cette approche multi-scalaire apporte autant de précisions sur les objets et les structures que sur leur contexte global de découverte dont ils ne sauraient être séparés. Au total, 476 sites sont répertoriés dans cette base de données, assurant une bonne représentativité des phénomènes observés.

Un travail de synthèse sur un sujet très spécifique, comme c'est ici le cas, ne saurait se passer d'un ancrage précis dans la recherche sur le sujet, mais également dans les connaissances plus étendues sur les sociétés étudiées. Après avoir précisé ces contextes, il sera possible de proposer une vision de la métallurgie à trois échelles. La première, la plus petite, se focalisera sur les structures, outils et déchets de travail, afin de caractériser les productions, d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Puis, la vision pourra être élargie à l'espace de travail, afin de déterminer comment ce dernier est structuré et si son organisation est modifiée par le type de production s'y déroulant. Enfin, il conviendra d'observer les relations entretenues par les différents sites à échelle régionale et extrarégionale, pour en déduire l'existence d'une ou de plusieurs organisations sociales et leur évolution chronologique.

## **Note importante**

---

<sup>3</sup> Jouanet-Aldous en cours, Zaour en cours, Berranger 2014, Saint-Didier 2013, Bauvais 2007, Leblanc 2002, pour ne citer que les thèses dont le thème principal est lamétallurgie du fer.

Afin d'alléger le texte, les contextes sont décrits avec précision seulement lorsque cela est nécessaire à la bonne compréhension du raisonnement, mais ils restent consultables dans la base de données numérique ou dans sa version papier (Annexe 1). Le numéro du site dans la base de données est indiqué entre parenthèses directement après le nom du site. Cette solution a été préférée à un renvoi systématique aux publications, car la base de données est directement accessible avec cette thèse. Bien entendu, la bibliographie de référence sur chaque site est donnée sur la fiche de site correspondante.

# 1. Cadre de l'étude

## 1.1. Quel corpus ?

Une étude de synthèse ne peut avoir de réalité que si le nombre de sites pris en compte est le plus représentatif possible. Pour cela, il convient donc de ne négliger aucune source, qu'il s'agisse d'articles, de monographies, de travaux universitaires ou encore de rapports de fouilles. Il en va de même pour les sites : habitats isolés, groupés, ruraux, urbains, ateliers isolés, tous apportent leur lot d'informations. Même si les observations techniques fines ne peuvent être effectuées sur chacun de ces gisements archéologiques, ils peuvent tout de même être intégrés à des cartes et utilisés pour comprendre l'organisation spatiale des activités. En ce qui concerne la qualité des données, il est évident que tous les moyens d'investigation employés sur les sites et toutes les publications ne se valent pas. Effectivement un site seulement repéré en prospection ne livrera pas la même quantité, ni la même qualité d'information qu'un autre fouillé au long cours avec l'aide d'un spécialiste. De même, un article apporte des informations très précises sur l'interprétation générale d'un site et fournit une bonne synthèse de son évolution, mais il ne peut comprendre le détail des comptages de mobilier ou des listes d'unités stratigraphiques. Ces informations sont pourtant importantes pour la reprise des données.

Si l'exhaustivité n'est pas atteinte dans ce travail, elle est néanmoins largement recherchée. Cela pose parfois des problèmes importants, surtout quant à l'inclusion ou non de certains sites au corpus. Les problèmes se sont rencontrés dans trois cas généraux pouvant se recouper : la faiblesse numérique des vestiges métallurgiques, l'absence de datation fiable et le chevauchement de l'activité du site sur la période étudiée et la précédente ou la suivante.

Dans l'absolu le premier cas n'est pas réellement problématique, sauf s'il est couplé à un des deux autres. Ainsi tous les sites sur lesquels des rejets d'activité métallurgique bien datés ont été mis au jour, même en très faible quantité (parfois une seule scorie), ont été inclus dans le raisonnement. Les sites non datés sont plus délicats à traiter. Il s'agit souvent d'indices trouvés en prospection, en particulier des amas de scories sans mobilier datant associé. Dans



ce cas, seuls ceux mis au jour dans une zone connue par ailleurs pour sa production métallurgique protohistorique ou gallo-romaine ont été comptabilisés. Ce choix peut déséquilibrer les données en renforçant, peut-être artificiellement, la présence de site sur les zones métallurgiques déjà connues et en minimisant le travail du fer là où il n'est pas attesté par ailleurs. Toutefois, il favorise la reconnaissance d'espaces fortement liés à la métallurgie permettant de proposer une étude de détail fructueuse.

Enfin, les sites dont la datation ne rentre pas totalement dans la chronologie envisagée ont été traités au cas par cas. Parfois la présence de phases bien datées permet de savoir précisément les datations de l'activité métallurgique. Dans ce cas, seule la ou les phases concernées sont prises en compte avec, lorsque cela est possible, une quantification du mobilier par phase. Si aucune datation de détail n'est donnée ou que l'activité métallurgique est mentionnée mais non datée, le site a été inclus dans ce travail s'il semblait plausible que l'activité ait été comprise entre la Protohistoire et le I<sup>er</sup> siècle p.C. Par exemple, si un site ayant livré des scories est daté entre 75 p.C. et 350 p.C., il semble peu probable que l'activité métallurgique entre dans le cadre de ce travail, en particulier si peu de traces de métallurgie ont été mises au jour. Au contraire, il paraît vraisemblable qu'une partie de l'activité d'un site daté entre 500 et 400 a.C. et ayant livré de nombreux restes de travail du fer, puisse être datée entre 450 et 400 a.C. Il sera donc inclus au corpus. Dans ce cas, tous les vestiges métallurgiques sont mentionnés car il est impossible de savoir ce qui est effectivement à exclure.

### 1.1.1. Géographie

L'aire d'étude de ce travail s'étend du nord de la France à l'ouest de l'Espagne. Elle regroupe tous départements (ou communautés autonomes en Espagne) ayant un accès direct à l'océan Atlantique ou à la Manche ; soit du nord au sud : Nord, Pas-de-Calais, Somme, Seine-Maritime, Eure, Calvados, Manche, Ille-et-Vilaine, Côtes-d'Armor, Finistère, Morbihan, Loire-Atlantique, Vendée, Charente-Maritime, Gironde, Landes, Pyrénées Atlantiques, Pays Basque, Cantabrie, Asturies et Galice.

Un espace géographique de cette ampleur présente de nombreux substrats géologiques. En ce sens, la France peut être séparée en trois entités distinctes, tandis que l'Espagne voit le développement de deux reliefs majeurs. En allant du nord au sud se distinguent : l'extrémité nord-ouest du Bassin Parisien, le Massif Armoricaire, le Bassin Aquitain, les Pyrénées et la cordillère Cantabrique et enfin la zone asturo-galicienne.

Le nord-ouest du Bassin parisien regroupe les départements du Nord (qui pourraient être rattachés au Bassin des Flandres), du Pas-de-Calais, de la Somme, de la Seine-Maritime et de l'Eure. Il se caractérise par la présence de plaines calcaires marquant une légère déclivité vers la Manche et l'Atlantique. Directement à l'ouest se trouve le Massif armoricain. Pour les départements dont il est question dans ce travail, il couvre le Calvados, la Manche, l'Ille-et-Vilaine, les Côtes-d'Armor, le Finistère, le Morbihan, la Loire-Atlantique et la Vendée. Cet espace de faible altitude est un ancien massif montagneux fortement érodé dont l'aspect général se rapproche de celui d'une plaine. Directement au sud se situe le Bassin aquitain, composé de la Charente-Maritime, la Gironde, les Landes et les Pyrénées Atlantiques. Plus qu'une délimitation entre la France et l'Espagne, les Pyrénées forment un lien entre les deux pays<sup>4</sup>, surtout avec la partie nord-ouest de la Péninsule où le piedmont pyrénéen se prolonge sous le nom de cordillère Cantabrique (Pays Basque et Cantabrie). Le versant nord de cette chaîne a pour particularité d'être soumis au climat océanique, tandis que le versant sud est plus relié à celui de l'intérieur des terres. Plus à l'ouest, et jusqu'à l'extrémité de la péninsule, se trouvent des plaines et de petits massifs couvrant les Asturies et la Galice.

Ce territoire présente une homogénéité du fait de la présence de l'océan, mais des différences notables apparaissent entre les diverses zones. En France le relief côtier est peu marqué hormis dans les Pyrénées. En Espagne, au contraire, le relief est particulièrement accidenté du fait de la présence des monts cantabriques tout le long de la côte nord. Ces derniers forment une chaîne montagneuse orientée est/ouest, sans solution de continuité avec les Pyrénées. Le versant nord donne sur l'océan Atlantique où la côte est caractérisée par la présence de falaises et la faible amplitude des plages, tandis que le versant sud correspond aux contreforts de la Meseta, le grand plateau situé au centre de la péninsule.

---

<sup>4</sup> Torres Martinez 2013, p. 266-267.

En ce qui concerne l'hydrographie, la France présente de nombreux fleuves, majoritairement orientés est/ouest (Somme, Seine, Rance, Vilaine, Loire, Sèvre, Charente, Garonne, Adour) créant, avec leurs affluents, un réseau navigable dense entrant profondément à l'intérieur des terres. Au contraire, en Espagne, du fait de la présence des monts Cantabriques, les fleuves se jetant dans l'Atlantique sont moins longs et la navigation ne permet pas de s'enfoncer profondément dans les terres.

Les ressources en fer ne sont pas simples à identifier dans cette vaste zone. En effet, le fer est très abondant sur la croûte terrestre et se trouve fréquemment sur cette dernière, mais en quantité et qualité variées. La notion de minerai elle-même varie en fonction du contexte technique et économique de l'époque concernée<sup>5</sup>. Si aujourd'hui d'importants gisements sont recherchés pour amortir l'investissement lié à l'extraction et au traitement de minerai, à des périodes plus anciennes, des vestiges d'exploitations beaucoup plus petites ont été mis en évidence et semblaient former un apport de matière première suffisant au maintien de l'activité métallurgique.

C'est d'ailleurs avec la généralisation de l'utilisation du haut-fourneau, que des gisements plus importants furent recherchés afin de pouvoir alimenter en continu l'installation. De même, avec la meilleure séparation effectuée entre le fer et la scorie il devint possible d'exploiter des minerais moins riches. La notion de minerai exploitable est donc très fluctuante avec le temps. Toutefois, il est possible de mettre en avant quelques zones où le minerai de fer a très probablement été recherché de longue date. En premier lieu, et légèrement hors de la zone d'étude se trouve la Sarthe où la découverte de très nombreux bas fourneaux datés de la période protohistorique atteste d'une activité sidérurgique soutenue dans le secteur<sup>6</sup>. En second lieu, un phénomène similaire, mais légèrement plus tardif, de forte intensité à la période romaine, a été identifié en Cantabrie où des mines avec du mobilier romain ont été mises au jour<sup>7</sup>. Pline, dans son *Histoire Naturelle*, parle même d'une montagne constituée de fer en Cantabrie<sup>8</sup>. Enfin, dans les Pyrénées, une très forte exploitation en galerie et à ciel ouvert, avec des structures de réduction associées aux extractions, a été identifiée.

---

<sup>5</sup> Serneels 2004, p. 27-28.

<sup>6</sup> Cabboï *et al.* 2007.

<sup>7</sup> Torres-Martínez 2011, p. 145.

<sup>8</sup> Pline *N.H.*, 34, 43.

Elle commence à la période protohistorique et continue après la conquête de la région. S'il est certain que ces trois espaces ont été le siège d'une activité d'extraction et de réduction intensive, il ne faut pas oublier que des exploitations de moindre importance disséminées un peu partout sur le territoire ont également existé.

### 1.1.2. Construction de la recherche sur la métallurgie du fer

L'étude de la métallurgie du fer est une discipline relativement récente en archéologie. Les travaux fondateurs ont vu le jour à partir des années 1960, à la suite du développement de l'archéologie des techniques. Toutefois cette activité récente ne doit pas masquer un intérêt sporadique mais réel pour la question du travail du fer dès le milieu du XIX<sup>ème</sup> s. Au tournant entre le XIX<sup>ème</sup> et le XX<sup>ème</sup> s., L. Maître publia quelques sites en Loire-Atlantique, en se fondant sur l'idée d'une production intensive dès l'époque gallo-romaine<sup>9</sup>. Même si ces propos sont très orientés et les conclusions souvent données à partir de présupposés, ces travaux sont novateurs, bien documentés, et affichent une réelle volonté de description des vestiges.

#### 1.1.2.1. 1850-1950 : la typologie, premier intérêt pour le fer

Dans un premier temps la recherche s'est cristallisée autour de l'identification des objets en fer et de leur insertion dans des chrono-typologies lorsque cela était possible<sup>10</sup>. Cette tradition se poursuit jusqu'aux années 1950-1960 et permet de constituer des corpus majeurs facilitant les identifications et comparaisons à la fois à l'échelle régionale, nationale et européenne. Pendant cette période, les éléments liés à l'activité métallurgique ne sont que très rarement notés et aucune étude n'est effectuée sur ce mobilier d'aspect rebutant. Les découvertes sont généralement relatées sous la forme de mentions, sans description des vestiges.

---

<sup>9</sup> Maître 1893.

<sup>10</sup> Il suffit, pour s'en convaincre, de regarder la place prise par le mobilier métallique dans le *Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine* de J. Déchelette et plus particulièrement le tome IV consacré à la période laténienne (Déchelette 1927).

### 1.1.2.2. 1950-1990 : explorer les pistes

A partir du milieu du XX<sup>ème</sup> s. se développe un intérêt pour l'archéologie des techniques. C'est dans ce cadre que des chercheurs comme R. Tylecote<sup>11</sup> pour l'Europe de l'ouest et R. Pleiner<sup>12</sup> pour l'Europe centrale sont amenés à travailler sur les processus de transformation de la matière et en particulier du fer. Il se crée ainsi un courant de la recherche mettant en avant non plus la forme ou la datation des objets, mais la façon de les produire.

Cette archéologie de la production intéressera de plus en plus de personnes qui se retrouveront dans les problématiques abordées alors. C'est en particulier le cas de M. Mangin qui étudie l'artisanat gallo-romain et qui sera à l'origine de nombreuses initiatives concernant l'étude du fer dans l'Est de la France. Pour la même période, les recherches de Cl. Domergue, spécifiquement orientées vers les mines au début de sa carrière, se sont diversifiées pour prendre en compte l'intégralité des processus de transformation des minerais (fusibles et non fusibles) avec, par exemple, la fouille de l'impressionnant atelier de réduction des Martys (Aude, France)<sup>13</sup>.

Ces premières recherches, bien que très fructueuses, ont soulevé au moins autant de questions qu'elles n'en ont résolu. L'archéologie « classique » trouvait ici une limite dans les possibilités d'interprétation, pour l'étude du fer, principalement du fait de la difficulté à différencier les déchets de réduction et ceux de forge. Il a donc été fait appel à des techniques d'observations microscopiques et d'analyses physico-chimiques afin de proposer des identifications. Ces travaux ont été confiés à des laboratoires spécialisés en géologie ou encore associés à des bureaux des mines, voire à des entreprises privées. Les matériaux anciens étaient alors étudiés à l'aune des fers récents, produits dans des structures et lors d'un processus extrêmement différents. Il en découlait parfois une incompréhension des résultats et du matériau.

---

<sup>11</sup> Tylecote 1987 (de nombreux métaux et prise en compte des structures de production), Tylecote et Gilmour 1986 (travaux métallographiques fondateurs effectués sur des objets en fer).

<sup>12</sup> Pleiner 2006 pour la dernière synthèse de ses travaux entrepris depuis la fin des années 1950.

<sup>13</sup> Domergue (dir.) 1993, Fabre *et al.* (dir.) 2016.

### 1.1.2.3. 1990-2000 : l'émergence des spécialistes

Si les années précédentes voient des archéologues passer peu à peu vers l'étude des techniques, leurs domaines de compétence restent très variés et peu font du fer leur objet d'étude principal. A partir des années 1990, les problématiques d'identification précédemment posées trouvent leur résolution, en particulier grâce aux travaux de V. Serneels dans le Jura Suisse<sup>14</sup>. De jeunes chercheurs se lancent alors spécifiquement dans l'étude du fer en se concentrant d'abord sur le plus visible : les ferriers. C'est le cas de M. Leroy, soutenu par l'IRAMAT, et en particulier de l'UMR Métallurgies et Cultures à Belfort. Sa synthèse sur la métallurgie en Lorraine<sup>15</sup> a permis une accélération des études sur le fer et à un réel dynamisme dans le Nord-Est de la France.

En dehors du cadre universitaire, c'est également à cette période que l'archéologie préventive, naissante, est confrontée à ses premiers grands chantiers concernant des vestiges métallurgiques. C'est par exemple le cas dans l'ouest de la France, où l'opérateur public étudie un ensemble de structures de réduction et de ferriers protohistoriques aux Clérimois (Yonne, France), fouillé et publié par Chr. Dunikowski et S. Cabboï<sup>16</sup>. Ce site a d'ailleurs servi de centre de sensibilisation régional aux études métallurgiques. Les fouilleurs ont depuis pris soin de relever, noter et conserver les vestiges d'activité métallurgique sur les sites où ils ont opéré par la suite. Dans le même temps, dans le cadre d'études sur l'occupation du sol, de très nombreux ferriers ont été repérés et étudiés en Bretagne<sup>17</sup>.

Au fur et à mesure de l'avancée de ces travaux, des méthodologies d'étude se mettent en place et se pérennisent<sup>18</sup>. Au début des années 1990, les études paléométallurgiques se structurent et la présence de spécialistes permet une sensibilisation des archéologues aux problématiques spécifiques à l'étude du fer qui les prennent de plus en plus en considération lors de leurs fouilles. Ce phénomène se superpose à celui du développement de l'archéologie préventive et amène à une très forte augmentation du nombre de sites liés à la métallurgie recensés à partir des années 1980. Uniquement pour la zone géographique prise en compte ici

---

<sup>14</sup> Serneels 1993.

<sup>15</sup> Leroy 1997.

<sup>16</sup> Dunikowski et Cabboï 1995.

<sup>17</sup> Prospections publiées annuellement sous forme de chroniques dans les *Dossiers du Ce.R.A.A.*

<sup>18</sup> Eschenlohr et Serneels 1991.

le nombre de sites recensés passe de 8 dans les années 1961-1970 à 32 entre 1971 et 1980 puis 99 de 1981 à 1990 (Figure 1). Après, cette tendance se stabilise avec 100 sites reconnus entre 1991 et 2000 et 130 de 2001 à 2010.

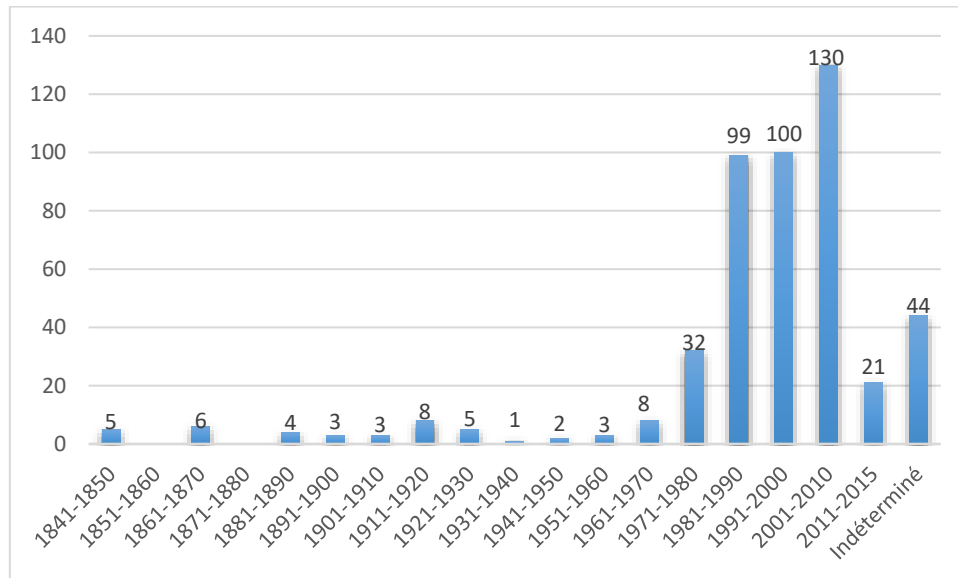


Figure 1 : Nombre de site de la façade atlantique ayant livré des vestiges métallurgiques, par année de fouille.

#### 1.1.2.4. 2000-2017 : un intérêt croissant pour les problématiques métallurgiques

Les apports les plus significatifs de la recherche des années précédentes sont la démonstration que des conclusions intéressantes peuvent être données par l'étude d'un mobilier jusque-là délaissé, ainsi que la diffusion de ces résultats. Cette dernière passe par la tenue de rencontres dont le sujet principal est la métallurgie du fer, comme le thème spécialisé du colloque de l'Association Française pour l'Etude de l'Age du Fer tenu à Toulouse en 2004 et publié en 2007<sup>19</sup>, ou encore le manuel sobrement intitulé « le fer », dirigé par M. Mangin<sup>20</sup>, qui a permis à de nombreux non-initiés une première approche très complète du mobilier sidérurgique ancien et de ses méthodes d'étude.

Au début des années 2000 des thèses spécifiquement orientées vers la compréhension de la métallurgie du fer ont vu le jour. A cette période où il s'agissait des premiers travaux

<sup>19</sup> Milcent (dir.) 2007a.

<sup>20</sup> Mangin (dir.) 2004.

universitaires sur le sujet, les orientations prises étaient très diverses. La thèse de L. Orengo sur la Grande Limagne d'Auvergne fait le lien entre les études plus classiques et les travaux spécialisés sur le fer<sup>21</sup>. La méthodologie mise en place vise l'étude de la totalité du mobilier de quelques sites afin de caractériser l'activité métallurgique elle-même, mais également son contexte social. A l'opposé, le travail de J.-Cl. Leblanc est une étude spécifique sur une catégorie de mobilier provenant d'un seul site : les battitures issues du site de Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420)<sup>22</sup>. Cette démarche est doublée d'un volet expérimental visant à comprendre les modalités de formation de ces déchets et la caractérisation d'étapes de travail via leur étude. Concernant encore l'espace étudié ici, les travaux d'A. Beyrie, toujours en cours, se sont focalisés sur la méthodologie de prospection et de fouille visant à mettre en évidence la présence de sites d'extraction et de réduction dans les Pyrénées<sup>23</sup>. Ces études ont démontré que le massif de Larla (450) était une zone de très forte activité minière et sidérurgique entre le II<sup>ème</sup> s. a.C. et le II<sup>ème</sup> s. p.C.

Dans les dix dernières années, de nouvelles synthèses thématiques ou géographiques ont vu le jour<sup>24</sup>. Leur orientation interdisciplinaire permet d'aborder les aspects techniques de la production du fer et d'en tirer des conclusions sur l'organisation des activités métallurgiques et sur les procédés techniques utilisés lors du travail du métal. Plusieurs thèses en cours ou soutenues très récemment développent ces problématiques et apportent de nouvelles données sur des points très précis, allant de la caractérisation anthracologique des bois utilisés comme combustibles à la détermination de la provenance des minerais travaillés et à la circulation de la matière.

Cette période est également celle où se met en place une paléométaballurgie à deux vitesses, ou plutôt à deux objectifs, entre le monde de l'archéologie préventive et celui de la recherche. Du fait de l'impératif des calendriers et de son travail de terrain, l'archéologie préventive a cherché à développer l'identification des indices de production ainsi que des méthodes adaptées à leur mise en évidence, mais elle a réduit les études de laboratoire. Au contraire la recherche universitaire s'est focalisée sur la reconnaissance de sites via des

---

<sup>21</sup> Orengo 2003.

<sup>22</sup> Leblanc 2002.

<sup>23</sup> Beyrie 2003.

<sup>24</sup> Bauvais 2007, Sarreste 2008, Pagès 2010, Berranger 2014.



prospections, ainsi que sur l'affinage de la caractérisation des activités métallurgiques par l'étude microscopique des déchets de production. Cela n'empêche pas, bien évidemment, la réalisation de travaux conjoints avec, en particulier, une série d'études interdisciplinaires effectuées dans le cadre de l'étude de l'occupation du sol dans la plaine de Caen. Un ensemble complet de plusieurs fermes de l'âge du Fer y ont été fouillées et étudiées<sup>25</sup>. Ces fouilles ont livré de nombreux vestiges métallurgiques qui ont bénéficiés d'une étude spécifique ayant porté des résultats intéressants<sup>26</sup>.

#### **1.1.2.5. Quelles données pour quelle recherche ?**

Les études sur le fer sont anciennes, mais l'intérêt pour les techniques métallurgiques est, lui, très récent. Ceci est principalement dû à une vision « classique » de l'archéologie jusqu'à la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> s. où les études se concentraient sur la chronologie et la compréhension de l'occupation du sol. Puis, à la fois un intérêt naissant pour l'étude technique et les premières grandes découvertes de structures métallurgiques ont permis la prise en compte de problématiques spécifiques lors des fouilles et des études de laboratoire qui se sont depuis lors diversifiées et très largement spécialisées. Toutefois cela a créé un fort déséquilibre dans la publication des données. En fonction de l'époque de découverte des vestiges, des objectifs visés et du degré d'expertise des études effectuées, les informations mises en valeur sont très différentes avec un matériau de base similaire. Jusque dans les années 60-70, les informations sur la métallurgie du fer dans la bibliographie sont très sporadiques, dans les années suivantes elles s'accompagnent parfois des résultats d'études physico-chimiques concernant la composition du matériau. Cette volonté de mettre en avant un mobilier peu étudié jusqu'alors se perd malheureusement dans la diversité et l'opacité des méthodes d'analyses employées. Le corpus ainsi constitué est très hétérogène, non normalisé et d'un abord difficile.

Par la suite, au contraire, une méthodologie d'étude très précise et poussée se met en place, mais un autre facteur nuit alors à une homogénéisation des travaux : le temps et l'argent nécessaire à la réalisation de ces études. Ainsi, lorsqu'un effort est consenti, généralement

---

<sup>25</sup> Lepaumier *et al.* 2015.

<sup>26</sup> Zaour *et al.* 2014.

prévu en amont des fouilles, des études très complètes sont livrées au public. Cependant, dans un grand nombre de cas, le mobilier est compté et/ou pesé et le résultat publié sous forme de tableaux, ces derniers n'étant pas obligatoirement joints aux rapports de fouille antérieurs à 2010. Si la présence de ces informations est précieuse, leur traitement est délicat. Effectivement, le mobilier est parfois pesé, parfois dénombré, dans le meilleur des cas les deux à la fois, ce qui rend les comparaisons difficiles entre les sites. De plus, ces découvertes ne sont pas toujours recontextualisées, ce qui complique leur interprétation.

Outre les différences qualitatives, la recherche souffre également de déficits quantitatifs, même si ces derniers se combent petit à petit, du fait d'une homogénéisation des espaces de fouille suivant les aménagements ; quelques régions présentent un grand défaut de données qui, actuellement, ne peut être attribué à une défaillance réelle de l'activité sidérurgique ancienne ou à un état de la recherche. Dans la zone géographique de ce travail, la Vendée, les Landes et une grande partie du nord-ouest de la péninsule Ibérique présentent un défaut de site. Pour le nord-ouest péninsulaire, il est possible d'incriminer un défaut de la recherche, les travaux dans la région étant majoritairement tournés vers l'étude de l'occupation du sol ainsi que la typologie du mobilier, et non vers les aspects techniques de la production. En ce qui concerne la Vendée, le défaut de données peut être imputé au nombre réduit d'opérations archéologiques, ce qui ne permet pas d'avoir une idée très précise du maillage de site, et encore moins des activités pratiquées au sein de ces derniers. Il est également possible que le substrat marécageux d'une partie du département soit à l'origine d'une absence d'activité métallurgique, l'extraction et la combustion n'étant pas favorisées dans ce milieu.

Ce travail s'appuie donc sur une documentation relativement abondante, quoique très inégale. Il s'inscrit également dans la continuité de deux traditions de recherche :

- une première très ancrée dans l'archéologie, l'identification des vestiges et leur interprétation spatiale sur le terrain.
- une seconde, plus récente, est orientée vers la compréhension microscopique des matériaux et la mise en évidence d'étapes des processus de fabrication par l'étude des objets ou des déchets.

Ces deux visions, complémentaires, bien entendu déjà mises en parallèle, sont indispensables à la compréhension la plus fine de l'activité métallurgique ancienne. Le défaut d'un de ces aspects réduit la précision des interprétations. Les cas d'études conjointes sont relativement rares. Toutefois, par leur précision, ils peuvent aisément servir de référence pour des comparaisons, ce qui sera la méthode d'étude la plus largement mise à contribution dans ce travail.

### 1.1.3. De la Protohistoire à l'Histoire

#### **1.1.3.1. La Protohistoire : caractères généraux de la période de la seconde moitié du I<sup>er</sup> millénaire a.C. en Gaule et dans le nord-ouest de la péninsule Ibérique**

##### 1.1.3.1.1. Contexte politique et social

Afin de pouvoir identifier des cultures techniques et les remettre dans leur contexte social, il faut d'abord identifier les peuples présents sur la façade atlantique. Pour ce faire, le moyen le plus direct est de savoir comment eux-mêmes se dénomment et se décrivent. Or, aucune source écrite indigène n'est disponible. Il est donc nécessaire de se fier aux témoignages laissés par leurs contemporains. Dans le cas présent, l'auteur documentant le plus précisément l'organisation des peuples de la Gaule est César dans *La guerre des Gaules*. Ce texte ne peut être lu sans se rappeler des biais pris par l'auteur. La dénomination de « Gaule » pour l'ensemble des peuples vivant entre les Alpes, la Méditerranée, les Pyrénées, l'océan Atlantique, la Manche, la Mer du Nord et le Rhin est une invention de César et ne correspond pas à une revendication identitaire des habitants de cette aire géographique. Cette appellation, couramment utilisée, sera reprise dans la suite de ce travail. De même, César, étranger aux coutumes locales, emploie généralement des termes latins pour décrire des réalités gauloises. Dans ce dernier cas, il semble qu'il utilise tout de même les termes latins correspondant le mieux à ce qu'il décrit, en particulier lorsqu'il est question des institutions et du fonctionnement politique des Gaulois, même si plusieurs niveaux de lecture peuvent être perçus dans ces dénominations<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Fichtl 2004, p. 7-18.

César explique que les Gaulois du I<sup>er</sup> s. a.C. sont organisés en *civitates*<sup>28</sup>. Ce terme, pris au sens latin mélange à la fois les notions de territoire, de personnes y habitant et des lois y régnant. Or, dans la majorité des cas où ce terme est employé, il ne désigne que des personnes. Il est probable que le groupe d'individus soit plus mis en avant dans ce cas que le territoire sur lequel ce dernier vit<sup>29</sup>. Ces *civitates* sont elles-mêmes subdivisées en ensembles qui semblent relativement autonomes : les *pagi*<sup>30</sup>. Ils forment l'unité de base du découpage du territoire et leurs représentants siègent aux assemblées de la *civitas*. De l'autre côté des Pyrénées, un découpage similaire du territoire est proposé par les auteurs antiques. Les peuples mentionnés entre le III<sup>ème</sup> et le I<sup>er</sup> s. a.C. y étant les mêmes, il est probable qu'il n'y ait pas eu de grands mouvements de population dans cette zone à la fin de l'âge du Fer<sup>31</sup>.

Un grand nombre de *civitates* sont connues en Gaule, plus de cinquante pour les Gaules Celtique et Belgique. Si leur extension réelle est difficile à restituer, la région où vivait chaque peuple mentionné par César n'est qu'approximativement connue. En ce qui concerne la façade atlantique telle que définie dans ce travail, vingt et un noms différents ont été recensés, sans compter les occupants de l'Aquitaine, moins bien connue (Figure 2). Dans l'actuelle région Haut-de-France se trouvaient les *civitates* des Ménapes, Nerviens, Morins, Atrébates et Ambiens. Plus au Sud, en Normandie vivaient les Calètes, Bellovaques, Véliocasses, Lexoviens, Eburovisques, Unelles, Baïocasses, Esuviens et Abrincates. L'Armorique, elle, était peuplée par les Diablintes, Redones, Coriosolites, Osimes, Vénètes et Namnètes. Ces derniers vivaient à la limite avec le Centre-Ouest, partagé avec les Pictons et les Santons<sup>32</sup>.

Au sud de la Garonne, les différentes *civitates* de l'Aquitaine antérieure à la conquête sont mal identifiées. Le nombre de peuples présentés dans les sources diffère. César, au milieu du I<sup>er</sup> s. a.C., mentionne la défaite de 12 peuples aquitains<sup>33</sup>. Un demi-siècle plus tard, vers le changement d'ère, Strabon, dans sa *Géographie* dénombre « plus de 20 [peuples], petits et

---

<sup>28</sup> Bedon 1999, p. 75-76.

<sup>29</sup> Fichtl 2012, p. 16.

<sup>30</sup> Verger 2009, p. 62.

<sup>31</sup> Torres-Martinez 2011, p. 44-56.

<sup>32</sup> Localisation issue de Fichtl 2012, p. 15.

<sup>33</sup> César, *B. G.* 3.20-21, 27.

peu connus »<sup>34</sup>. Enfin, un demi-siècle plus tard, au milieu du I<sup>er</sup> s. p.C. Pline en compte 28<sup>35</sup>. Tous ces auteurs s'accordent toutefois à noter une différence culturelle entre les Aquitains et les Celtes vivant au nord de la Garonne<sup>36</sup>. Il est possible que ces différences viennent du parti pris des divers auteurs. César aurait mentionné les peuples vaincus, Strabon aurait rédigé un texte plus politique, tandis que Pline aurait eu une démarche ethnographique<sup>37</sup>. Toutefois, il est certain que les Medulli<sup>38</sup>, Bituriges Vivisques, Boïates, Vasates, Cocosates, Tarbelli, Tarusates, Venarni et Sibylates vivaient dans la région prise en compte dans ce travail <sup>39</sup>. En Espagne, le long de la côte nord se trouvent (d'est en ouest) les Vascons, Varduliens, Caristii, Autrigones, Cantabres, Astures et Callaïques<sup>40</sup>.

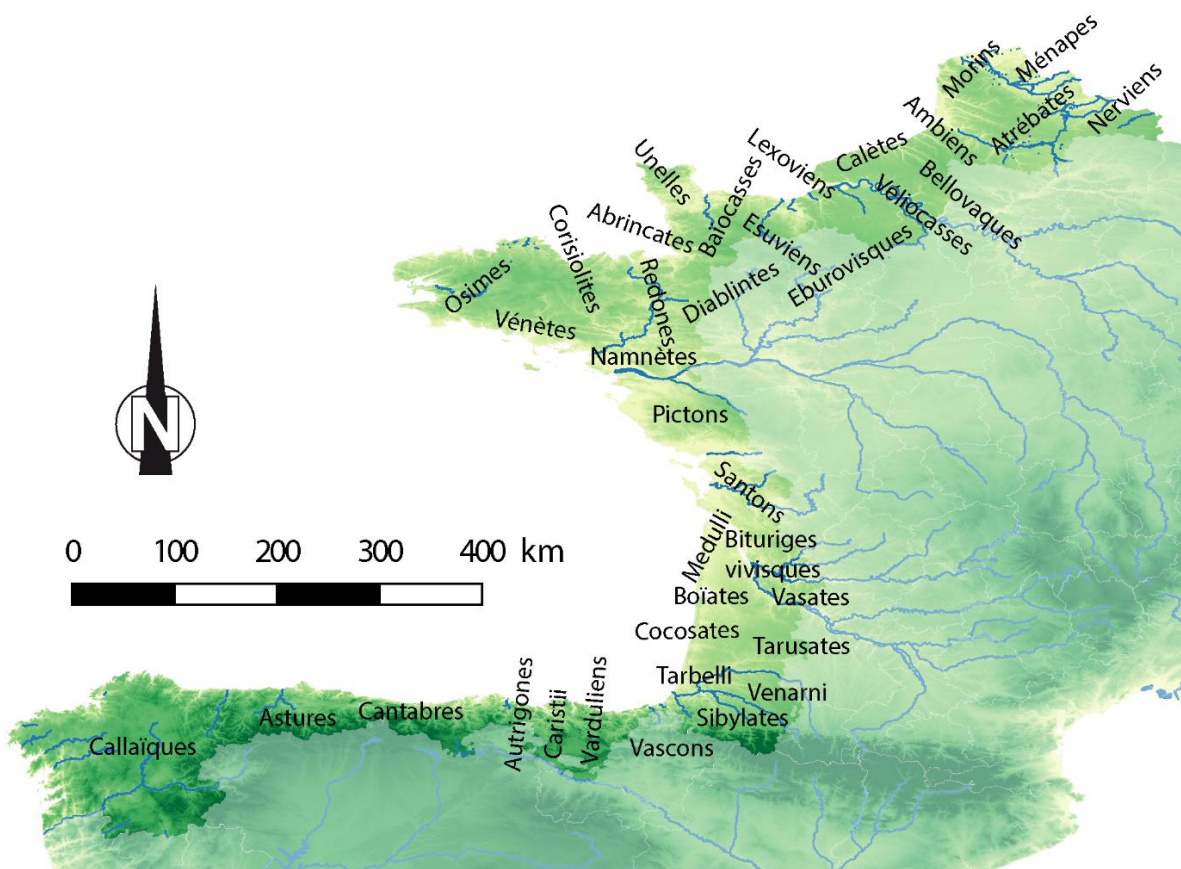


Figure 2 : Peuples préromains de la façade atlantique (d'après Fichtl 2004, Duval 1989 et Peralta Labrador 2000).

<sup>34</sup> Strabon, *Géographie*, 4.2.1.

<sup>35</sup> Pline *H. N.* 4.19.

<sup>36</sup> Colin et Verdin 2011. A. Coffyn a démontré que cette distinction était avérée par l'anthropologie, la linguistique et les coutumes (Coffyn 1986).

<sup>37</sup> Une critique des sources écrites est présentée dans Boudet 1987, p. 33-41. De même, P.-M. Duval propose une révision critique de ces sources en faisant une lecture par itinéraire (Duval 1989, en particulier p. 733-734 sur les différences d'approche des trois auteurs antiques).

<sup>38</sup> Dont l'existence ethnique a fait débat : Boudet 1987, p. 221, Maurin 1989, p. 103.

<sup>39</sup> Pour la localisation de ces peuples : Duval 1989 en particulier figure 2, ou plus récemment Bouet 2015, fig. 2, p. 10.

<sup>40</sup> Peralta Labrador 2000, p. 39, Tranoy 1981, p. 45 et 53.

Au I<sup>er</sup> s. a.C. l'organisation politique de ces *civitates* semble s'articuler autour d'assemblées réunies régulièrement<sup>41</sup>. Ces dernières, apparemment composées d'aristocrates (600 tous issus de familles différentes chez les Nerviens, César, *Guerre des Gaules*, II, 28, 2), pouvaient se regrouper à différentes échelles. Des assemblées se réunissent au niveau des *civitates*, d'autres concernent un ensemble de *civitates* et enfin, le *consilium totius Galliae*, est l'assemblée de toute la Gaule. Il est également possible que des assemblées similaires se tiennent à des échelles plus réduites, au niveau du *pagus*, subdivision de la *civitas*, dont les actions se démarquent parfois de celles de cette dernière<sup>42</sup>. Dans la *civitas*, ces assemblées servent notamment à élire plusieurs magistrats. Le magistrat suprême est désigné par le nom de vergobret. L'assemblée choisit également un magistrat militaire et un magistrat monétaire. A plus grande échelle, les assemblées peuvent élire un chef de guerre pour l'ensemble des Gaulois comme cela a été le cas pour Vercingétorix en 52 a.C.<sup>43</sup>.

Cette organisation en *civitates* est avérée par les textes au I<sup>er</sup> s. a.C. Pour les périodes plus anciennes l'organisation politique gauloise est incertaine. Une organisation relativement similaire est supposée pour des périodes proches (II<sup>ème</sup> s. a.C.), sans qu'il ne soit toutefois possible de décrire une organisation politique antérieure, ni une période de changement entre ces deux systèmes.

En ce qui concerne les modes de gouvernement plus anciens que les assemblées dans les *oppida*, il semble que la royauté ait été courante avant le I<sup>er</sup> s. a.C. De nombreux noms de rois sont connus et même dans le courant du I<sup>er</sup> s. a.C. quelques Celtes voulurent rétablir une monarchie. C'est par exemple le cas de Celtillus, le père de Vercingétorix (César, *Guerre des Gaules*, VII, 4, 1). Cependant, la présence d'un roi, ou équivalent, n'est pas nécessairement à opposer à celle d'un sénat. Cette association semble d'ailleurs exister chez les Sénons où Cavarinos, désigné roi par César, a été destitué par le sénat de la Cité (César, *Guerre des Gaules*, V, 54, 2-3).

---

<sup>41</sup> Perrin 2006, p. 164.

<sup>42</sup> Comme par exemple les Tigurins, *pagus* helvète ayant agi de façon autonome, César, *B. G.* 1.12.

<sup>43</sup> César, *B.G.*, VI, 44, 1-3.

#### 1.1.3.1.2. L'occupation du sol

Contrairement aux aspects politiques de l'organisation des *civitates*, les formes d'habitat sont largement perceptibles par l'archéologie.

##### *1.1.3.1.2.1. Un habitat essentiellement rural*

Les habitats les plus fréquemment mis au jour lors de fouilles concernant le second âge du Fer sont les habitats ruraux<sup>44</sup>. Ces fermes<sup>45</sup>, présentes sur l'intégralité du territoire celte, se présentent généralement sous la forme d'enclos fossoyés dont la superficie ne dépasse que très rarement l'hectare. A l'intérieur de ces enclos se trouvent des bâtiments marqués par la présence de trous de poteaux. Si souvent les plans originaux de ces édifices ne sont pas perceptibles du fait de perturbations ou encore de reconstructions successives, le plan standard comprend au moins un bâtiment lié à l'habitat et des structures de stockage. Ces dernières peuvent être des greniers, des silos ou encore les deux réunis. S'il n'est pas rare que ces fermes comprennent plus d'un bâtiment, l'identification fonctionnelle de chaque édifice n'est pas toujours assurée à cause de la fréquente absence de sols conservés.

Ces habitats ruraux ont des durées d'occupation variées, mais il est fréquent qu'ils soient occupés pendant plusieurs siècles, parfois avec des réaménagements successifs d'ampleur comme c'est le cas à Paule, Saint-Symphorien (244 à 249) où le statut de l'espace enclos semble évoluer au cours du temps avec une monumentalisation de l'entrée et un agrandissement de l'espace occupé<sup>46</sup>. Ces fermes peuvent se trouver isolées de tout autre habitat, mais il arrive que des secteurs soient densément occupés, comme dans la périphérie de Caen. De nombreuses fouilles effectuées dans cette région ont montré l'existence d'une grande quantité d'établissements ruraux formant un ensemble organisé notamment autour de voies<sup>47</sup>.

---

<sup>44</sup> Lehoërf 2016, p. 483-486.

<sup>45</sup> Ces sites sont souvent caractérisés par la présence d'enclos, de quelques bâtiments et de structures de stockage. L'appellation de ferme y est donnée par défaut, mais la reconnaissance de travaux spécialisés (dont la forge) peut amener à en revoir la fonction et donc la dénomination (Malrain *et al.* 2007).

<sup>46</sup> Menez 2009.

<sup>47</sup> Van den Bosche *et al.* 2010, p. 64, Besnard-Vauterin *et al.* 2016, p. 172, Besnard-Vauterin *et al.* 2015, p. 142-145.

La destination de ces habitats est avant tout agro-pastorale. Ceci est nettement marqué par la présence récurrente de silos et de structures à quatre poteaux porteurs identifiés comme greniers. Les cultures sont orientées autour du blé, de l'épeautre, de l'orge ; de légumineuses comme les lentilles ou les pois ou encore d'oléagineux tels que le lin ou le pavot<sup>48</sup>. Généralement les lieux de pacage comme les étables sont plus difficiles à mettre en évidence sur des sites où il ne reste généralement pas les sols d'occupation. Toutefois, l'étude des ossements mis au jour sur ces gisements met en avant un élevage très nettement dominé par la triade bovins, porcins, ovins/caprins<sup>49</sup>. La continuité de la transformation de cette matière première est attestée à la fois par des traces de boucherie observables sur les ossements, ainsi que par la mise au jour de fragments de meules. Outre ces éléments, des vestiges en relation avec des activités autres que nourricières se retrouvent très fréquemment dans les habitats ruraux. Le tissage est récurrent dans les fermes, où il est décelable par le biais de la découverte de pesons de métiers à tisser. Le travail des métaux est également courant sur les sites ruraux. Les traces de travail du fer sont les plus répandues, mais celui des alliages cuivreux est également attesté. Enfin, d'autres activités sont plus relatives à une position géographique particulière. Pour toute la côte ouest, le travail du sel est documenté à de nombreuses reprises, certains habitats en ayant probablement fait une spécialité<sup>50</sup>. Il faut probablement ajouter à cela la coupe et le stockage du bois, ce dernier servant de combustible, mais aussi à la construction ou à la fabrication d'objets.

La présence de ces activités productives ainsi que leur importance (même si cette dernière est difficilement quantifiable) permettent de distinguer plusieurs niveaux de statut de ces habitats ruraux. Ainsi, une étude récente effectuée sur les habitats ruraux de la plaine de Caen permet de différencier ces sites des autres habitats ruraux de la région<sup>51</sup>. En effet, dans ce cas, la récurrence des activités productives (autres que nourricières) et l'abondance de mobilier mis au jour sur ces sites permet de conclure à l'existence d'habitats « aisés », mais dont le niveau de richesse n'arrive pas à celui des résidences dites aristocratiques.

---

<sup>48</sup> Pour un bilan des connaissances sur les cultures à l'âge du Fer à l'échelle de la France voir Zech-Matterne *et al.* 2009.

<sup>49</sup> Méniel 1987, p. 6.

<sup>50</sup> Carpentier *et al.* 2006 pour un point sur la production saunière le long de la façade atlantique française.

<sup>51</sup> Lepaumier *et al.* 2015.



Si les fermes, plus ou moins isolés, sont le mode d'habitat le plus répandu au second âge du Fer, les textes et l'archéologie permettent également de documenter deux formes d'habitat groupé : les uns ouverts, les autres fortifiés.

#### 1.1.3.1.2.2. Les habitats groupés ouverts

Les grands habitats groupés ouverts sont installés en plaine, généralement à un carrefour de voies de communication ou encore sur les limites probables de *civitates* gauloises. Ordinairement ces sites couvrent une surface de plusieurs hectares<sup>52</sup>. Contrairement aux habitats groupés de la fin du premier âge du Fer, ils ne possèdent pas de fortifications, rendant leur mise en évidence par l'archéologie plus délicate que celle des résidences princières. Lors des fouilles, ces sites se sont rapidement caractérisés par l'omniprésence de l'artisanat comme à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (Gironde)<sup>53</sup> (433 à 437), à Acy-Romance (Ardennes) ou encore à Levroux (Indre).

Si l'appellation de « ville » a été discutée pour ces habitats groupés<sup>54</sup>, il ne fait aucun doute que de nombreuses personnes occupaient les lieux. C'est ce qu'atteste la découverte de grandes quantités de vestiges d'édifices domestiques sur ces sites. Pour prendre l'exemple de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, sur une surface de fouille longue mais très étroite (seulement 10 m de largeur), cinq bâtiments reconnaissables ont été identifiés et d'autres vestiges permettent de supposer l'existence d'au moins quatre autres édifices. Dans plusieurs

---

<sup>52</sup> Par exemple 10 ha à Poncins et à Feurs (Loire) (Collis *et al.* 2000, p. 73) ou 20 ha à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (Gironde) (Sireix 2013, p. 103).

<sup>53</sup> Sireix (dir.) 2012.

<sup>54</sup> La notion de ville est très difficile à définir. En se fondant sur l'entrée « ville » écrite par Chr. Lamarre dans Topalov *et al.* (dir.) 2010, il est indubitable que la définition a évolué au cours des quatre derniers siècles et qu'elle est difficile à fixer tellement les cas de figure varient. Les définitions les plus anciennes mettent en avant la présence d'un plan présentant des rues une enceinte, tandis que les définitions plus récentes se concentrent sur la présence de nombreuses personnes et la prédominance d'activités manufacturières ou de service. Ainsi, en fonction de la définition prise, les agglomérations artisanales ouvertes peuvent ou non être considérées comme des villes. Le problème est assez épineux pour qu'en 1980 Chr. Goudineau n'arrive pas à se résoudre à parler de ville en désignant les *oppida*, et ce après même avoir fait une liste de toutes les caractéristiques urbaines présentes sur ces sites (Goudineau et Kruta 1980, conclusion signée de Chr. Goudineau). Plus récemment, R. Bedon (Bedon 1999, p. 52-53) assimile les *oppida* à des villes, à partir des mêmes critères, en ajoutant que César en qualifie certaines d'*urbs*. Dans le cas des *oppida*, la dénomination de « villes » ne semble donc pas abusive. En ce qui concerne les agglomérations ouvertes le critère économique, manufacturier semble prédominant. Si à lui seul il n'est pas décisif, il rompt cependant nettement avec les campagnes où l'essentiel de la production est agricole, faisant ainsi de ces lieux des espaces différents des zones rurales. En cela il semble concevable de qualifier ces regroupements humains importants de « villes ».

cas il a été démontré que ces bâtiments (de durée de vie relativement faible, de l'ordre de 25 à 50 ans) étaient construits le long d'une voie qui semble structurer l'espace.

#### 1.1.3.1.2.3. *Les oppida*

L'habitat le plus emblématique du second âge du Fer est l'*oppidum*. Ce type de site, mentionné par César dans *La Guerre des Gaules*, est un habitat groupé, fortifié et dont la surface est très importante, souvent de plusieurs dizaines d'hectares. La facilité que les archéologues ont pour repérer les *oppida* grâce à leurs remparts, ainsi qu'une importante tradition de recherche remontant aux premières études sur les Gaulois<sup>55</sup>, ont fait des *oppida* un des sujets privilégiés de la recherche<sup>56</sup>. De plus, la présence d'*oppida* dans l'ensemble de l'Europe tempérée a permis une émulation entre de nombreux chercheurs européens travaillant sur la période celtique. Les *oppida* peuvent être définis en prenant en compte plusieurs caractéristiques<sup>57</sup> : il s'agit de sites de hauteur ou de plaine dont le rempart, composé d'un parement, d'un poutrage et d'une rampe d'accès est à tendance rectiligne (il ne tient pas compte du relief) et ceint une surface importante, de l'ordre de plusieurs dizaines à centaines d'hectares et dont la datation est comprise dans les deux premiers siècles avant notre ère. Tous ces critères ne sont pas nécessairement pris en compte lors de l'identification des *oppida*, en particulier quand la surface des fouilles est réduite et ne permet pas de vérifier tous ces points<sup>58</sup>.

Les *oppida* sont de véritables villes avec un plan souvent prévu dès la conception. Elles sont organisées en quartiers avec de grandes rues, des places et des bâtiments imposants, très probablement publics. Ces espaces sont des centres à la fois politiques, religieux et économiques. Si les deux premiers aspects sont plutôt perceptibles par les textes, l'artisanat, lui, est bien visible dans le registre archéologique. C'est par exemple le cas à Bibracte (Côte d'Or) où le quartier artisanal de la Côme Chaudron, partiellement dédié à l'artisanat dont celui

---

<sup>55</sup> En particulier l'impulsion donnée par Napoléon III au XIX<sup>ème</sup> s., période pendant laquelle des sites majeurs comme Bibracte, Gergovie ou Alésia ont été identifiés.

<sup>56</sup> Sur le sujet voir entre autres : Fichtl 2005, Buchsenschutz 2000 et plus généralement Guichard *et al.* (dir.) 2000.

<sup>57</sup> Dehn 1962, p. 331 repris par Fichtl 2005, p. 18-19.

<sup>58</sup> Colin 1998, p. 16-17.

du fer et des alliages cuivreux, a été identifié dès les fouilles de Bulliot au XIX<sup>ème</sup> s. et confirmé par les recherches plus récentes<sup>59</sup>.



Figure 3 : Polygones de Thiessen sur la carte des civitates gallo-romaines (d'après Fichtl 2004, p. 42).

Du fait de la complexité de l'organisation de ces habitats et de la place qu'ils prennent dans le texte de César, où ils sont souvent cités comme étant des lieux de prise de décision ou

<sup>59</sup> Guillaumet et Labaune 2011.

de repli de dernier recours, les *oppida* sont fréquemment associés aux chefs-lieux de cités au sens méditerranéen du terme : une ville contrôlant un territoire directement sous son influence et l'approvisionnant en matière première. Or, à cause de l'extension des *civitates* gauloises telles qu'elles sont retranscrites dans les textes antiques, il semble impossible qu'elles aient strictement la même fonction. Des études récentes démontrent que les *oppida* ne sont pas directement liés à la *civitas*, mais plutôt aux *pagi*<sup>60</sup>. C'est en particulier le cas pour le centre et l'est de la Gaule où la méthode des polygones de Thiessen donne une bonne corrélation entre *oppida* et centre supposé des *pagi* (Figure 3). Par contre les résultats sont moins évidents sur la façade atlantique où les sites majeurs forment un maillage de densité très variable en fonction des régions. Ceci peut s'expliquer par une organisation différente au niveau des *pagi* ou des *civitates* ou encore à une très forte variabilité de la taille des *pagi* dans cette zone.

En ce qui concerne la péninsule Ibérique, le phénomène des *oppida*, ou tout du moins l'existence d'habitats fortifiés de hauteur, est plus ancien que dans le reste du monde celtique<sup>61</sup> où il se produit au II<sup>ème</sup> s. a.C., au début de la période identifiée au deuxième âge du Fer. Il est possible qu'au moins une partie des sites précoces identifiés à des *oppida* soient issus d'un élargissement de la définition des *oppida*.

#### 1.1.3.1.2.4. Les sanctuaires

Le cas des sanctuaires est assez particulier dans l'Europe celtique. Ces derniers voient le jour à partir du III<sup>ème</sup> s. a.C., particulièrement dans la moitié nord de la France où une soixantaine de lieux de culte sont recensés, particulièrement en Picardie<sup>62</sup>. Pour le second âge du Fer, les sanctuaires sont les premiers lieux communautaires attestés dans lesquels une grande quantité de personnes pouvait se rassembler. En comparaison avec la création de cités grecques, il est possible que la fondation des sanctuaires celtes soit à l'origine de la création des *civitates*. D'ailleurs dans le nord-ouest de la France, leur zone de concentration la plus importante à l'heure actuelle, ils conservent une présence prépondérante par rapport à celle des *oppida*. Il est probable que dans cette région les sanctuaires aient eu un rôle de premier

---

<sup>60</sup> Fichtl 2012, p. 84-93.

<sup>61</sup> Torres Martinez 2011, p. 264.

<sup>62</sup> Brunaux 2000, p. 11-12.

plan, dès l'arrivée des peuples belges, et qu'ils l'aient conservé jusqu'à la fin de la Protohistoire malgré la fondation d'*oppida*. Les sanctuaires peuvent avoir joué le rôle de limites entre différentes *civitates* ou des *pagi* au sein de ces *civitates*<sup>63</sup>.

#### 1.1.3.1.2.5. L'Aquitaine et l'Espagne : un autre modèle ?

Dans leurs écrits respectifs, Strabon (*Géographie* 4.1.1. et 4.2.1.) et César (*Guerre des Gaules* 1.1.) mentionnent la particularité des Aquitains par rapport aux autres Celtes ; ils ne partageraient pas la même langue, ni les coutumes des autres peuples de la Gaule. De nombreux travaux se sont penchés sur cette distinction et n'y a pas lieu de reprendre ce débat ici<sup>64</sup>. Il est toutefois utile d'en rappeler les conclusions récentes. A l'heure actuelle, l'avis dominant est celui de l'existence d'une différence culturelle entre les Aquitains et les Celtes. Cette distinction passe tout d'abord par l'onomastique pour laquelle une différence peut être faite entre les habitants des rives de la Garonne et ceux des Pyrénées<sup>65</sup>. Ce phénomène s'observe également à travers le mobilier archéologique dont l'augmentation numérique au cours du temps renforce la valeur statistique et donc la fiabilité. Tout d'abord, l'originalité de la partie sud-ouest de la France à l'époque protohistorique se reconnaît au niveau de la structuration de l'espace. Peu d'*oppida* sont reconnus dans le sud-ouest de la France, les seuls étant ceux de l'Ermitage (Agen, Lot-et-Garonne), La Sioutat (Gers) et de Sos (Lot-et-Garonne), tous situés en marge de l'Aquitaine césarienne. Le peuplement semble plutôt se faire dans des sites ruraux d'ampleur plus faible. Encore plus probant, le répertoire céramique d'Aquitaine est plus limité que celui du reste de la Gaule et comprend une plus forte proportion de vases non tournés et peu, voire aucune, importation méditerranéenne. Certes, cela ne signifie pas que la région était isolée et qu'aucun contact n'était noué avec les voisins. D'ailleurs, les corpus céramiques sont perméables et de nombreux vases se retrouvent en Aquitaine et en Gaule « celtique » tels les gobelets et les bols dont les formes ne varient que très peu entre les sites situés en Aquitaine et sur ses marges<sup>66</sup>.

---

<sup>63</sup> Fichtl 2004, p. 66-69.

<sup>64</sup> Pour un résumé historiographique complet sur la question voir Bouchain 2013, en particulier p. 11-59.

<sup>65</sup> Gorrochategui 1984, p. 55-56. De même, l'Aquitaine semble recevoir une influence ibère, visible dans la toponymie. Toutefois l'Aquitaine conserve une particularité dans la toponymie représentée, en particulier, par un foyer de nom en *-ates* uniquement retrouvés entre Garonne, Atlantique et Pyrénées (Gorrochategui 2013).

<sup>66</sup> Bouchain 2013, p. 141.

L'ouverture de l'Aquitaine vers ses voisins directs est d'ailleurs bien marquée par des relations très étroites avec la péninsule ibérique et en particulier avec les zones nord et nord-ouest. Par exemple, des troupes cantabres ont été envoyées en renfort en Aquitaine lors du conflit contre Crassus en 56 a.C.<sup>67</sup>. De même, le soulèvement des Aquitains se fait en 29 a.C., année même du début de la campagne d'Auguste pour soumettre les Cantabres et les Astures. Ces liens militaires semblent solides, mais il est difficile de savoir sur quelles bases ils reposent. En effet si les toponymes ibères sont assez courants en Aquitaine, ce qui sous-entend une langue proche et des contacts fréquents, les antroponymes ibères en Aquitaine sont très rares<sup>68</sup>. Ceci va à l'encontre des observations précédentes démontrant plutôt une homogénéité culturelle de part et d'autre des Pyrénées.

Au nord-ouest de la péninsule Ibérique, l'habitat le mieux documenté est le *castro*, site de hauteur fortifié de taille modeste (généralement 2 à 10 ha) hérité de la fin du premier âge du Fer<sup>69</sup>. Quelques *oppida* sont attestées dans la Cantabrie antique. C'est par exemple le cas de Monte Bernorio (Aguilar de Campoo), site d'environ 28 ha, exceptionnel pour la région. Encore une fois, l'association de ces peuples à des Celtes suggère des modes de vie similaires et donc une organisation du sol semblable. Les plaines fluviales, particulièrement en Galice et en Asturies, ont certainement accueilli de nombreux habitats ruraux. Toutefois, la reconnaissance de sites ceints de murailles étant plus aisée que celle d'établissements n'ayant laissé que des structures en creux, les sites de plaine non fortifiés sont encore mal connus. Cependant, le maillage dense des sites identifiés et la pérennité de leur occupation au long de l'âge du Fer, attestent de leur place centrale dans l'occupation du territoire du nord-ouest péninsulaire.

### **1.1.3.2. La conquête romaine**

#### **1.1.3.2.1. Une conquête décalée**

---

<sup>67</sup> César, *B. G.* 3.26.

<sup>68</sup> Bouchain 2013, p. 160.

<sup>69</sup> Peralta Labrador 2000, p. 52.

La conquête des Gaules par César commence à la suite de la demande d'aide formulée par les Eduens pour se prémunir de l'arrivée des Helvètes ayant entamés une migration massive vers la côte santone. En 58 a.C. le général romain intervient et résout le conflit. Toutefois, celui-ci reste en Gaule et, au gré des soulèvements et de ses alliances politiques, il lutte pendant six ans pour la conquérir. Il se rend d'abord au Nord, et entre 57 et 56 a.C., conquiert la Gaule Belgique et l'Armorique. Egalement en 56, César délègue l'occupation du Sud-Ouest à son lieutenant Crassus<sup>70</sup>. Dans cette région les Vocates et les Tarusates font appel à des alliés venant d'outre-Pyrénées pour s'opposer aux Romains. Malgré cette alliance les armées de Crassus gagnent le combat. L'Aquitaine est donc soumise relativement vite, en 56 a.C., deux ans après le début de l'intervention romaine. Seuls les Pictons, les Cadurques et les Lémovices suivront Vercingétorix dans son soulèvement. En 52 a.C. la conquête de la Gaule est terminée. Certaines des cités ayant aidé le conquérant reçoivent des privilèges comme l'obtention d'une exonération fiscale (Bituriges, Arvernes et Santon par exemple).

Il n'en va pas de même avec le nord-ouest de la péninsule Ibérique où la conquête a été très étendue dans le temps et largement décalée par rapport à celle de la Gaule<sup>71</sup>. Une première phase, entre 140 et 137 a.C. ne concerne le nord-ouest péninsulaire qu'indirectement. Il s'agit de la guerre menée par Q. Servilius Caepio contre les Lusitaniens, et en particulier leur meneur Viriate. Dans le cadre de cette offensive, les Romains sont allés au nord de la Lusitanie et sont passés chez les *Callaeci*, contre qui ils ont mené des combats. Cela n'a pas conduit à l'annexion du territoire, mais à une meilleure connaissance des populations locales et de la richesse minière du sous-sol. Ce schéma se reconduit dans le courant du I<sup>er</sup> s. a.C. où de nouveaux combats entre Rome et les Lusitaniens servent d'appui à des interventions prospectives en Galice. Les contacts se font plus importants à partir de 68 a.C. avec les guerres en Lusitanie, et en 61 a.C. quand César devient gouverneur d'*Hispania Citerior*<sup>72</sup>. Il conquiert également la Galice à ce moment. Par la suite la mention de six triomphes démontre une activité militaire constante entre 36 et 26 a.C. sans que les détails de ces campagnes ne soient connus. Une partie de ces dernières semble d'ailleurs s'inscrire dans les guerres asturo-cantabres de 29 - 19 a.C. La conquête définitive de ce territoire, îlot barbare aux confins du monde – et de l'Empire – se fera tout d'abord avec l'intervention personnelle

---

<sup>70</sup> Bouet 2015, p. 15.

<sup>71</sup> Pour le déroulement des opérations dans le nord-ouest péninsulaire voir Tranoy 1981, p. 125-144.

<sup>72</sup> Fernández Uriel 2007, p. 47.

d'Auguste en 26-25 a.C., mais ne se finira qu'en 19 a.C.<sup>73</sup>. Cette conquête devait assurer au *princeps* la gloire d'avoir fini de pacifier la région ainsi que d'importantes retombées financières avec l'intégration à l'Empire naissant d'une région au sous-sol extrêmement riche en minerais divers – entre autres l'or et le fer<sup>74</sup>.

L'intégration à l'Empire ne s'est pas passée sans mal et des soulèvements montrent une insatisfaction des populations. C'est en particulier le cas en Aquitaine en 28-27 a.C. où les légions doivent intervenir pour arrêter la rébellion<sup>75</sup>. Après une période de calme d'une cinquantaine d'années, une nouvelle insurrection voit le jour, en Gaule, chez les Andécaves et les Turons en 21 p.C.<sup>76</sup>. Après la fin de ces agitations, rien ne viendra troubler la paix romaine dans sa partie la plus occidentale.

La Gaule est soumise à Rome avant le milieu du I<sup>er</sup> s. a.C., tandis que le nord-ouest de la péninsule Ibérique n'est intégré à l'empire que plus tardivement, en 19 a.C. Le décalage de la conquête entre ces deux espaces peut permettre d'observer à quelle vitesse les mœurs romaines ont été adoptées dans ces lieux. Cela crée également des points de comparaisons entre deux espaces ayant, à un moment, des allégeances différentes. Il est alors possible de vérifier s'il existe une influence des dirigeants d'une région sur le travail du fer.

#### 1.1.3.2.2. Une réorganisation politique et sociale forte mais progressive

Autour de 16-13 a.C. la *Gallia Comata* est transformée en trois provinces (Aquitaine, Lyonnaise et Belgique). Cette mesure concrétise administrativement une volonté d'intégrer le territoire conquis à l'Empire. Ce mouvement est vu d'un œil favorable par un certain nombre d'élites locales qui en profitent pour conforter leur position. En effet, dès le début de cette réorganisation, Rome s'appuie largement sur ces élites pour asseoir son pouvoir, mais également diffuser son idéologie politique, religieuse et sociale. Ainsi, sauf mesure punitives, récompenses ou regroupement de peuples dont les territoires sont de dimensions réduites, les

---

<sup>73</sup> González Echegaray 1999, p. 147.

<sup>74</sup> Rodà 2007, p. 56-57.

<sup>75</sup> Bost *et al.* 2005, p. 20.

<sup>76</sup> Fait brièvement évoqué par Tacite : *Ann.* 3.41.



*civitates* préexistantes ne fluctuent que peu après la conquête. De plus, les dirigeants de ces territoires sont laissés en place dans la majorité des cas, seules leurs fonctions se sont romanisées.

Cette réorganisation politique passe également par des changements territoriaux majeurs. La volonté d'implanter une organisation romaine sur le territoire conduit à la fondation de nombreuses villes<sup>77</sup> et à des remaniements profonds dans l'organisation de certaines autres<sup>78</sup>. Même si dans ses grandes lignes l'organisation générale ne change que peu (un chef-lieu centre politique d'une *civitas* avec des agglomérations secondaires et un semi d'habitats ruraux) des modifications importantes sont observées sur la forme du peuplement, et donc peut-être des façons de vivre et de faire.

#### 1.1.3.2.3. Les chefs-lieux, centres du pouvoir et carrefours de la diffusion de l'idéologie romaine

Une des premières mesures prises par les Romains a été l'édification de nouveaux points centraux pour chaque *civitas*. Ces chefs-lieux sont à la fois le centre du pouvoir politique et le siège des magistrats rendant des comptes au gouverneur et donc à Rome, et à la fois des espaces privilégiés de commerce. Ainsi, ce sont les lieux de vie des élites favorables au nouvel ordre et donc un espace de diffusion majeur des nouveaux canons idéologiques, sociaux et architecturaux<sup>79</sup>. Ceci est extrêmement visible avec la réorganisation de villes préexistantes ou encore avec la création de nouvelles cités selon des normes romaines (Bibracte/Autun). L'élément le plus aisément mis en évidence par l'archéologie est l'agrandissement de ces agglomérations et l'utilisation de la pierre remplaçant une architecture traditionnellement en bois. Enfin, l'organisation interne des villes est également

---

<sup>77</sup> Le cas le plus emblématique de ces fondations nouvelles reste la fondation d'Autun, remplaçant l'*oppidum* de Bibracte (Saône et Loire, France). Sur ce point voir dernièrement Labaune et Kasprzyk 2015.

<sup>78</sup> C'est par exemple le cas de Bordeaux où la transition entre la ville protohistorique et sa transformation augusto-tibérienne est de mieux en mieux connue. Elle s'accompagne, entre autres, d'un grand nivellement général par apport de remblais et de la mise en place d'axes de circulation ortho-normés : Maurin *et al.* 2015, p. 58 et 64-66).

<sup>79</sup> Sur les nombreuses questions sur ces villes, leur origine et leur développement se référer à Villes 1992 et Reddé et Van Andringa (dir.) 2015 pour un point prenant en compte les dernières découvertes.

structurée sur un réseau viaire orthonormé, particulièrement visible dans les nouvelles fondations et les restructurations<sup>80</sup>.

L'architecture publique est la plus visible, et donc celle qui a été le plus étudiée, dans l'espace urbain. Des *fora* sont construits pour la tenue des assemblées, la vie politique et publique de la cité. Dans le modèle idéal, ils sont accompagnés de basiliques et de curies. A cela s'ajoutent la création d'aqueducs permettant l'alimentation de fontaines et de thermes. Ces divers bâtiments, caractéristiques de la culture à la romaine, forment une parure monumentale importante dans les villes qui en sont dotées. De plus, ces ensembles imposants, financés par l'évergétisme des notables et utilisant de grandes quantités de matériaux (dont du fer), renforcent le pouvoir de ces derniers et les inscrivent dans une démarche d'intégration forte au système impérial tout en étant des outils d'acculturation pour le reste de la population. Ce modèle « classique » de modification de l'urbanisation et d'insertion progressive, d'éléments typiquement romains dans des agglomérations provinciales n'est toutefois pas suivi partout. En l'état actuel de la recherche, l'archéologie démontre que le sud de l'Aquitaine et le nord de l'Espagne échappent partiellement à cette vague de monumentalisation<sup>81</sup>. Ces régions se démarquent par une faible proportion de grands édifices publics alors que de nombreux chefs-lieux de cités s'y trouvent.

L'architecture publique n'est pas la seule à bénéficier de nouveaux apports avec la conquête. A partir du changement d'ère, parfois un peu avant, l'architecture privée connaît un nouveau dynamisme. Ce dernier suit à peu près les mêmes schémas que pour les édifices publics en s'inspirant des demeures des notables italiques. Les plans de ces édifices sont directement inspirés de ceux des *domus* romaines : de nombreuses pièces sont distribuées autour d'un péristyle enfermant dans certains cas un bassin. Ces habitations atteignent parfois des surfaces considérables<sup>82</sup> et sont richement décorées que ce soit avec du marbre ou des peintures murales.

---

<sup>80</sup> Comme à Bordeaux avec le grand réaménagement de la ville autour du changement d'ère (Barraud *et al.* 2009, p. 21-27).

<sup>81</sup> Bost et Fabre 2016, p. 242.

<sup>82</sup> Jusqu'à 2500 m<sup>2</sup> pour une demeure de l'époque flavienne partiellement mise au jour sur les chantiers de Saintes, Ma Maison et Saintes, Ecole Emile Combes (409 et 406) (Bouet 2015, p. 41).

#### 1.1.3.2.4. Un nouveau réseau routier

Les chefs-lieux sont reliés entre eux par un réseau routier d'ampleur dont la mise en place est à dater du dernier quart du I<sup>er</sup> s. a.C. Par exemple, Strabon mentionne qu'Agrippa a fait de Lyon le point de départ de nombreuses routes sillonnant toute la Gaule<sup>83</sup>. Si une partie de ces axes semblent reprendre des tracés antérieurs, les modes de mise en œuvre sont différents et une partie de ces nouveaux tracés sont attestés par l'archéologie<sup>84</sup>. La présence de ces routes permet de dynamiser certaines régions, comme celle d'Autun et de faciliter les déplacements. Un réseau routier se forme suivant des axes nord/sud et est/ouest. Les premiers permettent de relier l'Italie au nord de la Gaule et au Rhin. Ces voies passant par des cités importantes comme Lyon, Metz ou encore Paris ont participé au dynamisme de ces villes. Une partie de ce réseau donne également accès à la façade ouest, en particulier la voie passant par Paris, Beauvais, Amiens et Boulogne ou encore Lens, Reims, Arras, Thérouanne et Boulogne pour la Manche ; la via Agrippa, de Lyon à Saintes, en passant par Clermont-Ferrand et Limoges donne quant à elle accès à l'Atlantique. Ces quelques exemples sont les plus emblématiques et les mieux connus, mais il ne fait aucun doute que ce réseau s'appuyait sur un maillage de voies de communications dense, reliant de nombreux sites entre eux et préexistant à l'arrivée des Romains<sup>85</sup>.

#### 1.1.3.2.5. Les agglomérations secondaires, essaimage dynamique

Si les voies publiques reliant des chefs-lieux entre eux ont participé au dynamisme de ces derniers et ont favorisé les déplacements dans l'Empire, elles sont également à l'origine de la création et de la prospérité de plusieurs agglomérations secondaires édifiées sur leur tracé. Tout comme pour la période protohistorique, les agglomérations secondaires antiques sont des sites de taille moins importante que les chefs-lieux et ont une parure monumentale beaucoup plus réduite. Souvent, elles ont une vocation artisanale prononcée, comme à Levroux (Indre)<sup>86</sup>. Il n'existe pas de règle quant à l'origine de ces sites. Certaines des agglomérations secondaires très dynamiques à la fin de l'âge du Fer périclitent au début de

---

<sup>83</sup> Strabon, *Géographie*, IV, 6, 11.

<sup>84</sup> Kasprzyk et Nouvel 2011, p. 30 pour un exemple chez les Eduens.

<sup>85</sup> Kasprzyk et Nouvel 2011, p. 21.

<sup>86</sup> Buchsenschutz *et al.* 2000, p. 308-310.

l'Empire comme Moullets-et-Villemartin, Lacoste<sup>87</sup>. D'autres au contraire voient leur activité perdurer et même se développer. C'est le cas de Montans (Tarn) dont l'activité potière est connue avant et après la conquête. Enfin, une part importante de ces agglomérations ont été créées *ex nihilo* entre la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. a.C. et la première moitié du I<sup>er</sup> s. p.C.<sup>88</sup>.

Les agglomérations secondaires sont difficiles à décrire tant leurs morphologies, leurs dimensions et leurs activités sont différentes d'un cas à l'autre. La surface de ces sites peut varier entre 1 et 100 ha en Aquitaine<sup>89</sup>. Les raisons du dynamisme de ces villes sont nombreuses. Parmi les plus connues se trouvent l'artisanat, en particulier céramique, l'activité portuaire (commerce ou pêche), et la présence de relais routiers ou d'étapes de parcours. Il est probable que l'exploitation du sol (mine ou agriculture) ait joué un rôle dans l'implantation humaine de certaines régions. L'existence de sources ou de sanctuaires semble également avoir favorisé l'essor de certaines agglomérations.

Certaines agglomérations secondaires sont dotées d'une parure monumentale incomplète (absence de forum) mais parfois spectaculaire. Le site de Barzan, Le Moulin du Fâ (377-378) en est un bon exemple ; il possède un lieu de culte ainsi qu'un théâtre. Toutefois, à l'inverse des chefs-lieux, les agglomérations secondaires ne sont pas dotées d'un réseau viaire orthonormé. Le phénomène est similaire en péninsule Ibérique, si ce n'est qu'on note un décalage temporel du fait de la date de conquête romaine plus tardive. Les changements visibles sont opérés à la fin de la période augusto-tibérienne et principalement à partir de Claude. De même toutes les zones de la région ne voient pas l'influence romaine s'implanter à la même vitesse. La zone sud semble avoir bénéficié en premier de nouveaux aménagements, tandis que leur réalisation au nord, le long de la côte, est plus tardive<sup>90</sup>.

#### 1.1.3.2.6. Les habitats ruraux, entre lieux de production et espaces ostentatoires

La conquête romaine n'amène pas de changements immédiats dans l'occupation du sol en milieu rural. En effet, une très grande partie des fermes existantes avant la conquête

---

<sup>87</sup> Sireix (dir.) 2012.

<sup>88</sup> Bouet et Tassaux 2005, p. 271.

<sup>89</sup> Bouet 2015, p. 43.

<sup>90</sup> Fernández Ochoa et Morillo Cerdán 2005, p. 164.

continuent à être exploitées jusqu'au changement d'ère et conservent d'ailleurs leur allure protohistorique avec des bâtiments en bois et en torchis inclus dans un espace enclos par des fossés. Cette forme d'habitat rural perdure d'ailleurs durant les deux premiers siècles de notre ère en connaissant toutefois quelques évolutions, en particulier avec la mise en place de solins de pierres pour assoir les murs des bâtiments<sup>91</sup>.

Comme dans les villes, le réel changement à mettre au crédit de la domination romaine concerne les habitats des élites. En effet, les riches propriétaires terriens se font construire des *villae* à l'instar de celles existant déjà dans le reste de l'Empire. Ces bâtiments constitués de plusieurs corps atteignent des tailles considérables. Ils sont à la fois composés d'une zone d'habitat, la *pars urbana* et d'une zone dédiée aux travaux agricole, la *pars rustica*. La *pars urbana* reflète la puissance du propriétaire, elle est construite en pierre et richement décorée de marbre, peintures et mosaïques. Ces *villae* contrôlent des domaines de taille importante et ont une influence grandissante au cours du temps – influence allant jusqu'à modifier les schémas d'occupation du sol.

Les premières installations de *villae* sont à dater de la fin du règne d'Auguste, mais la plus grande partie de ces dernières sont construites à partir de la fin du I<sup>er</sup> ou du début du II<sup>ème</sup> s. p.C. Leur apogée, aux II<sup>ème</sup> et III<sup>ème</sup> s. p.C. est une période pendant laquelle la profusion d'habitats ruraux possédant d'importants domaines modifie les façons de travailler le sol. Il semble en effet que les petits propriétaires terriens se fassent de plus en plus rares et que les fermiers délaissent leurs terres pour exploiter celle des *villae* voisines. Par exemple, au II<sup>ème</sup> et III<sup>ème</sup> s. p.C. les habitats ruraux en bois dans le Berry se raréfient puis disparaissent<sup>92</sup>.

#### 1.1.3.2.7. Les lieux de culte

Pour la période romaine des changements architecturaux impressionnants sont visibles par rapport à la période précédente. Les édifices de culte se monumentalisent et l'utilisation généralisée de la pierre dans la construction permet de retrouver des traces archéologiques bien visibles de ces bâtiments. Ils se trouvent dans de nombreux cas superposés aux

---

<sup>91</sup> Laüt *et al.* 2005, p. 334.

<sup>92</sup> Bouet 2015, p. 62.

sanctuaires gaulois, mais des créations *ex nihilo* sont également attestées<sup>93</sup>. Des vestiges artisanaux sont parfois associés à ces lieux de culte, témoignant de la présence d'ateliers proches, en particulier liés au travail du métal<sup>94</sup>.

## 1.2. Présentation des processus techniques liés à la métallurgie du fer

Le fer est un des matériaux les plus présents sur Terre (environ 5 %). Toutefois, dans la nature le fer natif, déjà sous forme métallique, est très rare. Le fer se trouve presque exclusivement sous forme sulfurée (pyrite) ou oxydée (sidérite, magnétite, hématite, goethite)<sup>95</sup>. A partir du moment où ces roches sont jugées exploitables, elles sont considérées comme étant des minerais. Il est donc tout à fait possible qu'en fonction de sa teneur en fer ou de sa composition chimique, une même roche ne soit pas jugée exploitable à une période, mais le devienne plus tard, que ce soit à cause de changements techniques ou économiques<sup>96</sup>.

Afin de pouvoir être utilisé en tant qu'objet, le fer doit être extrait sous forme de minerai, puis subir un processus de transformation chimique le faisant passer à l'état métallique et enfin être façonné dans la forme souhaitée. Ce processus est dénommé « chaîne opératoire » et se décompose en plusieurs étapes distinctes nécessitant des structures spécifiques et produisant chacune ses produits et ses déchets particuliers<sup>97</sup>.

### 1.2.1. La localisation des minerais

Etape fondamentale de la sidérurgie, la localisation des ressources minières est pourtant l'étape la moins bien connue de la métallurgie. En effet, elle ne laisse que peu de vestiges et son déroulement reste hypothétique. L'érosion du sédiment encaissant les gîtes de

---

<sup>93</sup> Fauduet 2010, p. 144-148.

<sup>94</sup> Cabuy 1993, p. 26.

<sup>95</sup> Serneels 1998, p. 8-9.

<sup>96</sup> Deroin et Benoit 2008, p. 56.

<sup>97</sup> Pour la description des processus métallurgiques voir en particulier Mangin 2004, ouvrage synthétique et précis sur la métallurgie ancienne du fer.

fer a rendu ces derniers affleurant en certains endroits<sup>98</sup>. Il est probable que ces gisements aient été découverts « à vue », puis testé afin de vérifier la qualité du minerai et enfin exploités si cette dernière était jugée satisfaisante.

### 1.2.2. L'extraction

Une fois le minerai repéré, il faut l'extraire. En fonction de l'aspect du gisement cette exploitation peut prendre deux formes : en surface ou souterraine.

Les gîtes ferrifères peu profonds et largement perçus en surface peuvent faire l'objet d'une exploitation à ciel ouvert. Dans ce cas une dépression de la forme du gîte est creusée dans le sol afin d'en sortir la totalité du minerai. Souvent, ces creusements sont concentrés dans une zone ayant un substrat riche en minerai. Des regroupements de plusieurs centaines de ces creusements peuvent former un « champ de minière »<sup>99</sup>. Comme elles sont dépendantes de la taille et de la forme du gîte, les dimensions de ces exploitations sont extrêmement variables. Elles peuvent faire entre quelques mètres et plusieurs dizaines de mètres de diamètre. Certaines présentent également un bourrelet de sédiment sur leur pourtour. Celui-ci est dû aux rejets effectués directement en périphérie du creusement. L'érosion affectant ces vestiges d'exploitation depuis leur création fait qu'ils sont difficilement perceptibles de nos jours car entièrement ou partiellement comblés par l'effondrement de leurs propres parois.

Les gîtes profonds, quant à eux, ont été exploités en galerie ou en puits. A partir d'un repérage de surface ou d'une galerie exploratoire, le filon était suivi par les mineurs, créant ainsi un réseau de galeries parfois complexe. Le creusement de ces réseaux pose plusieurs problèmes dont ceux de la consolidation et de l'exhaure. La consolidation se fait par ajout d'étais dans les galeries afin de les soutenir. L'exhaure se fait par le creusement de galeries dédiées ou encore de caniveaux dans les espaces existants. Elle ne semble pas systématique comme le montre un contrat établi entre un mineur et son employeur en 164 p.C. à

---

<sup>98</sup> Domergue 2008, p. 58.

<sup>99</sup> Entre le VII<sup>ème</sup> et le XI<sup>ème</sup> s. p.C. à Vert-Saint-Denis (Seine-et-Marne), plus de 2500 minières ont été localisées sur une surface de 2 hectares (Daveau et Goustard 2001, p. 83).

Immenosus Maior. Ce dernier contient une clause de non-paiement d'un mineur au cas où une venue d'eau viendrait suspendre le travail<sup>100</sup>. Ceci indique que des problèmes de gestion des eaux devaient se rencontrer assez fréquemment (au moins dans certaines mines) malgré les techniques d'exhaure connues, par exemple dans les mines d'Arditurri (Pays Basque)<sup>101</sup>.

Les galeries de mine peuvent prendre des formes différentes en fonction des stratégies d'exploitation adoptées. En effet, elles peuvent soit suivre le filon dans toute son amplitude et en enlevant un minimum de roche encaissante, soit se faire par galeries bien taillées, aux parois régulières passant au cœur du filon. Il est possible que l'exploitation en galerie existe depuis les premiers travaux sur le fer. En effet, cette technique est connue anciennement pour l'obtention d'autres métaux<sup>102</sup>, il est donc fort probable qu'elle ait été rapidement utilisée pour l'exploitation du fer.

D'un point de vue archéologique, les exploitations en galeries sont complexes à mettre au jour et à fouiller. Outre l'effondrement naturel des parois, les travaux plus récents ont souvent été repris en détruisant les exploitations anciennes, les rendant difficilement identifiables. De plus, la datation de ces vestiges, lorsqu'ils sont retrouvés, n'est pas aisée. En effet, peu de mobilier archéologique se trouve dans ces mines : parfois quelques monnaies et lampes, ainsi que des outils souvent non datant. Néanmoins, dans certains cas, les datations peuvent être données par étude radiocarbone des restes de feux d'abattage ou encore par dendrochronologie sur des éléments en bois conservés.

Toutefois, lorsqu'elles peuvent être fouillées, les mines apportent de nombreuses informations aux archéologues. Des traces des techniques employées pour l'extraction du minerai y ont été décelées : marques de pics permettant de connaître le sens de travail des mineurs, parfois des zones altérées par le feu mettant en évidence l'utilisation de ce dernier pour fragiliser la roche et faciliter son extraction, la présence de rigoles afin de faciliter l'évacuation de l'eau, ou encore des niches creusées dans les parois afin d'y déposer les lampes nécessaires à l'éclairage des travailleurs.

---

<sup>100</sup> CIL III, p. 948, X, repris par Domergue 2008, p. 75-76.

<sup>101</sup> Urteaga 2012a, p. 159-165.

<sup>102</sup> Ambert 1995 ; Fanjul et Maron 2006, p. 119.



Comme tout travail, l'exploitation des mines crée de nombreux rejets qui sont généralement amoncelés près des diverses sorties. En plaine, ces haldes forment des reliefs dans le paysage, tandis que dans les terrains plus accidentés les rejets effectués le long des pentes glissent le long de ces dernières. Les haldes sont composées des stériles, la roche encaissante du filon, mais également des minerais jugés non exploitables car ne contenant pas assez de métal.

### 1.2.3. L'enrichissement du minerai

Avant la transformation chimique du minerai en fer métal, il est possible de modifier artificiellement sa teneur en fer en diminuant la part des autres matériaux<sup>103</sup>. Cette phase de la chaîne opératoire n'est pas obligatoire, mais permet d'augmenter le rendement de la réduction à venir. Pour ce faire, plusieurs techniques peuvent être employées indépendamment les unes des autres ou encore associées entre elles.

La première, également la plus évidente et la plus simple à mettre en œuvre est le tri, à vue, des fragments de minerai les plus riches en fer. Cette activité peut être effectuée par une personne peu formée et sans espace de travail dédié.

La seconde méthode, rejoignant la première, est la séparation, par martelage, des zones les moins riches en fer dans le minerai. Dans ce cas, une zone de frappe et des restes de minerai pauvre peuvent être mis au jour par les archéologues.

La concentration du minerai peut également être augmentée par lavage de ce dernier dans l'eau afin d'enlever la gangue terreuse. Pour ce faire plusieurs techniques de complexités diverses peuvent être employées. Le lavage peut être effectué très simplement dans un cours d'eau ou un bassin. Il est également possible d'utiliser des installations plus complexes mettant en œuvre des espaces artificiels de circulation de l'eau. Des vestiges de tels

---

<sup>103</sup> Leroy *et al.* 2000, p. 43-44.

aménagements ont été découverts dans les mines d'or du Laurion en Grèce<sup>104</sup>. Leur utilisation est présentée dans le *De Re Metallica* d'Agricola. L'investissement nécessaire à la mise en place de ce dernier procédé fait qu'il n'était probablement utilisé que pour traiter les minerais précieux.

Le grillage<sup>105</sup> est une chauffe du minerai effectuée à basse température permettant l'évaporation de l'eau, des sulfures et d'autres éléments pouvant nuire à la réduction. Le grillage, ne demandant que de basses températures, ne nécessite pas l'utilisation de charbon de bois. Il peut être effectué à partir de branchages. Il est donc très intéressant d'effectuer cette étape préalablement à l'enfournement dans un bas fourneau. Un autre avantage de la pratique du grillage est que ce dernier fracture le minerai, facilitant ainsi le concassage et les réactions chimiques. Du fait de la simplicité de sa mise œuvre, cette technique semble avoir été utilisée fréquemment pour la métallurgie du fer. De plus, le grillage laisse des traces tangibles : des zones rubéfiées et des fragments de minerai rougis (pour le fer) formant des niveaux parfois épais et aisément identifiables lors des fouilles.

Enfin, le concassage n'est pas une technique ayant pour objectif d'enrichir le minerai, mais elle augmente tout de même le rendement de la réduction. Le minerai est réduit en fragments de petite taille par martelage, facilitant ainsi les échanges chimiques et donc la réduction dans le bas fourneau. Il est possible de rendre le concassage plus aisé par un grillage préalable fragilisant le minerai. Ce processus peut être attesté archéologiquement par la découverte de fragments de minerai de taille centimétrique ou inférieure (Les Glyorels II, Paimpont, Ille-et-Vilaine)<sup>106</sup>, voire d'un espace de martelage.

#### 1.2.4. La réduction

La réduction est l'étape pendant laquelle le minerai est transformé en métal. Cette opération peut se faire suivant deux techniques : la réduction directe et la réduction indirecte.

---

<sup>104</sup> Conophagos 1980, chapitre III-10.

<sup>105</sup> Le terme de grillage ne devrait être appliqué qu'au traitement des sulfures (Mangin 2004, p. 45), mais pour une question de facilité de langage, il sera ici utilisé pour parler d'une opération de chauffe du minerai ayant pour but d'augmenter artificiellement sa concentration, entre autres par l'évaporation de l'eau qu'il peut contenir.

<sup>106</sup> Vivet 2007a, p. 77-79.

Cette dernière est caractérisée par le passage de l'état solide à l'état liquide du fer. Elle nécessite donc d'atteindre le point de fusion du métal (1538 °C). Cette réaction se déroule dans de grandes structures dénommées hauts fourneaux, utilisés en Europe à partir du XIII<sup>ème</sup> s. p.C.<sup>107</sup>. La réduction directe, quant à elle, s'effectue sans passage à l'état liquide du métal. De ce fait, elle demande des températures de fonctionnement moins élevées. La structure caractéristique de la réduction directe est le bas fourneau dont la forme peut être résumée à une fosse surmontée d'une cheminée. Son fonctionnement est relativement simple : après allumage du feu dans la structure, cette dernière est remplie avec des charges alternées de charbon de bois et de minerai de fer. Au fur et à mesure de la combustion du charbon et de la réduction du fer, la gangue minérale passe à l'état pâteux et tombe au fond de la structure, séparant ainsi la scorie de la masse brute de réduction. Il est alors possible de recharger la cuve avec de nouveaux apports en charbon et en minerai. La circulation de l'air se fait par des orifices de ventilation pratiqués dans la cheminée, souvent appelés tuyères. Il est difficile de savoir si cette ventilation est naturelle (profitant de l'effet de tirage) ou forcée (avec utilisation de soufflets). Avec le procédé direct, seule une partie du métal est réduit correctement, le reste est toujours incorporé à la scorie.

Si le principe de la réduction est toujours le même, il existe des variations dans la forme des bas fourneaux induisant des différences de fonctionnement. Trois grands types de structure de réduction sont généralement mis en avant<sup>108</sup> :

- Le bas fourneau à scorie piégée et utilisation unique correspond à la forme la plus simple du système précédemment décrit. La cuve est creusée dans le sol et la cheminée la surmontant est détruite pour accéder au métal. Un des éléments caractéristique de l'utilisation de ce type de bas fourneau est la présence d'une scorie massive ayant la forme de la cuve.
- Le bas fourneau à scorie piégée et utilisations multiples est une variante du premier, mais avec une fosse d'accès creusée au niveau de la cuve. Ainsi, une ouverture est aménagée au niveau de la cuve. Avant la réduction, elle est comblée avec de l'argile et seulement cette partie est détruite à la fin de l'opération. Après la récupération du métal, le curage de la cuve et la reconstruction de cette partie brisée, la structure de

---

<sup>107</sup> Serneels 1998, p. 13.

<sup>108</sup> Des exemples africains démontrent que ces données techniques ne recouvrent pas du tout le champ, très large de la typologie des bas fourneaux (Fabre 2016, fig. 90).

réduction est de nouveau utilisable. Ce type de bas fourneau peut être mis en évidence par la présence de rechapage des parois ou de plusieurs scories piégées pour un seul bas fourneau. La datation de l'apparition de ces structures fait débat, en particulier à cause du faible nombre qui ont été fouillées et datées en France. Les études les plus récentes permettraient de proposer une origine au VI<sup>ème</sup> s. a.C.<sup>109</sup>.

- Le bas fourneau à scorie coulée utilise un autre principe de fonctionnement. Il peut reprendre la forme générale d'un bas fourneau à scorie piégée réutilisable, mais un orifice est aménagé en bas de la porte d'accès. Par ce dernier, et à intervalle régulier, la scorie encore pâteuse est écoulee hors de la structure, empêchant son accumulation et permettant de mettre plus de charges de charbon et de minerai dans le bas fourneau. Ce procédé produit des déchets caractéristiques appelés scories coulées externes. Elles se présentent sous la forme de plaques dont la face inférieure a moulé le sol sur lequel elles se sont écoulées, tandis que la face supérieure est d'aspect fluide et lisse.

Les bas fourneaux à scorie piégée réutilisables et ceux à scorie écoulee peuvent servir à de nombreuses réductions. De ce fait, ils créent une grande quantité de scories qui doivent être évacuées de l'espace de travail. Elles sont généralement accumulées et forment des amas appelés ferriers. Ceux-ci sont de dimensions très variables, certains à peine visibles, d'autres contenant plusieurs milliers de tonnes de scories<sup>110</sup>. La forme des ferriers est difficile à appréhender. En effet, ils ont souvent été endommagés par des labours voire utilisés comme source de matière première pour divers travaux : voirie, construction de niveaux de drainage, etc. Du fait de la richesse en fer des scories issues de la réduction directe, certains ferriers anciens ont également été utilisés comme source de matière première afin de fondre les scories grâce au procédé indirect.

En plus des bas fourneaux et des ferriers, les ateliers de réduction peuvent éventuellement réunir d'autres structures nécessaires à l'obtention des matières premières de la réduction, qu'il s'agisse de zones de charbonnage ou bien de fosses d'extraction d'argile. Toutefois, ces éléments sont assez peu souvent avérés sur les sites, soit parce que la fouille se

---

<sup>109</sup> Dieudonné-Glad 2017, p. 377.

<sup>110</sup> La masse de rejets du ferrier gallo-romain des Martyrs (Aude) est estimée entre 2 et 3 millions de tonnes (Domergue (dir.) 1993, p. 407).

concentre au niveau du bas fourneau, soit à cause de la fugacité des vestiges ou encore de leur difficulté d'interprétation (fosse d'extraction).

### 1.2.5. La forge

Ce terme englobe toutes les étapes du travail du fer se déroulant après la réduction. Elles ont pour point commun de toutes s'effectuer autour d'un foyer de forge mais, le passage de la masse brute de réduction à l'objet fini peut très bien s'effectuer au sein d'un seul atelier ou, au contraire, être extrêmement segmenté et se dérouler dans un atelier différent pour chacune des opérations.

Chacun de ces ateliers présente, en théorie, au moins un foyer de forge et une zone de martelage avec une enclume. Néanmoins, les enclumes sont très souvent absentes de ces contextes et leur emplacement est délicat à restituer. En cela les archéologues peuvent être aidés par la présence de battitures<sup>111</sup>, des écailles métalliques de taille millimétrique à centimétrique détachées de la surface de l'objet par l'action du marteau. Lorsqu'ils sont mis au jour en position primaire, ces déchets se situent autour de l'enclume où ils forment une « couronne de battitures » d'un à deux mètres de diamètre. L'identification de cette dernière permet alors de localiser la zone de frappe.

D'autres structures peuvent être associées au foyer de forge et à l'enclume : espaces de stockage pour l'argile ou le charbon, établi (extrêmement difficile à percevoir en fouille), bac de trempe (qu'il soit en pierre ou en céramique) et structures de combustion annexes comme les fosses à cémentation.

La forge produit des déchets différents de ceux observables dans les ateliers de réduction. Bien entendu, il existe également des fragments de parois de ces structures de

---

<sup>111</sup> La thèse soutenue par J.-Cl. Leblanc en 2002 porte sur les battitures et leur identification.

combustion, mais ces derniers sont de taille moins importante et moins nombreux du fait des plus faibles dimensions des foyers de forge par rapport aux bas fourneaux. De même, les scories sont également de taille plus réduite allant de quelques grammes à plusieurs kilogrammes pour les individus exceptionnels. Les résidus les plus caractéristiques mesurent entre 50 et 150 mm et ont une forme en calotte.

La taille de ces scories et les éléments entrant dans leurs compositions varient en fonction de l'avancement dans la chaîne opératoire, du travail effectué, ainsi que de la qualité et de la masse du métal. Par exemple, le corroyage d'un métal non épuré produira plus de déchets que les finitions apportées à une lame. De même, la soudure génèrera des quantités de scories en fonction de la taille des pièces de métal travaillées. A titre d'exemple, la mise en forme d'une épée créera plus de scories que celle d'une fibule.

#### 1.2.6. L'épuration

La réduction produit une masse de fer brute se présentant sous la forme d'un agglomérat hétérogène et spongieux de métal contenant encore en son sein des inclusions scoriacées. Cette masse n'est pas forgeable en l'état, elle doit être compactée par martelage afin d'en extraire les scories et de refermer les porosités.

Cette phase de corroyage conduit à l'obtention d'un métal plus ou moins épuré pouvant être, soit directement utilisé afin de fabriquer un objet, soit être stocké pour une utilisation ultérieure ou encore être échangé. Ces demi-produits prennent des formes diverses en fonction des régions et de la qualité de la matière<sup>112</sup>.

#### 1.2.7. La mise en forme

---

<sup>112</sup> Berranger 2014, en particulier p. 53-80 pour la typologie des demi-produits.

La mise en forme du métal consiste en une succession de traitements mécaniques et thermiques afin de produire un objet ayant une forme et des propriétés mécaniques adéquates à son emploi. Cette opération est effectuée à partir d'une masse de métal informe ou pré-formée travaillée à chaud ou à froid<sup>113</sup>.

De nombreuses techniques peuvent être utilisées dans le but de modifier les propriétés mécaniques du fer. Le martelage du métal dans un même sens améliore la résistance selon cet axe. L'utilisation de métal de composition différente permet d'allier leurs caractéristiques. Un feuilletage de fer et d'acier apportera par exemple à un objet la souplesse du fer et la résistance de l'acier. Le martelage à froid permet d'augmenter la dureté du fer, mais diminue aussi sa ductilité, le rendant plus cassant.

Des traitements chimiques permettent également de faire varier ces propriétés. Les deux plus courants sont la trempe et la cémentation. La trempe consiste à maîtriser la vitesse de refroidissement de l'objet, souvent en l'accélération, afin de créer un métal plus dur. Cet effet peut être atténué, voire annulé par une nouvelle chauffe de l'objet. La cémentation, quant à elle, consiste à ajouter du carbone dans le métal pour le rendre plus dur. Cette opération ne modifie que la surface de l'objet et permet, entre autres, de modifier les propriétés d'une lame. Il est également possible de décarburer superficiellement un acier afin de le rendre plus malléable. La maîtrise empirique de tous ces facteurs permet au forgeron de créer des objets très variés.

La mise en forme des objets crée des déchets spécifiques : les chutes de forge et les ratés de fabrication. Les chutes de forge sont des morceaux de métal délibérément séparés du reste de l'objet lors de sa confection. Il peut s'agir de chutes liées à la rectification d'une tôle ou encore d'un fragment de barre laissé par le forgeron afin de pouvoir manipuler l'objet sans l'endommager avec les pinces (soie de préhension). Les ratés de fabrication, au contraire, sont des objets dont la mise en forme a été arrêtée en cours de production à cause d'un défaut majeur. Il peut s'agir d'une faiblesse ou à d'un bris du métal lié à la présence de porosités non détectées au début de l'opération. Le forgeron peut également être à l'origine du défaut, que

---

<sup>113</sup> Un glossaire des différentes techniques de mise en forme se trouve dans Mangin 2004, p. 84 et 215-233.

ce soit suite à un martelage trop violent, ou encore à cause d'une forte altération de l'objet, liée à une mauvaise gestion de la température dans le foyer de forge (brûlure).

### 1.2.8. Les finitions

Les objets peuvent également subir des traitements permettant d'améliorer leur utilisation ou leur aspect : aiguisage, polissage, ajout d'éléments divers en métal (damasquinage), en matériaux périssables (en bois, corne, os, etc.) ou en minéraux (sertissage). Les finitions représentent une étape importante du travail du forgeron car ce sont elles qui donnent l'aspect final à l'objet. Seules quelques catégories d'objets en fer, comme les clous et une partie de la quincaillerie, peuvent se passer des finitions. Mais du fait de la très faible quantité de déchets produit pendant ces travaux (polissage, aiguisage) ou encore de la nature périssable des autres matériaux utilisés (emmanchement), il ne reste que très peu de vestiges de cette dernière étape du travail du fer. Généralement, elle est identifiée par la découverte d'outils, en particulier des pierres à aiguiser ou à polir.

### 1.2.9. Le cycle des réincarnations

Une fois fabriqué, l'objet est destiné à être utilisé. Ceci va altérer sa forme et il va parfois devoir être retravaillé. Par exemple, les lames qui doivent être aiguisées fréquemment pour continuer à être fonctionnelles ; de même, un chaudron cabossé ou percé peu être remis en forme grâce au martelage, à la soudure ou à la brasure. Il est également possible d'augmenter la durée d'utilisation des objets (leur « vie ») en changeant leur fonction. Cela est avéré par la découverte de deux glaives romains dans les tombes 166 et 169 de la nécropole de L'Hospitalet-du-Larzac (Aveyron). Ils ont tous deux été transformés en scies par création d'une dentelure sur un des tranchants<sup>114</sup>. C'est aussi certainement le cas d'une moitié de forces mise au jour sur le site de Lacoste (Gironde), dont le manche ressort, enroulé, laisse penser à une réutilisation comme couteau de cet objet brisé<sup>115</sup>.

---

<sup>114</sup> Feugère 1993, p. 123-124.

<sup>115</sup> Derion 2006, p. 32 et pl. 16, n° 183.



Une des particularités des métaux est qu'ils peuvent être recyclés. Il est donc possible de supprimer la forme d'un ou plusieurs objets et d'en faire une nouvelle masse de métal similaire à du fer brut de réduction. Il doit alors subir de nouveau les mêmes étapes de travail successives pour être transformé en objet (corroyage, mise en forme, finitions).

Au niveau archéologique, le recyclage du métal est très difficile à mettre en évidence. En effet, les déchets sont similaires à ceux provenant d'un travail de forge et les produits ressemblent à ceux issus de réduction. Seuls quelques rares exemples d'agglomérats de clous dans des fonds de vases<sup>116</sup> et l'étude micrographique de certaines scories<sup>117</sup> attestent de cette pratique.

### **1.3. Méthodes d'études**

#### **1.3.1. L'artisan, l'atelier et la chaîne opératoire**

La mise en évidence de procédés techniques est, de nos jours, très aboutie, mais une des difficultés majeures rencontrées reste la caractérisation sociale de l'activité productive à partir de ces données. En cela, les termes employés tout au long des discours peuvent influencer la perception de certains phénomènes. Les termes dont la définition semble la plus évidente sont les plus difficiles à cerner car ils sont intimement corrélés à leur acceptation actuelle dans la société, comme pour « artisan » et « atelier ».

L'acceptation usuelle du terme d'artisan est « Celui, celle, qui exerce une technique traditionnelle, un métier manuel demandant une qualification professionnelle, et qui travaille pour son propre compte, aidé souvent de sa famille, de compagnons, d'apprentis, etc. »<sup>118</sup>. Outre l'ancrage profond dans notre époque par le terme « traditionnelle », les éléments de définitions ne sont que très peu perceptibles par le biais archéologique. Il est en effet très difficile de connaître le niveau de qualification exact d'un opérateur, de même, l'éventuelle

---

<sup>116</sup> C'est le cas dans la forge gallo-romaine d'Hettange-Grande (Moselle) (Mangin (dir.) 2004, p. 110)

<sup>117</sup> Berranger 2014, p. 175.

<sup>118</sup> Le Grand Robert de la langue française, deuxième édition, 1992.

sujétion à une hiérarchie est rarement attestée. La gêne des archéologues vis-à-vis de cette définition est perceptible dans les publications. J.-P. Guillaumet dans son ouvrage général sur l'artisanat des Gaulois constate seulement une évolution du terme d'artisan entre la Grèce antique et la période contemporaine<sup>119</sup>.

Dans sa thèse, S. Bauvais, propose une définition de l'artisanat en fonction de la destination de la production. Cette dernière doit être orientée vers l'échange, mais pas assez importante pour être qualifiée d'industrielle<sup>120</sup>. Il nuance cette définition par la mise en avant de deux notions complémentaires : la spécialisation de l'activité et/ou de la production. La spécialisation de l'activité correspond à un état de fait où le producteur maîtrise un panel de techniques complexes, acquises lors d'un apprentissage, qu'il réutilise pour produire des objets divers. La spécialisation de la production, quant à elle, correspond à une spécialisation dans le produit fabriqué par l'opérateur ou dans la technique qu'il utilise. Cette dernière évoque donc une standardisation des techniques de production, des objets produits et donc probablement des déchets via l'application d'une « chaîne opératoire » précise et parfaitement maîtrisée.

Pour sa part, A. Gorgues insiste sur la signification sociale de la définition de l'artisan. Ce dernier ne produisant qu'un type d'objets, il ne peut subsister que dans une société où le fruit de son travail pourra être échangé contre celui d'autres personnes. Cette spécialisation passe par l'utilisation d'outils et de structures de production spécifique dont les traces peuvent être visibles par l'archéologie.

Dans le domaine de la métallurgie, une des difficultés principales pour reconnaître un artisan est la difficulté à reconnaître la spécialisation d'une activité via ses vestiges. Ces derniers peuvent être des scories sans structures de production associées pour lesquelles. Dans ces conditions seules des études de laboratoires permettent de connaître les procédés de fabrication utilisés, et donc la spécialisation ou non des métallurgistes. L'emploi du terme

---

<sup>119</sup> Guillaumet 1996, p. 6.

<sup>120</sup> Bauvais 2007, p. 376-380.

« artisan » se limitera donc aux cas où la spécialisation de l'activité ou de la production est avérée. Dans les autres cas (la majorité), le terme plus neutre « opérateur » sera privilégié<sup>121</sup>.

Le terme d'« atelier » est également utilisé dans tous les travaux sur la métallurgie du fer, mais sa définition n'est jamais explicitée<sup>122</sup>. La définition donnée par le dictionnaire semble en effet claire : « Lieu de travail d'un artisan »<sup>123</sup>. Toutefois, elle renvoie à la définition de l'artisan qui, comme cela vient d'être mis en évidence, n'est pas claire. Dans le cas de sites où la spécialisation de l'activité ou de la production ne peut pas être assurée, l'utilisation du terme atelier semble impropre. Du fait de sa neutralité, la notion d'« espace de travail » semble plus adaptée à la diversité des découvertes archéologiques. Un espace de travail est envisagé comme étant un lieu où s'est déroulée une activité productive, quelle que soit son ampleur, sa spécificité ou son cadre social. Il est donc possible que de grands espaces de travail – ou les mieux conservés – livrent plusieurs postes distincts<sup>124</sup>. Ces postes peuvent être occupés successivement par un même opérateur ou requérir la présence concomitante de plusieurs personnes.

Enfin, le concept de « chaîne opératoire », très largement repris en archéologie<sup>125</sup>, nécessite également une clarification. Celle-ci est définie comme étant une « série d'opérations qui transforment une matière première en un produit »<sup>126</sup>, définition technique à laquelle P. Lemonnier ajoute une dimension temporelle, mettant en avant la présence de coupures ou de recoupements chronologiques entre les opérations, éléments pouvant ou non être liés aux techniques employées<sup>127</sup>.

Cette définition, très claire, omet cependant la prise en compte du facteur spatial dans la « chaîne opératoire ». Ce dernier y a pourtant la même place que la chronologie : il est

---

<sup>121</sup> Dans le sens de « celui qui fabrique », sans préjuger du libre arbitre ou, au contraire, de contraintes sur le choix et les moyens de la production.

<sup>122</sup> Par exemple Serneels 1998 ou Orengo 2003.

<sup>123</sup> Le Grand Robert de la langue française, deuxième édition, 1992.

<sup>124</sup> C'est souvent le cas au sein des ateliers de réduction où une activité de forge est attestée, par exemple à Oulches, le Latté (Deux-Sèvres) (Dumasy *et al.* 2010).

<sup>125</sup> Le terme de chaîne opératoire est très utilisé, et son acceptation varie, incluant maintenant la recherche de choix dans les procédés utilisés et l'influence de la culture sur ces derniers (Salisbury et Rebay-Salisbury 2017, p. 29-21).

<sup>126</sup> Cresswell 1976, repris par Lemonnier 1976, p. 106.

<sup>127</sup> Lemonnier 1976, p. 106.

possible que les lieux de production soient distincts ou se recoupent pour tout ou partie. Les éventuels changements d'espaces de travail peuvent être directement liés au fait technique (déplacement vers de nouvelles sources de matière première, vers d'autres installations, d'autres opérateurs maîtrisant la suite de la « chaîne opératoire »), ou encore en être déconnectés (échange de matière en cours d'élaboration, pratiques culturelles ou cultuelles).

Il est important de noter que, du point de vue de l'archéologie, la dimension spatiale peut être abordée de façon beaucoup plus directe que la chronologie. De plus, un déplacement de la matière induit toujours l'introduction de la chronologie dans le déroulement des opérations (au moins celle liée au déplacement lui-même), tandis que la réciproque n'est pas toujours vraie.

Des travaux sur la métallurgie du fer ont déjà mis en avant, par divers moyens, que la chaîne opératoire de la métallurgie du fer est très segmentée spatialement<sup>128</sup>, et donc certainement chronologiquement. Si tous les maillons de la chaîne sont séparés<sup>129</sup>, cette dernière existe-t-elle toujours ? Il semble préférable de revenir au concept de « processus technique » développé par Lemonnier, plus neutre et recouvrant les notions de chronologie de l'activité productive<sup>130</sup>, de lien entre diverses chaînes opératoires et, comme cela vient d'être suggéré, de relations spatiales.

Le procédé de fabrication est également une entité complexe, pouvant être subdivisées en plusieurs sous-groupes, des phases, elles-mêmes découpées en séquences, chacune de ces dernières utilisant des procédés propres et visant à l'obtention d'un objet à partir de matière première<sup>131</sup>. Chaque phase peut être effectuée indépendamment des autres pour peu que la matière première, les outils, les structures et les compétences appropriées soient disponibles. Ainsi, l'extraction, la réduction et la forge sont les phases du processus de fabrication d'un

---

<sup>128</sup> Mangin 2004, p. 7.

<sup>129</sup> Il est ici seulement question des éléments techniques. Il est possible que le lien entre les différentes étapes de travail soit maintenu par le métallurgiste, opérant dans chacune d'elles, ou par une éventuelle hiérarchie chapeautant l'intégralité de la production.

<sup>130</sup> Lemonnier 1976, p. 106-107.

<sup>131</sup> Djindjian 2013, p. 99.

objet en fer. La forge peut aisément être séparée en deux séquences distinctes : l'épuration et l'élaboration. Les procédés utilisés sont le martelage, le corroyage, la soudure, etc. Chacun de ces procédés est lui-même composé de gestes élémentaires répétitifs ou non (chauffe, frappe, déplacement de l'objet, etc.).

L'intérêt de cette segmentation, proposée pour décrire les processus de fabrication des objets en pierre, est de faire une description normative comparable pour tous les objets d'un même type. Ainsi, à partir de remontages d'outils et de leurs chutes, il est possible de restituer les processus de fabrication de ces derniers et de les comparer, mais également de retrouver par l'expérimentation les gestes précis permettant la création de ces objets.

Toutefois, cette démarche idéale n'est pas possible pour la métallurgie du fer. En effet, plusieurs problèmes entravent la mise en pratique de cette théorie. En premier lieu, il est impossible de connaître toutes les étapes de la mise en forme d'un objet en fer car, simplement au niveau de la forge, la structure cristalline de ce dernier se modifie au fur et à mesure d'une séquence, puis est elle totalement refondue lors de la chauffe de l'objet dans le foyer. Seule la dernière séquence de travail et des indices concernant les précédentes, si ces dernières ont fortement marqué l'objet (soudure) peuvent être documentés. De plus, le fer est un élément qui ne se conserve pas aussi bien que la pierre. Les objets en fer s'altèrent fortement avec le temps ce qui les rend souvent illisibles. De surcroît, le fer étant recyclable, une grande partie des chutes de travail ont très probablement été réintégrées dans le processus de transformation en tant que matière première. A tous ces problèmes s'ajoutent ceux du début du processus de fabrication, avant la forge, totalement illisible sur l'objet en ce qui concerne l'extraction, et ne livrant que des indices ténus et peu représentatifs pour la réduction. Il est donc illusoire de vouloir représenter complètement et avec certitude le processus de fabrication précis d'un objet en fer déterminé, comme cela est plus facilement faisable pour un outil en pierre.

Malgré l'impossibilité de retracer très précisément les gestes, le travail de reconnaissance peut se fixer au niveau de lecture supérieur, plus général, celui des séquences de travail. C'est-à-dire que, par l'observation des rejets, il est possible d'estimer les grandes

catégories de séquences de travail effectuées dans un espace donné. Cette échelle de lecture sera donc le niveau le plus précis de l'analyse proposée ici et servira de fondement à l'interprétation générale du processus métallurgique.

### 1.3.2. Les vestiges à disposition des archéologues

Les processus techniques ont été présentés plus haut (paragraphe 1.2.), mais ils correspondent à une réalité de travail des métallurgistes, et non aux vestiges mis au jour par les archéologues. Lors des fouilles, et sauf cas exceptionnel, tous les éléments en matériaux périssables ont disparu, les structures sont arasées, voire détruites et les matériaux ferreux généralement oxydés et peu lisibles. De prime abord ce constat peut paraître défaitiste, mais de nombreux indices sont tout de même conservés et observables. Il en existe deux types majoritaires : les structures de production et les déchets.

#### **1.3.2.1. Les structures, reflet de l'espace de production.**

Dans les processus de fabrication de la métallurgie du fer, les structures de production sont des structures de chauffe : bas fourneaux et foyers de forge. Si la morphologie des foyers de forge est variable, les bas fourneaux sont généralement excavés, ce qui permet une bonne conservation de leur partie basse. De plus, la chaleur émise lors de l'utilisation de ces structures endure les parois argileuses et les rend ainsi plus résistantes. Ces deux facteurs combinés font que les parties fossoyées des structures de combustion sont généralement bien conservées et facilement reconnaissables par l'archéologue. Au contraire, leur élévation est très mal connue, peu de vestiges en place ayant été mis au jour. Il faut généralement s'en tenir à l'observation de fragments de parois récupérés lors de la fouille. Il est alors très important, lors de la post-fouille, de tenter d'effectuer un maximum de recollages entre les fragments de parois. En effet, plus les éléments à disposition sont importants, plus ils sont porteurs d'information. Plusieurs éléments peuvent être observés sur les éléments de parois :

- Les dimensions et leur forme afin de restituer la taille minimale de la structure. Plus un fragment est important, meilleure est la détermination de la taille du foyer. La

présence de bords ou de tout autre indice est également un facteur déterminant, de même que l'identification d'orifices de ventilation.

- Leur aspect général permet de comprendre la manière dont la structure a été construite. Même si le plus souvent rien de particulier ne peut être observé, il arrive que des éléments quadrangulaires soient perceptibles, il faut alors supposer que la structure de combustion était construite en blocs d'argile. Dans quelques cas il est également possible de déterminer la présence de bloc-tuyère. En effet, un fragment présentant à la fois un orifice de ventilation et un « bord » en contrebas de ce dernier (ou des traces de chauffe intenses sur le dessous) peut provenir d'un dispositif mobile de ventilation.
- L'impact thermique qui permet de situer le fragment dans la structure : scoriacé = au contact du matériau travaillé ; vitrifié = très près de la zone la plus chaude ; induré = plus éloigné ; friable = encore plus éloigné.

Généralement il est aisé de reconnaître un bas fourneau. Il s'agit d'une structure souvent excavée, relativement profonde et présentant une rubéfaction intense du fait des hautes températures atteintes<sup>132</sup>. De plus, il est rare de trouver un bas fourneau sans que des scories de réduction ne lui soient associées. En revanche, l'attribution d'un foyer de forge au travail du fer est beaucoup plus délicate. Il peut ressembler en tout point à un foyer domestique, aucune forme dominante n'a été observée. C'est donc généralement l'association avec des déchets ou des chutes qui permet l'identification de ces structures.

### **1.3.2.2. Les déchets, témoins des savoir-faire**

Outre les structures, l'autres indice permettant d'identifier le travail du fer est la présence de déchets générés par cette activité. Il faut rappeler ici que toutes les phases du processus de fabrication ne produisent pas de déchets (en particulier les finitions) et que tous les déchets produits ne sont pas nécessairement retrouvés en partie du fait que le métal peut être réintégré dans le processus de production en tant que matière première. Mais le recyclage n'est pas possible avec les scories<sup>133</sup>. Elles sont donc un très bon marqueur de l'activité. S'y

---

<sup>132</sup> Leroy et Merluzzo 2004, p. 55-59.

<sup>133</sup> Naizet 2003, p. 14.

ajoutent les stériles de minerai, les chutes de forge et les battitures. Ces déchets de production ne sont pas désirés par l'artisan, ils ne sont qu'une conséquence du travail. Leur formation n'est donc pas maîtrisée : bien que produits par une opération spécifique leurs caractéristiques n'en découlent pas nécessairement directement. C'est par exemple le cas des scories de forge dont la forme et la composition sont très variables, dépendants à la fois du matériau utilisé (plus ou moins bien épuré), de l'opération effectuée (martelage, soudure, corroyage,...), des gestes du forgeron (présence ou non d'ajouts argilo-sableux, maîtrise du feu et donc de l'atmosphère de chauffe) et enfin d'une part d'aléatoire (perte de fragments, bris). Malgré cette complexité, des observations et analyses effectuées depuis une trentaine d'années ont permis de différencier à l'œil certain de ces déchets.

Trois types de scories de réduction sont généralement reconnus : piégées, coulées et cordées<sup>134</sup>. Les scories piégées sont de forme majoritairement cylindrique du fait qu'elles prennent la forme de la cuve dans laquelle elles se forment. Il s'agit d'individus massifs de plusieurs dizaines de kilogrammes. Les scories coulées se présentent sous la forme de plaques ayant parfois pris la forme de la structure dans laquelle elles se sont écoulées. Leur face supérieure a un aspect très fluide caractéristique. Les scories cordées quant à elles se forment à l'intérieur du bas fourneau et forment des sortes de stalactites, des coulures verticales.

Les scories de forge sont différentes. Elles sont généralement bien plus petites, leur masse fluctue entre quelques grammes et quelques kilogrammes. Leur masse moyenne se situe plutôt entre 100 et 300 g, celles dépassant le kilogramme étant extrêmement rares. Ces scories ont pour particularité de se former dans une portion de milieu semi-ouvert, le foyer de forge. Elles ne prennent donc que modérément la forme de ce dernier, il en résulte une très forte variabilité dans leurs formes. Toutefois, une apparence caractéristique est bien connue : le culot (ou la calotte) de forge. Il s'agit d'une scorie de plan globalement circulaire et de section plano-convexe. Bien entendu, des variations d'aspect sont possibles, en particulier du fait d'ajouts argilo-sableux dans le foyer qui peuvent bomber la surface de la scorie. Si leur formation aléatoire fait qu'une typologie est impossible à mettre en place, trois types récurrents sont observables macroscopiquement<sup>135</sup> :

- Les scories ferreuses rouillées (SFR) ont un aspect externe corrodé, couleur rouille, généralement dû à la présence de métal dans leur composition.

---

<sup>134</sup> Serneels 1998, p. 19-20.

<sup>135</sup> Serneels *et al.* 2004, p. 101-102.



- Les scories grises denses (SGD) sont des scories peu poreuses à couleur dominante beige à grise.
- Les scories argilo-sableuses (SAS) sont très légères et d'aspect souvent lisse et beiges.
- Des scories peuvent présenter plusieurs de ces types, c'est en particulier le cas pour le faciès SAS qui se retrouve souvent en partie supérieure d'autres scories.

Si ce classement n'est pas absolu, il a pour avantage de permettre une reconnaissance aisée des scories et d'avoir été assez utilisé pour permettre des comparaisons entre sites.

Les scories de forge sont le résultat de l'accumulation de toutes les pertes (métalliques et argilo-sableuses) dans le foyer entre deux nettoyages de ce dernier. Une scorie correspond donc à une unité de temps de travail<sup>136</sup>, probablement entre l'allumage du foyer et son extinction ou jusqu'à saturation de l'espace de travail par les déchets (ce qui ne doit se produire que lorsque la scorie est très volumineuse). Il arrive que certaines scories de forge présentent un faciès « multiple » : deux individus ou plus forment une même scorie. Ce phénomène est dû au fait que le forgeron n'a pas enlevé la scorie de l'opération précédente du foyer lors d'une nouvelle phase de travail. De plus, la première scorie a eu le temps de refroidir entre les deux opérations, sinon l'accumulation des déchets chaud n'auraient produits qu'une seule scorie.

A partir de cette observation il est possible de tenter une approche quantitative du nombre de phases de travail sur un site. En effet, si une scorie équivaut à une phase de travail, le nombre de scories représente le nombre de phases de travail. Le nombre de phases de travail peut donc être obtenu en ajoutant le nombre de scories entières au nombre de culots doubles (ces derniers comptent une fois avec les scories entières et une fois avec les culots doubles). Il faut également prendre en compte les fragments de scories dans ce calcul. Le nombre de scories dont sont issus les fragments peut être estimé en divisant la masse totale des fragments par la masse moyenne des scories entières. L'estimation du nombre de phases d'activité sur un site peut donc se faire en suivant l'équation suivante :

$$\text{Nbr phases travail} = \text{nbr scories entières}^{137} + \text{nbr scories doubles} + \frac{\text{masse scories fragmentées}}{\text{masse moyenne scories entières}}$$

---

<sup>136</sup> Serneels *et al.* 2004, p. 111.

<sup>137</sup> Les scories entières prennent en compte les culots de forge et les petites scories informes, du moment que le déchet est entier. En ne prenant en compte que les culots de forge, cela amène à une réduction de l'estimation de scories produites du fait de l'augmentation (fictive) de la masse des scories entières.

Le résultat est une estimation minimale du nombre de fois que des scories ont été produites. Il faut bien entendu le relativiser en fonction de la proportion fouillée de l'espace et de la quantité de mobilier récupéré lors de la fouille (souvent toutes les scories ne sont pas ramassées). Il est évident que cette estimation ne prend pas en compte tous les travaux non générateurs de déchets comme certaines réparations ou encore les finitions. De même, il est seulement possible de proposer un nombre de jours où l'activité est pratiquée mais il n'est pas concevable d'estimer ainsi le temps de travail précis en heures ou même en années si la temporalité de l'activité n'est pas connue.

Outre les scories, les chutes de travail et autres ratés de fabrication sont des indices précieux pour l'identification de l'activité. Les ratés de fabrications sont des objets en cours d'élaboration dont la mise en forme a été stoppée pour diverses raisons, souvent à cause d'une casse inopportune ou d'une faiblesse dans le métal. Ces objets, plutôt rares, illustrent de façon directe la production du site.

L'étude des chutes est plus complexe. Il s'agit en effet de fragments de métal séparés volontairement de l'objet lors de son élaboration. Au même titre que les scories, leur forme est aléatoire, mais elle reste influencée par des facteurs inhérents à l'objet fabriqué. Le travail de la tôle ou la fabrication de clous généreront des chutes de forme et de dimensions différentes. Trois grandes catégories de chutes sont reconnues en fonction de l'épaisseur du métal : les tôles quand l'épaisseur est inférieure à 4 mm, les fers plats quand elle est supérieure à cette valeur et enfin les barres quand le rapport entre la largeur et l'épaisseur de l'objet est proche de 1. Souvent les surfaces des restes ferreux sont peu lisibles nuisant aux interprétations, mais dans le cas contraire il est possible de reconnaître des traces de martelage ou de découpe sur ces objets. C'est par exemple le cas des soies de préhension, surplus de matière conservé un temps sur l'objet à la seule fin de faciliter sa manipulation sans l'endommager. Souvent ces soies se présentent sous la forme de chutes triangulaires ou pyramidales dont la base porte une trace de découpe. En fonction de la forme des chutes, il est envisageable de proposer des hypothèses quant aux objets (ou aux catégories d'objets) fabriqués. Quelques études ont notamment mis en évidence la mise en forme de fibules ou de

fourreaux d'épées grâce à la forme spécifique des chutes de forge et des ratés de fabrication<sup>138</sup>.

Les derniers vestiges mobiliers assurément en relation avec la métallurgie du fer sont les battitures. Ces déchets de très petite dimension, généralement inférieure au centimètre, sont observables dès la phase de terrain et doivent être prélevées et récupérées selon un protocole précis<sup>139</sup>. Ces déchets se créant au moment du martelage et se dispersant peu, leur présence en position primaire permet de localiser l'enclume. Cependant, les battitures, comme les autres déchets, sont souvent retrouvées en position secondaire, après un nettoyage des sols et un rejet plus ou moins loin de l'espace de travail. A ce moment, elles permettent tout de même d'obtenir des informations sur les travaux effectués<sup>140</sup>. Les résultats apportés par l'étude des battitures ne sont que qualitatifs ; les comptages de battitures, en plus d'être extrêmement fastidieux, n'apportent pas d'éléments de réponse du fait du mélange des déchets de très nombreuses opérations de forgeage différentes.

### 1.3.3. Etudes de terrain

Si un travail envisagé comme synthétique se fonde en grande partie sur la compilation de résultats de divers auteurs, il est néanmoins très intéressant de bénéficier d'une base d'étude personnelle menée avec une méthodologie similaire pour un ensemble de sites afin de pouvoir effectuer des comparaisons simples entre ces derniers. C'est pour cela que plusieurs études ont été menées sur des sites de statuts variés. Pour des raisons de facilité d'accès aux données (littérature et mobilier), ces sites se trouvent tous entre les Landes et la Charente-Maritime. Ainsi, l'étude macroscopique complète des vestiges métallurgiques issus de six sites a été effectuée : Aulnay-de-Saintonge, Rocheroux (376) (camp militaire romain) ; Bordeaux, Grand Hôtel (forge urbaine) (423) ; Bordeaux, Cabirol (426) (forge urbaine) ; Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430) (forge dans une agglomération secondaire) et enfin Dax, rue Pascal Lafitte (442) (vestiges de forge dans un habitat rural).

---

<sup>138</sup> A Aigueperse, Le Clos Clidor (Puy-de-Dôme) (Orengo 2003, p. 84-88), ou à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437) Berranger 2012, p. 4.

<sup>139</sup> Dunikowski et Coustures 2006, p. 6-7 ; Beyrie et Kammenthaler 2013, p.144-145.

<sup>140</sup> Leblanc 2002, tableau récapitulatif p. 123.

### 1.3.3.1. Observations macroscopiques

Pour la totalité de ces sites, la méthode d'étude a été la même. Il s'agit toujours d'observations macrographiques. En premier lieu, tous les vestiges pouvant avoir un lien avec la métallurgie ont été isolés et triés en diverses catégories : scories, parois de foyer, battitures, chutes et objets. Chaque objet significatif a été mesuré, photographié et pesé. Les méthodes employées pour chaque type de déchets sont décrites dans les paragraphes suivants.

Comme rappelé plus haut, les scories ont fait l'objet d'un second classement différenciant réduction et post-réduction, et au sein de cette dernière catégorie, entre scories ferreuses rouillées (SFR), scories grises denses (SGD) et scories argilo-sableuses (SAS). Il est évident que faire entrer des déchets dont la formation est aussi complexe que celle des scories de forge dans des cases toutes faites peut être pris comme un biais méthodologique important. Pourtant, ceci semblait être la meilleure option à adopter pour plusieurs raisons. En premier lieu pour l'homogénéité des dénominations et pour faciliter les comparaisons inter-sites ; également parce que cette classification, très pratique et diffusée largement dans les ouvrages les plus abordables traitant de métallurgie du fer a été reprise par de nombreux autres chercheurs et permet donc d'élargir les comparaisons à d'autres sites ; enfin car la pratique a montré que très peu des individus observés sortaient de cette classification. Une fois les tris effectués, chaque individu entier, ainsi que les plus importants des fragmentés sont mesurés et pesés. Il est ainsi possible de proposer des comparaisons de taille et de masse en fonction des types de scories pour les unités stratigraphiques de chacun des sites.

Les parois de foyer sont isolées et des recollements sont effectués au sein d'une même US et entre ces dernières. Cela permet à la fois de voir s'il existe un lien entre plusieurs lieux de rejet, mais également d'avoir des éléments de parois de dimensions plus importantes apportant plus d'informations sur les structures dont ils sont issus. Les exemplaires avec des traces d'évent sont isolés et le diamètre de l'ouverture mesuré. Lorsque cela est possible, la forme de la structure de combustion, ou du moins des indices sur son architecture sont mis en avant.

Les battitures sont récupérées par tamisage à l'eau des prélèvements effectués sur le terrain. Les sédiments sont pesés avant tamisage et après extraction des battitures à l'aimant afin de pouvoir donner les proportions des battitures par rapport à la quantité de sédiment. Les écailles métalliques sont ensuite observées à la loupe binoculaire pour identifier les catégories dominantes. Sur le site de Bordeaux, Grand Hôtel (423) un tri manuel d'un kilogramme de battitures a été effectué à la main. Au vu du temps demandé par cette opération et de la pauvreté des résultats qu'elle engendre, faute de référentiel et de comparaisons, l'expérience n'a pas été retenue pour les autres sites.

Les objets en fer sont eux triés en catégories fonctionnelles : clous, autre quincaillerie, outils, tiges, tôles, demi-produits, ébauches, parure, autres et indéterminés. L'objectif de ce tri est principalement de repérer les objets les plus aisément identifiables, ainsi que les restes à mettre en relation avec le travail du métal, d'où la prépondérance des catégories liées aux rebuts de forge. Malheureusement, aucune restauration ou encore radiographie n'a été effectuée sur les objets de ce corpus. Les identifications ont donc été faites sur des objets corrodés, diminuant de fait la précision des observations. Malgré cela des mesures, pesées et descriptions ont été effectuées sur chaque objet entier ou relatif à la métallurgie du fer.

### **1.3.3.2. Microscopie**

Les observations macroscopiques ont été complétées d'une étude microscopique uniquement dans le cas du site de d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), site pour lequel l'étude a été accompagnée d'une présence sur le terrain. Ces observations ont été effectuées à l'aide d'un microscope métallographique, au sein du laboratoire « Métallurgies et Cultures » UMR 5060 - CNRS – IRAMAT (Université de Technologie Belfort Montbéliard) en collaboration avec M. Berranger. Les déchets ont été sélectionnés en fonction de plusieurs critères : leur représentativité au sein de leur catégorie (SFR, SGD et SAS, barres de fer), leur lieu de découverte ou encore leurs particularités macroscopiques. Ainsi, les contextes de remblai, qui ont livré beaucoup des scories du site, sont bien représentés, mais les niveaux de circulation ou en relation directe avec des foyers sont également présents dans l'échantillonnage. De même les scories SGD, plus présentes dans le corpus ont été favorisées.

Le protocole appliqué pour l'observation de ces scories est le suivant<sup>141</sup> :

1 : étude macroscopique : mesures des dimensions et de la masse, description

2 : photographie

3 : tronçonnage dans l'axe de la soufflerie lorsque ce dernier est définissable, sinon dans la plus grande dimension.

4 : polissage jusqu'à 1 micron

5 : cartographie de l'objet au microscope métallographique

6 : observations de détail sur l'intégralité de l'échantillon et prises de vues microphotographiques.

7 : pour les objets contenant du métal : attaque chimique au nital (3 %) puis seconde observation

#### 1.3.4. Etudes bibliographiques

##### **1.3.4.1. Des sources très diverses et abondantes...**

La majorité des sites inventoriés dans ce travail sont étudiés par compilation de la bibliographie existante. La première étape de ce travail a été de faire un inventaire des sites en dépouillant les Cartes Archéologiques de la Gaule et les Bilans Scientifiques Régionaux département par département. Puis, la bibliographie mentionnée pour chaque site a été vérifiée et le site en question écarté ou inclus dans le corpus. Dans le cadre de cet inventaire, les grandes revues régionales, ainsi que les actes de colloques ayant la métallurgie pour thème ont également été dépouillés. Pour l'Espagne, des tentatives anciennes de bilans archéologiques régionaux ont été effectuées, mais très peu d'indices concernant la métallurgie se trouvaient dans ces ouvrages. Pour cette zone, la recherche s'est donc orientée vers les synthèses régionales et leur bibliographie.

---

<sup>141</sup> Ce protocole est celui habituellement utilisé au sein du laboratoire Métallurgies et Cultures pour les objets ferreux (voir, entre autres, Bauvais et Fluzin 2006a, p. 27-28).

Les ouvrages ainsi consultés sont très divers (Figure 4). La majeure partie des sites ont été recensés par le biais de rapports de fouille ou d'inventaires. Les articles et travaux universitaires apportent également un grand nombre de précisions quant aux activités. Ce sont souvent ces sources qui présentent le plus en détail le travail du fer. Enfin, quelques monographies abordent la sidérurgie et permettent de recueillir des informations de qualité. Pour plusieurs sites, les données ont été récoltées à travers plusieurs sources. Les plus fréquemment trouvées ensemble sont les inventaires de sites et les articles, en particulier liés aux nombreux travaux de prospection effectués en Bretagne par le Centre Régional d'Archéologie d'Alet.

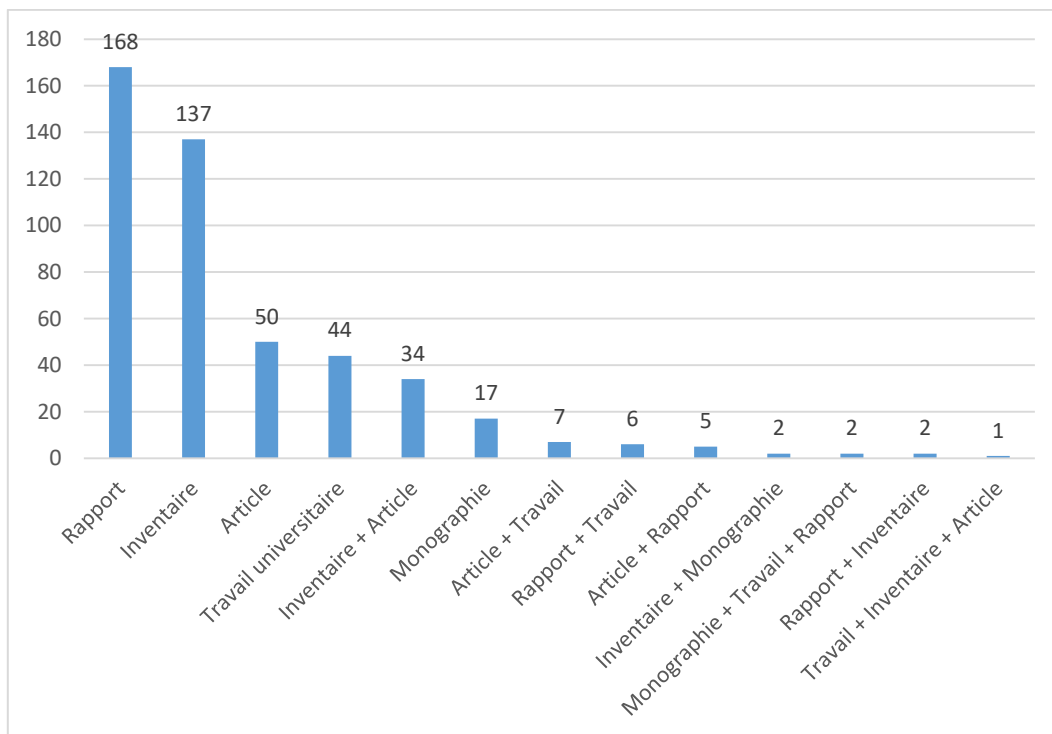


Figure 4 : Types de publications consultés pour le recensement des sites (« Travail » = travail universitaire (thèse ou mémoire)).

#### 1.3.4.2. ...proposant des informations très inégales

Un des problèmes majeurs en archéologie est sans conteste la diversité des cas de figure à prendre en compte lors des études. Les sites sont tous différents, à la fois du point de vue des vestiges mis au jour, mais également de la façon dont ces derniers ont été traités et

publiés. En effet, la quantité et la qualité des informations va grandement varier selon plusieurs critères :

- L'année de la fouille : généralement les fouilles antérieures aux années 1990 ne prenaient pas ou peu en compte les vestiges liés à la production du fer.
- Les méthodes employées font fluctuer la qualité de la donnée et la représentativité du corpus. Des surveillances de travaux n'apportent que peu de données contextuelles, tandis qu'une fouille extensive peut permettre de reconnaître la structuration d'un espace de travail.
- La présence d'un spécialiste (ici de la métallurgie du fer), associé à la fouille ou à la post-fouille, permet un traitement immédiat des données de terrain et une précision optimale des identifications lors de l'étude.
- Le type de publication est un facteur important de la diffusion des données. Les rapports de fouille sont généralement très précis et contiennent des tableaux de comptage permettant de retrouver des données quantitatives si elles ne sont pas mentionnées dans le texte. Au contraire, une publication sous forme d'article, plus facilement accessible au public, ne peut contenir toutes ces informations. Les inventaires de sites, quant à eux n'apportent souvent que peu de données hormis des présences/absences de catégories de vestiges.

Outre la diversité des opérations archéologiques menées, la date de réalisation de ces travaux, l'association d'un spécialiste, ainsi que le type de publication, influent grandement sur la quantité et le niveau de précision des données à disposition des chercheurs. Il existe donc de nombreux faciès de qualité de l'information disponible. Ces facteurs doivent être pris en compte lors de l'intégration d'un site dans une réflexion. En effet, un site seulement identifié en prospection ne pourra pas s'intégrer de la même manière à un raisonnement qu'un autre ayant fait l'objet d'une fouille et d'une importante publication. Il a donc fallu trouver une manière de présenter cette distinction. Dans ce cas, il vient tout de suite à l'esprit d'attribuer une note à chaque site en fonction de l'intérêt qu'il peut avoir dans le cadre de la recherche effectuée.

Cela peut sembler facile et efficace, mais cette méthode soulève plusieurs problèmes. Tout d'abord un seul critère peut être noté à la fois : par exemple, il est seulement possible de



présenter avec précision, sur une échelle simple, la méthode de travail de terrain (prospection, fouille...) ou encore le type de publication, mais pas les deux en même temps. Ensuite les notations appliquées se retrouvent souvent sous la forme de simples chiffres à la convenance de l'auteur, sans que le lecteur ne puisse retrouver ce qui a justifié cette notation. Enfin, la note correspond à l'intérêt d'un site pour une problématique particulière et le système doit être changé pour chaque grande interrogation posée. Ce système ne semble donc pas très maniable et transparent. Il lui a été préféré ici la prise en compte de tous les facteurs principaux un par un : type de travaux de terrain, année de découverte, type de publications consultées et place de la métallurgie dans ces sources (pour plus de précisions sur ces données voir *infra* (1.3.5.4.1.)).

Hormis les différences de publication, il existe également une divergence dans l'intérêt pour la métallurgie du fer qui impacte directement la quantité d'ouvrages disponibles dans une région et leur précision sur le sujet. Ce phénomène est souvent relatif à une tradition de recherche basée sur la présence de vestiges visibles et facilement identifiables du travail du fer. Par exemple, la Bretagne a très tôt fait l'objet de recherches sur le travail du fer car des sites à scorie, ont été signalés et étudiés très tôt du fait de leur grand nombre dans la région. Dans le cas de la péninsule Ibérique, et en particulier de la frange nord-ouest, les chercheurs se sont intéressés à l'extraction du minerai car les travaux miniers du XIX<sup>ème</sup> s. ont mis au jour de nombreuses galeries de mine antiques ou antérieures. De plus, la mention de Pline d'une « montagne [...] toute entière fer »<sup>142</sup> a éveillé la curiosité des chercheurs. Mais, étrangement, ce mouvement n'a pas créé d'intérêt pour l'étude de la suite des étapes de la métallurgie du fer. Ainsi, cette région se caractérise par une très faible représentation de sites avec des indices de réduction ou de forge car les vestiges caractéristiques de ces activités, et en particulier les scories, ne sont pas mentionnés dans les publications. Au lieu de cela, la recherche s'est orientée vers l'étude du travail du fer par le biais de celle des objets finis. Si cette démarche est très intéressante, elle ne peut être utilisée dans ce travail cherchant les lieux de production et leur organisation. Ainsi, très peu d'études archéométriques portant sur la compréhension des phases de travail du fer ont été effectuées en Espagne<sup>143</sup>.

---

<sup>142</sup> Pline, *N.H.*, XXXIV, 43.

<sup>143</sup> Costa Caramé 2008, p. 403-404.

### 1.3.5. Un outil d'enregistrement adapté : la base de données

Un travail prenant en compte de nombreux sites avec toutes la variabilité inhérente aux informations archéologiques doit avoir un moyen efficace d'enregistrer et de hiérarchiser les données. Cet outil doit à la fois permettre l'enregistrement des données archéologiques et la restitution de ces dernières dans des analyses typologiques et structurelles afin de répondre aux questions posées. La base de données est un outil répondant à toutes ces exigences. Elle permet en effet d'enregistrer les informations en tenant compte des particularités de chaque site, mais également en uniformisant les données, permettant ainsi le traitement commun d'informations diverses.

#### **1.3.5.1. Hiérarchisation des informations et structure générale de la base**

Une base de données doit avoir une structure spécifique afin de permettre de répondre aux questionnements initiaux. Si quelques rubriques comme le nom du site, sa localisation et la bibliographie de référence sont indispensables, les autres sont relatives aux problématiques traitées. Les informations utiles doivent donc être identifiées en amont et regroupées en ensembles cohérents. La recherche de réponses sur l'organisation spatiale des vestiges, sur l'évolution des structures de production et sur les déchets métallurgiques pousse à s'intéresser à trois niveaux de vision distincts. Le premier est celui de l'atelier qui permet de voir l'organisation des structures de production et des espaces de rejet. Le second correspond aux structures de production et associées (entre autres, extraction et stockage de matière première). Enfin, le troisième correspond au mobilier en relation avec la métallurgie. Cela comprend à la fois les outils nécessaires à la production (marteau, pinces, enclume...), les demi-produits et les déchets. Ces trois niveaux de vision ont amené à structurer la base de données selon ces trois axes.

Tout d'abord, une première table « site » permet de rentrer les informations générales sur le site où ont été découverts les vestiges d'activité métallurgique. Le fait que certains sites, ou certaines activités sur ces derniers, soient datés plus ou moins précisément en fonction des cas a posé la question de la définition temporelle d'un site archéologique. En effet, de nombreux sites pouvaient être problématiques, comme ceux ayant une occupation longue mais où le travail du fer n'est que ponctuel ; d'autres, au contraire, voient l'activité

métallurgique se développer sur un temps long, parfois avec des différences organisationnelles significatives d'une époque à l'autre.

Ces cas de figure tenant tous compte d'une segmentation chronologique identifiable, cela a conduit, dans le cadre de ce travail, à définir un site archéologique comme étant un ensemble de vestiges de chronologie identique identifiés lors d'une fouille ou de fouilles successives au même endroit. Dans ce cas, la notion de site est directement liée à la précision chronologique obtenue lors de la fouille : seront considérés comme sites à la fois un ferrier sans datation précise ou encore une phase d'occupation, parfois très courte, comme elles ont pu être perçues lors de certaines fouilles. Ici, un site est donc un ensemble de structures cohérent, avec une organisation propre et dont la chronologie est la plus précise connue. Cela correspond à une simple phase d'occupation si cette dernière est bien mise en évidence. Cette définition permet de connaître le contexte dont la datation est la plus resserrée autour de l'activité métallurgique, mais également de noter de façon distincte les possibles évolutions de cette dernière. La présentation générale du site permet principalement de replacer l'espace de production dans son contexte.

L'espace de production et son évolution étant au centre des problématiques abordées ici, une table devait absolument lui être consacrée. Toutefois, tous les sites sur lesquels des vestiges de travail du fer ont été découverts n'ont pas livré d'atelier. Encore une fois se pose le problème de la grande variabilité des données. Dans un premier temps, diverses options ont été envisagées afin de répondre à ce problème : « atelier », « ensemble » et « lieu de découverte ». Les deux premières sont trop réductrices vis-à-vis de la diversité des données : par exemple, l'atelier ne prend pas en compte les espaces de rejet isolés tandis que l'ensemble isole trop les structures de leur environnement – lui aussi à prendre en compte. Finalement la notion très neutre de « lieu de découverte » a été choisie du fait qu'elle ne préjuge pas de la nature des vestiges ou de leur dispersion. Il est par exemple possible de faire correspondre le lieu de découverte avec l'ensemble du site si les vestiges sont très dispersés ou encore avec un bâtiment et ses alentours.

Le second niveau de vision est celui des structures. Ces dernières étant très variées et spécifiques, allant de la galerie de mine au foyer de forge, il était impossible de créer une seule table commune à toutes ces structures. Une table a donc été générée pour chaque type de structure soit : « extraction », « bas fourneau », « ferrier », « foyer », « structure annexe », « ensemble clos ». Ces structures sont celles utilisées tout au long du processus de fabrication, (bas fourneau et foyer). A ces dernières viennent s'ajouter les structures n'étant pas strictement nécessaires à la métallurgie mais entrant faisant partie d'un espace de travail, comme les zones de stockage ou de rejet (ferrier). Les ensembles clos, sans rapport direct avec le processus de fabrication, sont également pris en compte ici car du mobilier métallurgique a été découvert dans des dépôts (demi-produits) et des sépultures (outils).

En dernier lieu se trouvent tous les éléments mobiliers en lien avec le processus de fabrication. Il est possible de distinguer les catégories suivantes : « enclume », « bac de trempe », « outillage », « demi-produits » et « déchets ». Si les tables « enclume » et « bac de trempe » sont aisément compréhensibles, les trois autres englobent des réalités très diverses. Il existe en effet de nombreux types d'outils<sup>144</sup> reconnus pouvant servir dans le cadre d'une activité métallurgique, que ce soit au niveau du forgeage (marteaux et pinces), de la découpe (ciseaux et tranchets) ou encore des finitions (ciselet, polissoir, pierre à aiguiser, étampe...), tout comme les demi-produits et les déchets de production. Chacune de ces trois tables sert alors à enregistrer des données quantifiées sur chacune des catégories rencontrées. Dans le cas des outils, il s'agit d'un comptage par catégorie. Pour les demi-produits et les scories, le comptage s'accompagne, lorsque l'information est connue, d'une indication de masse, afin d'obtenir des données plus précises sur les quantités de travail fournies.

### **1.3.5.2. Faire un choix : quelles informations retenir ?**

Une fois les tables bien identifiées, il est nécessaire de déterminer quelles sont les informations à en avant et ce toujours en fonction des objectifs visés. Il s'agit des données caractéristiques d'un fait permettant, par comparaison, de chercher une évolution des

---

<sup>144</sup> Les enclumes sont séparées des autres outils car les informations les concernant sont généralement plus spécifiques que pour le reste de l'outillage. De plus de sont des outils passifs, tandis que les autres sont principalement actifs.

pratiques métallurgiques. Cela passe, par exemple, à la fois par la présence ou l'absence de structures, leur forme, leur localisation dans le site, les outils associés, les types de déchets et leur datation.

Quelques rubriques utilitaires sont communes à toutes les tables. La première est la « bibliographie » dans laquelle tous les ouvrages consultés sur le site sont renseignés. La duplication de cette rubrique dans chaque table vient de la volonté de mettre, à chaque fois, la bibliographie la plus précise sur l'élément dont il est question. A titre d'exemple, dans la rubrique « bibliographie » de la table « enclume » ne seront indiqués que les ouvrages et pages traitant de l'individu dont il est question.

La seconde rubrique apparaissant systématiquement est « commentaires ». Dans cette case est rédigé un texte succinct donnant le maximum d'informations sur le sujet de la table. C'est ainsi que dans la table « site » les commentaires feront une brève description de l'intégralité du gisement archéologique tel qu'il est connu en présentant notamment les éléments d'intérêt permettant de le caractériser et les moyens de le dater. Deux plages sont également disponibles sur chaque table pour insérer des illustrations. Pour les tables « site » et « lieu de découverte » les illustrations seront plutôt portées sur l'organisation de l'espace en présentant des plans généraux ou des photographies des espaces décrits, tandis que pour les autres tables des plans et photographies spécifiques des structures ou du mobilier sont requises. Les autres rubriques sont spécifiques à chaque table.

### **1.3.5.3. Le problème de la datation**

Un onglet permet d'entrer les données sur la datation du site. Il s'agit de renseigner les bornes hautes et basses de la datation du site, précédé par un « - » si la date est avant notre ère. Ainsi, une période d'occupation allant de la seconde moitié du premier siècle a.C. à la fin du règne de Tibère sera notée « -50 » dans la rubrique « datation haute » et « 37 » pour la « datation basse ». Cela amène au problème du chevauchement des datations entre deux ensembles d'un même site ou de deux sites distincts. Par exemple, sur un même site, la phase 1 est datée entre 100 et 50 a.C. et la phase 2 entre 50 a.C. et 20 p.C. Si un atelier se trouve dans chaque phase, ils n'ont pas fonctionné ensemble. Néanmoins, une recherche des activités

en 50 p.C. montrera tout de même une synchronie de l'activité alors qu'elle n'a pas existé. Dans cette base de données, dans la mesure du possible, les diverses phases d'un même site n'auront pas des datations se chevauchant. Ici, l'atelier le plus ancien sera daté entre 100 et 51 a.C., tandis que le plus récent le sera entre 50 a.C. et 20 p.C.

Un autre problème rencontré est la précision de la datation. En effet, tous les sites ne sont pas datés avec la même précision, et ce pour des raisons diverses : absence de mobilier, mobilier peu caractéristique, absence de stratigraphie ou phasage impossible. En ce qui concerne les déchets métallurgiques et de nombreuses autres catégories de mobilier, il est possible de rajouter quelques autres faits entravant la bonne datation de l'activité : mobilier non remis dans son contexte dans la publication, seulement mentionné, ou encore absence de datation du contexte de découverte.

Tous ces facteurs ne permettent pas d'obtenir une période de fonctionnement des espaces de travail toujours bien déterminée. Cela pose de nombreux problèmes lors de l'exploitation des données. En effet, un lieu de découverte dont la datation est très lâche apparaîtra plus souvent sur les cartes qu'un atelier de datation très resserrée, ce qui lui donnera un « poids » plus important alors qu'en réalité, d'un point de vue chronologique, il est moins bien connu que ce dernier. Ce biais inhérent à l'archéologie ne peut être totalement supprimé, mais il est possible de faire entrer en compte une valeur appréciative afin de signaler les sites les mieux datés et les moins bien datés. C'est pourquoi une rubrique « datation précise de l'activité » a été créée dans la base de données. Cette dernière contient les entrées « oui » ; « non » et « indéterminé » sous forme de jeu de cases à cocher. Il a été décidé que les ateliers ayant un intervalle de datation inférieur à 200 ans seraient associés aux datations fiables. Cet intervalle correspond environ à une période archéologique (La Tène ancienne etc.), périodes relativement bien différenciées de nos jours – même avec peu de mobilier. De plus, cela correspond également à un découpage chronologique lors du traitement des données qui sera utilisé dans la suite de ce travail. Les intervalles de datation supérieurs à 200 ans sont identifiés comme « non fiables » tandis que les sites non datés entre dans la catégorie « indéterminé » et ne seront exploités qu'avec la plus grande prudence.

### 1.3.5.4. Structuration et rubriques

#### 1.3.5.4.1. Les sites

La table « site » (Figure 5) comprend des rubriques liées aux informations générales sur le site. Les premières informations sont d'ordre administratif et géographique :

- Le nom du site, formé par nom de la commune de découverte et le nom du lieu-dit suivi, si nécessaire de la phase d'occupation.
- Le pays et le département ou la province de découverte.
- Les coordonnées géographiques par le biais de la latitude et la longitude. Le sujet portant sur deux pays distincts, les coordonnées sont exprimées en WGS 84 écriture décimale – système pouvant être utilisé à l'échelle mondiale.

The screenshot shows a software interface for a database. The main window is titled 'Site' and contains several sections:

- Localisation:** Numéro site: 100483. Nom du site: Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4. Pays: France. Commune: Amiens. Département / Province: Somme. Lieu dit: ZAC Cathédrale - Université, état II. Latitude: 49,895079. Longitude: 2,300784.
- Informations archéologiques:** Interventions effectuées:  Découverte fortuite,  Diagnostic,  Fouille,  Prospection aérienne,  Prospection géophysique,  Prospection pédestre,  Surveillance de travaux. Nature de la fouille: Préventive. Année de découverte: 1996. Sources bibliographiques:  Article,  Monographie,  Travail universitaire,  Rapport. Place de la métallurgie dans les sources: Description.
- Nature du site:** Type de site: Habitat urbain. Datation: 40 - 50 p.C.
- Bibliographie:** Commentaires: Datation. Buhez et Gemehl 1996, p. 28-38.
- Lieu de découverte table:** A table with columns 'Lieu de découverte', 'datation', and 'localisation'. It lists 'Bâtiment 5246, pièce M', 'Bâtiment 5246, pièce L', and 'Bâtiment 5246, pièce O', all with 'voir' in the 'datation' column and 'voir' in the 'localisation' column.

Figure 5 : Table « Site », contenant les informations administratives, géographiques, bibliographiques et une brève description du contexte archéologique général.

Une seconde partie de la table « site », nommée « informations archéologiques » est consacrée aux méthodes d'étude utilisées sur le site. Cela permet la prise en compte de la provenance des données utilisées, de même, cela laisse une traçabilité de la recherche. Ce

système a été préféré à une notation de la « qualité » du site car il permet de mieux mettre en lumière la constitution de la donnée archéologique telle qu'elle nous parvient.

Par conséquent, une rubrique est consacrée aux « interventions effectuées ». Cette dernière indique le processus de découverte du site, allant de la découverte fortuite à la fouille en passant par divers types de prospection sans oublier les diagnostics. La « nature de la fouille » est renseignée dans une autre rubrique. Celle-ci permet entre autres de différencier les fouilles anciennes des fouilles plus récentes, programmées ou préventives. L'année de découverte et le nom du fouilleur sont également renseignés dans deux autres rubriques. Suite à ces informations relatives aux travaux de terrain, deux rubriques sont consacrées aux travaux post-fouille. La première recense le « type de publication » dans lesquelles ont été recueillies les données. En effet toutes les publications ne livrent pas les mêmes informations, que ce soit du fait de contraintes de taille (articles) ou de temps de rédaction (rapport de fouille). Les rapports de fouille, par exemple, présentent généralement des tableaux de comptage, ce qui permet d'avoir accès à la donnée brute. La dernière rubrique relative au traitement des données de terrain concerne la « place de la métallurgie dans les sources ». Ce point est essentiel pour caractériser la fiabilité de l'information. Cette rubrique peut être complétée par les champs « mention », « description » et « étude spécialisée ». La remarque de la découverte de quelques scories de fer entre dans la catégorie « mention ». La « description » intervient lorsque les informations données permettent d'identifier au moins une partie des vestiges mobiliers ou immobiliers. Enfin, « étude spécialisée » est renseigné lorsqu'un spécialiste a caractérisé le mobilier, même sommairement.

La troisième partie de cette table concerne l'identification du site. Deux rubriques permettent de renseigner, d'une part, le « type de site » et, d'autre part, sa « datation ». Le « type de site » permet de sélectionner des valeurs prédéfinies tel qu'« habitat rural », « sanctuaire », « site à tuile » pour caractériser rapidement le contexte de découverte des vestiges. La rubrique « datation » semble faire doublon avec celle évoquée plus haut et commune à toutes les tables, mais celle-ci sera renseignée avec la datation telle qu'elle est donnée dans les ouvrages consultés, soit de type « La Tène C2-D1 » par exemple. Cela permet de conserver la datation originelle.



### 1.3.5.4.2. Les lieux de découverte

L'échelle de vision suivante, et donc la table suivante est le « lieu de découverte ». Ici il est question de traiter spécifiquement de la zone dans laquelle les vestiges métallurgiques ont été mis au jour et en particulier la présence d'une organisation de ces derniers. Comme il est très difficile de rendre compte de tous les facteurs pouvant varier dans un espace de production, en particulier lorsque ce dernier peut correspondre à des phases distinctes d'un processus de fabrication, il n'a pas été possible de retenir des critères organisationnels fiables, hormis la présence ou l'absence de structures ou de mobilier. Ce facteur étant déjà traité par la création de fiches spécifiques pour ces éléments, la table « lieu de découverte » sert donc à regrouper les informations des niveaux de lecture inférieurs (Figure 6).

The screenshot shows the FileMaker Pro interface for a database named 'Lieu de découverte'. The form is titled 'Lieu de découverte' and contains the following fields and sections:

- Nom du site:** Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4
- Lieu de découverte:** Bâtiment 5246, pièce M
- Datation:** 40 - 50 p.C.
- Cadre général:**
  - Nature du lieu: Bâtiment
  - Organisation perceptible:  Oui  Non
- Vestiges métallurgie:**
  - Structures et déchets:  Structures  Déchets
  - Couverture:  Oui  Non  Indét.
- Travail attesté:**
  - Extraction:
  - Réduction:
  - Epuration:
  - Soudure:
  - Finitions:
  - Grillage:
  - Post-réduction:
  - Gros objets:
  - Tôle:
  - Indéterminé:
  - Lavage:
  - Cémentation:
  - Petits objets:
  - Trempe:
  - Polymétallurgie:
- Bibliographie:** Buhez et Gemehl 1996, p. 28-38.

The right side of the interface shows a table with columns 'Nom' and 'Type'. The table lists various objects and their types, such as 'Extraction', 'Bas fourneau', 'Ferrier', 'Foyer', 'Structure annexe', and 'Ensemble clos'. A map of the site is also visible in the center of the interface.

Figure 6 : Table « Lieu de découverte », permettant de renseigner la présence d'un bâtiment, le type d'indices de travail du fer identifiés et les phases de travail attestées.

En premier lieu la rubrique « lieu de découverte » est renseignée avec le nom le plus précis connu pour la zone de découverte des vestiges. Il s'agit souvent d'une indication spatiale par rapport à la fouille, d'un nom de zone, de secteur ou de bâtiment. Une nouvelle rubrique « datation » est également présente ici, dans le cas où des subdivisions aient pu être observées au sein des phases d'occupation.

Le lieu de découverte est décrit suivant quatre critères. Le premier est la « nature du lieu » permettant de spécifier si les vestiges relatifs à cette découverte l'ont été dans un bâtiment, au niveau d'une voie, dans un dépôt ou encore sur l'intégralité du site. La rubrique « vestiges métallurgie » aide à préciser quelle est la nature des vestiges mis au jour : des structures, uniquement des déchets de production, les deux ou encore d'autres cas de figure. Les deux dernières rubriques de cette table concernent la présence ou l'absence d'« organisation perceptible » et de « couverture » abritant l'activité. Les niveaux d'organisation sont très variables allant de l'atelier complet à la simple constatation d'une organisation des rejets de travail. De plus, l'organisation ne concerne pas uniquement l'espace de production en lui-même, la localisation par rapport au site peut également entrer dans cette catégorie.

#### 1.3.5.4.3. L'extraction

Les premiers éléments créés par l'activité métallurgique sont les dépressions résultant de l'extraction du minerai. Si l'extraction à ciel ouvert se présente souvent sous la forme d'une simple dépression, les galeries, elles, peuvent constituer des ensembles très complexes regroupant l'accès au minerai et diverses galeries : exploratoires, d'aération ou d'exhaure. Une rubrique « type d'extraction » permet tout d'abord de différencier les deux catégories d'exploitations tandis qu'une entrée « fonction » permet de renseigner l'utilisation faite de la structure.

Comme de nombreuses structures archéologiques, une extraction peut être caractérisée par sa forme et ses dimensions. La rubrique « forme » permet d'indiquer la forme du creusement, en particulier en ce qui concerne les exploitations à ciel ouvert. Les dimensions de ces structures sont également renseignées. Ces informations permettent de calculer un « volume estimé » pouvant entrer dans des calculs de production. De même, il est nécessaire de connaître la présence d'un « canal d'évacuation » dans une galerie non dévolue à l'exhaure. Un tel drain peut en effet suffire à l'évacuation de l'eau dans la mine<sup>145</sup>. Outre ces

---

<sup>145</sup> Domergue 2008, p. 121.

données morphologiques et métriques, des renseignements sur les savoirs faire anciens sont également perceptibles à travers la présence de quelques éléments. Le premier est l'« aspect des parois », ces dernières pouvant être laissées brutes ou encore avoir été retravaillées. Ensuite des traces des techniques peuvent parfois être observées sur ces parois. La « nature des traces » peut varier : vestiges d'abattage au feu ou traces de pics de mineur, voire les deux. Ces informations renseignent directement sur les pratiques techniques des mineurs. Enfin, des aménagements n'entrant pas directement dans les faits techniques sont régulièrement identifiés dans les mines : les « niches » pour les lampes à huiles. Ces creusements, effectués à intervalle régulier dans les parois, permettent d'installer des lampes à huile offrant de la lumière au mineur. Souvent, la présence de ces niches est associée à une datation gallo-romaine de l'exploitation, de telle sorte que certaines mines ne sont datées que par la présence de ces creusements pariétaux, avec tous les problèmes que cela pose, en particulier dans des mines dont la datation est du I<sup>er</sup> s. a.C.<sup>146</sup>.

#### 1.3.5.4.4. La concentration du minerai

La seconde phase du processus de fabrication, bien que très utile, a pour particularité de ne pas être obligatoire. De plus, les vestiges laissés par cette activité, lorsqu'elle est liée à la métallurgie du fer, sont ténus. En effet, le lavage du minerai ne laisse pas de traces et même dans le cas d'un grillage ou d'un concassage, la majorité des produits de cette activité sont consommés lors de la réduction. En ce qui concerne le grillage, seule persiste une trace de rubéfaction au sol ou des niveaux orangés à rouge résultant de la chauffe du minerai. Ces traces, plutôt relatives aux structures de combustion, sont traitées avec les foyers. Le concassage ne peut être attesté que par la présence de minerai de faible nodule. Ces observations étant effectuées sur le minerai lui-même, elles sont développées avec les déchets.

#### 1.3.5.4.5. Les bas fourneaux

En suivant l'ordre du processus de fabrication, la phase suivante est la réduction effectuée dans un bas fourneau. Trois grands types de bas fourneaux sont reconnus de longue

---

<sup>146</sup> Domergue 2008, p. 115.

date en archéologie<sup>147</sup>. Ils sont identifiés à la fois par le nombre de réduction opérées dans la structure et l'aspect des déchets produits. Cette typologie est bien établie et fonctionnelle, mais pourrait éventuellement être affinée par la prise en compte d'autres facteurs. C'est dans ce but qu'ont été créés les enregistrements relatifs aux bas fourneaux.

En premier lieu viennent les informations de caractérisation générale de la structure : le « nom » correspondant généralement à l'identifiant utilisé lors de la fouille ; le « type de bas fourneau » ; et la mention « restitué ». Cette rubrique a vu le jour car, ne prendre en compte que les bas fourneaux découverts lors des fouilles, reviendrait à se priver d'une partie de la documentation existante. En effet, des informations sur des structures de réduction peuvent être obtenues par l'observation des fragments de parois et des déchets de production. C'est en particulier le cas des bas fourneaux à scorie piégée pour lesquels les dimensions des scories peuvent donner une bonne approximation du diamètre de la cuve. Les fragments de parois peuvent également conserver des traces d'évents permettant de restituer un système de ventilation sur le bas fourneau. Dans la base de données certains des bas fourneaux ne sont connus que par des vestiges indirects et sont donc notés « restitués ».

En second lieu sont renseignées les données morphologiques et métriques. La « forme de la cuve » et les dimensions de cette dernière permettent de calculer son volume. Ces informations permettent à la fois de proposer une typologie, mais également de travailler sur les volumes produits car, dans le cas de bas fourneaux à scorie piégée, le volume de la cuve sous l'arrivée d'air correspond au volume maximal de scorie pouvant être produites lors de la réduction. Certains bas fourneaux présentent également une fosse de travail frontale. Des rubriques sont donc destinées à renseigner la présence de cette structure, sa forme et ses dimensions. A l'heure actuelle cet espace intimement lié à la structure de réduction est interprété comme fosse d'accès pour les bas fourneaux à scorie piégée réutilisables et comme fosse d'accès et d'évacuation de la scorie pour les bas fourneaux à scorie coulée.

Enfin viennent des informations sur l'architecture des structures de réduction. Tous les bas fourneaux ne sont pas construits de la même manière, si une grande partie consiste en une

---

<sup>147</sup> Leroy et Merluzzo 2004, p. 64-65.

cuve creusée dans le sol à laquelle est adjointe une superstructure, d'autres sont encaissés dans un talus et leur cuve est au même niveau que les sols environnants<sup>148</sup>. Une rubrique « structure encaissée » permet donc de marquer cette différence. Ensuite sont renseignées des informations sur l'élévation : présence d'une « couronne en pierre » et « module des pierres », et également les matériaux utilisés pour la superstructure et les dimensions des pierres le cas échéant. Quelques données moins fréquentes sont aussi prises en compte, en particulier la présence d'un linteau indiquant l'existence d'un accès aménagé dans la paroi ainsi que l'observation de rechapages de la cuve démontrant une succession d'utilisations de la structure. Enfin, s'intégrant à la superstructure, les événements et la hauteur à laquelle ils se situent permettent de connaître le volume utile de la structure. Le diamètre de ces arrivées d'air doit être renseigné afin de vérifier s'il existe une discrimination métrique entre les événements de bas fourneaux et ceux de foyers de forge.

#### 1.3.5.4.6. Les ferriers

La réduction produit des scories, très nombreuses dans le cas des structures à utilisations multiples. Ces déchets sont évacués de l'espace de travail et forment des amas, parfois de grandes dimensions appelés ferriers. Il ne s'agit donc pas ici de structures archéologiques au sens d'élément pensé puis fabriqué, mais plutôt de structures opportunistes, dont la création est aussi aléatoire que celle des déchets qui les constituent. Malgré cela, il est possible de recueillir des informations importantes pour la compréhension de la métallurgie du fer par le biais des ferriers. Comme pour toute structure, il est nécessaire d'en donner les dimensions et la forme afin de proposer une restitution du volume et donc de la quantité de déchets contenus. Une rubrique permet de préciser de quels types de scories est constitué le ferrier afin de restituer la technologie du bas fourneau associé, si ce dernier n'a pas été mis au jour, et également de mentionner une éventuelle association entre réduction et forge. Les deux dernières rubriques consacrées aux ferriers permettent de retranscrire leur « état de conservation » (s'ils sont en élévation ou sous forme d'épandage) et de mentionner d'éventuelles perturbations subies au cours du temps, comme l'arasement par les labours ou encore la ré-exploitation comme source de matière première. Ainsi, un ferrier mal conservé ne pourra pas donner une réelle approximation de la quantité de minerai réduit.

---

<sup>148</sup> Ce dernier cas se retrouve de manière récurrente aux Martys (Aude, France). Domergue (dir.) 1993, p. 352-356.

#### 1.3.5.4.7. Les foyers

La forge ainsi que le grillage du minerai nécessitent l'utilisation de foyers afin de chauffer les matériaux. Ces structures de combustion sont d'aspect très varié<sup>149</sup>. Il est donc parfois difficile de faire la différence entre un foyer métallurgique et un foyer domestique. N'ont été pris en compte ici que les foyers dont le lien avec la métallurgie était avéré par la présence de déchets en relation directe ou leur insertion dans un espace de travail du fer bien caractérisé.

Comme pour les autres structures, les premiers éléments pris en compte pour les foyers sont la forme et les dimensions (Figure 7). Du fait de la multiplicité des utilisations possibles des foyers dans le processus de fabrication d'objets en fer, une rubrique « interprétation » permet de préciser l'utilisation qui était faite de ce foyer : grillage, charbonnage, épuration, cémentation, finition, recyclage, forge sans précision ou encore indéterminé. Afin d'affiner la caractérisation des foyers, deux autres rubriques permettent de préciser s'ils étaient polymétallique (utilisée pour le travail de plusieurs métaux) et quels étaient les autres métaux travaillés. La localisation de la structure de production est également importante dans le cadre de la caractérisation des conditions de travail des opérateurs. Le travail ne peut pas être effectué de la même manière, et avec une régularité égale, si les appareils de production se trouvent à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment, voire dans une cour.

---

<sup>149</sup> Serneels *et al.* 2004, p. 87-88.

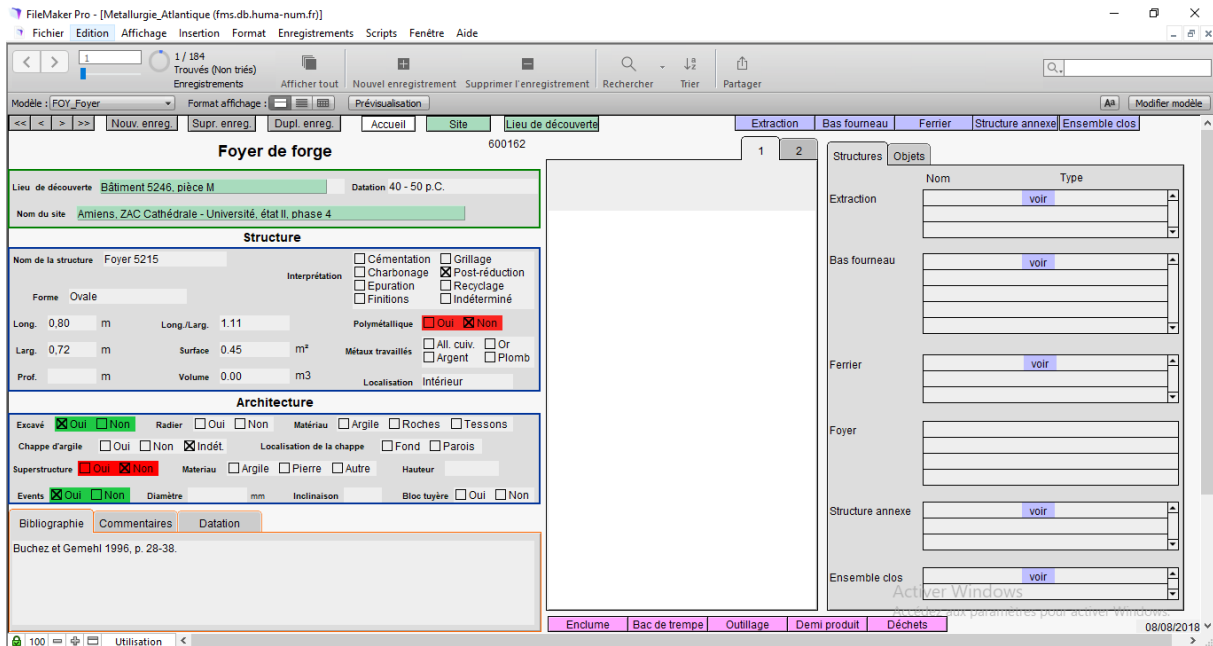


Figure 7 : Exemple de table de structure : les foyers de forge, avec des informations sur la morphologie, les dimensions et les matériaux de construction utilisés.

Les autres informations sur les foyers de forge sont relatives à leur architecture et sont renseignées dans le but de vérifier s'il existe des caractères dominants dans la construction de ces structures de combustion. Tout comme pour les bas fourneaux, il est nécessaire de mentionner si le foyer est excavé, mais également s'il possède un radier et, le cas échéant, les matériaux constitutifs de ce dernier. De même, la présence de vestiges d'une superstructure est à prendre en compte, bien que rarement attestée. Les matériaux utilisés dans la construction et la hauteur de cette superstructure permettent de mieux rendre compte de l'état originel du foyer. Les dernières entrées sont réservées au système de ventilation. Une rubrique permet de noter la présence de restes d'évents, une seconde, le diamètre de ces derniers, une troisième, leur inclinaison par rapport à l'horizontale (cette information n'est que très rarement donnée) et enfin une quatrième entrée indique si l'évent appartient à un bloc-tuyère comme cela a déjà été observé.

#### 1.3.5.4.8. Les structures annexes

D'autres structures que celles précédemment citées peuvent être liées au bon fonctionnement d'un atelier, qu'il s'agisse d'espaces de stockage, de travail ou encore de

rejet. Généralement, ces éléments ne sont que rarement attestés lors des fouilles du fait de la faiblesse des indices archéologiques. Un établi, par exemple, ne laissera dans le meilleur des cas, que quelques trous de piquets. Encore une fois, les éléments pris en compte commencent par les dimensions, une identification et l'interprétation. Tout comme les bas fourneaux, ces structures peuvent être restituées grâce à des indices indirects, c'est le cas de l'établi déjà mentionné, les quatre trous de piquets pouvant être dus à la présence d'une ou plusieurs autres structures. Enfin, la localisation de ces structures est intéressante car elles ne sont pas nécessairement au sein de l'atelier, une fosse de stockage de matière première ou de rejet peut se trouver dans une pièce à part, voire dans un autre lieu.

#### 1.3.5.4.9. Les ensembles clos

Les ensembles clos sont les dernières structures prises en compte dans cette base de données. Ils n'ont aucun rapport direct avec la métallurgie du fer, toutefois, il arrive que des demi-produits ou des outils de forgeron soient mis au jour dans des dépôts ou des tombes. Cette table permet de renseigner ces cas très particuliers, sortant de la stricte activité métallurgique pour entrer dans le domaine rituel. Ici, seuls peu d'éléments sont pris en compte : le nom de la structure, son identification et les quantités de mobilier mis au jour au sein de cet ensemble – catégorie de mobilier par catégorie de mobilier. Ces contextes étant par définition clos, les interactions avec leur environnement sont limitées et il n'est pas utile de plus les développer dans le cadre de cette étude.

#### 1.3.5.4.10. Les enclumes

L'enclume est un élément essentiel pour le forgeron, il s'agit de sa surface de travail. Malgré tout, ces objets sont rarement attestés lors des fouilles archéologiques. En effet, les enclumes en fer représentent une grande quantité de matière première et devaient être ôtées de l'espace de travail avant son abandon. Les enclumes en pierre, elles, peuvent ne pas être repérées lors de la fouille du fait de leur ressemblance avec des matériaux de construction. Enfin, d'éventuelles enclumes en bois ne se conserveraient que dans des contextes exceptionnels. Seules quelques informations peuvent être notées sur ces enclumes. La



première est si sa présence est restituée ou non et les informations permettant cette restitution (présence d'une couronne de battitures ou d'une zone de calage pour un billot de bois). Comme pour tous les objets suivants, le contexte de découverte et la localisation sont également précisés. Enfin viennent les données morphologiques telles que la forme, les dimensions et le matériau de l'objet.

#### 1.3.5.4.11. Les bacs de trempe

Contrairement à l'enclume, le bac de trempe n'est pas obligatoire pour la réalisation d'un objet en fer. L'utilisation de la trempe permet de modifier les propriétés physiques de l'objet travaillé et démontre un certain degré de maîtrise de l'artisan. Ces objets étant très rares, peu d'informations peuvent être récupérées sur leur compte. Dans un premier temps, outre le contexte de découverte et la localisation spatiale, un des éléments les plus importants est l'existence de la découverte. En effet, les bacs de trempe peuvent être attestés par des indices indirects : soit la présence d'une scorie de fond de bac formée par accumulation de déchets dans le récipient, soit des déchets ayant subi une trempe. Ces derniers sont identifiés par la présence de cristaux de martensite visibles lors d'une observation au microscope. La présence réelle de l'objet conditionne les informations données pour tous les autres éléments : la nature du bac de trempe (céramique, amphore étêtée, cuve en pierre ou en bois), la forme du bac et ses dimensions. Du fait des difficultés à les mettre en évidence par le biais de l'archéologie, à l'heure actuelle les bacs de trempe font partie des objets en relation avec la métallurgie du fer les moins bien connus<sup>150</sup>.

#### 1.3.5.4.12. Les outils

Les outils du forgeron sont également peu connus dans le registre archéologique. Cette fois-ci, non pas du fait d'un faible nombre de découvertes, mais plutôt à cause de la ressemblance que ces objets peuvent avoir avec des outils d'autres professions, en particulier les tailleurs de pierre et les charpentiers/menusiers. Ne sont donc pris en compte dans ce

---

<sup>150</sup> Hors du corpus de cette étude, des bacs de trempe de nature diverse ont pu être observés. Il peut s'agir, par exemple, d'amphores étêtées à Autun, Lycée Militaire (Saône-et-Loire, Chardon-Picault et Pernot 1999, p. 206-208) ou de bacs en pierre, recouverts ou non de béton de tuileau, à Pompéi (Amarger 2009, p. 137).

travail que les outils pour lesquels le contexte permet une attribution claire à la métallurgie du fer. L'objectif étant de reconnaître des phases du processus de fabrication et non de proposer une typologie des divers outils utilisés par les forgerons, seuls les comptages et identifications sont mentionnés ici. Les outils sont classés par catégorie (pic de mineur, marteau, pinces, emporte-pièce, étampe, fer à braser, lime, polissoir, aiguiseur, ciseau droit, ciselet, poinçon) et le nombre de découverte de chaque catégorie est précisé. Les descriptions précises de ces objets sont données dans les commentaires lorsqu'elles sont connues.

#### 1.3.5.4.13. Les demi-produits

Les demi-produits ont été étudiés de façon très complète récemment<sup>151</sup>. Il est ici plutôt question de remettre ces objets dans leur contexte et de vérifier leur récurrence dans les ateliers de production afin de voir s'il existe des préférences régionales ou chronologiques pour certains types de demi-produits. En reprenant la typologie établie par M. Berranger, donc seul le nombre et la masse de chaque type de demi-produit mis au jour sur le lieu de découverte sera noté. Les descriptions précises de chaque individu sont données dans le champ « commentaires ».

#### 1.3.5.4.14. Les déchets

---

<sup>151</sup> Berranger 2014.

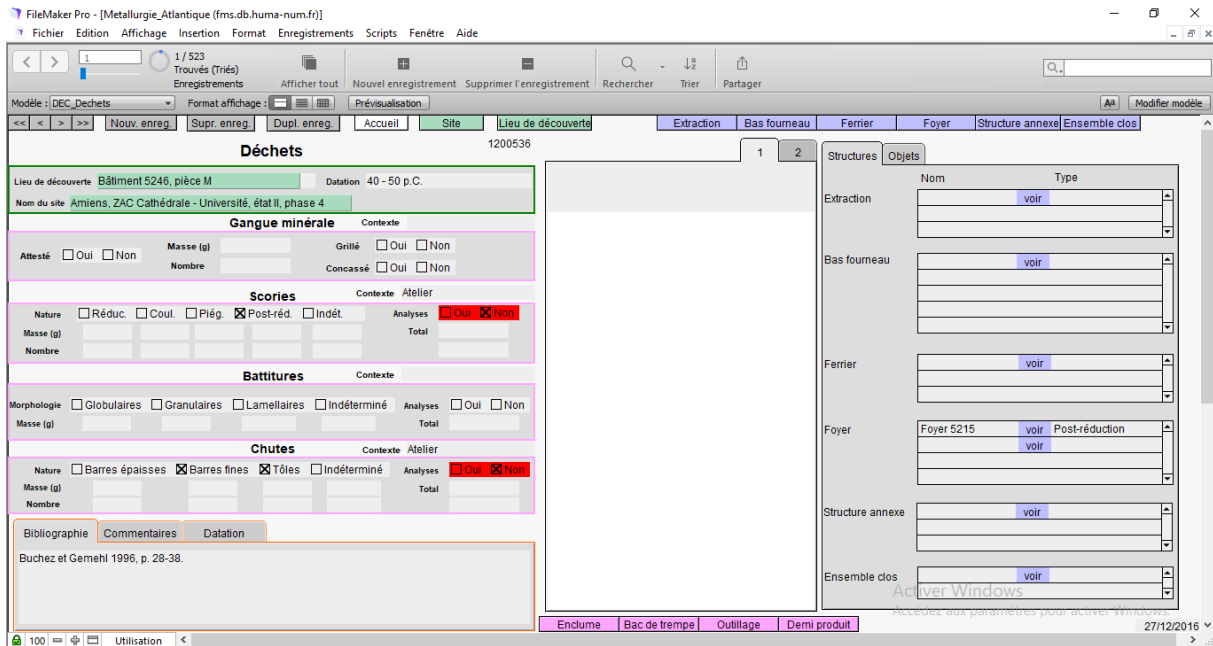


Figure 8 : Table « Déchets » avec présence/absence de divers types de déchets métallurgiques, comptages, pesées et totaux.

Les derniers éléments du processus de fabrication de la métallurgie du fer sont les déchets de production. Ils sont créés lors de chaque étape, de l'extraction aux finitions, mais seulement quelques-uns sont réellement perceptibles dans le domaine archéologique. Les haldes par exemple, même si elles constituent des éléments archéologiques bien visibles, ne peuvent être considérées comme des objets. Leur étude relève plutôt du domaine de l'archéologie sédimentaire. De même, les déchets issus de la concentration du minerai et plus particulièrement du lavage de ce dernier ne sont que très rarement observés. N'ont donc été conservés ici que les déchets les plus fréquemment rencontrés : les restes de minerai issus de l'extraction, de la concentration ou de la réduction, les scories venant de réduction ou de forge, les battitures issues du forgeage des objets et enfin les chutes de travail du forgeron (Figure 8). Pour chacune de ces catégories, le contexte de découverte est précisé afin de les différencier le cas échéant. De même, une rubrique « analyses » permet de préciser si des observations autres que macroscopiques ont été effectuées sur le mobilier. Le cas échéant les résultats de ces travaux sont retranscrits dans leurs grandes lignes dans les « commentaires ». De même, si un objet mérite une description cette dernière est faite dans la rubrique « commentaires ».

Pour le minerai, il faut préciser la masse et le nombre de fragments recueillis, mais également s'il portait des indices de grillage ou encore de concassage. Les scories sont divisées en cinq catégories « réduction », « coulées », « piégées », « forge » et « indéterminé ». La case « réduction » permet de renseigner des individus issus de cette phase du processus de fabrication mais pour lesquels la documentation n'est assez éloquente pour préciser s'ils viennent d'une structure à scorie piégée ou coulée. Pour chacune de ces catégories, le nombre d'individus identifiés et leur masse totale sont indiqués. Ces informations, seulement quantitatives, permettent d'estimer la quantité de travail réalisée sur le site. Les battitures sont traitées de la même manière, sauf en ce qui concerne le nombre d'individus, cette donnée étant peu représentative. Les catégories « granulaires », « lamellaires », « globulaires » et « indéterminées » sont issues des travaux de J.-CL. Leblanc sur le sujet<sup>152</sup>. Enfin les chutes de forge sont classées suivant quatre catégories : « barres épaisses », « barres fines », « tôles » et « indéterminés ». Ces catégories sont volontairement assez vastes car les chutes sont souvent seulement mentionnées dans les publications.

---

<sup>152</sup> Leblanc 2002.

## **2. Les vestiges du travail du fer : structures, outils et déchets**

### **2.1. Trouver le fer : l'extraction du minerai**

#### **2.1.1. Quelques problèmes inhérents à l'étude des sites d'extraction**

Ces éléments ont déjà été présentés plus haut (paragraphe 1.2.2.), mais leur existence conditionne très fortement la recherche sur l'extraction du minerai de fer, il est donc utile de les rappeler brièvement ici.

En premier lieu, il faut souligner la difficulté de reconnaissance des ouvrages miniers, en particulier lors des prospections. En effet la mise en évidence d'extractions souterraines (en galeries), est particulièrement malaisée à partir d'observations de surface. En plus de trouver l'entrée de ces mines, il faut également pénétrer à l'intérieur afin de vérifier s'il s'agit bien d'excavations d'origine anthropiques et non de galeries naturelles. Les extractions à ciel ouvert sont également très difficiles à repérer. En effet, il s'agit de simples creusements dans le sol, généralement partiellement ou totalement comblés par deux millénaires d'érosion. Dans certains milieux, comme les zones karstiques, ces creusements peuvent également être confondus avec des dolines dont l'aspect de surface est similaire. La forme des extractions à ciel ouvert étant très similaire quel que soit le matériau extrait, il est nécessaire d'identifier ce dernier avec précision afin d'éviter les confusions entre zones d'extractions de divers éléments. Même sur des sites de réduction, il est parfois difficile d'assurer que certains creusements sont liés à l'extraction du minerai de fer<sup>153</sup>. En effet, plusieurs travaux miniers concernant des minéraux différents ont pu se succéder au même endroit<sup>154</sup>.

A ces difficultés d'identification s'ajoutent les problèmes de datation. Le mobilier, et en particulier le mobilier datant, est extrêmement rare dans ces structures. Si la céramique fait défaut, sauf dans le cas des lampes à huile pour certaines mines, les ouvrages souterrains ont

---

<sup>153</sup> Vivet 2007a, p. 42-47 pour les premiers travaux complétés par Vivet 2008a, p. 20-23.

<sup>154</sup> C'est le cas à Livarot où, outre la réduction, le site a accueilli une probable activité de récupération de la glauconie (Colliou *et al.* 2009, p. 119-130.)

parfois conservé des boiseries permettant, dans le meilleur des cas, d'obtenir une datation dendrochronologique. Généralement la datation se fait par radiocarbone à partir des éléments d'étayage<sup>155</sup> ou de charbons mis au jour au niveau des feux d'abattage<sup>156</sup>. Toutefois, faute de mobilier, ces diverses techniques de datation ne peuvent que très rarement être mises en pratique sur les extractions à ciel ouvert (pas de soutènement, ni d'abattage au feu et encore moins de nécessité d'éclairage lors de ce type de travaux).

Les mines anciennes sont également perturbées par les travaux plus récents, ce qui en complique d'autant plus l'étude. L'intérêt pour certains minerais fluctuant avec le temps<sup>157</sup>, de nombreux travaux anciens ont été détruits par des exploitations plus récentes visant généralement des filons plus profonds. Ces découvertes fortuites ont été le premier moteur de l'archéologie minière. Certains de ces travaux pionniers servent encore de référence aujourd'hui. C'est le cas de ceux menés par Juan Guillermo Thalacker entre 1803 et 1804 sur le massif minier d'Arditurri, dans le Pays Basque espagnol, toujours cité dans les travaux actuels sur ce massif<sup>158</sup>.

Enfin, le dernier problème rencontré pour identifier les extractions de fer, mais non le moindre, a trait à leur publication. En effet, dans le cadre de grands districts miniers, au sein desquels plusieurs minéraux différents ont été exploités, les différentes galeries ne sont pas toujours associées à un métal précis, et ce même dans les cas où les extractions semblent préférentiellement liées à l'exploitation d'un seul minerai<sup>159</sup>. Il est donc parfois impossible de savoir quelle galerie produisait quel métal.

Malgré ces difficultés, plusieurs sites d'extraction de minerai de fer, associés aux périodes protohistoriques et antiques par des méthodes de datation adaptées (mobilier datant, radiocarbone, comparaisons), ont été reconnus sur la façade atlantique.

---

<sup>155</sup> Cauuet *et al.* 2005, p. 432 dans le cas des mines d'argent de Pontgibaud (Puy-de-Dôme).

<sup>156</sup> Ancel et Py 2008, p. 38.

<sup>157</sup> Le minerai est considéré comme exploitable seulement dans un contexte économique et technique donné (Domergue 1990, p. 67). Il en va de même pour de nombreux autres matériaux, et ce encore à l'époque actuelle, comme le montre par exemple l'actuelle ouverture de puits de pétrole dans des réserves anciennement connues mais alors jugées non rentables.

<sup>158</sup> Urteaga et Ugalde 2011, p. 358 ; Urteaga 2012, p. 204.

<sup>159</sup> Par exemple Urteaga 1996 ; Urteaga 2012.

### 2.1.2. Une « montagne de fer » à exploiter ? Le minerai de fer vu par les Anciens

Parmi les auteurs antiques, Pline, dans son *Histoire Naturelle*, est celui qui s'attache le plus à la description des diverses ressources de l'Empire. Il évoque d'ailleurs la richesse métallifère de l'Hispanie<sup>160</sup>. Dans un autre chapitre, Pline indique que le fer est le minerai le plus abondant sur terre<sup>161</sup>. Il appuie alors son propos en affirmant qu'il existe une montagne « tout entière en fer »<sup>162</sup> dans le pays Cantabre. Cette mention démontre que pour les anciens, l'Hispanie est aussi bien connue pour sa richesse en métaux précieux qu'en fer.

La localisation de cette montagne de fer a suscité quelques débats. La mention de sa proximité avec la mer permet de restreindre les champs de recherche, même si les montagnes ne manquent pas au nord de la péninsule Ibérique. Par exemple Cl. Domergue assimile cette montagne au Mont Triano, proche de Bilbao<sup>163</sup>. Il suit en cela les arguments de Bailey, commentateur du texte, qui fait référence aux travaux de Thalacker décrivant la découverte de nombreuses mines antiques au cours d'exploitations du début du XIX<sup>ème</sup> s. dans le massif de Peña de Aia<sup>164</sup>. Certaines de ces mines produisaient effectivement du fer, mais d'autres, tout aussi nombreuses, étaient tournées vers la recherche d'autres minerais. Depuis, sur la Peña Cabarga, des travaux archéologiques engagés dans la commune de Villaescusa ont permis de mettre au jour une mine en galerie dénommée Moreno I (463)<sup>165</sup>. Il s'agit de la seule galerie conservée d'un ensemble plus vaste dédié à l'exploitation du fer. Ces découvertes, dont la localisation semble mieux correspondre à la description de Pline, permettent de mettre en doute l'association de la « montagne de fer » avec le massif de Peña de Aia, et de proposer une localisation plus occidentale, sur la Peña Cabarga<sup>166</sup>.

---

<sup>160</sup> Pline, *N.H.*, III, 30.

<sup>161</sup> Pline, *N.H.*, XXXIV, 149.

<sup>162</sup> Pline, *N.H.*, XXXIV, 43.

<sup>163</sup> Domergue 1990, p. 78, Rico 2005, p. 224.

<sup>164</sup> Urteaga 2012b, p. 203.

<sup>165</sup> Mantecón 2003, p. 666.

<sup>166</sup> Mantecón 2000, p. 43-44.

### 2.1.3. Les extractions à ciel ouvert

Parmi les sites d'extraction reconnus, trois appartiennent à la catégorie des exploitations à ciel ouvert : Guichainville, Saint-Laurent (73), Laviana, El Castiello (470) et Urepel, Errola 4 (455) (Figure 9).

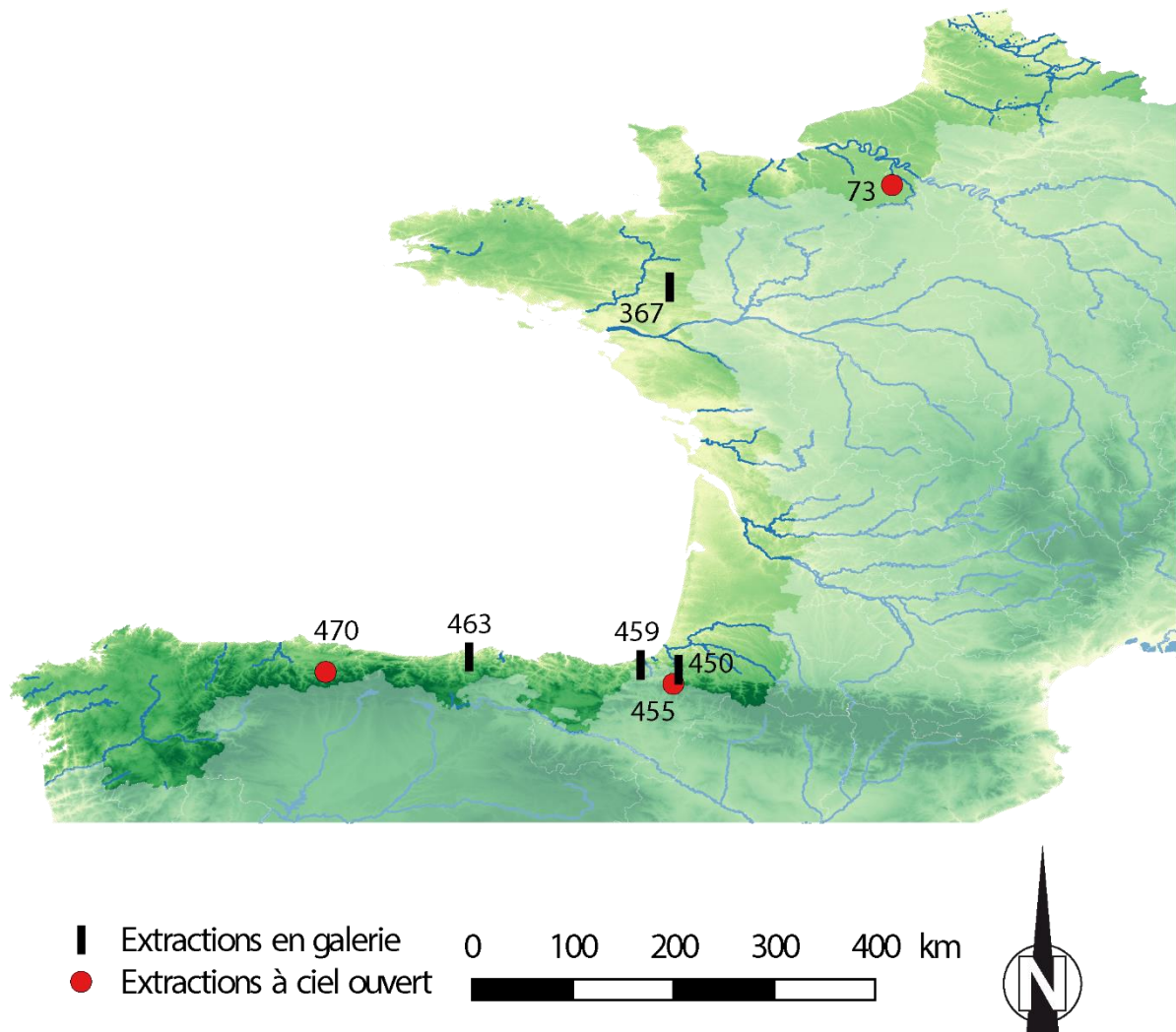


Figure 9 : Localisation des diverses extractions reconnues sur la façade atlantique.

Dans le cas de Guichainville, Saint-Laurent (73), l'extraction, datée de la Protohistoire, se présente sous la forme de creusements situés entre un espace de réduction et un habitat rural. Une partie de ces creusements ont été fouillés. Ce sont des structures fossoyées simples, dont la profondeur ne dépasse pas 1 m, pour un maximum de 5 m de diamètre. Ces fosses d'extraction servaient à récupérer le minerai de fer affleurant dans les



sables tertiaires présents sur le plateau où est implanté le site<sup>167</sup>. Du mobilier associé à ces structures permet une datation approximative. En fonction des creusements, des tessons datables de la Protohistoire au Moyen Âge ont été mis au jour. Leur présence atteste d'une activité d'extraction de fer à notre période d'étude, même si le volume de cette dernière ne peut être estimé avec précision. Toutefois, il est certain que la quantité de minerai extrait était relativement faible, tout du moins en se fondant sur les vestiges mis au jour lors de l'opération archéologique. Il est possible qu'une partie du minerai utilisé lors des réductions protohistoriques proviennent d'extractions situées hors de l'emprise de la fouille.

Un des faits les plus marquants du site de Guichainville, Saint-Laurent (73) est la relation pouvant être établie entre la zone d'extraction du minerai et l'espace de réduction. L'une et l'autre ne sont distants que de 200 m, mais ne sont pas accolés. Les extractions mises au jour sont d'ailleurs plus proches de l'habitat que de l'atelier de réduction. Cette distance, bien que réduite, fait réfléchir aux liens unissant ces trois lieux.

De prime abord, il est envisageable que la vision actuelle de l'espace soit biaisée par l'état de la recherche : toutes les zones d'extraction n'ont probablement pas été identifiées et les archéologues ne sont en possession que d'une partie des données concernant leur répartition. De nombreuses autres auraient pu se trouver à l'opposé des bas fourneaux, ces derniers étant installés dans une position médiane.

Cependant, une seconde hypothèse favorise des facteurs techniques et environnementaux. Les abords des extractions ne présentaient peut-être pas les caractéristiques adéquates à l'implantation de structures de combustion. Il est envisageable qu'une zone plus sèche, ou mieux pourvue en argile, ait été privilégiée. De même, des facteurs liés à l'utilisation des structures de combustion ont pu entrer en jeu, que cela concerne l'existence de vents dominants pour la ventilation ou la présence de bois proches,

---

<sup>167</sup> Roudié (dir.) 2005, p. 15.

dont les ressources auraient pu être utilisées pour produire du charbon. Ces facteurs ont pu pousser les métallurgistes à éloigner les bas fourneaux des lieux d'obtention du minerai<sup>168</sup>.

Malgré la césure chronologique entre l'utilisation de ces deux bas fourneaux, ils sont regroupés au même endroit, à une certaine distance du lieu d'extraction identifié. Cela signifie très certainement que le choix de la zone d'édification des structures de réduction est conscient et correspond à des contraintes précises. Diverses caractéristiques (proximité avec le minerai ? qualité du sol ? présence de bois ?) en font un endroit privilégié pour l'activité de réduction. A La Tène moyenne, la présence d'un habitat permet de supposer une organisation originale du travail : l'extraction et la réduction peuvent avoir été effectuées à des moments distincts, plaçant ainsi le lieu de vie au centre de la zone de production. Cette hypothèse n'exclut pas la présence d'un lieu propice à la réduction, au contraire, l'habitat ferait le lien entre les zones dédiées aux différentes phases de la production. Quoi qu'il en soit, pour ce site il existe un lien direct entre extraction et réduction, même s'il est légèrement distendu. Le mode d'exploitation du minerai, par creusement de fosses semble à la fois adapté à l'environnement géologique (des sables), mais également à l'exploitation par des personnes peu nombreuses et non qualifiées dans la conduite d'ouvrages miniers.

A Laviana, El Castiello (470) l'extraction se fait également à ciel ouvert. En l'absence de fouilles aucune datation précise de ce site n'a pu être proposée, mais la présence, à 300 m, du *castro* de El Cerco la Pumará permet d'envisager sérieusement la création de cette exploitation de fer à la période protohistorique. Ici, l'extraction du minerai se fait selon des modalités totalement différentes de ce qui a été observé à Guichainville. En effet, les mineurs ont suivi un filon affleurant, créant ainsi une grande tranchée de 50 m de long et d'une profondeur dépassant par endroit 10 m<sup>169</sup>. Les parois de la tranchée sont marquées par la présence de traces d'abattage pratiqué à l'aide d'outils de 50 mm de largeur. Ces dimensions peuvent correspondre à celles de la tête plane d'un outil de mineur ou à un coin/burin. Sur ce site, la forme de l'exploitation est probablement due à celle du filon lui-même. De plus, l'importance du creusement est un argument en faveur d'une extraction par un groupe de

---

<sup>168</sup> Des exemples africains ont démontré le lien entre ressources en combustible, en eau et en argile et implantation des structures de réduction (Fabre 2016, chapitre 1.3.2.).

<sup>169</sup> Fanjul et Menéndez 2004, p. 91. Une exploitation similaire, mais mal datée et donc non incluse dans ce travail, a été identifiée sur 100 m de long et 30 m de largeur à Paimpont, Bois Jacob (Vivet 2009b).

personne ou sur un temps long. Comme c'est le cas à Guichainville, le degré de spécialisation dans les travaux miniers des travailleurs était probablement réduit. Il semblerait que le filon était simplement dégagé de manière régulière, probablement en extrayant une quantité importante de stériles, triés par la suite.

Les traces d'exploitation du fer mises au jour à Urepel, Errola 4 (455) (II<sup>ème</sup> – I<sup>er</sup> s. a.C.) sont similaires. Il s'agit de plusieurs tranchées entamant un filon de sidérite affleurant sur une longueur totale dépassant 250 m<sup>170</sup>. La particularité de ces travaux est de se trouver dans une zone extrêmement riche en exploitations datées entre 200 a.C. et 200 p.C. : la zone de Saint-Etienne-de-Baigorri et le massif de Larla. Ces tranchées ne sont pas datées, mais encore une fois, la présence, dans les environs, de deux ateliers de réduction dont l'utilisation s'échelonne entre le II<sup>ème</sup> s. a.C. et le milieu du I<sup>er</sup> s. p.C. permet de supposer avec vraisemblance une datation dans cet intervalle. Dans le cas de ce site, aucune proximité n'a été remarquée avec une zone d'habitat, mais, comme à Guichainville, Saint-Laurent (73), une relation directe entre zone d'extraction et de réduction est décelable. Bien que le contexte social soit différent, le mode d'exploitation est très similaire à celui utilisé sur le site de Laviana, El Castiello. Toutefois, ici, les tranchées ne suivent pas le filon mais le recouper. Cet indice permet de supposer l'exploitation des seules parties les plus accessibles ou riches du filon. Ce qui démontre une planification à moyen ou long terme prenant en compte le rapport bénéfice/temps de travail et cherchant à réduire le dernier facteur.

Malgré le peu d'informations disponibles sur les exploitations de minerai de fer à ciel ouvert, quelques observations peuvent être formulées :

- Il ne semble pas exister une forme normalisée d'exploitation. Ces dernières varient fortement de morphologie et de dimensions en fonction de la nature des gisements exploités. Les creusements peuvent ainsi se présenter sous la forme de simples « trous » de quelques mètres de diamètre et de profondeur réduite à des tranchées mesurant plusieurs dizaines, voire centaines de mètres de longueur et pouvant dépasser 10 m de profondeur.

---

<sup>170</sup> Beyrie et al. 2003, p. 58.

- Plusieurs niveaux d'organisation sont décelables<sup>171</sup> : exploitation ponctuelle (Guichainville, Saint-Laurent (73)), exploitation probablement commerciale (Urepel, Errola 4 (455), Massif de Larla (450)), et un type d'exploitation mal déterminé (Laviana, El Castiello (470)).
- Les extractions semblent être en lien avec d'autres établissements, qu'il s'agisse d'ateliers de réduction ou d'habitats.
- L'exploitation s'effectue grâce à des moyens simples (pics ou autres outils à percussion), l'abattage au feu n'est pas utilisé. Malgré cela, il est très probable que dans le cas des grandes tranchées, le chantier ait été organisé et ait mobilisé plusieurs personnes qu'il était nécessaire de coordonner.

#### 2.1.4. Les extractions en galeries

Dans le corpus étudié quatre sites sont assurément des extractions en galeries ayant servi à l'exploitation du minerai de fer : Rouge, La Minière (367) ; Villaescusa, Moreno I (463) ; Oiartzun, Massif de Peña de Aia (459) et Larla, Massif minier de Larla (450) (Figure 9).

Le site de Rouge, La Minière (367), est peu connu. Les recherches effectuées y attestent l'existence d'une exploitation au XVIII<sup>ème</sup> s., au Moyen Age ainsi qu'à la période romaine<sup>172</sup>. Cette dernière est documentée par la découverte de monnaies dans les galeries, mais elles ne permettent pas une datation plus précise. La mention de la découverte de « minerai en scories » aux alentours fait penser à l'existence d'une activité de réduction proche du lieu d'extraction sans que sa datation ne puisse être précisée au sein des périodes d'exploitation de la mine.

La mine de Villaescusa, Moreno I (463) est située sur la Sierra Cabarga. La zone est riche en minerai apparaissant en masses informes prises dans de l'argile. De l'hématite, de la

---

<sup>171</sup> Le nombre, très faible, de sites pris en compte, oblige à rester très prudent sur l'identification de ces niveaux d'organisation. De même, il serait intéressant de compléter cette réflexion en apportant des éléments de comparaison, afin d'affiner les connaissances sur le cadre sociétal de ces exploitations.

<sup>172</sup> Maître 1893, p. 282.

goethite, de la limonite et de la pyrite y ont été identifiées. Seuls les deux premiers types de minerai ont dû être exploités pendant l'Antiquité. La mine de Moreno I n'a livré aucun mobilier archéologique, mais sa forme caractéristique, avec des parois droites, travaillées au pic et retouchées, permet de proposer qu'elle ait été exploitée à l'époque gallo-romaine<sup>173</sup>. La galerie de mine fait environ 1,80 m de haut, pour une largeur comprise entre 1,50 et 1,75 m. Un homme pouvait donc s'y tenir debout.

La longueur conservée de la galerie est presque de 13 m, mais le massif a fait l'objet de nombreux travaux miniers récents ayant détruit une grande partie des exploitations antérieures, il faut donc supposer qu'elle ait originellement été plus grande. De plus, la fin de la galerie est obstruée par un effondrement, elle se poursuivait donc probablement sur plusieurs mètres. Aucune structure de drain ou d'exhaure n'a été découverte dans cette mine. Toutefois, au vu de la faible ampleur conservée de l'ouvrage, leur présence ne peut être exclue. Les parois portent des traces de pic et sont retravaillées par endroit. Quatre niches, probablement destinées à poser des lampes à huile afin d'éclairer les mineurs, comme cela a déjà été observé sur d'autres exploitations minières<sup>174</sup> y ont été mises au jour. C'est d'ailleurs la présence de ces niches qui permet, par analogie, de proposer une datation antique de cet ouvrage.

Le site de Moreno I donne plusieurs informations sur les travaux miniers souterrains antiques. La première concerne les méthodes d'extraction : ici seuls des outils ont été utilisés, l'abattage au feu n'est pas documenté. La seconde concerne la position de travail des mineurs. La taille de la galerie permettant à un homme de se tenir debout, il est probable que les mineurs travaillaient ainsi. Cependant, la largeur du boyau est relativement faible. Il est donc impossible que deux personnes y aient travaillé de front, encore moins avec un outil à percussion lancée. Par conséquent, soit une seule personne creusait la roche avec un outil de type pic de mineur, soit deux personnes pouvaient officier avec des outils à percussion frappée (coins, utilisation spécifique de la pointerolle...). A ceux-ci doivent également s'ajouter d'autres travailleurs évacuant les déblais et encore d'autres personnes triant ces

---

<sup>173</sup> Mantecón 2003, p. 667-668.

<sup>174</sup> Domergue 2008, p. 116-117.

derniers à l'extérieur de la mine. L'exploitation du minerai dans ces galeries occupait alors un nombre important de personnes<sup>175</sup>.

Une organisation similaire se retrouve à Oiartzun, Massif de Peña de Aia (459), avec toutefois quelques particularités supplémentaires. Ce massif minier se trouve sur une montagne très riche en minerais divers et encore exploitée jusqu'au XX<sup>ème</sup> s. Les travaux, datés entre le I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C. grâce à quelques tessons, ont été identifiés dès les années 1803-1804 par Juan Guillermo Thalacker, mais ces galeries ont été détruites par les travaux modernes. Depuis, plusieurs zones d'exploitation y ont été découvertes pour un total de 4714 m de réseau souterrain identifié. Toutefois toutes ces galeries n'étaient pas destinées à l'extraction du fer, d'autres minéraux y étaient également exploités<sup>176</sup>. Il semblerait que le fer soit uniquement extrait dans la partie la plus orientale du massif.

Le filon y mesure environ 750 m de long. Il a été traversé par des galeries de dimensions variables, mais généralement comprises entre 1 et 2 m de largeur. Les parois de l'exploitation portent des traces d'outils mais ne sont pas brutes, elles ont ici été retravaillées et lissées. Des cavités mesurant environ 0,10 x 0,10 x 0,6 m accueillait des lampes éclairant les mineurs. Des escaliers étaient aménagés dans certaines galeries afin de faciliter les déplacements. Leur existence induit l'absence de systèmes de roulement pour l'évacuation du minerai et des stériles. Les matériaux devaient être sortis de la mine à bras d'homme, probablement dans des contenants comme des seaux. Cela nécessitait certainement de nombreux allers-retours et donc une gestion de la circulation. De plus, des traces d'abattage par le feu ont été mises au jour tous les 0,30 à 0,50 m. La régularité de l'espacement des traces atteste d'une utilisation systématique de cette technique. Cela indique que la chauffe altérait la roche sur une profondeur d'environ 0,50 m. Une part importante du temps de travail devait être occupée à la mise en place et à l'utilisation de ces feux. Les ressources en bois nécessaires à ces combustions répétées devaient être importantes et demander une logistique propre. Il n'est pas exclu que cette dernière ait été incluse à un niveau plus général dans l'organisation du district minier.

---

<sup>175</sup> Domergue 1990, p. 335.

<sup>176</sup> La galène argentifère semble avoir été une des ressources minérales principales de la région. Certaines galeries permettaient toutefois d'exploiter plusieurs types de minerai différents, dont du fer (Urteaga 2008, p. 307-321).

L'extraction en galerie de Larla, Massif minier de Larla (450) suivait une minéralisation de goethite dans une région où l'exploitation du minerai a commencé dès le III<sup>ème</sup> s. a.C.<sup>177</sup>. Ces travaux, probablement antiques, ont été reconnus sur 125 m de long, 1 à 3 m de large et 15 à 20 m de haut et 65 m de dénivelé. Toutefois ces vestiges ne sont qu'une partie de l'exploitation ancienne, des effondrements obstruant une partie des travaux. Le filon a été strictement suivi par les mineurs et, les parois des galeries n'ont donc pas été redressées. Des traces de pointerolles pics et coins y sont encore visibles, mais aucun indice d'abattage au feu n'est observable. L'exploitation s'est effectuée en gradins droits. Aucun vestige lié à l'aération, à l'exhaure ou à la circulation n'a été observé. Si de tels aménagements existaient, ils ont probablement été obstrués par les effondrements. Le volume des galeries observées s'élève à 3150 m<sup>3</sup>, mais il est certain que le réseau était plus étendu. Dans le massif de Larla, 55 bas fourneaux ont été reconnus autour des nombreux lieux d'extraction (en galeries et à ciel ouvert). Leur présence, en nombre, ainsi que la grande quantité de zones d'extraction reconnues indiquent une organisation probable en district minier, comme dans le cas de Peña de Aia.

Comme pour les exploitations à ciel ouvert, bien qu'une faible quantité de sites aient été identifiés et étudiés, quelques informations d'intérêt général peuvent être apportées sur les extractions en galerie.

- Malgré des périodes d'activité incluant toujours l'époque romaine, les formes d'exploitation sont très variables. Dans le cas de Larla, par exemple les parois sont laissées brutes tandis qu'à Moreno I, les parois sont droites. Dans la Peña de Aia, les parois sont retravaillées et le sol aménagé par endroit. Cela est-il dû à un facteur naturel (ampleur du filon et dureté de la roche encaissante) empêchant le redressement des parois ? Cette volonté est-elle plutôt due aux personnes travaillant sur place ? La datation de ces sites, même si elle n'est qu'indicative, montre que les exploitations romaines semblent être les plus aménagées<sup>178</sup>. Dans le

---

<sup>177</sup> Pour un point rapide sur les apports des travaux effectués sur ce massif minier depuis 20 ans, voir Beyrie 2008 ; Beyrie et Kammenthaler 2008.

<sup>178</sup> Il est envisageable que ces aménagements soient liés à une projection d'exploitation longue, bien optimisée. Cependant, le redressement des parois n'a pas été observé sur des sites comme Larla, où les travaux miniers sont

cas de Larla, il est possible que les parois soient laissées brutes soit pour des raisons pratiques liées à la quantité de travail à fournir pour les redresser (volume ou dureté de la roche), soit à une habitude de travail des mineurs héritée de la période protohistorique.

- Plusieurs des exploitations en galerie étudiées font partie d'un ensemble complexe d'extractions et peuvent donc être apparentées à des districts. Pour les autres, aucun élément ne permet d'infirmer une telle organisation. Il semblerait donc que l'exploitation en galerie s'effectue préférentiellement dans un contexte bien organisé requérant une organisation et des compétences spécialisées.
- L'abattage au feu n'était pas pratiqué de manière systématique, mais sans doute seulement lorsque la dureté de la roche nécessitait sa mise en œuvre.
- La station de travail privilégiée semble être la station debout. Au vu de la taille des galeries, il semble peu probable que plus de deux ou trois personnes aient travaillé en même temps le front de taille.

## 2.1.5. Les exploitations minières, des travaux d'une grande adaptabilité ?

### 2.1.5.1. Les districts miniers romains : l'apport des textes

La faible quantité de sites d'extraction du corpus semble montrer un dynamisme réduit de la façade atlantique de la France, et de la péninsule Ibérique concernant l'exploitation du minerai de fer. Cela dit, la concentration des pôles d'extraction du minerai de fer en quelques ensembles s'observe également sur le reste du territoire français ou espagnol. En effet, des régions limitrophes à la façade atlantique ont livré des vestiges d'exploitation de minerai de fer très importants. Les plus proches sont certainement ceux de La Bazoge (Sarthe, France) où de nombreux bas fourneaux et indices d'extraction datés entre la période gauloise et la période moderne ont été mis au jour<sup>179</sup>. Il en va de même pour la Lorraine où un minerai local, appelé minette, est exploité de longue date<sup>180</sup>. Pour la période romaine, le site des Martys (Aude, France) démontre la très forte spécialisation de l'organisation de la production et l'exploitation de volumes de minerai considérables, allant de quelques dizaines de mètres

---

très importants et de longue durée. Il serait intéressant de connaître les durées effectives d'activité des autres sites miniers afin de pouvoir compléter cette réflexion.

<sup>179</sup> Gallien et Langlois 2001, Cabboï *et al.* 2007.

<sup>180</sup> Leroy *et al.* 2015, p. 173-174.



cubes de scories à une centaine de milliers<sup>181</sup>. En péninsule Ibérique, les travaux archéologiques se sont concentrés sur la reconnaissance des vestiges d'extraction des métaux fusibles, et en particulier de l'or, dont il est fait mention dans les textes<sup>182</sup>. Ces espaces sont de grands districts métallurgiques ayant livré des quantités considérables de vestiges et sont caractérisés par leur très forte visibilité. En se référant uniquement aux sites d'extraction, cette activité paraît être polarisée autour de régions de production spécifiques. Cette vision pourra être précisée, par la suite (2.5), par l'incorporation des sites de réduction à la réflexion.

Grâce aux informations collectées, il est possible de proposer quelques réflexions sur les districts miniers. La première question posée par ces ouvrages d'ampleur considérable est celle de l'identité de plusieurs acteurs de la métallurgie extractive : le propriétaire de du sous-sol, mais également celui de l'exploitation.

Ces questions ayant déjà été largement développée par Cl. Domergue pour la période romaine<sup>183</sup>, il n'y a pas besoin de s'étendre à ce sujet, mais seulement d'en rappeler les principaux acquis. Les mines peuvent être en possession soit de l'Etat, soit de particuliers. Certains riches particuliers ont possédé des mines, de même peut-être que des pionniers s'installant dans les régions nouvellement conquises. Les sources écrites indiquent plusieurs moyens de gestion des exploitations minières, mais il est difficile de savoir lequel était utilisé pour chaque site. Pendant la République, ces mines étaient octroyées en affermage à des particuliers seuls ou organisés en sociétés de droit privé. Bon nombre de ces sociétés sont connues par le biais des estampilles présentes sur les lingots de métaux fusibles. Les taxes dues par les exploitants étaient alors perçues par les sociétés de publicains, spécialisées dans la collecte des impôts.

Un système similaire était utilisé pour la gestion des mines impériales : la régie indirecte. L'Etat restait alors propriétaire du domaine minier, mais faisait concession de puits à des entrepreneurs qui avaient la charge des travaux tandis que la partie administrative et en

---

<sup>181</sup> Fabre *et al.* (dir.) 2016, p. 270.

<sup>182</sup> Domergue 1990, p. 5-6 pour les sources littéraires qui ne doivent pas cacher les renseignements apportés par les inscriptions lapidaires ou les estampilles, traitées p. 253-308.

<sup>183</sup> Domergue 1990, p. 268-277 ; Domergue 2008, p. 189-204.

particulier le prélèvement des taxes était confié à un procureur des mines appartenant à l'administration impériale. La régie directe est plus rare. Elle est similaire à la régie indirecte si ce n'est que le procureur des mines a également la charge de la partie technique de l'exploitation. Il pouvait être épaulé par l'armée, en particulier pour les tâches de maintien de l'ordre et d'ingénierie. Une des caractéristiques de cette forme de gestion est de faire appel à de la main-d'œuvre locale et non servile. Une des tâches du procureur minier était alors de lever les effectifs nécessaires à l'exécution des travaux dans les cités alentours. C'est ce mode de gestion qui était utilisé pour les mines d'or du Nord-Ouest de la péninsule Ibérique. Enfin, dernier cas de gestion connu, la ferme semi-publique apparaît au II<sup>ème</sup> s. p.C. La gestion des mines est confiée par l'Etat à des *conductores*, particuliers en charge de l'exploitation, mais également du recouvrement des taxes. Ce mode de gestion ne perdure pas après le II<sup>ème</sup> s. p.C. et est donc très limité dans le temps.

Dans la zone d'étude, aucune information historique relative aux mineurs et à leur statut n'est connue. Cependant, l'étude de documents extérieurs, datés de la période romaine, peut donner des indications sur l'emploi de cette main-d'œuvre. Les tables de Vipasca font partie des attestations les plus complètes sur le sujet. Ces documents, datés entre la fin du I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C., font état des lois régissant le fonctionnement d'une agglomération minière de l'époque dans le sud-ouest du Portugal<sup>184</sup>. Une partie du texte fait état des conditions d'achat et de vente de concessions minière, ainsi que de la taxation sur ces échanges, une autre se concentre sur la vie de la communauté, toujours du point de vue du fisc, enfin, une dernière partie aborde le sujet même de l'exploitation minière, des obligations et restrictions pour le creusement des galeries. Les mines dont il est questions dans ce texte sont concédées à des fermiers qui les exploitent en faisant appel à des esclaves ou des travailleurs libres.

La tablette de Ohaba Saint-Siméon, à Roşia Montană (Roumanie)<sup>185</sup> apporte des précisions quant aux contrats d'embauche de mineurs. Cette tablette est un contrat passé en 164 p.C. entre Memmius, fils d'Asclepius (le mineur) et Aurelius Adiutor (l'employeur). Ce contrat fixe la durée de travail et le salaire versé, ainsi que des conditions de modification du salaire. Ainsi, seuls les jours travaillés par le mineur étaient payés. Si ce denier s'absentait de

---

<sup>184</sup> Ces tables sont présentées et commentées de façon très complète dans Domergue 1983.

<sup>185</sup> *CIL*, III, p. 948 X. Ici il sera fait référence à une lecture du texte validée par plusieurs chercheurs et présentée dans Domergue 2008, p.75-76.

son propre chef il devait également payer une amende à son employeur. De plus les éventuels jours de congés « forcés », en cas d'inondation de la mine par exemple, n'étaient pas dus au travailleur. Le salaire était de 70 deniers pour 179 jours de travail ce qui par comparaison avec les prix des aliments et de certains services permettait au mineur de vivre. Un des faits intéressants de ce contrat est la mention de 10 deniers additionnels pour les enfants du mineur. Il est donc probable que ces derniers effectuaient certaines tâches à la mine. Il est toutefois impossible de préciser leur nature ou encore la durée de travail de ces enfants, mais leur mention dans le contrat atteste de la légalité de cet emploi. Les mineurs peuvent donc être des hommes libres employés pour une durée et un salaire déterminé. Ce n'est pourtant pas toujours le cas. En effet, en ce qui concerne les mines impériales du début de l'Empire, les travailleurs pouvaient être des esclaves de la maisonnée de l'empereur. Cela s'observe, par exemple, dans le cas de d'une mine de plomb et d'argent de la région de Villefranche-de-Rouergue (Aveyron, France) où un intendant nommé Zmaragdus dirigeait une troupe d'esclaves appartenant à Tibère<sup>186</sup>.

Les districts miniers étaient donc des lieux d'exploitation intense, où de nombreuses galeries étaient en activité, sous le contrôle du fisc. Ils donnaient naissance à des agglomérations qui semblent avoir été régies par des lois particulières, au moins sur certains points.

### **2.1.5.2. Les districts miniers protohistoriques**

Les sources écrites, très utiles pour l'interprétation des systèmes d'exploitation romains, font défaut pour la période protohistorique. Toutefois, il est possible de travailler par comparaison avec la période romaine. Le site de Larla, par exemple, a été exploité dès la Protohistoire. A cette période, seul le minerai affleurant semble avoir été extrait, en chantiers à ciel ouvert<sup>187</sup>. Sur ce site, et malgré une longue période d'occupation, allant du III<sup>ème</sup> s. a.C. à la fin du II<sup>ème</sup> s. p.C., il semble que l'organisation générale n'ait que peu évolué. Les zones d'extraction sont liées à des bas fourneaux, soit directement présents aux abords de la mine, soit situés en aval. Cette organisation, en relation avec le traitement de grandes quantités de

---

<sup>186</sup> Domergue 2008, p. 191.

<sup>187</sup> La seule galerie minière de ce district est certainement antique (Beyrie 2008, p. 32).

minéral, concentre la production métallurgique. Ce système est similaire à ceux observés dans d'autres zones géographiques<sup>188</sup>. La pérennité de ce modèle malgré la conquête indique que l'organisation de la production métallurgique à Larla était conforme au modèle romain.

Toujours dans les Pyrénées-Atlantiques, d'autres travaux miniers protohistoriques, à ciel ouvert, ont été reconnus à Urepel, Errola. Là encore, des bas fourneaux sont associés aux zones d'extraction. Deux types d'exploitation ont été identifiés : des fosses sub-circulaires et une association entre fosses et tranchées<sup>189</sup>. Ces deux morphologies peuvent résulter d'une datation différente de l'activité, mais il est plus probable qu'elles soient dues à l'exploitation de minerais de deux natures différentes : les chapeaux de fer d'une part, et les filons d'autre part. A Urepel, comme à Larla, des indices d'extraction de grande ampleur et bien organisée permettent d'identifier de véritables districts miniers.

Cette organisation se retrouve par ailleurs, pour les grands districts miniers d'extraction d'or du Limousin<sup>190</sup>, qui s'organisent également en différents pôles répartis sur diverses veines du filon, comme cela est visible dans les mines postérieures à la conquête. Ceci semble confirmer une convergence entre les modes d'exploitation gaulois et romains – du moins en ce qui concerne l'organisation technique des travaux. L'administration et la propriété, elles, restent plus difficiles à percevoir.

Dans les Pyrénées, l'exploitation se fait à ciel ouvert ou en galeries, cette technique étant connue de longue date, et déjà utilisée pour le minerai de fer au second âge du Fer dans la Sarthe<sup>191</sup>. Il est donc probable que le type d'extraction utilisé ne dépende pas d'un facteur sociétal, mais plutôt du type de minéralisation exploitée. Les mineurs ont généralement pris le parti le moins coûteux en efforts<sup>192</sup>.

---

<sup>188</sup> Langlois 2008, p. 26, et en particulier le site de La Bazoge, Sarthe, où des bas fourneaux ont également été mis au jour.

<sup>189</sup> Beyrie *et al.* 2003, p. 57.

<sup>190</sup> Cauuet *et al.* 2005, p. 426-430.

<sup>191</sup> Langlois 2008, p. 26.

<sup>192</sup> Dans la Sarthe par exemple, seules les extractions situées dans un substrat à risque sont boisées. Dans les autres, il a été fait l'économie de la découpe, de l'acheminement, et de la mise en place d'étais.

### 2.1.5.3. La question des exploitations ponctuelles

Les districts miniers marquent la recherche par leur ampleur, mais ce ne sont pas les seuls systèmes d'organisation de l'extraction du minerai. Parmi les sept sites dont il était question ici, un correspondait à une petite exploitation locale, bien éloignée des grands districts miniers. Le site de Guichainville, Saint-Laurent (73), par sa faible ampleur – si les vestiges en ont tous été mis au jour – s'éloigne du modèle du district minier. Il s'agit, à La Tène ancienne d'un bas fourneau isolé (et peut-être une zone d'extraction), puis, à La Tène moyenne, d'une seconde structure de réduction probablement liée à un habitat rural. La localisation de la zone d'extraction, à 100 m d'un habitat rural, la met en relation directe avec ce dernier. Le minerai de fer pourrait ainsi être une des ressources naturelles exploitées par les habitants de la ferme. Cette richesse entre dans les revenus de la maisonnée et permet de diversifier son activité.

Le site de El Vendrell, Les Guàrdies (Tarragone), où l'activité métallurgique commence au III<sup>ème</sup> s. a.C., présente de fortes similitudes avec Guichainville. Une activité métallurgique allant de l'extraction à la réduction a pu être identifiée sur ce site rural par ailleurs largement tourné vers les activités agricoles<sup>193</sup>. Dans les deux cas, le travail du métal semble être une activité secondaire, d'appoint, liée à une facilité d'accès à la matière première.

En France, à La Gravelle, ZAC de Loiron (Mayenne), un habitat rural enclos occupé pendant La Tène moyenne, plusieurs bas fourneaux ont été mis au jour directement autour de l'enceinte<sup>194</sup>. Ces structures, toutes datées par radiocarbone, sont utilisées successivement, sans qu'il y ait de continuité dans leur localisation. Ce site entre donc dans le schéma de l'exploitation rurale, probablement agricole, faisant appel à toutes les ressources à sa disposition, même minérales. Dans ce cas, comme à Guichainville, l'absence de nombreux restes scorifiés fait penser à une utilisation limitée des bas fourneaux, et donc à une production essentiellement destinée à approvisionner le site.

---

<sup>193</sup> Gorgues 2010, p. 148-152.

<sup>194</sup> Bonaventure (dir.) 2014.

Ces cas posent la question des compétences nécessaires à la fois pour l'extraction et surtout la réduction du minerai. Est-il possible que ces ressources, ou l'endroit où elles se trouvent, soient concédées en affermage à un spécialiste comme c'est le cas dans les districts miniers? Cette personne est-elle indépendante ou agit-elle pour un tiers (propriétaire du terrain ou non) ? Il est également envisageable que le propriétaire du terrain ait lui-même les compétences requises pour mener à bien ces travaux. En retenant cette hypothèse, est-il possible de penser que l'adéquation entre ressource exploitable et compétence pour les exploiter est fortuite ? Les propriétaires du terrain n'ont-ils pas pu se former aux techniques métallurgiques (comme à l'agriculture) pour tirer le meilleur parti de leurs possessions ? Il est également envisageable que la personne ayant les compétences métallurgiques soit un spécialiste extérieur s'occupant (ponctuellement ? cycliquement ? à temps plein ?) de cette production. L'antériorité d'une des structures de réduction par rapport à l'habitat permet également de supposer que la présence de minerai était connue avant l'édification de l'habitat et donc qu'il s'agit, peut-être, d'une des raisons de l'implantation.

#### **2.1.5.4. Des indices d'exploitation minière communautaire ? Le cas de Laviana, El Castiello**

L'exploitation de Laviana, El Castiello (470) est proche du *castro* de El Cerco la Pumará, site probablement protohistorique. Malheureusement, en l'absence de fouilles, la datation et la morphologie de cette exploitation sont mal connues. Toutefois, si ces deux sites sont contemporains, il est envisageable que l'activité minière soit contrôlée par la communauté habitant le *castro*.

Les questions soulevées sont les mêmes que pour les autres types d'extractions : qui possède la terre et qui l'exploite ? Il est difficile d'y apporter une réponse claire, surtout en l'absence de fouilles ou de textes. Les travailleurs sont très probablement des gens habitant dans le *castro*. Il est possible d'imaginer un mode de recrutement similaire à celui des mines en régie directe à l'époque romaine : l'administrateur de la mine trouve la main-d'œuvre soit en payant les mineurs, soit comme travail dû, dans le même esprit que les corvées dues au seigneur au bas Moyen Age. Dans ce cas, les exploitants de la mine doivent être des gens capables de mobiliser cette force de travail : des notables ou encore la communauté elle-

même par le biais de ses représentants. Il est également envisageable que le l'exploitation de cette ressource minière se fasse sans intervention d'une élite, mais de façon raisonnée par l'ensemble de la communauté.

#### **2.1.5.5. Une exploitation des ressources minérales à toutes échelles**

Pour un seul objectif, extraire du minerai de fer, de nombreuses solutions à la fois techniques, économiques et administratives ont été trouvées. Chacune correspond à une réponse précise à une situation donnée.

L'exploitation familiale est de faible ampleur. Elle est liée à un habitat et fait partie de ses ressources (quel que soit l'exploitant effectif du gisement). Dans ce cas, il est possible que le travail soit très dispersé dans le temps, au grès des besoins. Le minerai y est collecté en surface, *via* de petites extractions à ciel ouvert.

L'exploitation collective concerne des volumes de matière plus importants. Cette extraction se fait de manière collective au sein d'une communauté et fait partie de ses ressources. Le travail doit alors être organisé entre les différents intervenants et suggère donc une hiérarchisation. L'existence de ce modèle reste hypothétique et demanderait la confirmation des datations à la fois des sites d'habitat et des extractions associées. Le seul cas possible d'exploitation collective identifié sur la façade atlantique est lié à une importante exploitation à ciel ouvert.

Le district minier, lui, regroupe plusieurs exploitations, concernant parfois des minerais différents. Il correspond à des travaux de très grande ampleur, pouvant mêler galeries et exploitations à ciel ouvert, faisant appel à une main-d'œuvre salariée

nécessairement dirigée par des spécialistes. Les dimensions de ces exploitations nécessitent également une logistique importante, que ce soit dans la gestion des déchets, mais aussi dans l’approvisionnement en matières premières, en particulier en bois de soutènement ou pour les feux d’abattage. A la période romaine, ces districts étaient sous le contrôle de l’Etat, soit par exploitation directe, soit par le biais d’affermages ou de concessions.

## **2.2. La concentration du minerai**

### **2.2.1. La concentration du minerai, une activité très spécifique difficilement identifiable**

La concentration du minerai de fer peut se faire suivant de nombreuses modalités : lavage, grillage, concassage, tri « à vue » (1.2.3.). Uniquement à la mention de ces techniques, il est évident que leurs traces sont difficilement perceptibles par l’archéologie. Le tri par exemple ne laisse aucun indice tangible. Les données les plus complètes pour ces procédés proviennent du traitement d’autres métaux. C’est le cas pour le lavage qui, autour des mines d’argent du Laurion, en Grèce, se fait dans des structures imposantes<sup>195</sup>. Malgré cette attestation très spécifique, dans le cas de la métallurgie du fer, le lavage du minerai n’est pas une activité attestée archéologiquement sur la façade atlantique. Cela ne signifie pas nécessairement qu’il n’a pas eu lieu dans certains cas, mais les indices sont trop ténus pour être décelables par les archéologues.

Parmi les sites étudiés, 45 ont livré du minerai de fer. Lorsqu’elles sont connues, les quantités de minerai mises au jour sont très faibles. Le maximum relevé est de 13 kg à Plélan-le-Grand, La Lande Halgros (201) (datation indéterminée) où le nombre de fragments n’est pas communiqué. Le plus grand nombre de fragments de minerai est recensé à Quévert, La Ville Pierre II (268), site occupé à La Tène ancienne, où 334 individus représentent une masse de 3300 g, la seconde plus importante sur les sites étudiés. Dans la majorité des cas, les masses de minerai sont inférieures à 1 kg pour un nombre d’individus inférieur à la dizaine.

---

<sup>195</sup> Pour les mines du Laurion et leur système de lavage de la galène argentifère, voir Conophagos 1980, en particulier p. 224-273.



Le minerai de fer n'est donc pas un mobilier fréquemment rencontré sur les sites métallurgiques. Cela semble cohérent avec le fait qu'il s'agit d'une matière première vouée à disparaître lors de la réduction.

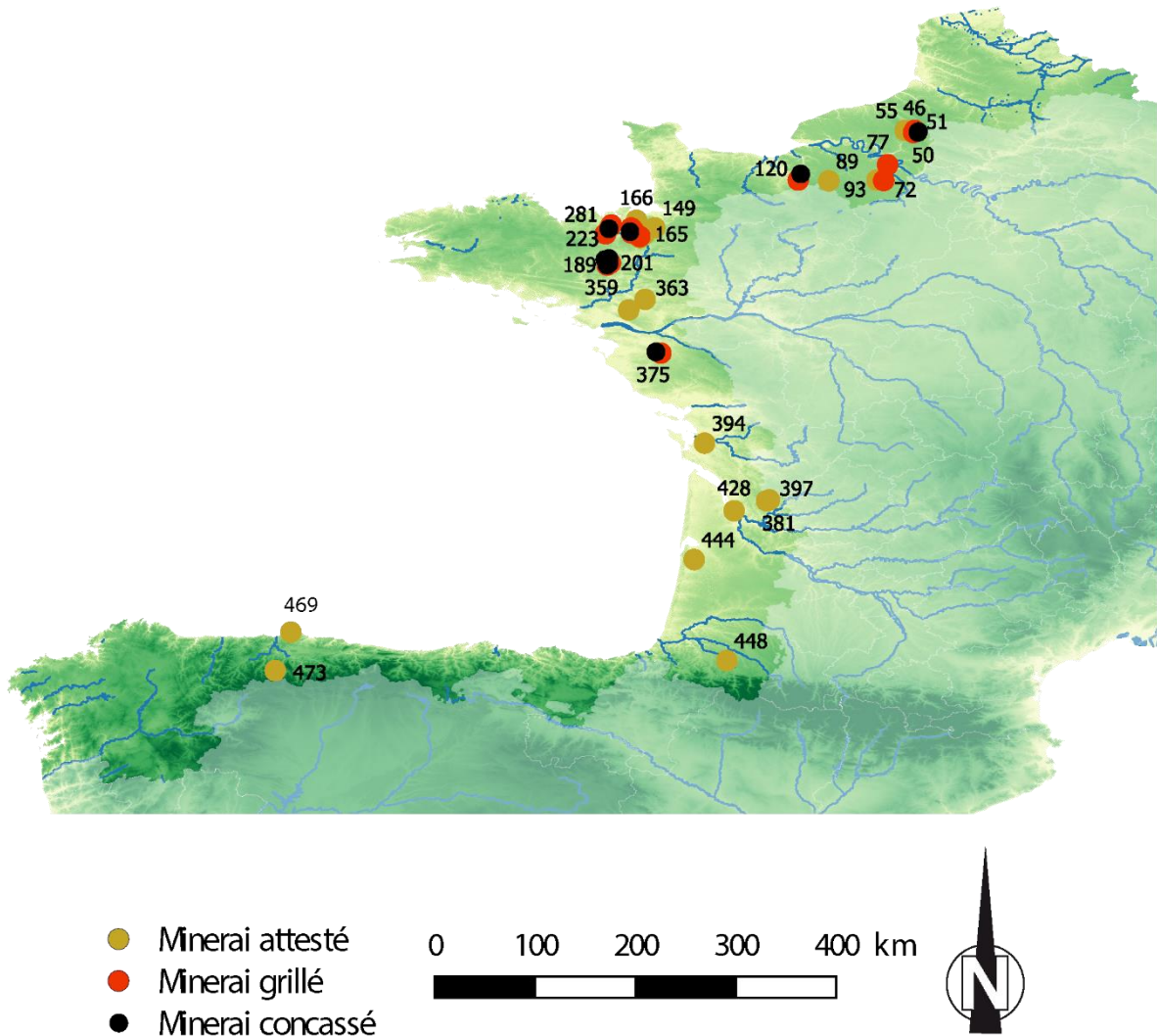


Figure 10 : Sites ayant livré du minerai de fer et indices de concentration.

Seulement 20 sites sur les 45 ont livré du minerai portant des traces de préparation (Figure 10). Dans ces 20 cas, il s'agit de grillage, opération simple à mettre en œuvre et aisée à reconnaître pour l'archéologue car la couleur du minerai change jusqu'à devenir rougeâtre. Dans 16 de ces 20 cas, le minerai grillé se trouve sur des sites où des vestiges de réduction ont été identifiés. Qu'en est-il des quatre autres cas de figure ? A Heudebouville, Ecoparc 2, Tranche 3 (77) (La Tène sans précision), le minerai de fer grillé a été mis au jour sur un site où la forge est l'activité dominante. Le minerai y est très pauvre. Si cela peut sembler normal

– la part la plus riche du minerai aurait dû être utilisée lors de la réduction – l’absence de fragments riches ou de déchets de réduction fait douter de l’utilisation de ce minerai dans le cadre d’une activité métallurgique. Il est possible que le minerai de fer mis au jour sur les sites non liés à la réduction soient employés pour d’autres activités productives, par exemple en tant que base de pigments<sup>196</sup>. Une présence fortuite ne peut pas non plus être totalement écartée.

Sur les trois derniers sites à avoir livré du minerai grillé, il n’a pas été possible d’identifier l’activité métallurgique pratiquée sur place. C’est le cas de Meillac, L’Hirondelle (178) (La Tène finale – gallo-romain) ou La Chapelle-aux-Filtzméens, Vaucluse (170) (La Tène finale) où des scories non attribuées ont été identifiées en même temps que le minerai. Sur ces deux sites, il est possible que ce soient des espaces de réduction et/ou de forge. Le site de Rocheservière, Les Corbes 1 (375), également daté de La Tène finale, est encore plus atypique par plusieurs aspects. Non seulement il n’est pas assuré que la roche grillée soit du minerai de fer, mais aucune autre phase du processus de fabrication n’y est représentée<sup>197</sup>. Vu ces éléments et l’homogénéité des types de sites ayant livré du minerai grillé, il est exclu que Rocheservière, Les Corbes 1 soit en relation avec la métallurgie du fer. Le minerai grillé a donc été identifié presque exclusivement sur des sites de réduction. Les autres sont soit des sites potentiellement liés à la réduction, soit des lieux où la présence de minerai de fer est liée à une autre activité ou fortuite.

---

<sup>196</sup> C’est le cas dans les ateliers de potier du Mas de Moreno à Foz Calanda, datés entre le III<sup>ème</sup> et le I<sup>er</sup> s. p.C. (Gorgues 2017, p. 79).

<sup>197</sup> Pascal et Bonnin 2009, p. 32-35.

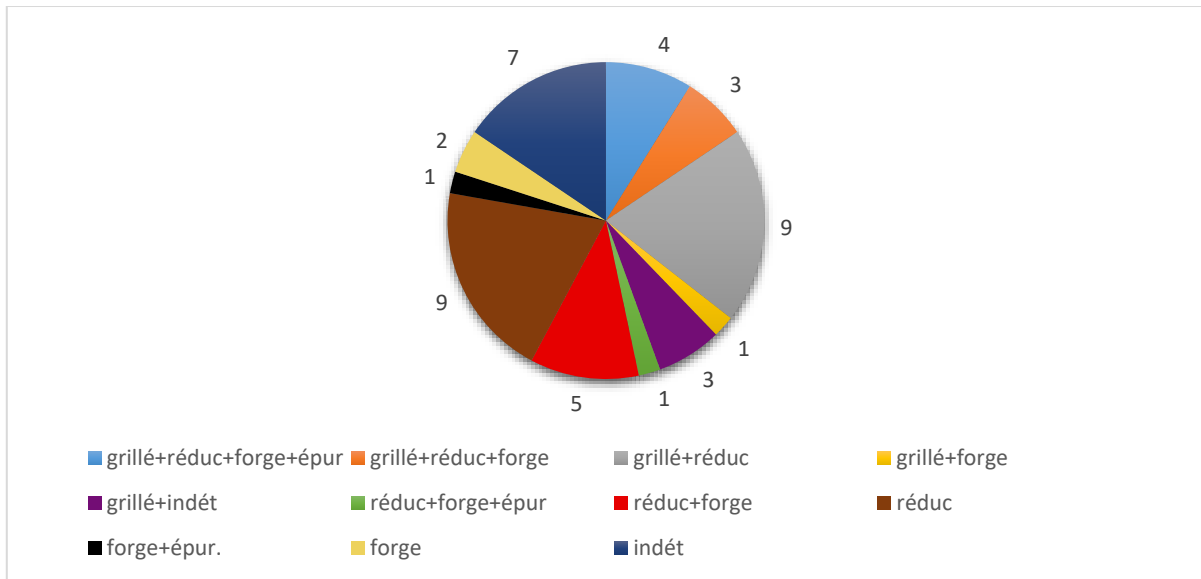


Figure 11 : Associations d'activités identifiées avec du minerai de fer sur les sites de la façade atlantique.

Un rapprochement similaire est visible entre les sites ayant livré du minerai concassé et les sites où le minerai est grillé. Onze sites ont livré du minerai dont les dimensions réduites, inférieures à 30 mm, attestent d'un concassage en vue de la réduction. Sur la totalité de ces sites le minerai était également grillé. Il semblerait donc que le minerai n'était concassé qu'après avoir été fragilisé par le grillage. Ces sites sont tous des ateliers de réduction sauf Rocheservière, Les Corbes 1 (375) dont il a été question plus haut et dont la relation avec la métallurgie du fer n'est pas certaine.

Dans quatre autres cas, le minerai se trouvait sur des sites où l'activité principale était la forge, tandis que dans les dix cas restants les phases d'activité n'ont pas pu être identifiées. Sur les sites où le minerai a été mis au jour en parallèle avec la forge les cas de figure sont divers. Sur le site de hauteur de Teverga, La Garba (473), occupé entre le IV<sup>ème</sup> et le III<sup>ème</sup> s. a.C., le minerai a été mis au jour en périphérie de l'habitat, dans une structure de rejet. Sa composition chimique permet de lui attribuer une origine locale, la Sierra de la Sobia proche. Son association avec de nombreuses scories de forge tendrait à confirmer que ce minerai était utilisé dans le cadre d'une activité métallurgique. Toutefois, la mise au jour d'os dans cette même fosse remet en cause cette hypothèse en démontrant que le lieu de rejet n'était pas spécifiquement dédié à la métallurgie. Quoi qu'il en soit aucune structure ou déchets de réduction n'ont été identifiés sur le site, les raisons de la présence de ce minerai restent donc obscures. Le même fait est observable sur le site de Dogen-Saucède, Ruisseau de Rigas (448), daté de la période romaine. Ici, c'est l'étroitesse de la fouille (canalisation de gaz) qui

empêche d'avoir une vision d'ensemble des vestiges. De l'avis des fouilleurs, le minerai ne semble pas local, et aucune activité d'extraction ou de réduction n'a pu être identifiée<sup>198</sup>. Enfin, le dernier cas où du minerai de fer a été mis au jour associé seulement à des vestiges de forge est à Dol-de-Bretagne, Cardequin (166), également occupé après la conquête. Ici seul un fragment de minerai de fer a été identifié. Les raisons de sa présence n'ont pas été déterminées<sup>199</sup>. Sur ces quatre sites, présentant exclusivement des vestiges liés à la forge, l'aspect exogène du minerai démontre qu'il a été sélectionné et amené sur le site pour une raison donnée. Mais il semble hasardeux d'affirmer que c'était en vue d'une préparation pour une activité de réduction.

Il n'est pas utile de développer les dix cas où le minerai est associé à des scories de type indéterminé. La variabilité des contextes de découverte ne permet pas de proposer un modèle cohérent. Il paraît toutefois probable qu'une partie de ces sites aient pu accueillir une activité de réduction.

Le minerai de fer se trouve le plus fréquemment en lien avec les sites de réduction ; il n'est pas fait mention de restes de minerai sur les sites d'extraction<sup>200</sup>. De même, le minerai grillé se trouve, lui aussi, exclusivement sur les sites de réduction. Cela démontre que le minerai est extrait des mines puis acheminé sans avoir subi de traitement préalable (peut-être un tri sommaire ?) vers son lieu de réduction où il est parfois grillé avant d'être réduit. En l'absence de nombreuses analyses de provenances, il est impossible de connaître l'origine de ces minerais. Dans certains cas, une origine locale est attestée, comme à Teverga, La Garba (473), mais dans d'autres, une provenance plus lointaine est supposée (Dogen-Saucède, Ruisseau de Rigas (448)).

En l'absence d'études chimiques systématiques et de référentiels importants, l'origine du minerai attesté sur les sites de réduction ne peut être assurée. Une série d'analyses a été effectuée sur du minerai provenant des sites bretons, autour de Saint-Pierre-de-Plesguen et de

---

<sup>198</sup> Stouvenot 1997, site 28.4.

<sup>199</sup> En dernier lieu Vivet 1997, p. 61 et 76.

<sup>200</sup> Même si les données à propos de grands districts miniers comme celui de Larla sont partielles, elles ne contredisent pas cette constatation.

Plesder. Cette étude a montré que le minerai grillé était d'origine locale<sup>201</sup>, attestant d'une exploitation non reconnue par ailleurs dans ce secteur.

La question du déplacement de minerai de fer sur de longues distances se pose, en particulier dans le cas de la période romaine. En effet, un amoncellement de minerai de fer dans la baie d'Irun a conduit les chercheurs à proposer qu'il s'agisse d'une épave d'embarcation romaine du I<sup>er</sup> s. p.C. transportant le minerai de fer<sup>202</sup>. Cependant, de l'avis d'autres chercheurs, la quantité de fer présente dans le minerai de cette épave est trop réduite pour être romaine et pourrait plus correspondre à des vestiges d'exploitation plus récents, utilisés dans le cadre de la réduction indirecte<sup>203</sup>. Compte tenu de l'indigence des indices, il est difficile d'assurer que le minerai de fer était déplacé sur de grandes distances pendant l'Antiquité.

### 2.2.2. Quelles structures pour le grillage ?

Les structures de grillage avérées sont peu nombreuses. Neuf ont été mises au jour sur quatre sites différents. Elles sont toutes très simples : dans certains cas, il s'agit simplement de zones rubéfiées, dans d'autres, ce sont des fosses légèrement creusées. Les structures de grillage ont des formes simples : cercle irrégulier, ovale ou encore informe. Leurs dimensions sont variables, allant de cercles de 0,5 m de diamètre à de grandes structures de 4,5 x 2,5 m. Toutefois, la majorité de celles qui ont été observées ont des dimensions situées autour d'un mètre. Leur faible profondeur moyenne (autour de 0,12 m, maximum 0,22 m) ainsi que leur forme irrégulière démontrent le peu de soin apporté à la mise en forme de ces structures simplement destinées à accueillir un feu simple, à flamme directe et pouvant utiliser le bois comme combustible sans qu'il soit au préalable transformé en charbon. L'investissement en temps pour les mettre en œuvre est minimal. L'existence de plaques de grillage, de simples zones rubéfiées (Paimpont, Les Glyorels II (193), fin de La Tène ancienne - La Tène moyenne)<sup>204</sup> attestent que la construction d'une structure n'est pas nécessaire à l'opération. Le

---

<sup>201</sup> Chauvel et Vivet 2001, p. 71 pour les conclusions.

<sup>202</sup> Martín-Bueno *et al.* 1985, p. 38 ; Mantecón 2003, p. 678. La datation, donnée par un vase mis au jour à quelques dizaines de mètres de l'épave, n'est pas des plus certaine. Le minerai lui-même présente des caractéristiques chimiques le rendant apte à la réduction (Martín-Bueno 1981).

<sup>203</sup> Cauuet *et al.* 2005, p. 445-446.

<sup>204</sup> Vivet 2007a, p. 77.

creusement de fosses dans la grande majorité des cas peut alors résulter d'une double volonté : empêcher la dispersion de la charge de bois et circonscrire l'activité en marquant l'emplacement de cette dernière. Ceci démontre alors une volonté d'organisation de l'espace de production.

L'étude des formes de ces structures peuvent apporter des indices d'évolution ou de continuité des pratiques de grillage. Les quatre foyers, de datation indéterminée, mis au jour à Forges-les-Eaux, Route Argueil (46) sont tous des fosses circulaires mesurant entre 0,5 et 1 m de diamètre pour une profondeur constante de 0,1 m. A La Ferté-Saint-Samson, Le Flot, parcelle 147 (50), 34 structures de grillage ont été mises au jour dans un contexte qui n'a pas non plus pu être daté. Ces fosses mesurent entre 0,5 m et 2,5 m dans leur plus grande dimension. Mais en l'absence des mesures de chacune, il est difficile de se faire une idée de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité de l'ensemble.

La morphologie de trois de ces structures est connue et est très semblable : elles sont sub-circulaires, mesurent aux environ de 1 m de longueur pour une profondeur comprise entre 0,1 et 0,2 m ; soit un volume de 0,07 à 0,16 m<sup>3</sup>. A La Ferté-Saint-Samson, faute de datation, la contemporanéité des foyers de grillage n'est pas assurée. A Plélan-le-Grand, La Lande Halgros (201) la structure de grillage est difficilement identifiable. Dans une grande fosse mesurant 3,4 x 2,5 x 0,40 m, une zone centrale a livré un amas de 13 kg de minerai de fer recouvert d'argile et circonscrit à un volume de 0,45 x 0,3 x 0,1 m. Pour cette structure, la présence d'un aménagement d'argile dans la partie centrale, ainsi que la concentration du minerai à cet endroit, semblent le désigner comme partie active, à l'inverse du reste du creusement. En s'en tenant à cette hypothèse, ce foyer de grillage entre dans la même catégorie de taille que les précédents. Enfin, la structure de grillage la plus imposante mise au jour sur la façade atlantique se trouve à Paimpont, Les Glyorels II (193), site daté entre le IV<sup>ème</sup> et le II<sup>ème</sup> s. a.C. Il s'agit d'une zone rubéfiée (est-il possible de parler de structure ?) mesurant 4,5 x 2,5 m dans ses plus grandes dimensions. C'est le seul exemple du corpus non surcreusé ; sa délimitation est donc peu claire.

Ces observations amènent plusieurs conclusions intéressantes sur des types structures généralement peu étudiées. La tendance semble à la réalisation de foyers de petites dimensions (aux alentours d'1 m) et sans mise en œuvre importante. Si une variabilité importante, à la fois des formes et des dimensions minimales et maximales des foyers de grillage est observable à l'échelle de la façade atlantique, au niveau des sites mêmes, l'homogénéité est remarquable. Malheureusement, du fait de l'absence récurrente de mobilier archéologique associé à ces structures, une seule datation (indirecte) est connue. Cette dernière, liée à la zone rubéfiée des Glyorels II, a été obtenue par analyse radiocarbone d'une autre structure du site, probablement contemporaine. Deux intervalles de datation recouvrant la période de La Tène moyenne sont envisageables : 300-240 a.C. et 320-210 a.C. L'absence de nombreuses datations empêche de voir s'il existe une évolution avec par exemple de simples zones rubéfiées puis des structures légèrement fossoyées. Les foyers de grillage de la façade atlantique sont comparables à ceux des sites de Ludres, Chudreau (zone rubéfiée) ou encore de Messein, Terres Noires (fosses de 2 à 3 m de diamètre) qui ont été observées en Lorraine entre le V<sup>ème</sup> et le VIII<sup>ème</sup> s. p.C.<sup>205</sup> Leur similitude avec les exemplaires plus anciens démontre que la morphologie de ces espaces de chauffe ne dépend ni de la période chronologique, ni de la zone géographique envisagée, mais semble liée à une façon de griller le minerai, très simple, mais qui perdure.

La préparation du minerai est donc une activité peu représentée dans le registre archéologique. Malgré toutes les formes de préparation envisageables, seulement deux, le grillage et le concassage ont été identifiées. Quelques observations récurrentes peuvent être soulignées sur cette phase du processus de fabrication :

- Le grillage se fait au niveau des sites de réduction et non à la sortie des mines (ce dernier cas est possible si le site de réduction est lié à l'extraction).
- Pour les cas où les foyers de grillage ont été identifiés, il s'agit toujours de structures simples, souvent circulaires ou ovales et peu profondes. Elles demandaient donc un effort minimum de conception et leur mise en œuvre ne devait servir qu'à circonscrire l'activité.

---

<sup>205</sup> Leroy *et al.* 2015, p. 173-174.

- Le concassage n'a été identifié que sur des sites où le grillage était attesté. Il semble donc que le grillage, fragilisant le minerai, est une étape nécessaire pour que le concassage se déroule sans accroc.

## **2.3. La réduction**

### **2.3.1. Quantification des indices**

La réduction est une phase essentielle du processus de fabrication d'objets en fer. La très forte visibilité des ferriers dans le paysage a très rapidement conduit à leur étude, faisant de la réduction la principale phase de travail analysée pendant de nombreuses années. La bonne conservation des bas fourneaux grâce à leur induration permet également une bonne connaissance des structures de production. Ce sont d'ailleurs les seules structures liées à la métallurgie du fer dont il existe une typologie. Si la plupart de ces sites ont été identifiés grâce aux prospections pédestres très développées dans certains secteurs, un nombre important d'entre eux ont également fait l'objet de fouilles au moins partielles (fouilles, sondages ou diagnostics). Ainsi sur les 116 sites où la réduction est documentée 53 ont bénéficié d'une opération archéologique<sup>206</sup>. Cette proportion non négligeable permet d'avoir un échantillon relativement représentatif de ce que devaient être les ateliers de réduction anciens. Ces fouilles ont également permis de réduire les incertitudes liées à la datation de ces sites. En effet, en l'absence de vestiges caractéristiques sur la plupart des ateliers de réduction – et à plus forte raison lorsque ces derniers sont uniquement connus par le biais de prospections – la mise en place de fouilles a permis d'effectuer des prélèvements de charbons pour effectuer les datations. Si les intervalles de précision du radiocarbone ne sont pas optimaux pour la Protohistoire ils permettent au moins de connaître la période d'utilisation des structures de travail.

L'étude se fondera sur l'analyse des 116 sites identifiés comme des lieux de réduction. Une très grande partie de ces derniers ont été observés dans le nord-ouest de la France, en Bretagne et en Normandie (Figure 12), dans des secteurs où les prospections ainsi que

---

<sup>206</sup> En terme de nombre et d'importance des sites de réduction, la façade atlantique est assez mal lotie comparé au centre ou au sud de la France (Domergue *et al.* 2006, p. 139-142).



l'archéologie préventive et programmée ont été très dynamiques sur la question de la métallurgie. Au total, 53 de ces sites ont été fouillés et livreront donc des informations sur la répartition de ces activités au sein de l'espace de production. Cependant 19 de ces sites n'ont bénéficié que de diagnostic archéologique sans fouille postérieure. Dans ce cas les fenêtres de fouille étant réduites, les informations spatiales pourront être moins significatives.

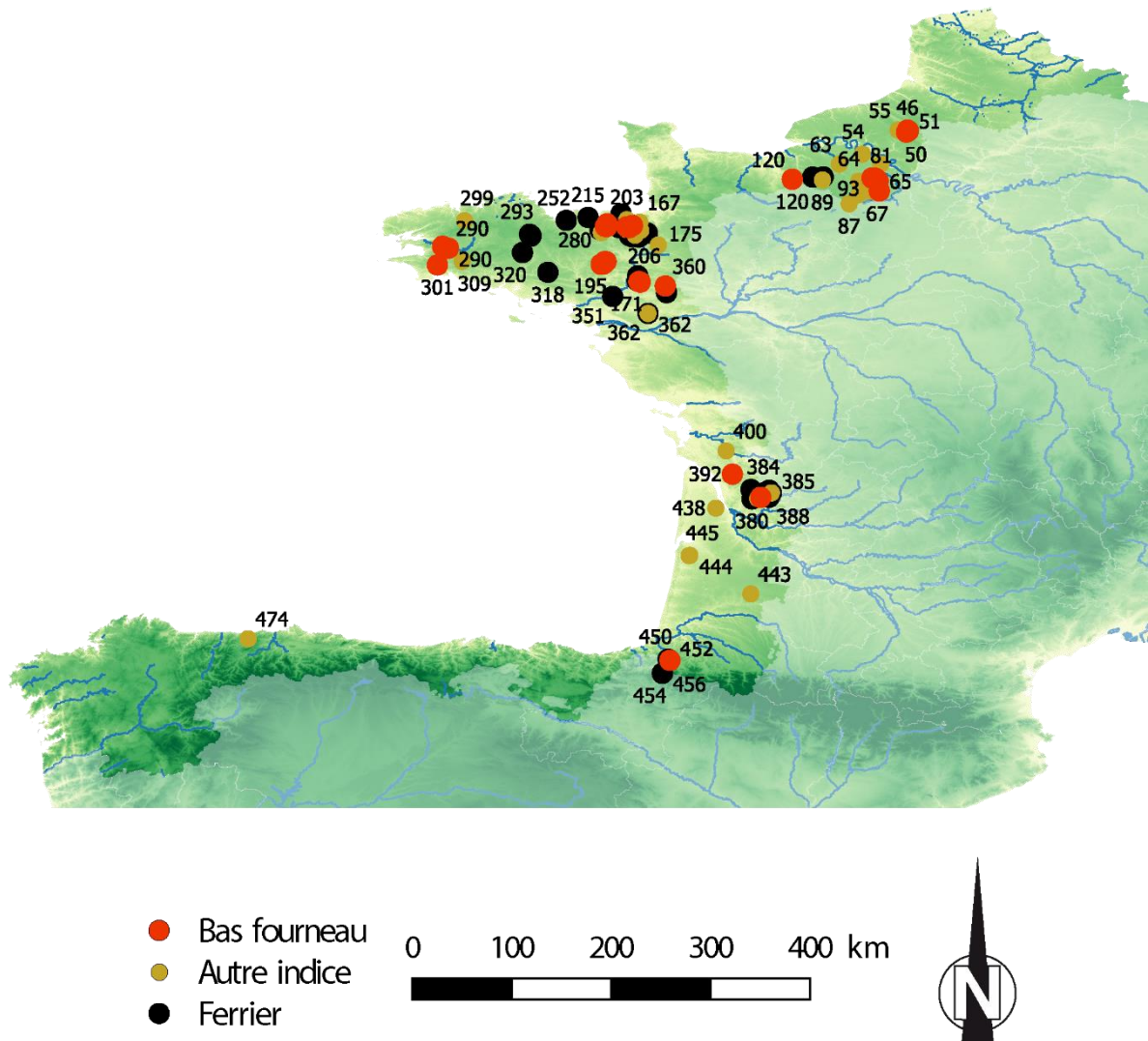


Figure 12 : Localisation des sites présentant des indices de réduction. Les « autres indices » sont généralement des scories de réduction retrouvées dans des contextes plus tournés vers la forge.

### 2.3.2. Morphologie des bas fourneaux

La forme générale d'un bas fourneau est très simple : une cuve réceptacle surmontée d'une superstructure par laquelle sont enfournés le minerai et le charbon de bois. Au gré des fouilles, plusieurs catégories de bas fourneaux ont été identifiées (voir 1.2.4.).

Sur la façade atlantique, 62 bas fourneaux ont été repérés sur 35 sites différents (Figure 12). Dans une grande majorité des cas, ils ont été fouillés et de nombreuses informations sont disponibles à leur sujet : leur forme, dimensions, présence ou absence d'un orifice de ventilation, emplacement, existence éventuelle d'une superstructure conservée, possibles rechapages... Dans certains cas, toutefois, toutes ces informations ne sont pas connues. Il peut s'agir d'un défaut de publication, en particulier pour les fouilles anciennes où les informations actuellement retenues comme importantes n'étaient pas toujours mises en avant. C'est par exemple le cas des structures de réduction identifiées sur les sites des sites de Evreux, Rue Buzot et Lepouzé (69) ; La Dominelais, la Roussière (172) ; La Dominelais, la Fossardais (171) ; Quimper, Kermoisan (301) et Plassac, chez Boutut (392). Dans le cas de Châteaubriant, Les coteaux de la Borderie (360), c'est l'absence de fouilles qui conduit à une méconnaissance du bas fourneau et même à l'incertitude de l'identification de la structure. Dans le cas de ce diagnostic, lors de l'apparition des structures, il a été décidé de les laisser en place sans les fouiller pour pouvoir effectuer ce travail dans de meilleures conditions lors d'une opération à venir.

D'autres bas fourneaux ont été identifiés seulement à partir de données recueillies sur les déchets qu'ils ont produits. Ainsi sur le site de Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285), la mise en évidence, à l'ouest du site et proche de la limite de fouille, de rejets de parois très limités dans l'espace et concentrés vers l'ouest était un indice en faveur de l'existence de structures de réduction vers l'ouest<sup>207</sup>. Une étude attentive de ces restes menée par N. Jouannet-Aldous a permis d'assurer que ces fragments de parois appartenaient à au moins trois bas fourneaux dont les dimensions n'ont pas pu être restituées<sup>208</sup>. Dans deux autres cas similaires, malheureusement non datés, Plélan-le-Grand, La Lande Halgros (201) et Gouézec, Moguérou (290), la mise au jour de scories de dimensions importantes – jusqu'à

---

<sup>207</sup> Nicolas (dir.) 2013, p. 86.

<sup>208</sup> Jouanet-Aldous 2013, p. 2-16.

0,60 m de diamètre sur le site de Gouézec, Moguérou<sup>209</sup> – assure la restitution d’une structure de réduction d’un diamètre minimum de 0,60 m, sans qu’il soit toutefois possible de préciser sa technologie. En effet, des scories de cette dimension peuvent se former dans tous les bas fourneaux.

Certains manques ont été identifiés, mais une grande partie des structures sont bien connues et offrent des informations de qualité. Il est donc possible de travailler sur plusieurs aspects pour tenter de caractériser les bas fourneaux : leurs technologies, leurs formes, leurs dimensions ou encore leurs architectures.

### 2.3.2.1. La forme de la cuve

Forme de la cuve	Occurrences
Circulaire	40
Ovale	8
Quadrangulaire	1
Indéterminée	10

*Figure 13 : Nombre de bas fourneaux par forme de leur cuve.*

Un des facteurs les plus régulièrement relevé est la forme de la cuve. La première remarque, évidente, est que cette dernière n’est pas constante (Figure 13). Les bas fourneaux de plan circulaire sont les plus fréquemment mis au jour avec 40 occurrences, 8 autres sont ovales, un quadrangulaire et enfin, pour 10 individus, la forme de la cuve n’est pas connue. Pour les 10 cas où la forme de la cuve n’a pas pu être déterminée la structure elle-même n’a pas été mise au jour mais la présence de scories spécifiques permet au moins d’identifier la technologie de ces bas fourneaux. Les structures de réduction circulaires ou ovales sont donc très largement majoritaires. Il est intéressant de noter que le plan des bas fourneaux ne conditionne pas leur catégorie fonctionnelle. Tous les types de structures de réduction peuvent présenter un plan circulaire. Le plan quadrangulaire, lui, n’est attesté que pour les bas fourneaux à scorie coulée de la région du massif minier de Larla. Toutes les structures de

---

<sup>209</sup> Bousquet 1969, p. 253.

réduction, datés entre le II<sup>ème</sup> s. a.C. et le II<sup>ème</sup> s. p.C., y sont similaires<sup>210</sup>. La description morphologique du bas fourneau de Saint-Martin-d'Arrossa, Harotzainekoborda (452) peut servir de référence pour les autres sites de cet ensemble<sup>211</sup>. Ainsi, il pourrait y avoir 55 bas fourneaux à scorie coulée et à cuve quadrangulaire dans cette zone<sup>212</sup>. Cela doublerait presque le nombre de structures de réduction recensées sur la façade atlantique !

D'autres bas fourneaux à cuve quadrangulaire ont été mis au jour dans l'Aude sur le site des Martys<sup>213</sup>. Ces ateliers ont fonctionné au I<sup>er</sup> s. a.C.<sup>214</sup> et sont donc contemporains à ceux du massif de Larla dans les Pyrénées. Dans les deux cas les techniques de constructions de ces bas fourneaux à scorie coulée sont similaires et reposent sur l'utilisation de pierres, même si ces dernières sont moins imposantes dans les Pyrénées.

### **2.3.2.2. Des bas fourneaux exclusivement encaissés**

Un autre point souvent mis en avant par les archéologues est la situation de la structure par rapport au niveau de sol. Dans 42 cas relevés, les bas fourneaux étaient encaissés, la cuve était creusée dans le sol et non construite sur ce dernier. Dans les 20 autres cas la position de la cuve par rapport au sol n'est pas connue, soit car les structures en question sont restituées à partir de la présence d'éléments divers comme les scories ou parois, soit parce qu'il s'agit de structures découvertes anciennement et dont les descriptions ne sont pas complètes. Tous les cas vérifiables de bas fourneaux de la façade atlantique présentent donc une partie inférieure encaissée.

Cette morphologie se retrouve dans d'autres régions proches comme Le Mans (Sarthe)<sup>215</sup>. Cette tendance se confirme également dans le temps comme l'atteste l'atelier de réduction d'Oulches à Saint-Marcel (Indre), datés du III<sup>ème</sup> s. p.C.<sup>216</sup> ou les bas fourneaux

---

<sup>210</sup> « La fouille de neuf de ces fours a révélé l'utilisation d'un seul type de structure de réduction sur l'ensemble du massif » Beyrie 2008, p. 33.

<sup>211</sup> Beyrie *et al.* 2003, p. 63.

<sup>212</sup> Beyrie et Kammenthaler 2008, p. 32.

<sup>213</sup> Fabre *et al.* (dir.) 2016, p. 176-178 pour la description des bas fourneaux de type Martys.

<sup>214</sup> Fabre *et al.* (dir.) 2016, p. 187-209.

<sup>215</sup> Cabboï *et al.* 2007, p. 45.

<sup>216</sup> Dumasy *et al.* 2010, p. 281.

retrouvé en Lorraine, dont l'utilisation est datée entre le V<sup>ème</sup> et le VIII<sup>ème</sup> s. p.C.<sup>217</sup>. Au contraire, aux Martys (Aude), les bas fourneaux sont construits sur le flanc de terrasses, voire que des talus sont édifiés autour de la structure à la fois pour la consolider et faciliter l'accès au gueulard pour le charger<sup>218</sup>. Leur niveau de défournement est donc celui du sol naturel. Cela est également observé sur les bas fourneaux à scorie coulée de Peracense, La Juncada (Aragon), datés entre le V<sup>ème</sup> et le II<sup>ème</sup> s. a.C.<sup>219</sup> Entre le V<sup>ème</sup> s. a.C. et le I<sup>er</sup> s. p.C. la construction au niveau du sol n'est pas observée sur la façade atlantique où, pour toutes les structures où les données ont pu être recueillies, l'accès à la cuve se fait par une fosse creusée à l'avant de la structure de réduction, que les bas fourneaux soient à scorie piégée ou coulée. Le creusement de la cuve du bas fourneau dans la terre n'est donc pas une obligation technique, mais semble être très utilisé sur la façade atlantique. Ce procédé de construction est probablement lié à la recherche d'une qualité thermique de la cuve, où les pertes de chaleurs doivent être les plus réduites possibles pour que la réduction se fasse dans de bonnes conditions.

### **2.3.2.3. Les dimensions de la cuve : une variabilité raisonnée**

Au vu de l'état de conservation des structures, il est exclu de proposer ici des conclusions sur les dimensions des cheminées qui ne sont jamais complètement retrouvées et pour lesquelles l'ethnologie démontre des dimensions très variables allant d'un à cinq mètres de hauteur<sup>220</sup>. Seules les dimensions de la cuve des bas fourneaux livrent des informations fiables et comparables.

Les dimensions au sol des structures de réductions sont très variables. La plus petite avérée est le bas fourneau ST 206 de Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué (195). Ce bas fourneau à scorie piégée, de plan circulaire, mesure 0,40 m de diamètre pour une profondeur conservée de 0,40 m. Quelques autres bas fourneaux pourraient être de dimensions plus réduites, mais il s'agit de structures restituées à partir de scories comme à Quévert, Le Clos Mirette (269), ou encore de bas fourneaux retrouvés incomplets, tel celui de Livarot,

---

<sup>217</sup> Leroy *et al.* 2015, p. 144.

<sup>218</sup> Fabre *et al.* 2016, p. 179.

<sup>219</sup> Observations effectuées d'après photographie (Fabre *et al.* 2012, p. 57-58).

<sup>220</sup> Leroy et Merluzzo 2004, p. 58.

Boulevard South Molton (120). Dans ces cas, les dimensions proposées ne sont que des estimations minimales et il est très probable que les structures de réduction les aient dépassées. Les deux de surface les plus importantes sont les bas fourneaux F140 et F144 du site de Châteaubriant, les Coteaux de la Borderie (360). Ils mesurent respectivement 2 x 1 m et 1,6 x 1,6 m<sup>221</sup>. Toutefois, ces structures n'ont pas été fouillées et il est possible que leurs surfaces soient plus réduites.

N° site	Nom site	Datation		Structure	Type bas fourneau (à scorie)	Surface (m <sup>2</sup> )	Surface moyenne (m <sup>2</sup> )
381	Bedenac-Clérac, LGV phase 118	-160	-11	St 1	coulée	0,79	0,89
46	Forges-les-Eaux, Route Argueil	/	/	Structure 31	coulée	0,79	
50	La Ferté-Saint-Samson, Le Flot, parcelle 147	/	/	St 105	coulée	0,79	
381	Bedenac-Clérac, LGV phase 118	-800	-30	St 9	coulée	1,13	
301	Quimper, Kermoisan	-100	200	F a	coulée	0,97	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-322	-206	ST 206	piégée	0,13	0,55
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-322	-206	ST 204	piégée	0,16	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-427	-206	ST 302	piégée	0,15	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-322	-206	ST 201	piégée	0,25	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-322	-206	ST 203	piégée	0,22	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-427	-206	ST 301	piégée	0,33	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-322	-206	ST 202	piégée	0,31	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-322	-206	ST 205	piégée	0,50	
190	Paimpont, La Boissière, atelier B2	-300	-151	Bas fourneau S3	piégée	0,69	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-427	-391	ST 103	piégée	0,79	
195	Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué	-427	-391	ST 104	piégée	0,79	
194	Paimpont, Les Glyorels III	-382	-207	Bas fourneau 1	piégée	0,92	
196	Paimpont, Moustache 1	-370	-196	Bas fourneau S1	piégée	1,13	
223	Audaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air, zone 1			Bas fourneau 71	piégée	1,33	
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	-400	-376	1046	unique	0,23	0,43
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	-400	-376	1047	unique	0,41	
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	-400	-376	1049b	unique	0,44	
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	-400	-376	1048	unique	0,50	
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	-400	-376	1049a	unique	0,57	
65	Chavigny-Bailleul, La Mutrelle	-800	-400	Bas fourneau la Mutrelle	réutilisable	0,20	0,79
73	Guichainville, Saint-Laurent	-490	-261	Bas fourneau 500	réutilisable	0,44	
268	Quévert, La Ville Pierre II	-450	-301	F1	réutilisable	0,50	
268	Quévert, La Ville Pierre II	-450	-301	F2	réutilisable	0,50	

<sup>221</sup> Doyen 2013, p. 71.

213	Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I	-200	-101	F1	réutilisable	0,65
213	Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I	-200	-101	F2	réutilisable	0,65
193	Paimpont, Les Glyorels II	-400	-211	Bas fourneau Les Glyorels II	réutilisable	0,87
192	Paimpont, Les Glyorels I	-380	-211	Bas fourneau Les Glyorels I	réutilisable	1,04
52	Le Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262	-150	-31	Structure 49	réutilisable	1,13
52	Le Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262	-150	-31	St 105	réutilisable	1,13
199	Plélan-le-Grand, Étang du Perray	-358	-114	Bas fourneau site 3	réutilisable	1,54

Figure 14 : Surfaces des bas fourneaux et surfaces moyennes par type.

Les bas fourneaux les plus imposants, dont la taille est certaine, sont ceux de Plélan-le-Grand, Etang du Perray (199), datés entre La Tène moyenne et La Tène finale, et de La Dominelais, La Fossardais (171), occupé à la période gallo-romaine. Sur ces sites, les structures de réduction, à scorie piégée (réutilisable à Plélan-le-Grand), mesurent 1,4 m de diamètre. Mis à part la dimension de leur cuve et l'utilisation de la technique de réduction à scorie piégée, ces deux structures sont très dissemblables. La première est construite grâce à des briques d'argile et présente une paroi relativement fine<sup>222</sup> tandis que la seconde emploie la pierre dans la construction d'une cuve massive mesurant jusqu'à 1 m d'épaisseur<sup>223</sup>. A titre de comparaison, la longueur et la largeur moyenne des structures étudiées est de 0,9 m. Les extrêmes ne sont donc pas vraiment éloignés de cette moyenne. De plus toutes les dimensions intermédiaires entre 0,4 et 1,4 m ont été recensées. Il n'y a donc pas de groupes de bas fourneaux identifiables par taille.

La seule distinction de dimensions décelable se ferait entre structures à utilisation unique et structures réutilisables. En effet, les surfaces moyennes des bas fourneaux à scorie piégée et utilisation unique sont faibles, de l'ordre de 0,43 m<sup>2</sup> (Figure 14), tandis que celles des structures à scorie piégée réutilisables et à scorie coulée sont plus importantes, respectivement 0,79 et 0,89 m<sup>2</sup><sup>224</sup>. Les bas fourneaux à scorie piégée pour lesquels il n'a pas été possible de préciser s'ils étaient réutilisés ou non, ont une surface moyenne de 0,55 m<sup>2</sup>, plus proche des structures à utilisation unique. Il est donc probable que la majorité de ces bas fourneaux aient été utilisés une seule fois. Il ressort de ces observations que la variabilité des

<sup>222</sup> Brule Garçon et al. 1993, p. 104-106.

<sup>223</sup> CAG 35, p. 100-101, mesures d'après plan.

<sup>224</sup> Le bas fourneau de Saint-Martin-d'Arrossa, Harotzainekoborda, très particulier dans le corpus car de cuve quadrangulaire n'est pas pris en compte dans ce calcul. Sa surface, aux environs de 0,3 m<sup>2</sup>, fait drastiquement chuter la moyenne des bas fourneaux à scorie coulée, par ailleurs tous sub-circulaires.

surfaces est très importante au sein de chaque groupe de bas fourneaux et que, malgré des moyennes distinctes, il semble délicat de proposer une interprétation technologique des structures de réduction sur la seule base de leur surface.

Les dimensions relevées sur les bas fourneaux de la façade atlantique sont similaires à celles de bas fourneaux mis au jour dans d'autres régions. Cela se voit en particulier sur le site des Clérimois (Yonne, France) où des tailles très diverses sont relevées sur les structures de réduction. Les fourneaux majoritaires, ceux du type Clérimois II, sont relativement grands, les dimensions de leurs cuves étant comprises entre 0,90 et 1,40 m de diamètre<sup>225</sup>. Les bas fourneaux de La Bazoge, la Jousserie (Sarthe, France) et La Bazoge, L'Aulnay-Truchet (Sarthe, France), eux, ne mesurent qu'entre 0,60 et 1 m de diamètre<sup>226</sup>. Les dimensions des bas fourneaux n'entrent dans aucune logique évolutive, des structures de réduction de toutes tailles se trouvent à toutes les périodes. La taille n'est pas non plus fonction de la technologie du bas fourneau. En effet le bas fourneau à scorie coulée de Saint-Martin d'Arrossa, Harotzainekoborda (452), daté entre la fin du I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C., a une cuve deux fois plus petite que la structure St 9 de Bedenac-Clérac, LGV phase 118 (381) (probablement gallo-romaine). De même pour les bas fourneaux à scorie piégée avec, par exemple, la structure St 206 de Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué (195), datée de La Tène ancienne, qui possède des dimensions quatre fois plus petites que celles du bas fourneau F114 de Châteaubriant, Les Coteaux de la Borderie (360), malheureusement non daté.

#### **2.3.2.4. L'édification : un monopole de l'argile crue**

Il existe une très forte homogénéité concernant les matériaux utilisés dans la construction des bas fourneaux. L'argile domine très nettement: elle est présente sur toutes les structures identifiées. L'utilisation de ce matériau est très bien connue par ailleurs et le retrouver ici n'est donc pas une surprise<sup>227</sup>. Dans 41 occurrences sur les 46 pour lesquelles les matériaux de construction sont connus, l'argile préparée est utilisée seule. Il existe deux moyens de mise en forme du bas fourneau : la structure est montée directement en terre crue

---

<sup>225</sup> Dunikowski et Cabboï 1995, p. 92.

<sup>226</sup> Cabboï *et al.* 2007, p. 49-57.

<sup>227</sup> Leroy et Merluzzo 2004, p. 54-65 pour une synthèse sur l'architecture des bas fourneaux. Les observations effectuées à cette époque peuvent largement être reprises à l'heure actuelle, l'augmentation du nombre de structures mises au jour ne fait que les confirmer.



ou bien grâce à des briques de terre crue modelées au préalable. Le premier cas est très fortement majoritaire, mais le second se retrouve sur quelques sites très bien documentés.

#### 2.3.2.4.1. Un moyen de mise en forme peu répandu : l'utilisation de briques d'argile crue

Cette technique de construction a été mise en œuvre, à La Tène moyenne, pour l'édification du bas fourneau de Plélan-le-Grand, Étang du Perray (199)<sup>228</sup>. Sa partie conservée est constituée de cinq assises de briques d'argile pour une hauteur totale de 0,25 m. Les briques étaient de dimensions réduites : 0,05 m de hauteur. Sur le site de Paimpont, Les Glyorels I (192), peut-être légèrement plus anciens, le bas fourneau est lui aussi construit grâce à des briques d'argile<sup>229</sup>. Toutefois, ici elles ne sont conservées qu'à l'intérieur de la cuve à laquelle elles servaient de parement. L'épaisseur de cette paroi atteint 0,30 m en haut de la cuve, près du niveau du sol de fonctionnement de la structure. Cette épaisseur représente trois assises de briques ce qui permet de restituer la largeur d'une brique à 0,10 m sur ce site.

A La Tène ancienne, sur le site de Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué (195) deux bas fourneaux dont l'élévation comprenait des briques d'argile ont été mis au jour. L'atelier de Paimpont, Les Glyorels III (194), très proche du précédent, bien que légèrement plus récent, était caractérisé par un mode de construction identique. La cuve du bas fourneau est ici doublée grâce à des briques d'argile mesurant en moyenne 67 mm de largeur<sup>230</sup>. Ils étaient donc disposés sur trois à quatre rangées afin de constituer le parement observé de 0,22 à 0,27 m d'épaisseur. Le bas fourneau 1 du site de Paimpont, Moustache 1 (196), appartenant aussi à l'horizon chronologique de La Tène moyenne, possède également des briques d'argile dans son architecture. Celles-ci servent encore une fois à renforcer l'épaisseur de la cuve de ce fourneau<sup>231</sup>. Ici, les briques utilisées ont une forme triangulaire, unique sur la façade atlantique, permettant de créer facilement une structure rayonnante ou en voûte<sup>232</sup>, attestant ainsi du soin apporté à la réalisation de ces structures de combustion.

---

<sup>228</sup> Andrieux et al. 1989, p. 6-8 ; Brule Garçon et al. 1993, p. 104-106.

<sup>229</sup> Vivet 2007a, p. 62.

<sup>230</sup> Vivet 2009c, p. 13-14.

<sup>231</sup> Vivet 2010, p. 71-77.

<sup>232</sup> Vivet 2009a, p. 10-11.

Tous les éléments constitutants sont pensés pour faciliter l'édification des bas fourneaux. C'est également le cas sur le site du Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262 (52), lui daté de La Tène finale. Une étude de Chr. Colliou a démontré l'utilisation de briques d'argile losangiques ou « saumons » dans l'architecture du bas fourneau St 105<sup>233</sup> de ce site. Des expérimentations de réduction ont été effectuées à partir des informations relevées sur cette fouille et attestent que le fourneau était tout à fait utilisable, mais également très facile à construire en utilisant ces briques d'argile. Une particularité de ce bas fourneau est que contrairement aux structures précédentes les « saumons » n'ont été utilisés que dans l'architecture de la cheminée et non comme renforts de la cuve. Cette dernière bénéficiait toutefois de renforts sous la forme de scories équarries recouvertes d'une couche d'argile d'environ 0,03 m d'épaisseur<sup>234</sup>. Enfin le site de Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285) a livré une série de cinq structures de réduction très similaires dont les parois étaient également montées à l'aide de briques d'argile<sup>235</sup>. Comme pour le site du Fossé, les briques n'ont été mises au jour que dans la partie haute des structures de combustion.

Les sites où les architectures de bas fourneaux comprennent des briques sont tous datables du second âge du Fer : entre 500 et 475 a.C. pour le plus ancien (Châteaulin, Penn ar Roz) et entre 150 et 31 a.C. pour le plus récent (Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262). L'utilisation de briques d'argile dans l'architecture des structures de réduction apparaît comme un phénomène continu durant le second âge du Fer. Toutefois il ne se retrouve pas dans toutes les régions ou à toutes les périodes avec la même intensité. Le III<sup>ème</sup> s. a.C. est la période d'utilisation maximale de ces structures à cuve parée de briques. Cette architecture a cependant pu voir le jour plus tôt, entre la fin du V<sup>ème</sup> et le IV<sup>ème</sup> s. a.C. et être utilisée jusqu'aux alentours de la conquête romaine. Ces architectures à briques ne se retrouvent que dans une région très bien délimitée : la commune de Paimpont et celle, limitrophe, de Plélan-le-Grand et pour des bas fourneaux à scorie piégée. Il est donc possible d'y voir la création d'une « école » d'opérateurs qui auraient utilisé cette technique de construction et qui serait restée active dans un secteur très restreint. Il est possible que la présence de minerai en quantité suffisante dans la région n'ait pas incité les métallurgistes à aller chercher la matière première ailleurs, donc à exporter leur savoir-faire.

---

<sup>233</sup> Colliou et Peyrat 2012, p. 21-22.

<sup>234</sup> Colliou et Peyrat 2012, p. 21.

<sup>235</sup> Jouannet-Aldous 2013, p. 14.

Ce choix de construction, identifié dès le début du V<sup>ème</sup> s. a.C. en Bretagne, se prolonge jusqu'à la fin de l'âge du Fer en Normandie. Cette façon de bâtir les bas fourneaux ne se retrouve en aucun autre endroit de la façade atlantique. Mais dans d'autres lieux, l'utilisation de briques d'argile dans l'architecture des fourneaux est fréquente. C'est le cas en Pologne où des structures de réduction à scorie piégée (et utilisation unique) et parois montées en briques d'argile ont été mis au jour dans les montagnes de Świętokrzyskie (Montagnes de Sainte-Croix) où une partie de l'activité métallurgique est datée entre le I<sup>er</sup> et le IV<sup>ème</sup> s. p.C.<sup>236</sup>. D'autres exemples plus proches ont été identifiés à Saint-Dizier (Haute-Marne) et à Frouard (Meurthe-et-Moselle)<sup>237</sup> tous deux datés du Moyen Age. L'utilisation de ces éléments n'est que peu fréquemment recensée dans la littérature archéologique. La rareté de l'attestation de l'utilisation de briques en argile crue dans l'architecture des bas fourneaux, et ce malgré la découverte de plus en plus fréquente de structures de réduction, indique que cette technique n'était que peu utilisée. Ces éléments semblent issus d'expérimentations architecturales sur les bas fourneaux ayant connu un succès local (Bretagne/Normandie, Montagne de Sainte-Croix) ou non (Saint-Dizier, Frouard).

#### 2.3.2.4.2. Les autres matériaux : pierre, argile cuite, scorie

L'utilisation d'autres matériaux que l'argile crue lors de la construction de certains fourneaux se retrouve pour 7 structures sur 47 (Figure 15) : Saint-Martin d'Arrossa, Harotzainekoborda (452) ; Paimpont, La Boissière, atelier B2 (190) ; Quimper, Kermoisan (301) ; la Dominelais, La Fossardais (171) et Livarot, Boulevard South Molton (120). Ces sept structures ont pour particularité de posséder de la pierre dans leur architecture, celle de La Dominelais bénéficiant en plus d'une adjonction de matériaux céramiques.

---

<sup>236</sup> Czarneka 2000, p. 90 ; Bielenin et al. 1998, p. 177 pour la datation, lâche, de l'ensemble.

<sup>237</sup> Leroy et Merluzzo 2004, p. 59.

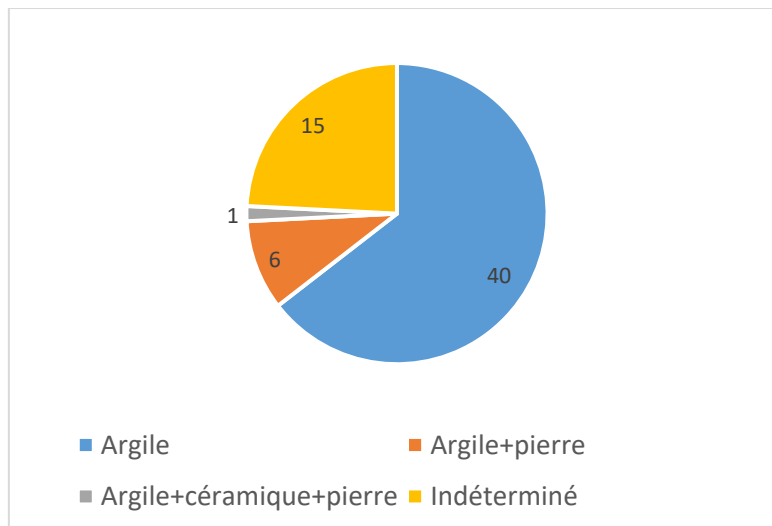


Figure 15 : Nombre de bas fourneaux en fonction des matériaux composant leur architecture

Trois de ces fourneaux, datées entre le I<sup>er</sup> s. a.C. et le II<sup>ème</sup> s. p.C., viennent du site de Quimper, Kermoisan. Du fait de l'ancienneté des fouilles, tous ces bas fourneaux ne sont pas nécessairement décrits avec précision. Toutefois, malgré qu'il soit mal conservé (élévation de 0,10 m), le bas fourneau F a est très bien documenté et permet de se rendre compte de ce que devaient être les autres structures de réductions mises au jour sur le site. Un parement de pierres de 0,30 m d'épaisseur a été mis au jour tout autour d'une cuve ovale, mesurant 1,30 m dans sa plus grande dimension. Ici le parement semble reprendre la même fonction que les briques d'argile décrites précédemment : ils recouvrent et renforcent la cuve. Il est possible qu'une fonction thermique soit également associée à leur présence, mais ceci est difficilement vérifiable. Les deux autres bas fourneaux de Quimper, Kermoisan possédant un parement en pierre ne sont décrits que sommairement, dans un tableau récapitulatif des dimensions des diverses structures de combustion du site. Toutefois, ces structures possèdent également un parement de pierre, comme F a ; s'il s'avère que ce sont bien des bas fourneaux, ils peuvent appartenir à la même lignée technique<sup>238</sup>.

Le bas fourneau de Saint-Martin d'Arrossa, Harotzainekoborda, utilisé entre la fin du I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C., est constitué d'une couronne de grandes pierres liées à l'argile. Ces dernières sont particulièrement présentes à l'avant de la structures où deux de ces pierres sont

<sup>238</sup> « Lignée technique » fait référence à des individus ayant des façons de travailler communes pouvant être acquises, par exemple, par l'apprentissage. Dans le registre archéologique, cela se traduit principalement par la reconnaissance de structures ou de déchets de travail similaires entre deux espaces de travail ou deux sites.

placées de chant et forment ainsi les piédroits de l'ouverture frontale<sup>239</sup>. Ces pierres servent donc ici aussi d'élément structurant de la cuve.

A La Dominelais, La Fossardais le bas fourneau mis au jour dans un ferrier de 50 m de diamètre a été fouillé en 1978. Cette structure, gallo-romaine, mesure 1,40 m de diamètre interne et que se parois sont faites de « moellons de grès, de *tegulae* et d'argile cuite »<sup>240</sup>. L'organisation précise de ces divers matériaux n'est pas connue, mais il est intéressant de noter que des *tegulae* sont incorporées dans son élévation. Il est possible que ces éléments soient utilisés pour faciliter la construction de la cuve ou de la cheminée, de la même façon que les briques d'argile.

Enfin, le bas fourneau de Livarot, Boulevard South Molton est relativement mal connu car recoupé par un puits, mais lors de la fouille des blocs de pierre ont été observés au niveau des bords de la structure<sup>241</sup>. Des blocs faisaient partie de la base de l'aménagement du fourneau tandis que des blocs de taille réduite (0,05 m) ont été mis au jour dans le comblement de ce dernier. Il est probable que les petits blocs aient fait partie de la superstructure du bas fourneau tandis que d'autres (plus imposants ?) formaient la base de ce dernier.

Des scories sont également utilisées dans l'architecture du bas fourneau St 105, daté de La Tène finale, sur le site du Fossé, Les Près de Montadet, parcelle 262. Ces dernières, équarries, sont dans la même situation que les blocs de pierre dans les fourneaux précédemment décrits : elles renforcent la cuve. Elles sont également recouvertes d'argile, probablement pour les protéger et conserver leur intégrité lors de la réduction.

Tout comme pour les briques d'argile, l'utilisation de pierres dans d'architecture des structures de réduction se retrouve dans d'autres régions. L'exemple le plus connu est celui des Martys où la cuve des bas fourneaux est délimitée par de grands blocs rocheux dont deux forment les piédroits de l'ouverture frontale, tout comme à Harotzainekoborda (452). Ces blocs sont également recouverts d'argile à l'intérieur de la cuve, certainement pour les

---

<sup>239</sup> Beyrie *et al.* 2003, p. 63.

<sup>240</sup> Sanquer 1981, p. 303.

<sup>241</sup> Colliou *et al.* 2009, p. 85-86.

protéger de la chaleur. L'élévation de la cheminée de ces bas fourneaux est en plaquettes de schiste liées à l'argile<sup>242</sup>. Il est possible de proposer un parallèle intéressant avec la présence de *tegulae* dans le bas fourneau de La Dominelais, La Fossardais (171) où les plaquettes ont pu être remplacées par les tuiles. Les fourneaux de type Bellaires (Jura Suisse), en activité entre le IV<sup>ème</sup> et le IX<sup>ème</sup> s. p.C., sont également construits en utilisant des pierres<sup>243</sup>.

Certains des plus anciens bas fourneaux à architecture de pierre ont été mis au jour à Quimper, Kermoisan. Toutefois, l'attribution de ces structures à la réduction n'est pas assurée. Ils auraient été en activité entre le II<sup>ème</sup> et le I<sup>er</sup> s. a.C., soit avant ceux de La Dominelais, La Fossardais, datés de la période romaine sans précisions, celui de Saint-Martin d'Arrossa, Harotzainekoborda utilisé entre la fin du I<sup>er</sup> et le IV<sup>ème</sup> s. p.C. ou encore celui de Livarot, Boulevard South Molton daté entre le I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C. Le lieu d'origine et la datation des premiers bas fourneaux à architecture de pierre sont difficiles à identifier.

Des exemples plus anciens ont été identifiés dans le centre de la péninsule ibérique. Dans la Sierra Menera (Espagne) se trouvent, entre le V<sup>ème</sup> et le III<sup>ème</sup> s. a.C., des bas fourneaux dont la cuve était délimitée par de petites pierres partant du bas de la cuve et se retrouvant jusqu'au niveau d'arasement de la structure, soit à 0,45 m de hauteur<sup>244</sup>. Si cette datation en fait assurément les bas fourneaux à scorie coulée les plus anciens mis au jour à l'heure actuelle, il est probable qu'ils soient également les plus anciens bas fourneaux à inclure massivement des pierres dans leur architecture. Toutefois, le lien entre évacuation de la scorie par coulée extrême et présence de pierre dans les parois ne peut être fait car une part importante des autres bas fourneaux utilisant la pierre sont à scorie piégée. La datation de ces diverses structures permet d'affirmer que, sur la façade atlantique, les bas fourneaux à architecture de pierre étaient anecdotiques à la Protohistoire, mais que leur utilisation va croissante à la période romaine.

### **2.3.2.5. Les bas fourneaux atlantiques, des structures dans la norme**

---

<sup>242</sup> Fabre *et al.* (dir.) 2016, p. 176.

<sup>243</sup> Eschenlohr et Serneels 2004.

<sup>244</sup> Fabre *et al.* 2012, p. 57-58.

Les bas fourneaux de la façade atlantique ont des dimensions, des techniques de construction et des technologies différentes. Ils sont donc assez peu homogènes. L'emploi de l'argile dans la construction est très fortement majoritaire. L'utilisation de pierres, voire de céramiques ou de scories, dans l'architecture de ces structures en complément à l'argile est tout de même documentée, mais très minoritaire. Les dimensions ou la technologie des bas fourneaux ne permettent pas non plus de mettre en évidence une quelconque évolution linéaire ou locale des structures de réduction. De plus, aucune particularité ne distingue le monde atlantique du reste de l'Europe. Au niveau des structures de réduction, la façade atlantique s'intègre donc très bien au reste de l'Europe pour la période couvrant La Tène et le début de l'époque romaine.

Le regroupement des bas fourneaux dans le nord-ouest de la France est remarquable. En effet, malgré la présence de mines de grande envergure dans le nord-ouest de l'Espagne, aucune structure de réduction n'a été mise au jour dans cette région. Ce constat peut renforcer l'idée qu'à l'époque romaine, au moins une partie du minerai provenant de ces mines était transporté en bateau afin d'être acheminé vers un lieu de réduction inconnu à l'heure actuelle. Toutefois, l'exploitation intensive de ces massifs miniers depuis l'Antiquité les a largement détériorés et l'identification d'une activité de réduction en est d'autant plus compliquée.

### 2.3.3. Larla et les Martys, des similitudes troublantes

#### **2.3.3.1. Des fourneaux similaires dans un contexte similaire**

Au cours de l'analyse précédente, le bas fourneau provenant du massif de Larla a été mentionné de nombreuses fois du fait de ses particularités architecturales. Dans chaque cas, il pouvait être comparé aux structures de réduction mises au jour sur les sites des Martys (Aude, France) (Figure 16). Parmi les caractéristiques architecturales que partagent ces structures la plus importante est la présence de blocs de pierre liés à l'argile formant la cuve. Les bas fourneaux de ces deux sites présentent également une ouverture frontale, comme sur tous les bas fourneaux à scorie coulée mais, dans leur cas, celle-ci est marquée par des piédroits en pierres dressées de chant. Ces derniers permettent de bien délimiter la partie destructible du bas fourneau de celle qui doit rester intacte. Une autre de leur similitude, la forme de la cuve,

en fer à cheval, est très particulière. Le bas fourneau de Larla est d'ailleurs le seul de la façade atlantique à présenter cette morphologie. Enfin, la superstructure de ces bas fourneaux est édiflée en utilisant de petites dalles de pierre liées à l'argile. Cela a probablement pour but de faciliter et accélérer l'édification de cette partie haute, comme dans le cas de l'utilisation de briques d'argile. Quelques différences notables sont tout de même perceptibles. La première d'entre elles est la surface utile de la cuve, légèrement plus grande aux Martys que dans les Pyrénées : 0,90/0,80 x 0,70/0,60 m<sup>245</sup> contre 0,60 x 0,50 m. La seconde est la façon dont la cuve est faite. Dans le cas de Larla, elle est creusée dans le sol, comme dans la majorité des bas fourneaux, tandis que dans la Montagne Noire elle est creusée à flanc de coteau. Si cette différence semble minime, elle a des conséquences sur la forme de la structure et en termes de travail des opérateurs. En effet, dans le premier cas, une fosse d'accès doit être creusée devant la structure pour accéder à sa partie basse, permettre l'évacuation de la scorie et la récupération de la masse brute de réduction. Les opérateurs doivent alors soit descendre dans une fosse de travail aménagée devant la structure, soit utiliser des outils assez longs pour opérer à partir du bord de cette dernière (par exemple pour aider à la coulée de la scorie).

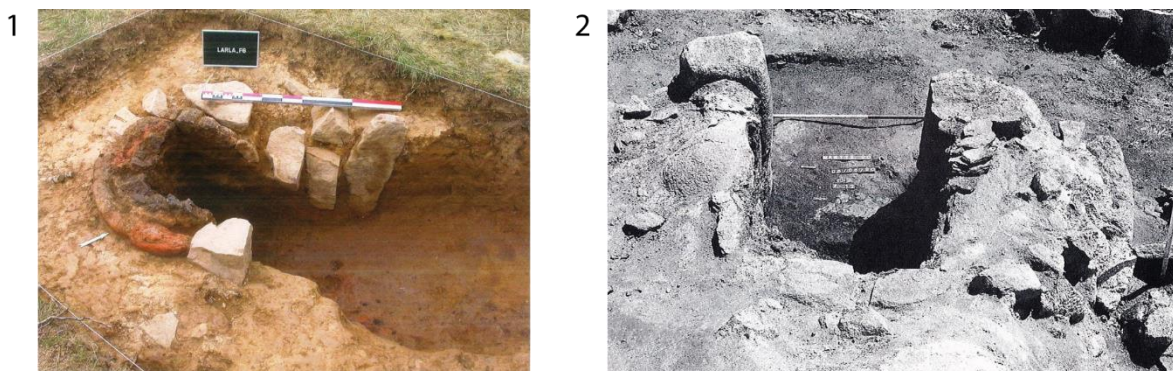


Figure 16 : Similitudes architecturales entre les bas fourneaux de Larla et des Martys. 1 : Larla, photographie d'un bas fourneau typique du massif (d'après Beyrie et Kammenthaler 2008, fig. 2 p. 33) ; 2 : Les Martys, bas fourneau F 12 (d'après Domergue (dir.) 1993, fig. 209, p. 298).

Aux Martys, en revanche, l'évacuation se fait au niveau du sol de circulation en bas du fourneau, une plate-forme étant aménagée au niveau du haut de la cuve pour donner accès au gueulard et charger la structure en charbon et minerai. L'espace disponible pour travailler n'est donc plus restreint et il doit être plus aisé de circuler et opérer autour de la structure de réduction. Cette différence dans la morphologie tient probablement du fait de l'organisation

<sup>245</sup> Fabre *et al.* (dir.) 2016, p. 176.



de la production. Aux Martys, les fourneaux forment une batterie et la présence d'un niveau de travail non délimité permet un accès aisé à toutes les structures à partir d'un même niveau de circulation. Au contraire, la structure de réduction de Larla semble relativement isolée et peut avoir bénéficié de conditions d'accès spécifiques. Enfin, ces structures ont un dernier point commun : leur contexte de découverte. Il s'agit dans les deux cas de grands centres sidérurgiques caractérisés par la présence de plusieurs lieux d'extraction et de réduction différents ayant, au vu de la quantité de déchets, produit des masses de fer importantes.

### **2.3.3.2. Hypothèse sur l'origine des structures de réduction à scorie coulée et couronne de pierre**

Au vu des similitudes entre les bas fourneaux de Larla et des Martys, la question de la primauté de l'utilisation et de l'origine de ces structures se pose. Les datations effectuées sur les structures pyrénéennes permettent de dater leur utilisation entre le IV<sup>ème</sup> s. a.C. et le III<sup>ème</sup> s. p.C.<sup>246</sup>. Le bas fourneau fouillé à Saint-Martin d'Arrossa, Harotzainekoborda est daté par radiocarbone entre 75 et 400 p.C. avec une probabilité maximale d'utilisation au milieu du II<sup>ème</sup> s. p.C. Toutefois les diverses opérations archéologiques menées dans la région ont montré que les bas fourneaux locaux sont tous du même type<sup>247</sup>. Certains des autres ferriers datés sont beaucoup plus anciens que celui d'Harotzainekoborda. Par exemple, celui d'Errola 3 a une période d'utilisation située entre 148 a.C. et 48 p.C.<sup>248</sup>. Le ferrier Larla 1, lui, est daté entre 450 a.C. et le changement d'ère. Il serait le plus ancien vestige lié à la métallurgie du fer dans la région. Les plus fortes probabilités pour la formation de ces ferriers est au tout début du II<sup>ème</sup> s. a.C. Il est alors possible que les premiers bas fourneaux avec une architecture semblable à celle de LARLA.F.1. soient apparus aux alentours du II<sup>ème</sup> s. a.C. Auquel cas, ces bas fourneaux pourraient être antérieurs à ceux de la Montagne Noire, utilisés entre le I<sup>er</sup> s. a.C. et le III<sup>ème</sup> s. p.C. Des structures de réduction semblables ont également été identifiées sur le site de Peracense, La Juncada (Aragon)<sup>249</sup>. Ces bas fourneaux à scorie coulée, datés entre le V<sup>ème</sup> et le II<sup>ème</sup> s. a.C., sont également constitués d'une couronne de pierres recouvertes d'argile. Ils possèdent une cuve circulaire mesurant entre 0,50 et 0,70 m de diamètre.

---

<sup>246</sup> Beyrie 2008, p. 33.

<sup>247</sup> Beyrie et Kammenthaler 2005, p. 31.

<sup>248</sup> Beyrie *et al.* 2003, p. 58.

<sup>249</sup> Fabre *et al.* 2012, p. 57-59.

L'antériorité supposée des bas fourneaux de Larla et celle, avérée, des structures de réduction de Peracense sur celles des Martys crée des précédents à ces derniers et remet donc en question l'hypothèse d'une genèse locale de ces structures dans la Montagne Noire à partir d'un modèle italique comme cela a été récemment proposé<sup>250</sup>. L'argumentaire se fondait sur la présence, dans les ateliers des Martys, de nombreux éléments, en particulier céramique, attestant la présence d'une population italique ou tout du moins utilisant de la vaisselle italique ; ainsi que sur la ressemblance entre un modèle de fourneau mis au jour sur l'île d'Elbe et le bas fourneau F 33, plus ancienne structure de réduction des Martys. Le schéma proposé était alors cohérent : l'arrivée d'opérateurs italiens sur une exploitation de fer, dans un « grand mouvement de colonisation économique de l'ouest méditerranéen par Rome »<sup>251</sup>. Ils viendraient d'un centre sidérurgique connu et importeraient donc leur façon de construire les structures de réduction, les améliorant rapidement jusqu'à créer le bas fourneau classique des Martys. L'existence de structures de réduction similaires ayant probablement plusieurs siècles d'antériorité et situées bien à l'ouest et au sud de l'espace italico-languedocien vient perturber ce modèle.

Selon les données les plus récentes, les plus anciens bas fourneaux à scorie coulée et couronne de pierre se situeraient donc dans le centre de la péninsule ibérique entre le V<sup>ème</sup> et le II<sup>ème</sup> s. a.C. Des structures similaires sont ensuite attestées sur la façade atlantique, dans le massif de Larla, entre le II<sup>ème</sup> s. a.C. et le II<sup>ème</sup> s. p.C. Ces dernières se retrouvent également dans le sud de la France, aux Martys, entre le I<sup>er</sup> s. a.C. et le II<sup>ème</sup> siècle de notre ère. Il faudrait donc plutôt envisager une origine ibérique de ces bas fourneaux. Le modèle s'exporterait ensuite vers le nord, d'abord dans les Pyrénées, puis dans la Montagne Noire. Des bas fourneaux similaires ont été utilisés entre La Tène finale et le II<sup>ème</sup> s. p.C. sur le site des Clérimois (Yonne)<sup>252</sup>.

Les quatre sites précédemment nommés présentent un autre point commun que la présence de bas fourneaux à couronnes de pierre : ce sont tous des districts sidérurgiques importants. L'utilisation de ce type de structure est donc peut-être à mettre en lien avec une

---

<sup>250</sup> Fabre *et al.* 2016, p. 247-250.

<sup>251</sup> Fabre *et al.* 2016, p. 250

<sup>252</sup> Dunikowski et Cabboi 1995, p. 88-94 pour les types de fourneaux (types II et III), et p. 102-106 pour les datations de leurs contextes de découverte.

production intensive (et continue ?) de fer. Ces bas fourneaux semblent très adaptés à toutes ces contraintes. D'un point de vue technique la coulée de la scorie permet d'augmenter la capacité du bas fourneau avant sa saturation et ainsi produire plus de fer en une seule réduction. D'un point de vue morphologique la couronne de pierre assure la solidité et la pérennité de l'ensemble, tandis que dans le cas des structures des Martys, des Clérimois et probablement de Peracense, la zone de coulée au niveau du sol de circulation, devant le fourneau, permet un accès facilité à la structure, aidant ainsi à la conduite de la réduction. Ce type de bas fourneau n'est d'ailleurs pas retrouvé sur des sites de production isolés. Aux Clérimois, des bas fourneaux à scorie coulée viennent également remplacer ceux à scorie piégée vers le I<sup>er</sup> s. a.C., au moment où la production se développe nettement sur le site.

Les observations précédentes permettent de mettre en avant l'adoption, de proche en proche, d'un type de bas fourneaux très spécifique apportant une solution technique formelle au problème posé par l'intensification de l'activité de réduction dans les grands centres sidérurgiques. Il est possible que les modes d'organisation de ces centres permettent l'édification de structures particulières, peut-être plus longues à mettre en place, mais dont la solidité n'est pas à prouver. Il est également probable que la diffusion de l'utilisation des bas fourneaux à scorie coulée et couronne de pierre s'est effectuée par le déplacement d'opérateurs spécialisés. Ceci induit la présence de réseaux de partage d'information à grande échelle, dépassant l'emprise de la zone d'étude, permettant de mettre en relation les dirigeants d'un centre sidérurgique amorçant sa production avec des opérateurs qualifiés provenant d'installations déjà bien éprouvées.

#### **2.4. Les ferriers : autres vestiges de la réduction**

Les ferriers sont des amoncellements de déchets produits pendant la réduction. Ils attestent donc directement la tenue de cette phase du processus de fabrication à un endroit donné. L'étude attentive des scories contenues dans un ferrier peut également apporter de nombreuses informations sur le bas fourneau employé ainsi que sur la technique de réduction utilisée. L'accumulation de scories nécessaire à la création d'un ferrier démontre que ces dernières sont issues de structures réutilisables, fournissant ainsi un indice sur la technologie des bas fourneaux.

Ces ferriers forment des monticules de déchets parfois encore très visibles dans le paysage. D'autres ont été arasés avec le temps, mais des scories peuvent encore être visibles lors de prospections. Au total, sur la façade atlantique, 56 ferriers peuvent être directement ou indirectement rattachés à la période allant de La Tène ancienne au I<sup>er</sup> s. p.C. De nombreux autres ferriers, identifiés mais non datés, pourraient augmenter ce chiffre, mais n'ont pas été pris en compte ici. Ces 56 ferriers sont répartis sur 45 sites. Parmi ceux-ci, 27 ne sont connus qu'au travers de mentions, souvent très brèves et généralement dans des inventaires de prospection<sup>253</sup>. 8 autres sites avec des ferriers ont fait l'objet d'une analyse archéologique. Enfin, les 21 derniers sites ont bénéficié d'une étude spécialisée permettant d'accéder à de nombreuses informations pertinentes, permettant de compléter le panorama ébauché à partir de l'étude des bas fourneaux.

#### 2.4.1. Des amas porteurs de sens

Il est difficile de penser, qu'en tant que simple amas de scories, les ferriers apportent des informations sur la réduction. Toutefois, ces dernières sont nombreuses mais dépendent grandement de l'attention apportée à ces structures.

La première information apportée par un ferrier, et non des moindres, est la présence, dans les alentours immédiats de ce dernier, d'un espace de réduction de minerai de fer. En effet, lorsque des opérations archéologiques sont effectuées au niveau de ces amas de scories, des bas fourneaux sont très fréquemment mis au jour<sup>254</sup>. Les déchets n'étaient déplacés que sur de courtes distances après leur évacuation de la structure de réduction. Les ferriers sont donc formés en périphérie directe des ateliers de réduction. Il arrive également que les ferriers deviennent trop volumineux et empiètent sur l'espace de travail. Il est alors nécessaire de déplacer la structure de réduction.

---

<sup>253</sup> Une grande partie de ces sites ont été identifiés grâce aux chroniques de prospection que le Ceraa publie annuellement.

<sup>254</sup> Par exemple aux Clérimois (Yonne) (Dunikowski et Cabboï 1995), aux Martys (Aude) (Domergue (dir.) 1993), dans la région du Mans (Cabboï *et al.* 2007).

La seconde information est la technologie du fourneau employé pour la réduction. Une simple observation des scories permet de distinguer les individus issus de bas fourneaux à scorie coulée de celles provenant de structures à scorie piégée. Si la technologie du bas fourneau n'est pas un élément déterminant, les plus anciennes structures de réduction à scorie coulée ont été mises au jour dans la Sierra Menera et que leur utilisation est datée entre le V<sup>ème</sup> et le III<sup>ème</sup> s. a.C., rendant une constitution antérieure à cette date peu probable pour des ferriers composés de scories coulées. Pour le premier âge du Fer, à l'heure actuelle, seuls des bas fourneaux à scorie piégée sont identifiés<sup>255</sup>. Toutefois, ces deux types de structures de réduction sont par la suite utilisées de façon synchrone jusqu'à la fin du Moyen Age. Il n'est donc pas possible de préciser plus la datation des ferriers par l'observation des scories. Pour avoir plus d'informations chronologiques sur les ferriers, il est nécessaire d'y trouver du mobilier (généralement rare dans ces structures) ou plus fréquemment de procéder à des analyses radiocarbone sur des charbons de bois qu'ils renferment.

Enfin dans le cas d'une fouille attentive de ces structures, par ailleurs très austères, il est possible d'y observer des successions de niveaux archéologiques donnant des indications sur le phasage et les modalités de constitution de ces amas<sup>256</sup>. Malheureusement, les ferriers sont généralement isolés des zones d'habitat et le mobilier datant y fait défaut. Il est donc rare d'obtenir des datations fines de la constitution de ces amas de scories. Les chronologies obtenues par radiocarbone ont une amplitude d'incertitude trop importante pour affiner la chronologie des ferriers.

#### 2.4.2. Des bassins miniers à occupation longue

Dans la documentation les ferriers sont mentionnés de deux façons différentes : soit leur identification ne laisse aucun doute, que ce soit par la précision de la description ou encore grâce à la mention de structures de réduction associées ; soit il s'agit d'ensembles référencés dans la bibliographie comme des « concentrations de scories » correspondant vraisemblablement à des ferriers. Les premiers représentent 29 sites. La totalité des ferriers fouillés et de ceux étant associés à un bas fourneau se trouvent dans cette catégorie. Il s'agit

---

<sup>255</sup> Les plus anciens bas fourneaux à scorie coulée connus viennent du site de Peracense, La Juncada (Fabre *et al.* 2012, p. 57-58).

<sup>256</sup> Bonenfant 2018, p. 203-204.

des sites de réduction parmi les mieux documentés. Les 27 autres sites ont été découverts fortuitement ou lors de prospections pédestres. Ils n'ont pas fait l'objet d'études complémentaires et les informations disponibles à leur sujet sont donc plus limitées.

Tous les ferriers mis au jour sur la façade atlantique sont répartis dans quatre zones géographiques distinctes (Figure 17). La majorité des découvertes ont été effectuées en Bretagne, avec un pic de concentration aux alentours de la commune de Paimpont. Ces multiples découvertes sont en partie dues à la très forte activité de prospection dans cette région et la présence de spécialistes de la métallurgie parmi les prospecteurs<sup>257</sup>. La seconde zone de plus forte concentration est le sud de la Charente-Maritime. Ces sites, très regroupés, sont mentionnés par L. Maurin dans sa thèse<sup>258</sup>. Du fait de l'ancienneté de leur découverte, l'interprétation technique des scories n'a pas pu y être effectuée. De même, aucun indice de datation probant n'y a été mis au jour. L. Maurin insiste bien sur la prudence à avoir vis-à-vis de ces données et particulièrement de leur inclusion dans des cartes de répartition sur l'Antiquité. La troisième concentration, dans les Pyrénées, correspond à la vallée de Larla, où

---

<sup>257</sup> Voir tous les travaux du Ceraa et de J.-B. Vivet.

<sup>258</sup> Maurin 1978, p. 284, notes 131, 132 et 133.

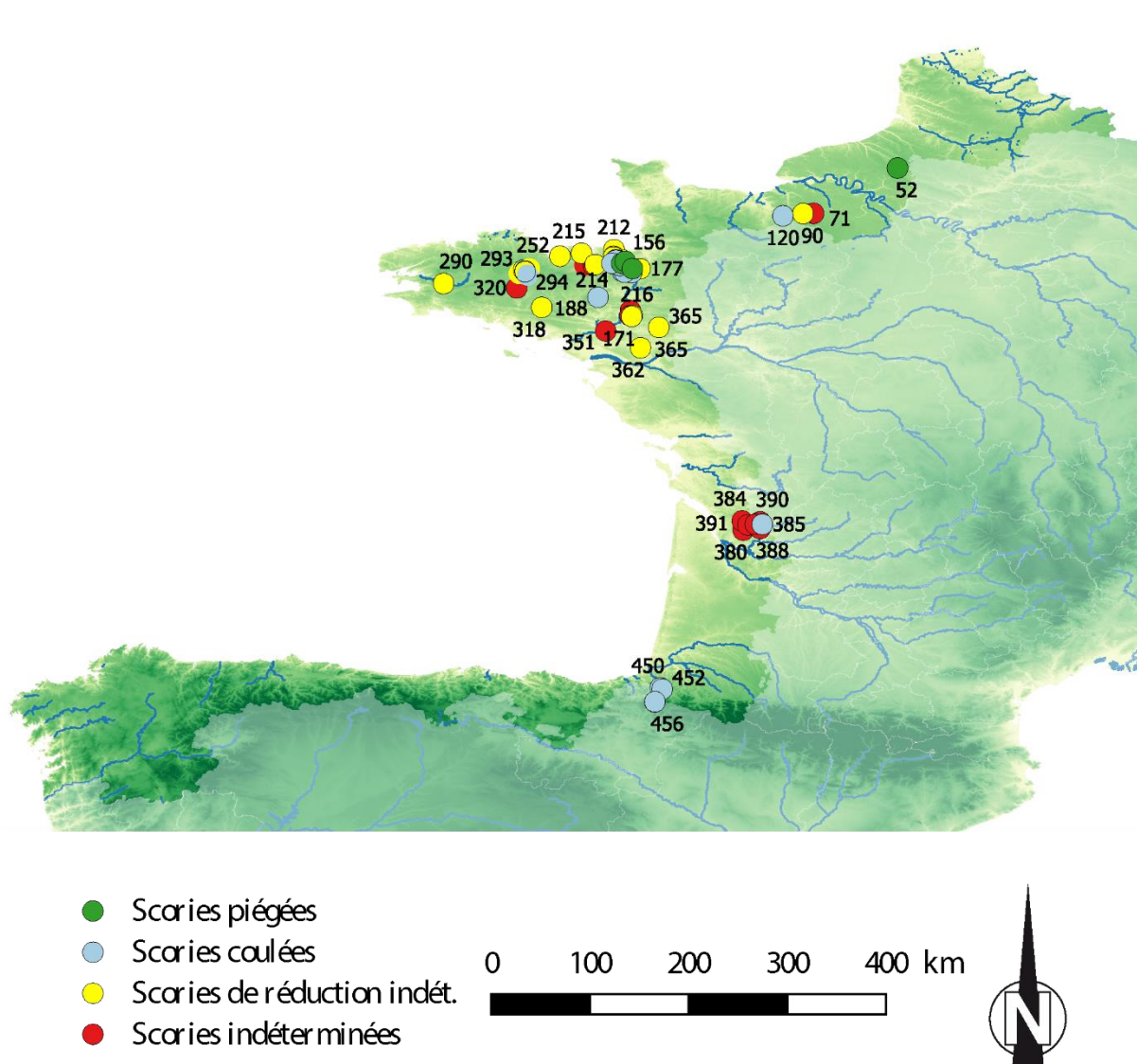


Figure 17 : Localisation des ferriers recensés par catégories de scories identifiées.

55 espaces dédiés à la réduction ont été reconnus. Néanmoins, seuls quelques-uns sont décrits<sup>259</sup>. Il est donc probable que les données représentées ici soient sous-évaluées. Enfin, la dernière zone correspond à quelques sites repérés dans la Somme et l'Eure. Sur quatre sites avec des ferriers, deux sont des découvertes anciennes, mentionnées par L. Coutil<sup>260</sup>, tandis que les deux autres ont été faites au jour lors d'opérations archéologiques préventives. Aucun ferrier n'est identifié en Espagne, et ce, malgré la présence de zones d'extraction.

<sup>259</sup> Beyrie et Kammenthaler 2008, p. 32.

<sup>260</sup> Coutil 1917, p. 198-199 et 202-203.

De prime abord, la répartition des ferriers connus semble liée à un état de la recherche. Toutefois, le fait que certaines zones ne présentent aucune concentration de scories, alors que des travaux archéologiques y ont été effectués, permet d'assurer que ces lieux ont connu une activité métallurgique très faible voire inexistante. Les vestiges de réduction sont donc concentrés en quelques ensembles assez importants, ce qui laisse envisager une organisation de la métallurgie liée à des zones d'activité privilégiée, des districts métallurgiques. Un parallèle peut être effectué avec les travaux de M. Leroy sur la sidérurgie ancienne en Lorraine, où un grand nombre de sites de ferriers a été identifié pour les périodes romaines et postérieures<sup>261</sup>. Les ferriers permettent donc d'identifier des bassins de production métallurgique.

Les ferriers étant assez rarement datés, ou tout du moins datés avec précision, il est difficile de proposer une évolution chronologique précise de ces bassins de réduction. Toutefois, les données disponibles permettent de proposer quelques pistes de réflexion. Les ferriers datés de la période de La Tène sont rares. Ils représentent au maximum 12 sites sur 56 pour lesquels une datation a pu être estimée. Il semble donc que les sites de réduction produisant beaucoup de déchets n'étaient pas développés à la Protohistoire. Cette observation rejoint celle faite pour les bas fourneaux, et en particulier l'utilisation préférentielle, jusqu'à la fin de La Tène, de structures à utilisation unique sur la façade atlantique. D'un point de vue spatial, des ferriers datés de la période protohistorique ont été mis au jour dans trois des quatre zones de concentration des activités. Seule la Charente-Maritime ne livre pas de zones de réduction pour cette période. A l'époque romaine, le nombre de ferriers est largement plus important. Ils continuent à se développer dans les lieux déjà connus pour leur activité, mais s'implantent également dans de nouveaux endroits. Le fort accroissement du nombre de ferriers entre la Protohistoire et la période romaine démontre une importante augmentation de la production de autour du changement d'ère.

## **2.5. Des zones privilégiées pour la production de fer**

L'étude conjointe de l'extraction et de la réduction a permis de mettre en évidence que ces deux phases d'activité allaient généralement de pair. Sur la façade atlantique, à la

---

<sup>261</sup> Leroy *et al.* 2015, p. 100-113.



Protohistoire, les extractions intensives ont été identifiées particulièrement autour des Pyrénées et en Cantabrie, tandis que l'exploitation du sous-sol semblait plus réduite autour de la Manche. Cela a été confirmé par l'étude des bas fourneaux, souvent à utilisation unique en Bretagne et Normandie à cette période, tandis qu'ils sont à scorie coulée dans le massif de Larla.

La période romaine correspond à une augmentation de la production de fer avec la continuation de l'exploitation des massifs miniers pyrénéens, mais surtout l'adoption, à grande échelle, de l'utilisation du bas fourneau à scorie coulée sur le reste de la façade atlantique de la France. Ainsi, en prenant en compte les découvertes de structures de réduction et de ferriers, il est possible d'affirmer que l'Armorique devient un centre de production de fer majeur à partir de la période romaine. De plus, de nouvelles zones de réduction voient le jour, en particulier en Charente-Maritime, augmentant d'autant la production de fer.

La présence des ferriers de scories coulées démontre également un très fort dynamisme des lieux de production. A la période romaine, la réduction concerne des quantités de matière plus importantes que précédemment, induisant une exploitation du minerai également plus soutenue. Ces mutations sont perceptibles même en dehors de la façade atlantique dans les districts de réduction proches du Mans ou ceux, plus éloignés, des Clérimois avec, encore une fois, l'adoption de bas fourneaux à scorie coulée aux alentours de la conquête romaine. Ils remplacent des structures à scorie piégée et utilisation multiples avec lesquels la quantité de fer réduit en une session de réduction était plus limitée.

La production de fer apparaît donc comme concentrée en quelques zones géographiques associant généralement extraction et réduction. Ces dernières sont connues dès la Protohistoire et continuent à être exploitées à la période gallo-romaine<sup>262</sup>. Ces zones devaient produire assez de fer pour répondre à leurs propres besoins, mais également à ceux des espaces où aucun vestige de métallurgie primaire du fer n'a été identifié (Galice, Landes,

---

<sup>262</sup> Au Burkina Faso, les espaces de production sont également utilisés sur des périodes relativement longues. Cela est marqué par la présence de très nombreux regroupements de cuves de bas fourneaux (Fabre 2016, chapitre 2.6.3.).

arc vendéen, Normandie, Nord). Il faut donc envisager, dès la période laténienne, l'existence de réseaux d'échanges de fer destiné à alimenter la totalité du territoire.

## **2.6. La forge : de multiples témoins**

Faisant directement suite à la réduction, la forge n'a plus pour but de transformer le minerai en fer, mais d'épurer le fer brut de réduction et de le transformer en objets. Comme cela a été vu précédemment, ces travaux requièrent un équipement spécifique, très différent de celui utilisé pour la réduction : au minimum un foyer (et non un fourneau), un support de frappe et un outil de frappe. De plus, les déchets produits par la forge sont assez caractéristiques : des battitures, des chutes de travail et des scories de dimensions plus réduites que lors de la réduction et de surcroît, certaines ont une forme plano-convexe très facilement identifiable. Du fait de leur solidité, ce sont généralement les déchets qui permettent aux archéologues d'identifier les travaux de forge sur les sites fouillés. De ce fait, il existe deux grandes catégories d'indices de sites de forge : les structures et les déchets. Le corpus de sites de forge identifiés est composé de 185 entités, permettant une vision globale du phénomène.

### **2.6.1. Les foyers de forge**

Parmi les 186 sites où une activité de forge a été reconnue, seulement 44 (24 %) ont livré une structure de combustion en relation avec cette activité (Figure 18). Ces sites ont toutefois livré en moyenne quatre foyers de forge (184 individus recensés). Ce nombre important de structures permet de proposer des comparaisons significatives et de voir s'il existe une évolution de leurs modes de construction. Il sera donc nécessaire de comparer les structures de forge afin d'observer si leur morphologie évolue ou non. Plusieurs facteurs entrent en compte dans la description des foyers de forge : la forme, les dimensions ainsi que l'architecture.

Au vu du nombre d'individus concernés, il semble judicieux d'adopter une démarche typologique permettant de comparer aisément les foyers entre eux<sup>263</sup>. Cette approche, inédite

---

<sup>263</sup> Pour l'utilité de la typologie et quelques définitions voir Hill et Evans 1972.

à large échelle<sup>264</sup>, permettra de mettre en avant des ressemblances ou encore des divergences au sein du corpus et ainsi de voir s'il existe, ou non, des façons spécifiques de concevoir un foyer de forge, et donc des traditions de création de ces structures.

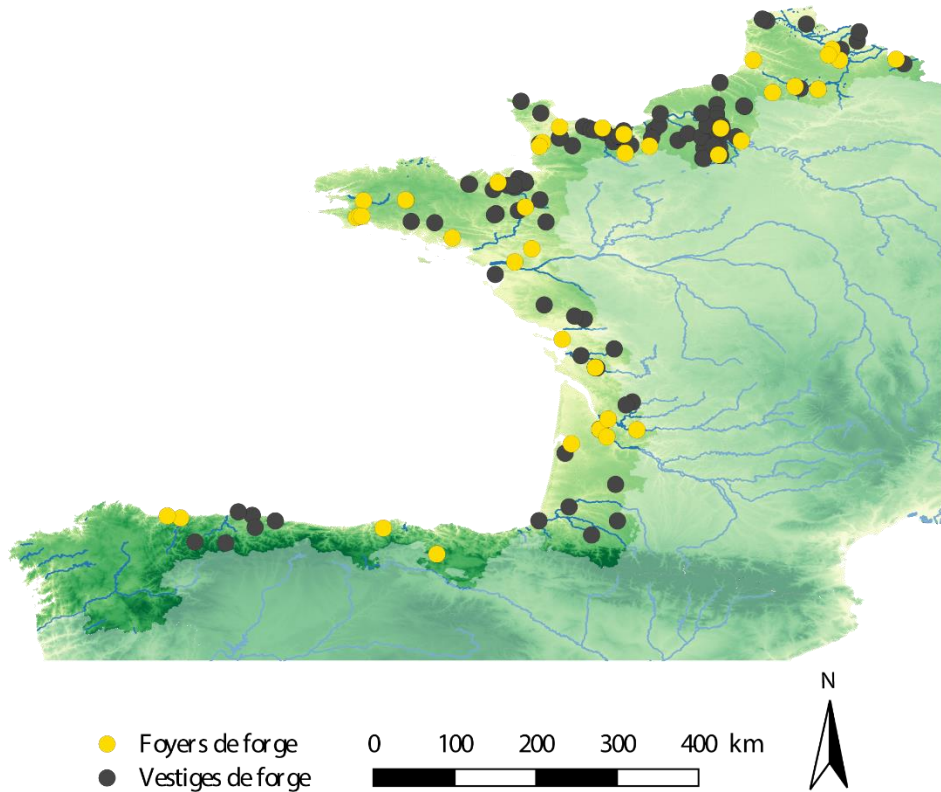


Figure 18 : Localisation de tous les sites ayant livré des vestiges de forge et ceux ayant livré des foyers en relation avec cette activité.

### 2.6.1.1. Une approche typologique des foyers de forge

Cette typologie doit répondre à plusieurs exigences. La première est sa perméabilité. Il s'agit, en effet, d'une proposition prospective à laquelle doivent pouvoir être incorporées de nouvelles structures, afin de l'étendre et de vérifier sa validité à une échelle plus large. Les critères utilisés doivent donc être communs à toutes les structures de forge, et même plus largement à tous les foyers. Ce qui amène à la seconde exigence : la pertinence des critères choisis. Ils doivent permettre à la fois de décrire au mieux la structure, mais être assez simples pour ne pas créer une multiplication des types. Les critères retenus sont donc tous relatifs à la forme du foyer. Il s'agit d'informations, en particulier métriques, relevées sur les foyers eux-

<sup>264</sup> Une première typologie des foyers de forge a été mise en place par V. Serneels pour classer les 18 foyers du site de Rennes, Place Hoche, mais cette approche n'a pas fait date (Serneels 1995, in Pouille 1995, p. 89 et suivantes).

mêmes, et permettant de se faire une idée rapide de la morphologie et des dimensions de la structure. Le premier élément lié à la description d'une structure est sa forme. Viennent ensuite la morphologie planaire (élancé, ramassé...) et la surface. Les derniers éléments pris en compte seront les informations relatives à la profondeur (morphologie de la coupe) et à l'architecture.

La forme est la donnée de premier plan dans la description d'une structure. C'est généralement la première caractéristique relevée lors de la fouille. Dans le cas des structures de combustion, plusieurs formes ont été identifiées : circulaires, sub-circulaires, rectangulaires, sub-rectangulaires, carrées ou encore informes. Les cas de figure sont ici assez nombreux, mais il est possible de les réduire. En effet, les structures géométriques parfaites ne sont que rarement retrouvées, la mention stricte de carrés, cercles, rectangles ou ovales ne serait donc que ponctuelle. Pour les foyers, il est possible de proposer des appellations plus génériques : « sub-circulaire » et « sub-quadrangulaire », permettant de proposer une vision plus globale de la forme et ne soumettant pas ces critères à une interprétation poussée. De plus, en tenant compte de la morphologie planaire des foyers il est possible de préciser leur forme en partant de termes génériques comme ceux proposés.

La morphologie planaire est facilement descriptible par le biais du rapport longueur/largeur. Dans ce cas, une structure ramassée aura une valeur de 1 ou proche, tandis que plus cette dernière sera éloignée de 1, plus la structure sera élancée (Figure 19.1). Un rapport de 1 signifie donc une structure pour laquelle la longueur et la largeur sont égales donc, dans le cas des foyers de forge, des carrés ou des cercles. Afin de ne pas créer de doublon d'informations avec le critère morphologique, ce dernier est réduit à sa plus simple expression : structures de forme indéterminée, sub-circulaire, sub-quadrangulaire, informe. Cette information, une fois recoupée avec la morphologie planaire, permet de distinguer les cercles (forme sub-circulaire avec un rapport longueur/largeur de 1) des ovales et les carrés des rectangles.

La surface, elle, donne des indications sur l'espace disponible pour la chauffe. Le fer n'était chauffé qu'en une zone réduite du foyer, vers l'arrivée d'air, donc la présence de foyers de surfaces très diverses amène à se poser la question de l'intérêt des structures de grande taille. Il faut probablement envisager que le forgeron prévoyait, lors de la construction de son foyer, toutes les tailles de pièces qu'il aurait à façonner. Les structures imposantes

pourraient alors relever du travail d'objets de grandes dimensions, ou en tout cas de l'anticipation de ce type de travaux. Dans un autre cas envisageable, les dimensions du foyer seraient liées à des traditions établies, détachées de ses préoccupations techniques immédiates. L'existence de répétition des surfaces des foyers de forge seraient alors un indice de traditionalisme dans la réalisation de ces structures.

Le rapport profondeur/largeur permet de donner le profil du foyer. Une valeur proche de 1 signifie une coupe isométrique, un résultat supérieur à 1 traduit un foyer plus profond que large, tandis qu'un résultat inférieur à 1 permet d'identifier une structure plus large que profonde (Figure 19.2). Cette donnée complète la description des dimensions des foyers en y intégrant la profondeur.

Enfin, la présence d'une superstructure est un facteur intéressant à prendre en compte. Cependant, la description de cette dernière peut être ardue, vu le nombre de cas différents existants. Afin de ne pas complexifier outre mesure la typologie il a été considéré que l'architecture consistait en toute forme de délimitation de l'espace de chauffe : parois (en pierre, tuile, argile), mais aussi radier ou encore creusement (les bords de ce derniers sont les parois du foyer<sup>265</sup>) et enfin découverte d'éléments de ventilation.

La typologie se fonde donc sur la prise en compte de quatre critères majeurs (forme, morphologie planaire, surface, profil) et un critère mineur (l'architecture). Les critères morphologie en plan, surface et profil sont tous représentés par des valeurs particulières (0,8 ; 1 ; 2,24 ; etc.). Ces valeurs, dites continues, ne peuvent être utilisées en l'état dans la typologie. Il est donc nécessaire de les rassembler en classes avant de les traiter. La définition de la largeur de ces classes est un facteur déterminant pour la pertinence de la typologie. Il ne faut donc pas qu'elles soient trop larges, auquel cas la typologie perdrait en précision ; mais elles ne peuvent pas non plus être trop réduites afin de ne pas créer d'effet d'*unicum*<sup>266</sup>. Il faut alors trouver un bon compromis, une bonne « résolution » de l'information, entre ces deux extrêmes. Pour ce faire, deux moyens ont été envisagés : la séparation des classes en largeurs statistiques ou la séparation sur des critères archéologiques. Ici, la seconde option a été choisie afin de conserver un lien fort avec la réalité des découvertes.




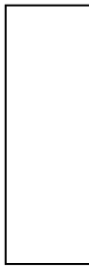


---

<sup>265</sup> C'est en particulier le cas du foyer 1647a et semblables mis au jour sur le site de Châteaulin, Penn ar Roz, où des plaquettes de schiste venaient doubler la paroi du creusement, renforçant ainsi cette fonction bordière.

<sup>266</sup> Sur la définition de classes pertinentes voir Scott 1979, en particulier p. 605-606. Le nombre de classes généralement retenu dans le cas d'ensembles peu important est compris entre 5 et 20.

1

### Rapport longueur/largeur

Correspondance dans la typologie	1	2	3	4	5	6
Dénomination	Isométrique	Ramassé	Peu allongé	Allongé	Très allongé	Elancé
Valeur maximale du rapport	1	1,5	2	3	4	4+
						

2

### Rapport profondeur/largeur







Correspondance dans la typologie	9	1	2	3	4	5	6
Dénomination	Plat	Presque plat	Très peu encaissé	Faiblement encaissé	Encaissé	Fortement encaissé	Extrêmement encaissé
Valeur maximale du rapport	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,5+
							

Figure 19 : Visualisation de différents rapports dimensionnels.

Le critère de la forme correspond à des valeurs discrètes, ponctuelles. De plus, ces dernières sont en faible nombre, il est donc possible de créer directement une classe pour chacune d'elles. La première classe du critère « forme » sera donc « sub-circulaire », la seconde « sub-quadrangulaire », la troisième « autre » et la quatrième « indéterminé ».

Pour la morphologie planaire, un rapport longueur/largeur égal à 1 démontre que la structure est un carré ou un cercle. Pour le reste, les rapports démontrent une modification

significative de la forme du foyer environ tous les demi-points. Cet intervalle servira donc à la définition des classes. Cependant, à partir d'un rapport de 4, la structure peut être considérée comme élançée, de plus, à partir de ce point, les valeurs du rapport longueur/largeur sont très dispersées (Figure 20.1). Il est donc judicieux de rassembler en une seule classe les structures dont le rapport longueur/largeur est supérieur ou égal à 4 (Figure 20.2).

La surface est un facteur plus facile à cerner. En effet, les surfaces observées sur les foyers de forge se répartissent de manière continue entre le minimum et le maximum (Figure 20.3). En l'absence d'éléments révélateurs d'une rupture, il est possible de proposer l'utilisation de classes régulières. Ici le problème tient plutôt dans la largeur de ces classes. En effet, la valeur médiane des surfaces des foyers est de 0,42 m<sup>2</sup>, ce qui est assez faible par rapport à l'amplitude du corpus. Il semble toutefois raisonnable de créer un intervalle relativement élevé, de 0,5 m<sup>2</sup> en 0,5 m<sup>2</sup>, quitte à ce que la majorité des foyers se trouvent dans la même classe ; cela retranscrit en effet une réalité archéologique : les foyers de faible surface sont les plus nombreux (Figure 20.4). De plus, ce choix permet de rassembler les structures de surface les plus fréquentes, les foyers de forge « classiques » et de mettre en avant les structures « atypiques », celles pour lesquelles il sera intéressant de comprendre les modalités d'édification (types de travaux spécifiques, traditions...).

Le dernier critère mesuré retenu est le rapport largeur/profondeur donnant une idée du profil des foyers. Ici l'interprétation archéologique doit primer pour la distinction des classes. En effet, dans de nombreux cas, les foyers sont de simples soles d'argile (parfois sur radier) et n'ont donc pas de profondeur (Figure 20.5). Il faut donc prendre en compte ces individus de façon particulière. Une première classe leur sera donc réservée. Les autres valeurs se répartissent de façon relativement continue, mais quelques légères ruptures sont observables. En tenant compte de ces dernières et en gardant un intervalle de classe raisonnable, un intervalle de 0,30 semble cohérent, créant ainsi sept classes distinctes (Figure 20.6).

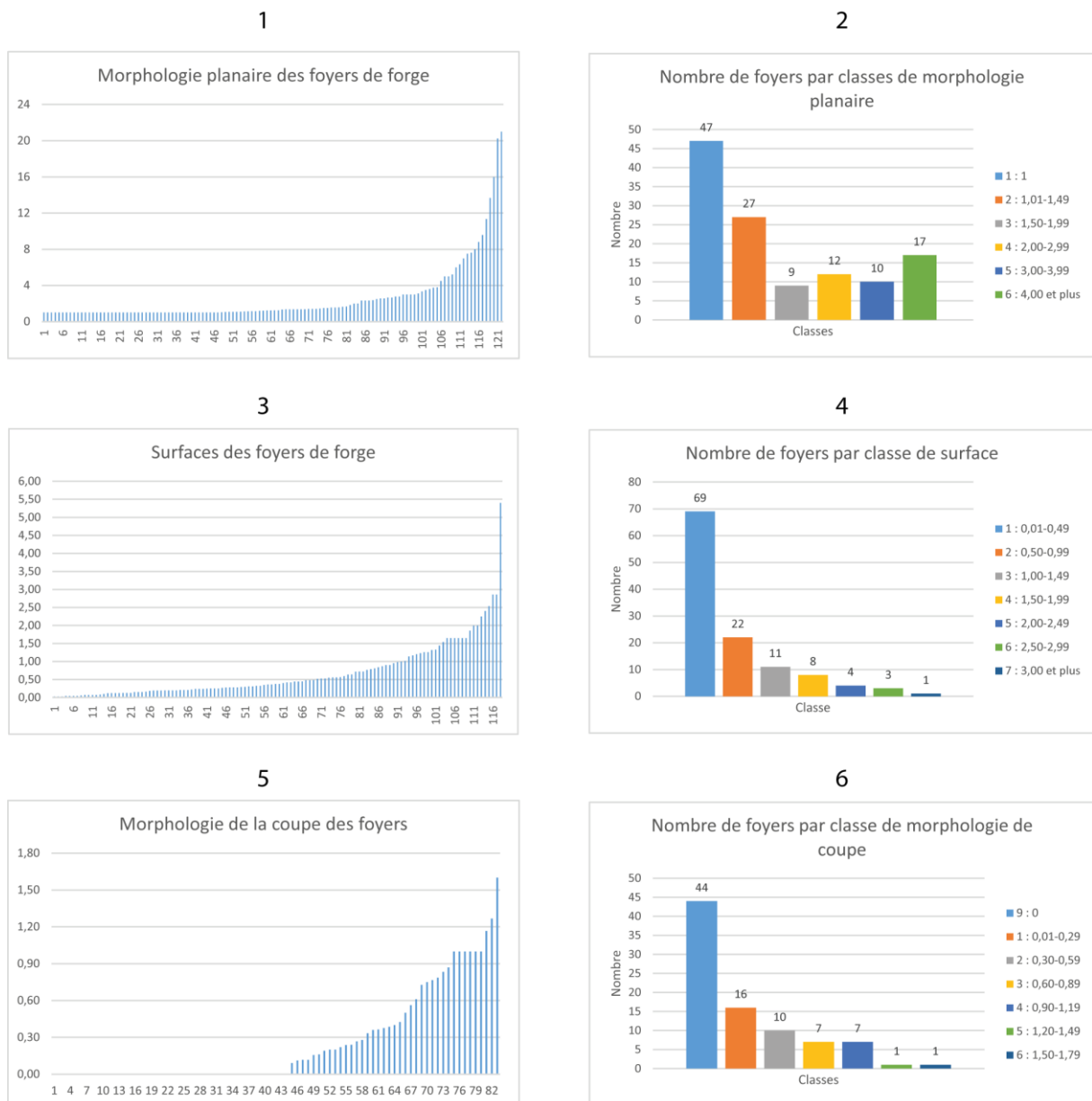


Figure 20 : Graphiques représentant les diverses valeurs des critères morphologiques des foyers de forge. N° 1, 3, 5 : données brutes ; n° 2, 4, 6 : données après répartition en classes.

Enfin, il est intéressant de faire entrer la notion de bâti des foyers de forge en compte dans leur classification. Dans ce cas, le terme bâti renvoie à la présence d'éléments architecturaux autres que la zone de combustion, par exemple une superstructure délimitant la zone de chauffe ou encore la présence d'un système de ventilation.



Avec ces données, chaque type pourra donc facilement être représenté par une succession de quatre chiffres, chacun correspondant à une classe d'un critère auquel est ajoutée une lettre indiquant la présence ou non d'une superstructure<sup>267</sup>.

Les critères sont classés ainsi :

Rang 1 : Forme : 1 = sub-circulaire ; 2 = sub-quadrangulaire ; 3 = informe ; 0 = indéterminé

Rang 2 : Rapport longueur/largeur : 1 = 1,00 ; 2 = 1,01-1,49 ; 3 = 1,50-1,99 ; 4 = 2,00-2,99 ; 5 = 3,00-3,99 ; 6 = 4,00 et supérieur ; 0 = indéterminé

Rang 3 : Surface (m<sup>2</sup>) : 1 = 0,01-0,49 ; 2 = 0,50-0,99 ; 3 = 1,00-1,49 ; 4 = 1,50-1,99 ; 5 = 2,00-2,49 ; 6 = 2,50-2,99 ; 7 = 3,00 et plus ; 0 = indéterminé.

Rang 4 : Rapport profondeur/largeur : 1 = 0,01-0,29 ; 2 = 0,30-0,59 ; 3 = 0,60-0,89 ; 4 = 0,90-1,19 ; 5 = 1,20-1,49 ; 6 = 1,50 et plus ; 9 = 0,00 ; (structure plane, en général sur radier) 0 = indéterminé.

Critère optionnel : Bâti : a = pas de bâti avérée ; b = présence de paroi ; c = bâti restitué grâce aux événements.

A titre d'exemple, un foyer de type 1231b est légèrement ovale, de surface comprise entre 1 et 1,49 m, presque plat et possède une superstructure (Figure 21).

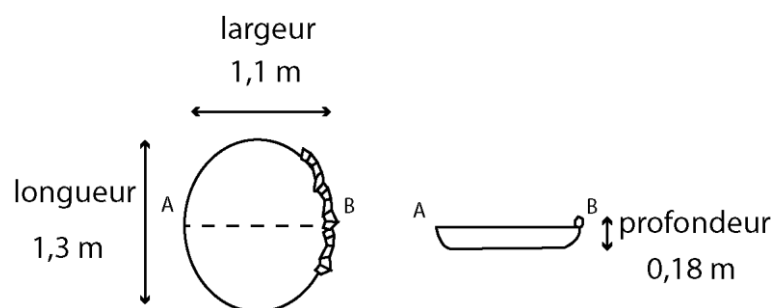


Figure 21 : Exemple de foyer de type 1231b.

<sup>267</sup> Du fait de l'arasement global des structures de combustion, ce critère ne peut pas être pris en compte sur un niveau équivalent aux précédents et est donc signifié de façon différente.

### 2.6.1.2. Potentialité et effectivité : réflexion sur le nombre de types de foyers identifiés

Pour les 184 foyers du corpus, 66 types distincts sont identifiés sans prendre en compte les caractéristiques de leur architecture et 77 types en ajoutant ces dernières. Parmi les 66 types morphologiques recensés, 36 (54 %) ne correspondent qu'à un seul individu (Annexe 2.1.). Il semble donc y avoir une variabilité assez importante au sein du corpus. Cela peut sembler anormal au vu de l'homogénéité relative constatée sur les critères morphologiques. Il faut toutefois en conclure que les combinaisons de ces critères sont très variées.

Cette affirmation nécessite tout de même une remise en perspective. En effet, il est nécessaire de remettre cela en regard avec le nombre total de types potentiels. Ce nombre est égal à la multiplication des nombre de classes de chaque critère entre eux, soit :

- $4 \times 7 \times 8 \times 8 = 1792$  sans compter l'architecture
- $4 \times 7 \times 8 \times 8 \times 3 = 5376$  en comptant l'architecture

Le pourcentage de types de foyers effectivement observés sans prendre en compte l'architecture est de 3,6 % et de 1,4 %, en tenant compte de l'architecture. De ce point de vue, les foyers effectivement observés ne représentent qu'une très faible partie des structures envisagées, d'un point de vue théorique par cette typologie<sup>268</sup>.

La forte variation des types de foyers de forge atteste de l'absence d'un modèle standard de foyer, reproduit en tant que tel dans toute la zone géographique et à toutes les périodes. Toutefois, la faible proportion de types de structures observés par rapport aux types potentiels démontre une limitation lors de l'édification des structures de chauffe. S'il n'y a donc pas d'idéal de foyer de forge, il en existe probablement une image idéale : le foyer de forge reste, avant tout, une structure utilitaire. Leur construction répond, avant tout, à des impératifs techniques (concentration de la chaleur, accessibilité, facilité de mise en œuvre), liés aux pratiques du forgeron.

Cette approche typologique étant tentée pour la première fois à grande échelle. Afin de comprendre où se situent les évolutions et continuités, les changements, les phénomènes standard et ceux plus atypiques, il est nécessaire de travailler à partir de plusieurs points de

---

<sup>268</sup> De tels chiffres ont également été obtenus dans le cadre d'autres typologies, en particulier céramiques : Brun 1986, p. 24 ; Marion 2004, p. 90. Les deux auteurs donnent une explication différente pour ce phénomène, P. Brun y voit un lien avec la notion de ressemblance et la valeur du seuil de précision mis dans la typologie ; St. Marion met cela en rapport avec une cohérence stylistique du corpus.

vue différents. En premier lieu, il sera intéressant de confronter la typologie des foyers avec la localisation des sites et leur datation, dans le but d'observer des phénomènes temporels et/ou géographiques. Dans un second temps, il sera intéressant de se pencher sur le cas des sites eux-mêmes pour identifier des évolutions ou des continuités dans l'élaboration des foyers de forge.

### 2.6.1.3. Une évolution chronologique très marquée, autant quantitativement que qualitativement

Seulement cinq foyers de forge sont connus sur la façade atlantique avant 200 a.C. De plus, parmi ces cinq individus, quatre ne sont attestés que par des mentions ou, indirectement, par la découverte de fragments de parois. Aucune autre information n'est disponible à leur sujet. Il sera donc impossible de retracer une évolution des foyers de forge antérieurement à 200 a.C. Comment expliquer la quasi-absence de foyers de forge avant La Tène C2 ? Cela est-il dû à un état de la recherche ou bien à une réelle augmentation du nombre de forges à partir de La Tène C2 ?

Datation	450-201 a.C.	200-151 a.C.	150-81 a.C.	80-31 a.C.	30 a.C.-40 p.C.	41-100 p.C.
nombre de foyers	5	9	22	23	109	100
nombre de sites avec des foyers	5	7	9	12	30	26

Figure 22 : Nombre de foyers de forge par tranche chronologique corrélé avec le nombre de sites ayant livré des foyers de forge (les structures ayant une durée d'occupation située dans plusieurs périodes chronologiques ont été comptées une fois dans chacune des périodes concernées).

Le dénombrement de structures de forge par tranche chronologique démontre leur augmentation constante tout au long de la période de La Tène jusqu'au milieu du I<sup>er</sup> s. p.C. (Figure 22 et Figure 23). Il existe un léger palier autour du milieu du II<sup>ème</sup> s. p.C.<sup>269</sup>, mais à partir de la période augustéenne, le nombre de foyers de forge mis au jour est multiplié par cinq ! Cette augmentation peut certainement s'expliquer par de meilleures conditions de conservations des vestiges dans les villes antiques. En effet, l'accumulation d'une importante couche de matériaux imputrescibles, ainsi que l'occupation continue jusqu'à nos jours de certains de ces sites sont des facteurs ayant très certainement aidé à conserver ces structures.

<sup>269</sup> L'accroissement du nombre de foyers de forge autour de 150 a.C. accompagne très certainement l'augmentation du nombre d'objets en fer identifiés sur les sites de la période, phénomène observé à l'échelle de la France et plus particulièrement dans le sud-est (Pagès 2014, p. 49-49).

De même, l'activité archéologique très développée en milieu urbain facilite leur découverte. Toutefois, les conditions de conservation et de découverte seules ne justifient pas un développement aussi important du nombre de foyers de forge entre les périodes protohistoriques et romaines, d'autres facteurs, en particulier le développement du nombre d'espaces de travail du fer doivent être pris en compte. Il est intéressant de se pencher sur l'évolution typologique des foyers en fonction des périodes chronologiques, afin de déterminer s'il existe une rupture morphologique corrélée à l'augmentation des structures de combustion.

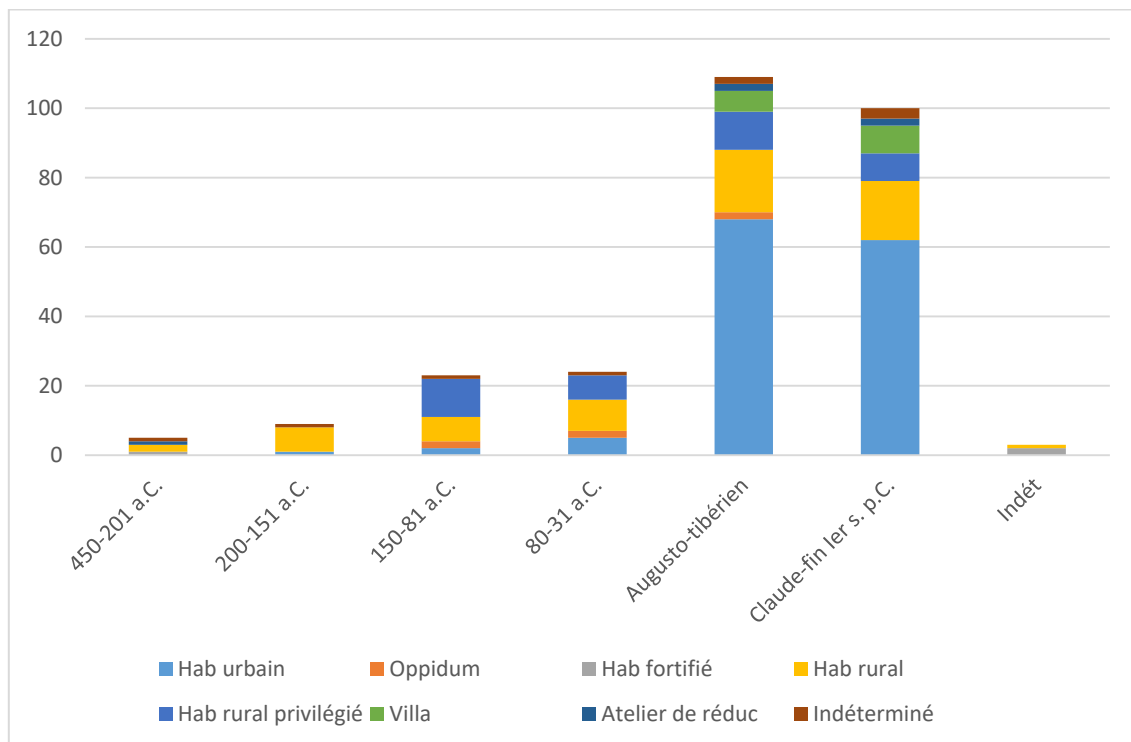
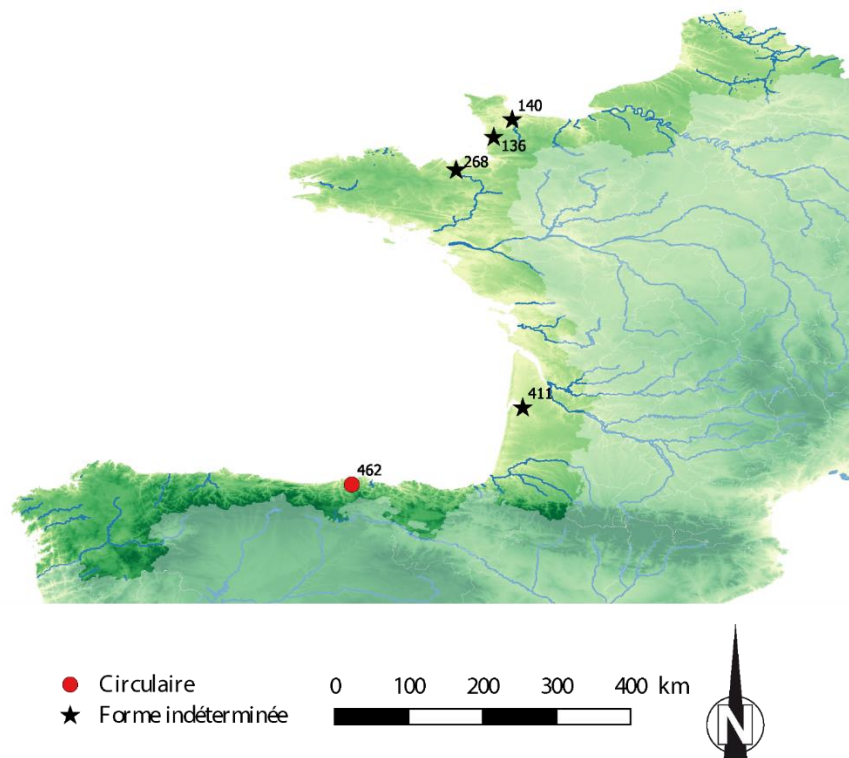


Figure 23 : Nombre de foyers par période chronologique et par type de site (les structures ayant une durée d'occupation située dans plusieurs périodes chronologiques ont été comptées une fois dans chacune des périodes concernées).

### 2.6.1.3.1. 450 – 201 a.C.

Entre 450 et 201 a.C., seuls cinq foyers ont été mis au jour (Figure 24). De plus, des informations morphologiques ne sont connues que pour la structure de combustion de Medio Cudeyo, Castilnegro (462). Ce dernier est un foyer circulaire, plat et de 1,33 m<sup>2</sup> de surface (type 1130a). Il s'agit donc d'un foyer de dimensions relativement importantes.

A la même période, d'autres structures de combustion sont connues ailleurs en France et en Péninsule ibérique, élargissant, de fait, la vision assez limitée des foyers de forge sur la façade atlantique. Leurs types sont très variés, mais les foyers de surface réduite dominent largement ce corpus, et ce, quelle que soit leur forme. En effet, seul un quart de ces structures a une surface supérieure à 0,50 m<sup>2</sup> (Figure 25). Il faut également mettre en avant que la majorité de ces foyers proviennent d'un contexte urbain (Lattes, Hérault) où les structures de combustion sont majoritairement sub-circulaires, même si un individu quadrangulaire a été recensé (foyer FR775)<sup>270</sup>. Ce dernier est d'ailleurs très particulier puisque c'est le seul dont les deux grands côtés sont délimités par une superstructure en adobe tandis qu'un de ses petits côtés, orienté vers le centre de la pièce, est fermé par une grande pierre plate ayant pu servir de support de frappe. Le côté le plus intéressant est pourtant le côté nord, contre le mur, où se trouve, latéralement, le départ d'un creusement coudé servant assurément à la ventilation de cette structure. Cette dernière étant contemporaine d'une autre, FY770, circulaire et dans la tradition des foyers de forge utilisés lors de la phase d'occupation précédente de cet atelier, il faut en conclure que le foyer FR775 a été construit pour un usage précis qui n'était pas attesté antérieurement. Sa forme, ainsi que son organisation permet de supposer qu'il servait au travail de pièces longues dont la partie chauffée était probablement le bout.



<sup>270</sup> Lebeaupin 1998, p. 92.

Figure 24 : Foyers de forge en fonction entre 450 et 201 a.C.

Ville	Site	nom structure	dat. haute	dat. basse	Forme	long.	larg.	prof.	Type
Lyon	Rue des Tuileries	F7081	-500	-401	circ.	0,45	0,45	0,3	1113a
Lyon	Rue des Tuileries	F7072	-500	-401	rect.	1,2	0,8	0	2329a
Tergnier	Les Hauts Riez	ST30	-500	-400	rect.	2,1	1,7	0,2	2271a
Tergnier	Les Hauts Riez	Foyer circ.	-500	-400	circ.	0,8	0,8	0,1	1121a
Tergnier	Les Hauts Riez	Foyer circ.	-500	-400	circ.	0,7	0,7	0,1	1111a
Sainte-Eulalie-de-Cernon	Puech de Mus	FO13	-401	-300	ovale	0,64	0,54	0	1219a
Lattes	Forge de l'îlot 1	FR887	-350	-325	rect.	0,95	0,26	0,5	2516b
Lattes	Forge de l'îlot 4-sud deuxième état	FY 770	-350	-325	Ovale	0,74	0,62	0	1219a
Lattes	Forge de l'îlot 4-sud deuxième état	FR775	-350	-325	rect.	0,95	0,25	0,1	2512b
Lattes	Forge de l'îlot 4-sud premier état	FY 770	-350	-325	circ.	1,04	1,04	Indét.	1120a
Lattes	Forge de l'îlot 4-sud premier état	FS1104	-350	-325	ovale	0,8	0,6	0,15	1211a
Gérone	Emporion, secteur 3	Foyer Emporion	-300	-176	rect.	0,7	0,3	0,2	2413a
Lattes	Atelier de l'îlot 2	FS29	-200	-175	ovale	0,72	0,18	0,16	1613a
Lattes	Atelier de l'îlot 36	FS1207	-175	-150	ovale	0,75	0,45	0,2	1312a
Chartres	Petit Archevilliers	Foyer 5063	-150	-31	rect.	0,4	0,25	0,3	2315a
Chartres	Petit Archevilliers	Foyer 5024	-150	-31	rect.	0,75	0,75	0,3	2122a
Chartres	Petit Archevilliers	Foyer 5026	-150	-31	rect.	0,9	0,7	0,3	2222a
Les Martyrs	Le domaine des Forges	F 20	-100	-1	rect.	1,9	0,5	0,45	2524b
Bibracte	Bibracte, Porte du Rebout, atelier de forge, état 1	FF 532	-80	-50	circ.	0,3	0,3	Indét.	1110a
Bibracte	Porte du Rebout, atelier de forge, état 1	FF 538	-80	-50	ovale	0,25	0,18	Indét.	1210a
Bibracte	Porte du Rebout, atelier de forge, état 1	FF 527	-80	-50	ovale	0,3	0,25	Indét.	1210c
Bibracte	Porte du Rebout, atelier de forge, état 1	FF 505	-80	-50	ovale	0,39	0,29	0,2	1213a
Bibracte	Porte du Rebout, atelier de forge, état 2	FF 498	-80	-50	circ.	0,2	0,2	Indét.	1110c
Bibracte	Porte du Rebout, atelier de forge, état 2	FF 487	-80	-50	circ.	0,4	0,4	0,1	1111a
Bibracte	Porte du Rebout, atelier de forge, état 2	FF 493	-80	-50	ovale	0,25	0,2	Indét.	1210a
Bibracte	Porte du Rebout, atelier de forge, état 2	FF 494	-80	-50	ovale	0,45	0,35	Indét.	1210a
Bibracte	Champlain, Atelier 3	Foyer 1107	-50	-31	ovale	0,9	0,75	0,07	1221a
Villiers-sur-Seine	Les Vallées	Petit foyer	-50	-31	circ.	0,7	0,7	Indét.	1110a
Villiers-sur-Seine	Les Vallées	Grand foyer	-50	-31	ovale	1,3	0,8	Indét.	1320a
Allemant-Chavignon	RN 2	Foyer Allemant	-50	14	rect.	1,7	1,2	0,32	2252a
Bram	Rue E. Léotard	F 5011	1	100	circ.	0,4	0,4	0,11	1111a
Bram	Rue E. Léotard	F 4004	1	100	ovale	2,45	1,35	Indét.	1360a
Bram	Rue E. Léotard	F 10009	1	100	rect.	1,35	0,25	0,25	2614a

Figure 25 : Typologie de quelques foyers situés hors de la façade atlantique.

Sur la majorité des sites de cette période, hors façade atlantique, les foyers sont associés deux par deux. Ces couples de structures de combustion comprennent généralement un foyer de forme sub-circulaire et un foyer sub-quadrangulaire. A Lyon, rue des Tuileries (Rhône), se trouvent des structures de type 1113a et 2329a<sup>271</sup>. A Tergnier, Les Hauts Riez (Aisne), se trouvent de nombreuses structures<sup>272</sup>. Celles dont les dimensions sont données sont de type 1121a, 1111a et 2271a. Enfin, à Lattes, Forge de l'îlot 4-sud deuxième état (Hérault)<sup>273</sup>, les deux structures de combustion sont de type 1219a et 2512c. Le point commun entre chacun de ces ensembles de structures est que le foyer sub-quadrangulaire a toujours un rapport longueur/largeur plus important, il est donc plus allongé que les structures sub-circulaires. Au vu de la présence de ces deux types de structures dans les mêmes ateliers, il est probable qu'elles servaient à des opérations différentes, donc que les foyers sub-quadrangulaires devaient principalement être destinés au travail de pièces longues.

Entre 450 et 201 a.C., les foyers identifiés se trouvent sur des sites de nature variée : ateliers de réduction, habitat rural, habitat fortifié. La métallurgie du fer ne semble donc pas avoir été réservée à un type de site en particulier. Avec deux occurrences, les habitats ruraux sont les sites les mieux représentés lors de cette période, mais cela n'est probablement pas représentatif au vu du faible nombre de sites recensés.

#### 2.6.1.3.2. 200 – 150 a.C.

Entre 200 et 150 a.C., neuf foyers ont été identifiés (Figure 26). Ce chiffre est assez faible, mais montre une nette progression par rapport au début du second âge du Fer. Ici encore, peu d'informations morphologiques sont connues, cinq des foyers n'ayant pas été décrits. Les quatre restant appartiennent à deux sites : Quimper, Kermoisan (301) et Moullets-et-Villemartin, Lacoste, phase Ic (435). Chacun est de type différent (1220a ; 1231b ; 1320a et 1119a), mais ils ont en commun d'être tous les quatre sub-circulaires. Celui de Lacoste est circulaire tandis que les trois provenant de Quimper, Kermoisan sont ovales à divers degrés.

---

<sup>271</sup> Carrara 2014, p. 280.

<sup>272</sup> Bauvais 2007, p. 150.

<sup>273</sup> Lebeaupin 1998, p. 92.

En ce qui concerne leur profondeur, deux sont inconnues, mais, provenant du même site, elles sont probablement similaires à celle du foyer « f c » de Quimper, Kermoisan qui n'est que légèrement creusé. Le foyer de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, lui, est plat. Finalement, hormis leur surface, ces foyers sont très semblables. La forme circulaire semble exclusive pour cette période comme pour la précédente, de même que les foyers sont préférentiellement non excavés.

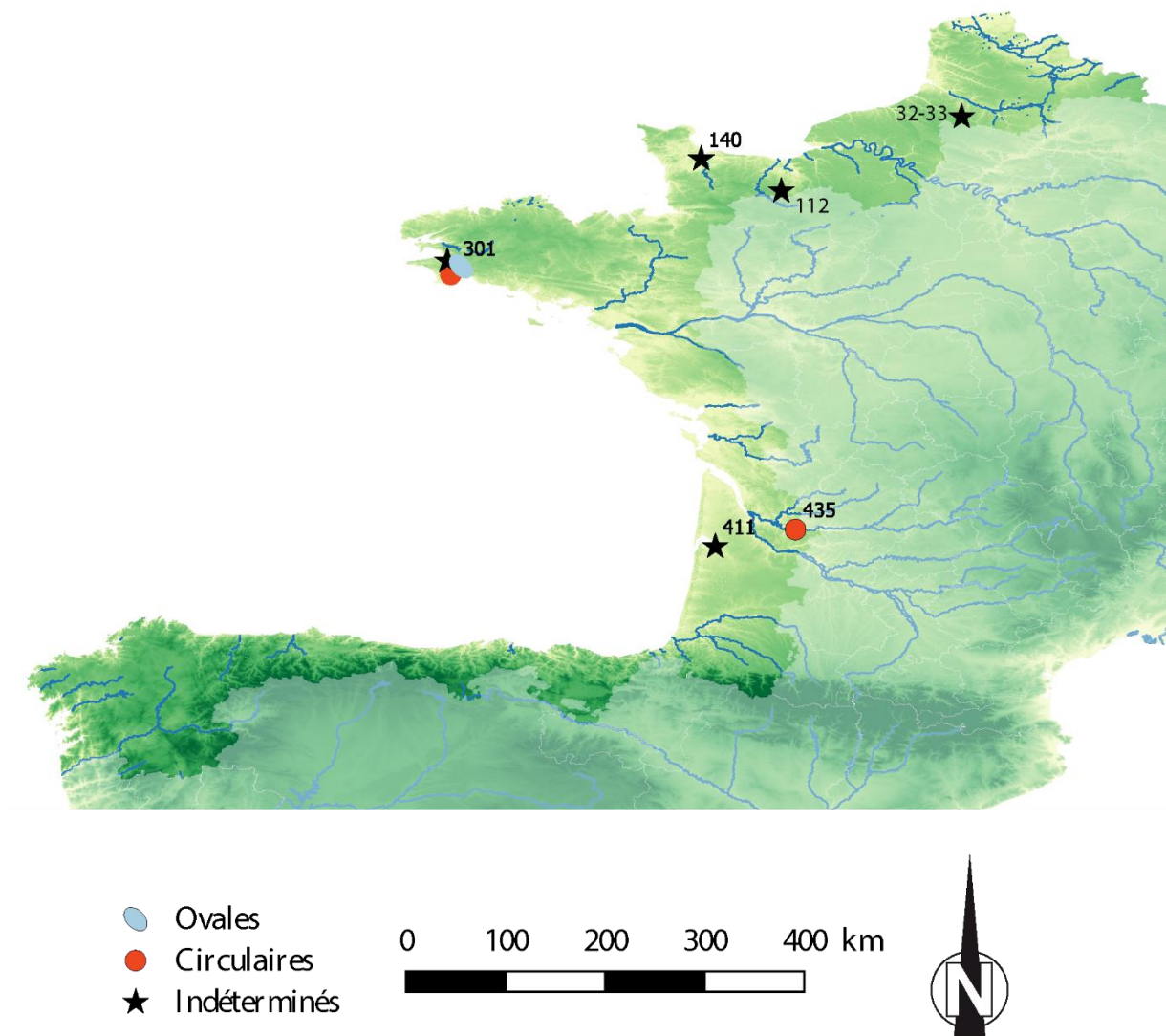


Figure 26 : Foyers de forge utilisés entre 200 et 150 a.C.

Pour la même période, d'autres foyers de forge ont été identifiés hors de la façade atlantique. Par exemple, les structures de Lattes (Hérault) à la même période sont de petits



foyers ovalaires allongés, légèrement creusés dans le sol des ateliers (Figure 25)<sup>274</sup>. Ces deux foyers sont respectivement de type 1613a et 1312a. Hormis leur morphologie planaire, ils sont très similaires : structures ovales, allongées de surface réduite et peu profondes. Il faut noter que ces foyers appartiennent à des espaces de travail où les alliages cuivreux ont probablement été également travaillés, ce qui peut influencer sur leur forme. Ces structures sont en effet plus élancées que celles observées à la même époque sur la façade atlantique.

De 200 à 150 a.C., les foyers de forge atlantique se retrouvent préférentiellement dans les habitats ruraux (sept occurrence dont quatre provenant de Quimper, Kermoisan). Un habitat urbain et un site de nature indéterminée complètent ce faible panel. Les types de structures indiquent qu'entre ces différentes catégories de sites, le foyer de forge était envisagé de la même manière : une structure globalement plane et sub-circulaire.

#### 2.6.1.3.3. 150 – 80 a.C.

Entre 150 et 80 a.C. le nombre de foyers identifiés augmente sensiblement. Il est de 22 individus répartis sur 9 sites (Figure 27). Seuls les types de quatre foyers n'ont pas pu être déterminés pour cette période, ce qui permet des comparaisons plus complètes.

Le premier constat est l'apparition de foyers quadrangulaires, et en quantité non négligeable puisque ces derniers représentent sept individus sur les dix-huit dont la morphologie est connue. Les foyers à tendance circulaire restent tout de même majoritaires avec onze représentants. Leur forme est assez peu allongée, sauf pour le foyer « f b » de Quimper, Kermoisan. Cependant les morphologies se diversifient avec la présence de cinq individus encaissés. Les foyers plats restent donc majoritaires, mais très légèrement, tandis que les foyers excavés semblent de plus en plus utilisés.

Plusieurs foyers sont de même type (1112a) ; ce sont des structures circulaires de petites dimensions et à profil légèrement marqué. Ils se retrouvent sur trois sites : Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248), Paule, Saint-Eloy (250) et Vernon, Camp de Mortagne (101). A Paule, ces foyers se trouvent dans deux ateliers distincts localisés dans deux parties

---

<sup>274</sup> Lebeaupin 1998, p. 86-87.

du site<sup>275</sup>. Il est alors possible qu'ils aient été construits par la même personne ou par deux individus appartenant à une même lignée technique. Tous les autres foyers sub-circulaires de cette période ont des formes uniques. Toutefois, ils sont de morphologie relativement proche les uns des autres et les plus semblables à ceux précédemment décrits se trouvent sur les mêmes sites : Paule et Vernon. Il semble donc plausible que, sur ces sites, des modèles de foyers récurrents aient été utilisés ; leurs dimensions ne sont pas strictement similaires, mais répondent à une même idée. La question la plus difficile à trancher à leur propos est la contemporanéité ou non de leur utilisation. Dans le cas de Paule, Saint-Symphorien, phase 5, plusieurs états de l'atelier ont été identifiés, les foyers y sont successifs. Les structures de combustion y ont donc été reconstruites à l'identique, ou peu s'en faut. Ceci renvoie à une réelle volonté du forgeron d'utilisation d'une structure de forme spécifique. Il est, pour l'heure, impossible de savoir si cela résulte de contraintes techniques ou ressort plutôt du domaine culturel au sens large.

---

<sup>275</sup> Berranger 2009, vol.2, p. 96-129.

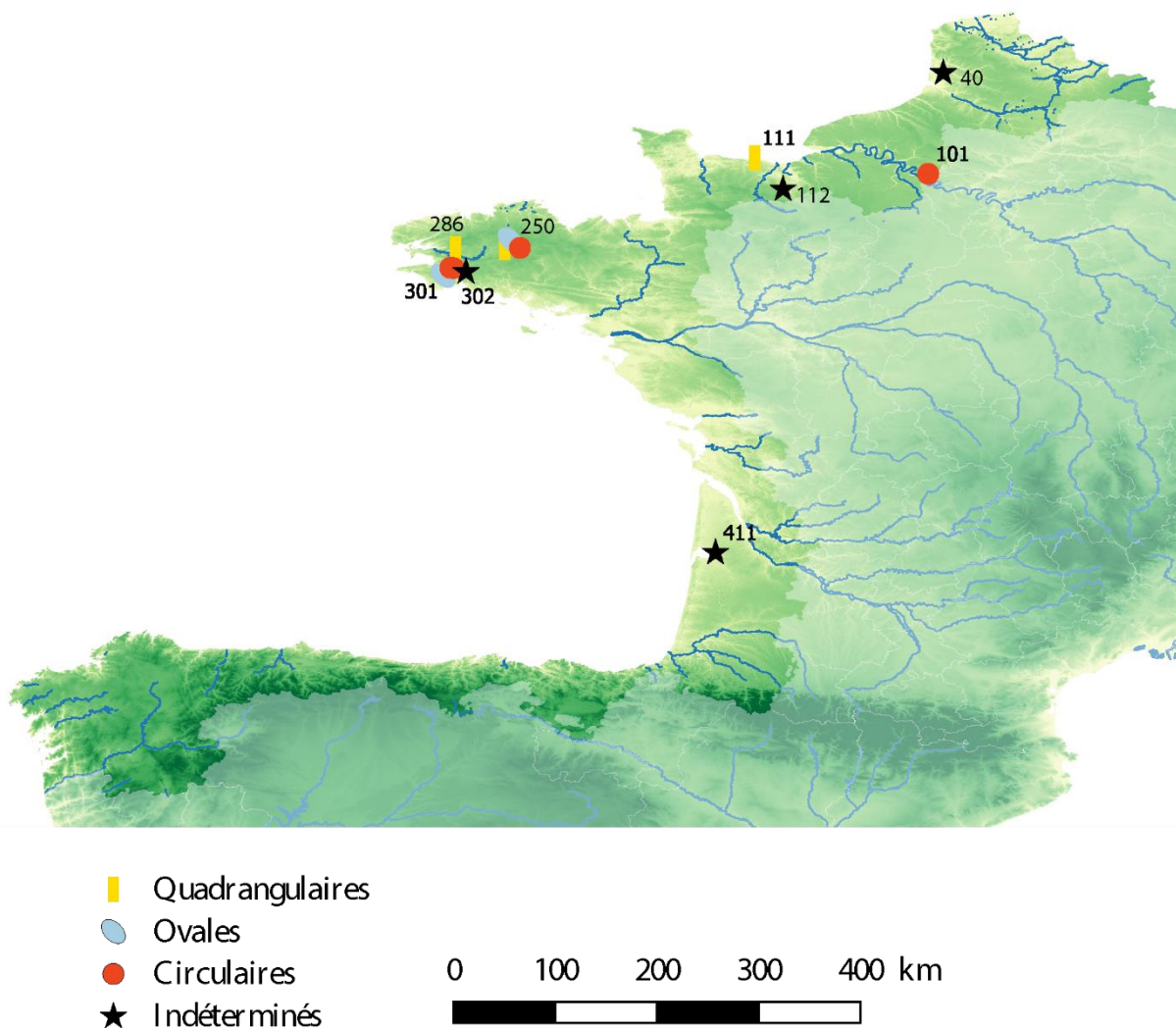


Figure 27 : Foyers de forge datés entre 150 et 80 a.C.

Les foyers quadrangulaires, eux, sont tous de formes très diverses. Toutefois, un point commun les rapproche : tous sont plutôt allongés, avec un ratio longueur/largeur compris entre 1,50 et 4. Cela peut être mis en perspective avec le fait que les foyers circulaires sont, eux, isométriques. Il est alors envisageable que les foyers quadrangulaires aient été intégrés à la forge pour la réalisation de travaux spécifiques sur des pièces allongées de dimensions imposantes. Cette impression est renforcée par leur présence sur le site de Paule, Saint-Eloy, où un foyer circulaire avait déjà été mentionné, ce qui irait dans le sens d'une séparation des tâches en fonction de la forme des foyers. Sur les autres sites, Châteaulin, Penn ar Roz, Ier a.C. – augustéen (286) et Creully, Le Clos de l'Épinette, phase 3 (111), les foyers sont, également plutôt allongés, mais de surfaces plus faibles (types 2313b et 2311b).

Des foyers quadrangulaires ont également été identifiés sur des sites hors de la façade atlantique (Figure 25). Par exemple, la structure « F20 », destinée au travail post-réduction sur le site sidérurgique des Martys (Aude)<sup>276</sup>. Ce foyer est de type 2524b, donc encaissé et très allongé, assez similaires aux structures quadrangulaires de la façade atlantique. Ce foyer a également pour particularité de posséder une architecture complexe utilisant des pierres. Il y a ici une possible relation entre mode de construction du foyer de forge et des bas fourneaux, eux aussi édifiés avec des pierres. Il semble donc que le contexte général dans lequel sont bâtis les foyers de forge influence leur morphologie.

A Chartres, Petit Arcevilliers (Eure-et-Loir), au contraire, les deux foyers de forge identifiés sont ramassés malgré leur forme sub-rectangulaire. Les structures foyer 5024 et foyer 5026 sont respectivement de type 2122a et 2222a<sup>277</sup>. Le foyer 5026 possède tout de même une excroissance sur un côté qui lui donne une forme en L ce qui l'allonge en partie.

A l'échelle de la façade atlantique, entre 150 et 80 a.C., apparaissent des foyers de forme quadrangulaire. Ces derniers se caractérisent par des morphologies allongées, contrairement aux individus sub-circulaires, plus ramassés. Les sites ruraux, en particulier privilégiés, représentent une grande partie des lieux de découverte de foyers de forge pour cette période avec, en particulier, un phénomène de reconstructions successives de structures lors de remaniements de l'espace de travail. Cela est particulièrement visible à Paule.

#### 2.6.1.3.4. De 80 à 30 a.C.

Les structures de combustion datées entre 80 et 30 a.C. sont similaires à celles de la période précédente, en particulier parce que, dans le cas de nombreux sites, la datation est relative à la totalité de la phase La Tène D (Figure 28). A cette période, les foyers sub-circulaires sont encore les plus nombreux avec treize individus contre cinq sub-quadrangulaires. Comme pour la période précédente, des différences morphologiques sensibles sont observables entre les foyers sub-quadrangulaires et ceux sub-circulaires. Par exemple, les structures sub-circulaires ont majoritairement un rapport longueur/largeur inférieur à 1,50-1,70, tandis que pour la majorité des sub-quadrangulaires, il est généralement supérieur à ces valeurs (Annexe 2.3.). Les surfaces des foyers sub-quadrangulaires sont très variables, entre 0,15 et 2,86 m<sup>2</sup>. Il est difficile d'expliquer de tels écarts, une structure de

---

<sup>276</sup> Domergue (dir.) 1993, p. 317-321.

<sup>277</sup> Delhoofs et Willerval 2014, p. 292.

combustion de 2,86 m<sup>2</sup> est étonnamment imposante. Elle a peut-être été construite dans un but spécifique, non identifié à ce jour.

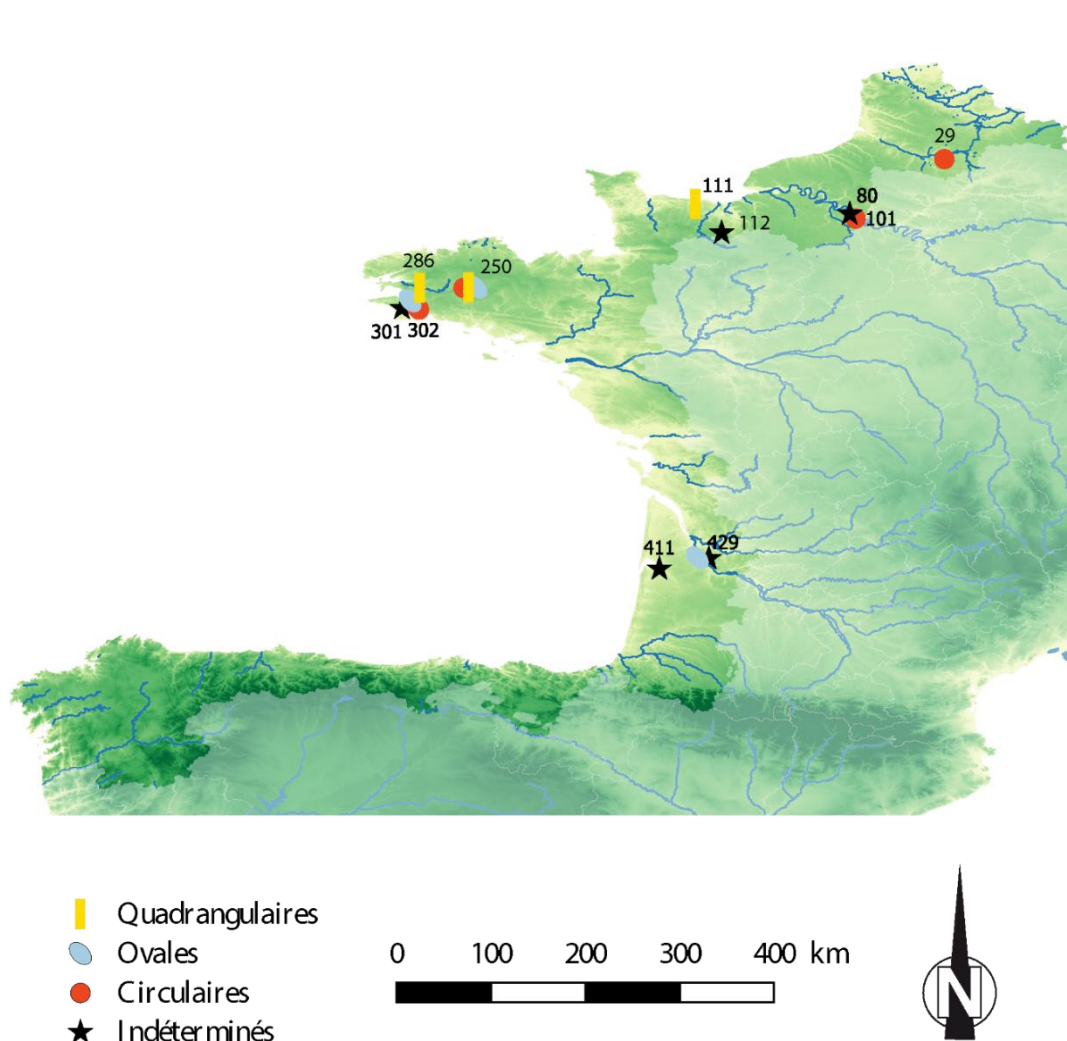


Figure 28 : Foyers de forge datés entre 80 et 30 a.C.

Parmi les nouveaux individus, sur le site d'Isle-Saint-Georges, Dorgès, phase 2 (429), se trouve le foyer 7194 (type 0309a), informe, allongé et plat. Il s'agit d'une structure en mauvais état, pour laquelle aucune forme n'a pu être reconnue. En l'absence de structures quadrangulaires sur radier dans le corpus, il est probable que ce foyer était à l'origine sub-circulaire. D'ailleurs, un autre foyer de ce site, la structure de combustion 7033 (type 1219a) est bien un ovale légèrement allongé sur radier de galets.

Hors de la façade atlantique, entre 80 et 30 a.C., plusieurs foyers successifs ont été mis au jour à Bibracte (Côte-d'Or) dans l'atelier de forge de la Porte du Rebut<sup>278</sup>, ainsi que dans l'atelier 3 localisé sur le terrain Champlain<sup>279</sup> (Figure 25). Tous ces foyers de forge sont très similaires : types 1110c, 1210c, 1213a, 1111a, 1221a. Il s'agit essentiellement de très petites structures circulaires ou ovales, de surface généralement comprise entre 0,04 et 0,12 m<sup>2</sup>. Les foyers F498 et F527 présentent un aménagement atypique : une canalisation enterrée servant d'arrivée d'air pour une ventilation par le dessous des braises. Ce type de dispositif, déjà rapporté pour le foyer FR577 de Lattes (Hérault), semble se retrouver exclusivement dans les habitats groupés. Aucune trace de tels aménagements n'a été identifiée sur la façade atlantique, soit que cette façon de construire les foyers n'ai pas circulé jusque-là, soit qu'elle n'ait pas été retenue par les forgerons.

#### 2.6.1.3.5. Période augusto-tibérienne

Après la conquête romaine le nombre de foyers de forge identifiés augmente très fortement, passant de 23 à 109 individus sur 30 sites différents (Figure 29). Il y a, ainsi, une rupture très nette avec la période précédente. Cette césure est également accentuée par le fait que les foyers sub-circulaires deviennent minoritaires – largement minoritaires. En effet, seulement 19 foyers sub-circulaires sont recensés pour 60 structures de combustion sub-quadrangulaires. Les foyers sub-circulaires sont toujours plutôt ramassés, avec 11 individus totalement circulaires. De même, les plus allongés ont un rapport longueur/largeur maximal de 1,58 ; ce sont donc des structures très peu à moyennement allongées. Leur surface ne dépasse 1 m<sup>2</sup> que dans un cas, La Rochelle, Saint-Eloi (386), et ce foyer n'est pas assurément une structure destinée au travail du fer<sup>280</sup> (foyer central, type 1140a).

Les foyers sub-quadrangulaires, quant à eux, se diversifient. En effet, à partir de la période augusto-tibérienne, des structures de plan carré ou peu allongé apparaissent. Ces dernières se trouvent sur des sites variés, habitats urbains ou ruraux, parmi lesquels un certain nombre de *villa*. Toutefois, leur présence est minoritaire dans les habitats urbains par rapport aux sites ruraux, où ils se retrouvent aussi bien dans les fermes modestes ou, au contraire, au sein d'imposantes exploitations. A l'inverse, les structures allongées ne se retrouvent presque exclusivement que dans des sites urbains.

---

<sup>278</sup> Duval et Lacoste 2015, p. 241-246.

<sup>279</sup> Dhennequin 2007.

<sup>280</sup> Nicolini (dir.) 1979, p. 390.

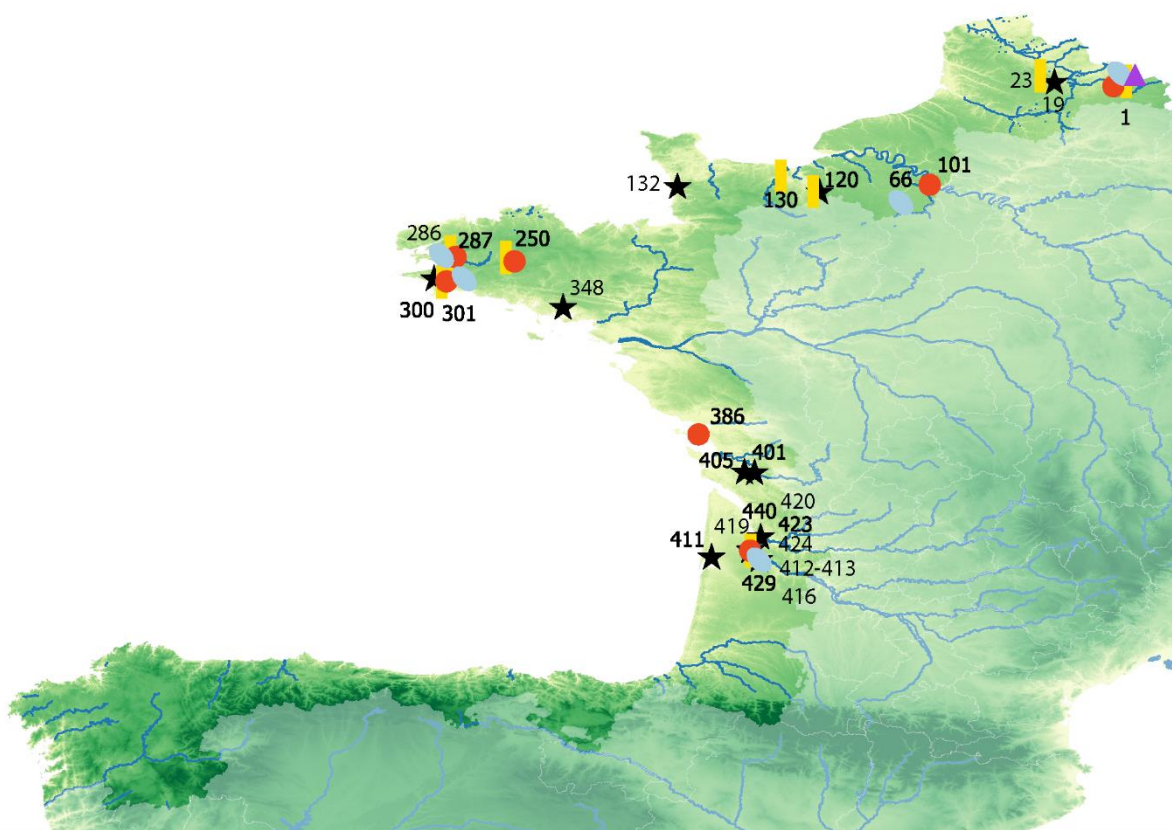
Un phénomène très important apparaît également : les foyers en fosse allongée. Ils sont traditionnellement assimilés à des structures destinées à la cémentation de bandages de roues de char<sup>281</sup>. Un grand nombre de ces derniers a été mis au jour sur le site de Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420) et quelques-uns à Bordeaux, Grand Hôtel (423). Ces foyers forment un lot très homogène dont le rapport longueur/largeur est supérieur à 3 (catégories 5 et 6). Les individus sont toutefois de types sensiblement différents : 2510a, 2520a, 2526b, 2543c, 2552a, 2554c, 2610a, 2613a, 2614a, 2620a, 2623a et 2624a. Malgré ces différences apparentes, tous les types, à l'exception de trois, correspondent à des structures de faible surface, inférieure à 1 m<sup>2</sup> (catégorie 2). Ce sont donc des foyers très fins, voire élancés, dont la forme, originale mais récurrente sur ces sites, est très probablement liée leur fonction, certainement très spécifique. Ces foyers présentent un remplissage très charbonneux, mais seulement de très faibles traces de rubéfaction, ce qui semble confirmer leur identification.

Dans le cas de Bordeaux, Cité Judiciaire, cette hypothèse semble accréditée par la présence d'une structure circulaire (345)<sup>282</sup> constituée d'un espace excavé isolant en son centre un noyau non excavé. Il a été envisagé que cette structure ait eu une utilité dans le processus de fixation des bandages aux roues. Sans pour voir assurer cette interprétation, elle semble tout de même plausible, du fait du diamètre du « noyau » non excavé de cette structure mesurant 0,80 m de diamètre tandis que le diamètre maximal de l'excavation est de 1,35 m. Ces chiffres sont dans l'ordre de grandeur de ceux des roues de char connues via les découvertes dans les tombes laténiennes, les plus proches dans le temps à avoir livré ce type de vestige, principalement comprises entre 0,8 et 1,2 m de diamètre. (Figure 30). Les foyers allongés, eux, mesurent entre 0,5 et 4,4 m de longueur, tandis que les périmètres des roues de char (donc la longueur des bandages) sont compris entre 1,63 et 4,20 m. Certains des foyers allongés ne peuvent donc pas être destinés à la cémentation de bandage des roues de char. Seuls les individus les plus grands (de type 26...), satisfont aux conditions de taille pour ce travail.

---

<sup>281</sup> Leblanc 1996, p. 47.

<sup>282</sup> Sireix (dir.) 2008, fig. 25, p. 36.



- ▭ Quadrangulaires
- ◉ Ovales
- Circulaires
- ▲ Polylobés
- ★ Indéterminé

0 100 200 300 400 km



Figure 29 : Foyers de forge datés de la période augusto-tibérienne.

site	rayon (m)	certain/estimé	périmètre (m)	bibliographie
Hannogne-Saint-Rémy (Ardennes, Fr.)	0,26	estimé	<b>1,63</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Tremblois-les-Rocroi (Ardennes, Fr.)	0,335	estimé	<b>2,10</b>	Schönfelder 2002, p. 140
La Mailleraie-sur-Seine	0,407	certain	<b>2,56</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Brezice, Tombe 6 (Slovénie)	0,45	certain	<b>2,83</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Hoppstädten-Weiersbach, Tombe 14 (D.)	0,45	estimé	<b>2,83</b>	Schönfelder 2002, p. 140



La Tène (Suisse)	0,45	estimé	<b>2,83</b>	Schönfelder 2002, p. 139
La Mailleraie-sur-Seine	0,461	certain	<b>2,90</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Husby (D.)	0,465	certain	<b>2,92</b>	Schönfelder 2002, p. 140
La Mailleraie-sur-Seine	0,47	certain	<b>2,95</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Bouqueval, Tombe 3 (Val d'Oise, Fr)	0,48	certain	<b>3,01</b>	Schönfelder 2002, p. 140
La Mailleraie-sur-Seine	0,48	certain	<b>3,01</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Cugir (Roumanie)	0,5	estimé	<b>3,14</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Boé (Lot-et-Garonne, Fr.)	0,535	certain	<b>3,36</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Orval, Les Pleines	0,55	estimé	<b>3,45</b>	Lepaumier et al. 2010, p. 325
Attichy (Oise, Fr.)	0,57	estimé	<b>3,58</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Nanterre (Hauts-de-Seine, Fr.)	0,65	estimé	<b>4,08</b>	Schönfelder 2002, p. 140
Marcilly-sur-Eure (Eure, Fr.)	0,7	estimé	<b>4,40</b>	Schönfelder 2002, p. 140

Figure 30 : Rayon et périmètre de bandages de roues de char reconnus archéologiquement.

Il faut donc en conclure que les autres foyers avaient une vocation différente. La cémentation est toujours envisageable, mais elle concernerait des éléments moins longs que les roues de char. Les premières pensées se dirigent alors vers les cerclages de tonneaux, mais ces derniers sont exclusivement en bois à cette période<sup>283</sup>. Toutefois, des objets de dimensions plus réduite tels que les seaux pouvaient avoir des cerclages en fer. Il est également envisageable que des armes telles que des épées aient été cimentés dans ces fosses. Toutefois, en l'absence d'étude des chutes métalliques mises au jour sur ce site, il est impossible ne serait-ce que de réduire l'éventail théorique des objets ayant pu y être travaillés.

Il est nécessaire de revenir sur le cas des foyers de types 2543c, 2552a, 2554c qui sont allongés, comme les structures de combustion précédentes, mais différent par leur imposante surface et leur architecture. C'est d'ailleurs sur ce dernier point que la dissemblance peut être le plus facilement mise en évidence. En effet, les structures « Foyer 3381 » (type 2543c) et « Foyer 4041 » (type 2554c) possèdent soit un évent en place, soit une rubéfaction asymétrique permettant de restituer l'emplacement de l'évent. Or, aucun élément similaire n'a été mis au jour en relation avec les structures très allongées dites de cémentation. Ces deux types de structures ne fonctionnaient donc probablement pas à des températures similaires. Les foyers avec des vestiges de ventilation ont donc certainement été utilisés dans un cadre autre que la cémentation.

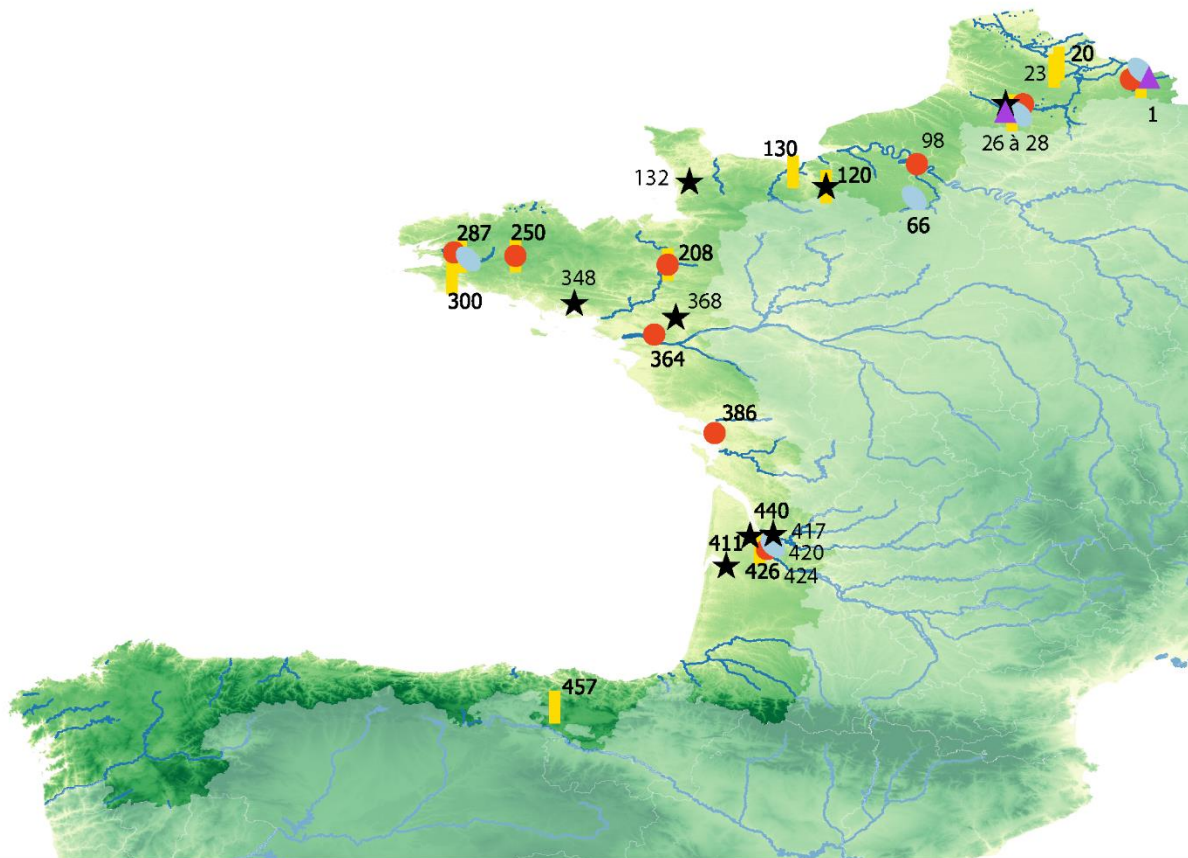
<sup>283</sup> Marlière 2002, p. 170.

Ces structures se trouvent toutes sur le même site : Paule, Saint-Eloy (250). D'autres foyers, très différents, se trouvant sur le même site, il est certain que leur présence n'est pas liée à une façon spécifique de construire les foyers de forge à Paule. Au contraire, l'identification de structures de combustion de formes et de tailles diverses, laisse envisager que chacune soit liée à une volonté technique, et donc destinée à un type de travail spécifique. Reste qu'ici, malgré les études effectuées sur le mobilier, le type de travail effectué dans chaque foyer n'a pas pu être déterminé. Il est donc impossible de savoir quelle était la destination particulière de ces grandes structures allongées, parmi les plus imposantes du corpus.

#### 2.6.1.3.6. La seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C.

Durant cette période, le nombre total de foyers de forge sur la façade atlantique reste assez stable avec 100 individus recensés (Figure 31). Toutefois, les pratiques de construction évoluent et la part de structures de combustion sub-circulaires augmente jusqu'à être presque équivalente à celle des sub-quadrangulaires, respectivement 39 et 43 individus. Ceci est partiellement dû à un changement observé sur le site de Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420) où le nombre de foyers sub-circulaires augmente tandis que la quantité de sub-quadrangulaires diminue. A cette période, comme lors de la précédente, les villes concentrent la majorité des foyers de forge.

Les foyers les plus fréquemment mis au jour sont de type 1119a – foyers circulaires, de faible surface et non excavés – avec 20 exemplaires. Ils ont aussi bien été observés dans des habitats urbains que ruraux, mais leur présence est plus fréquente dans les premiers. Par exemple, une grande part de ces découvertes (14 individus) a été effectuée sur le site de Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420).



- Quadrangulaires
- Ovales
- Circulaires
- ▲ Polylobés
- ★ Indéterminés

0 100 200 300 400 km



Figure 31 : Foyers de forge datés du 1<sup>er</sup> s. p.C.

Tous les foyers sub-circulaires mis au jour pour cette période sont des structures soit planes (dont le type finit par 9), soit très légèrement excavées (dont le type finit par 1). Il semble donc y avoir une préférence pour les foyers de profondeur peu marquée (Annexe 2.3.). Les foyers sub-quadrangulaires sont, eux aussi, majoritairement peu excavés. Toutefois, certains individus ont une profondeur plus marquée, comme les foyers les plus imposants du site de Paule, Saint-Eloy (250). Ces derniers<sup>284</sup> sont plus profonds que larges. Il s'agit des seuls individus de cette période à posséder cette morphologie. Il est donc probable que ce soient des structures atypiques, édifiées sur ce site pour des raisons précises. Ces raisons sont

<sup>284</sup> Foyers 4 ; 3568 et 4041.

probablement d'ordre technique et non culturelles, vu que sur le même site et à la même période, des foyers plus communs (de type 1119a ou 1121a) ont également été identifiés.

Des assemblages de foyers très différents, comme ceux visibles à Paule, Saint-Symphorien ont aussi été observés sur d'autres sites. C'est en particulier le cas de Bram, rue F. Léotard (Aude). Trois foyers de forge de formes distinctes y ont été reconnus en divers endroits<sup>285</sup>. Les types observés, 1111a, 1360a et 2614a (Figure 25) démontrent la présence de structures de morphologies très variées dont un foyer, F10009, élancé, entrant possiblement dans la catégorie des structures de cémentation identifiées plus tôt.

#### **2.6.1.4. Quels foyers dans quels espaces de production ?**

Après avoir décrit l'évolution chronologique des divers types de foyers de forge, il est intéressant de recentrer le propos à une échelle plus réduite, dans le but d'observer les assemblages de foyers au sein des sites et des ateliers. Cela est utile à deux niveaux distincts. Tout d'abord, cela permettra de voir si, au sein des sites, il existe une homogénéité de la forme de ces structures ou au contraire une diversité marquée. De plus, faire entrer le facteur temporel dans les observations amènera à déterminer s'il existe des évolutions internes aux sites, au même titre qu'à l'échelle suprarégionale.

##### 2.6.1.4.1. De nombreux sites présentant plusieurs foyers

Les sites présentant plusieurs foyers de forge sont nombreux mais leurs configurations sont variées. Pour certains, il s'agit d'ateliers successifs ayant un ou plusieurs structures de combustion ; dans d'autres cas, une seule phase documente l'activité métallurgique. Il peut également y avoir plusieurs espaces de travail contemporains ou un seul.

##### *2.6.1.4.1.1. Des marqueurs de continuité : les sites avec des foyers de forge similaires*

Le site d'Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4 (26), daté du milieu du I<sup>er</sup> s. p.C., a livré 7 foyers sur trois lieux de découverte distincts, chacun étant une pièce du bâtiment 5246 (Figure 32). Le premier élément intéressant à mentionner est la présence d'une quantité de foyers différente entre les divers espaces. Les pièces L et M ne contiennent

---

<sup>285</sup> Passelac 1998, p. 131.

chacune qu'une seule structure de combustion tandis que la pièce O en présente cinq. Parmi ces sept structures, quatre sont de type 1210 (foyers ovales de petite taille, encaissés mais dont la profondeur n'est pas connue, avec ou sans vestiges de ventilation). Les trois autres sont différents : 1120c, 1212c et 2220c. Ils se distinguent par la forme et la taille, sans que ces variations ne soient très importantes. En effet, deux sont sub-circulaires, leur surface ne dépasse pas le mètre carré et ils sont encaissés ; le foyer 5339 (type 2220c), lui, est de forme sub-quadrangulaire (angles arrondis), ce qui semble atypique sur ce site. Ce foyer diffère des autres et semble marquer une rupture dans un ensemble autrement assez homogène. Sa destination précise n'est pas connue, mais sa présence dans la pièce O, avec quatre foyers circulaires, permet d'envisager avec vraisemblance une différence de fonction entre ces divers types de structures.

Sur le même site, la période d'occupation suivante (27) n'a livré que deux foyers (foyers 5222 et 5224) situés, encore une fois, dans des pièces distinctes d'un même bâtiment. Ces deux structures sont assez mal connues mais semblent différentes. En effet, le foyer 5222 est de type 1110c, tandis que le foyer 5224 est de type 3200c. La différence se trouve principalement dans la morphologie générale de la structure, plus allongée dans le second cas tandis que le premier est un petit foyer circulaire. Les deux cas présentent cependant des traces de ventilation. Ces foyers présentent également des similitudes avec des exemplaires de la période précédente.

Enfin, à la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., le site d'Amiens, ZAC Cathédrale - Université (28) a livré quatre foyers, mal connus. Deux ont été observés seulement par le biais de coupes dans une même pièce, tandis que les deux autres se trouvaient dans deux pièces d'un même bâtiment. Le seul foyer bien connu (foyer 5164) est de type 1230c, soit très similaire aux autres du site, mais légèrement plus profond. Le site d'Amiens, ZAC Cathédrale – Université, semble donc se caractériser par la présence de foyers similaires, ou tout du moins de morphologie proche, sub-circulaire, de taille peu importante et légèrement excavés, indépendamment du bâtiment dans lequel ont été mises au jour ces structures. Seul un foyer se démarque par sa forme sub-quadrangulaire. Il est possible qu'il ait été destiné à une activité spécifique non identifiée à ce jour.

N° site	Site	Lieu de découverte	Nom foyer	Type
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Bâtiment 5246, pièce L	Foyer 5238	1210c
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Bâtiment 5246, pièce M	Foyer 5215	1212c
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Bâtiment 5246, pièce O	Foyer 5241	1120c
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Bâtiment 5246, pièce O	Foyer 5243	1210a
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Bâtiment 5246, pièce O	Foyer 5240	1210c
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Bâtiment 5246, pièce O	Foyer 5242	1210c
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Bâtiment 5246, pièce O	Foyer 5239	2220c
27	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état III, phase 2	Bâtiment 5225, pièce F	Foyer 5222	1110c
27	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état III, phase 2	Bâtiment 5225, pièce G	Foyer 5224	3200c
28	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état IV, phases 1-2	Bâtiment 5155, pièce D	Foyer 5164	1230c
28	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état IV, phases 1-2	Bâtiment 5155, pièces E et F	Foyer 5163	0100c
28	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état IV, phases 1-2	Bâtiment 5250	Foyer 1 pièce A	0000a
28	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état IV, phases 1-2	Bâtiment 5250	Foyer 2 pièce A	0000a
429	Isle-Saint-Georges, Dorgès, phase 2	Atelier 1	FY 7033	1219a
429	Isle-Saint-Georges, Dorgès, phase 2	Atelier 3	FY 7194	0309a
20	Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux, phase 5	Forge 236	Foyer 239	2212a
20	Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux, phase 5	Forge 236	Foyer 262	2213a
20	Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux, phase 5	Forge 236	Foyer 300	2231a
20	Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux, phase 5	Forge 236	Foyer 303	2371a
248	Paule, Saint-Symphorien, phase 5	Nord-Est de l'habitat central forge état 1	Foyer 1	1212c
248	Paule, Saint-Symphorien, phase 5	Nord-Est de l'habitat central forge état 2	Foyer 2	1129a
248	Paule, Saint-Symphorien, phase 5	Nord-Est de l'habitat central forge état 3	Foyer 3	1112a
248	Paule, Saint-Symphorien, phase 5	Nord-Est de l'habitat central forge état 3	Foyer 4	1112a
130	Touffréville, Villa	Ouest de la villa	Foyer1 A1	2240a
130	Touffréville, Villa	Ouest de la villa	Foyer1 A2	2240a
130	Touffréville, Villa	Ouest de la villa	Foyer1 A3	2240a
130	Touffréville, Villa	Ouest de la villa	Foyer1 A4	2240a
130	Touffréville, Villa	Ouest de la villa	Foyer2 A1	2240a
130	Touffréville, Villa	Ouest de la villa	Foyer2 A2	2240a
101	Vernon, Camp de Mortagne	Plate forme extra muros	1025	1112a
101	Vernon, Camp de Mortagne	Plate forme extra muros	1009	1122a

Figure 32 : Foyers similaires au sein d'un même site.

Quatre foyers, également datés de la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., ont été mis au jour à Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux, phase 5 (20). Ils sont associés à un bâtiment interprété comme une forge. Ils sont tous de types distincts, mais non sans similitudes. Les deux les plus

proches morphologiquement sont les foyers 239 et 262, à l'intérieur de la forge. Ils sont tous les deux quadrangulaires, légèrement allongés, de surface réduite, seule leur profondeur relative varie légèrement. Leur mise au jour en deux lieux distincts de la forge ne permet pas de conclure à leur contemporanéité, mais leurs ressemblances sont indéniables. Les deux foyers identifiés à l'extérieur de cette forge sont également assez similaires entre eux. Le premier, F 300, est de type 2231a, tandis que le second appartient à la catégorie 2371a. Ils possèdent donc une surface nettement plus importante que les deux autres, tout en étant plus allongés et moins profonds<sup>286</sup>. Il semble donc que deux types d'activités de forge puissent être distingués dans cette partie du site. Une première, localisée dans le bâtiment, utilise des foyers assez petits, mais profonds et se concentre probablement sur la réalisation d'objets relativement petits, tandis que la seconde, à l'extérieur, est liée à l'utilisation de grands foyers peu profonds et serait plutôt tournée vers la réalisation de pièces volumineuses. Ici encore, la variation de forme des foyers en fonction de leur localisation, et la répétition des formes au sein de ces mêmes lieux, laissent penser à une adéquation entre un type de travail et la forme des structures de production.

Sur le site de Touffreville, Villa (130), daté de la période augusto-claudienne, six foyers ont été identifiés dans une zone dédiée à la métallurgie du fer éloignée de l'habitat principal. Ils ont la particularité de tous être identiques, de type 2240a. Ce sont des structures quadrangulaires légèrement allongées et de surface importante. Aucun recoupement n'a pu être observé lors de la fouille, mais il est possible que ces foyers ne soient pas contemporains, mais témoignent plutôt de reconstructions successives. Au vu de la période d'occupation de la zone, couvrant toute la première moitié du I<sup>er</sup> s. p.C., il est possible ces structures sont l'œuvre de plusieurs personnes. Elles seraient donc le témoin de transmission de savoir-faire et d'une certaine permanence de la culture technique.

A Vernon, Camp de Mortagne (101), deux foyers ont été identifiés dans un espace assez réduit dont l'occupation s'est faite entre la fin du II<sup>ème</sup> et le I<sup>er</sup> s. a.C. Ces deux structures (foyer 1009, type 1122a et foyer 1025, type 1112a) sont circulaires, de profondeur marquée mais présentent des surfaces différentes, restant tout de même inférieures au mètre carré. Elles sont donc très semblables, attestant d'une continuité dans le travail du fer.

---

<sup>286</sup> La surface extrêmement importante de ces structures fait douter de leur identification en tant que foyer de forge. Il pourrait en effet s'agir de fonds d'atelier.

Sur le site d'Isle-Saint-Georges, Dorgès, phase 2 (429), trois foyers ont été identifiés dans des niveaux datés de la fin du I<sup>er</sup> s. a.C. Un premier n'est connu que par des vestiges de ventilation et ne peut donc pas servir à des comparaisons. Les deux autres sont différents, de type 1219a et 0309a. L'informativité du foyer FY 7194 résulte d'une altération, empêchant les comparaisons poussées, mais il est intéressant de constater que, malgré des différences de forme et de dimensions, aucun de ces foyers n'est excavé. Au contraire, les deux sont construits à plat sur un radier composé de galets et de tessons.

Enfin, à Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248), plusieurs foyers de forge ont été mis au jour dans un bâtiment identifié comme étant une forge de La Tène finale. Trois de ces structures de combustion sont circulaires ou ovales, d'une surface inférieure à 0,5 m<sup>2</sup> et excavées. Seul le foyer 2 diffère en ce sens qu'il est plus grand et non excavé. Il y a ici une régularité dans la forme des structures utilisées. La présence d'un foyer distinct des autres, permet de supposer une adaptation à la production, cette dernière étant peut-être différente entre les structures encaissées et celles construites sur le sol.

Il existe donc de nombreux sites au sein desquels les foyers de forge sont similaires, voire identiques. Leur ressemblance est un argument fort en faveur de leur utilisation dans le cadre d'activités similaires. Cela permet l'identification de permanence de la culture technique sur ces sites. De plus, l'occupation longue de certains sites suppose que, malgré leurs similitudes, ces foyers aient été édifiés par des personnes différentes. Cela induit la transmission de savoir-faire et donc l'existence de réseaux de formation des forgerons.

#### *2.6.1.4.1.2. Des structures différentes marquant des activités variées*

A Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1 (1) quatre foyers distincts ont été identifiés sur une même zone de fouille (Figure 33). Il est impossible de savoir s'ils sont strictement contemporains, mais leurs différences sont assez marquées, tant dans la forme qu'au niveau de leurs dimensions. Il est donc possible que chacune de ces structures ait été construite afin de répondre à des besoins spécifiques.



<b>N° site</b>	<b>Site</b>	<b>Lieu de découverte</b>	<b>Foyer</b>	<b>Type</b>
1	Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1	Secteur 2306 phase 1	FY 521	1111b
1	Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1	Secteur 2306 phase 1	FY 523	1311a
1	Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1	Secteur 2306 phase 1	FY 522	2219a
1	Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1	Secteur 2306 phase 1	FY 520	3101a
287	Châteaulin, Penn ar Roz, 1er p.C.	Zone de travail autour de 1615	1614	1119a
287	Châteaulin, Penn ar Roz, 1er p.C.	Zone de travail autour de 1615	1615	2112c
287	Châteaulin, Penn ar Roz, 1er p.C.	Zone de travail autour de 1647	1647b	1319a
287	Châteaulin, Penn ar Roz, 1er p.C.	Zone de travail autour de 1647	1647a	2111c
250	Paule, Saint-Eloy	Activité hors enclos	Foyer 3547	1110a
250	Paule, Saint-Eloy	Activité hors enclos	Foyer 3549	1110a
250	Paule, Saint-Eloy	Activité hors enclos	Foyer 3511	1121a
250	Paule, Saint-Eloy	Activité hors enclos	Foyer 3528	1121a
250	Paule, Saint-Eloy	Activité hors enclos	Foyer 4041	2554c
250	Paule, Saint-Eloy	Espace est	Foyer 3568	2434c
250	Paule, Saint-Eloy	Espace ouest	Foyer 3424	2552a
250	Paule, Saint-Eloy	Espace sud	Foyer 4	2434c
250	Paule, Saint-Eloy	Fossé d'enclos est	Foyer 4038	2364c
250	Paule, Saint-Eloy	Fossé d'enclos est	Foyer 3362	2526b
250	Paule, Saint-Eloy	Fossé d'enclos est	Foyer 3381	2543c
250	Paule, Saint-Eloy	Nord-est enclos métallurgique, étape 1	Foyer 3591	2463c
250	Paule, Saint-Eloy	Nord-est enclos métallurgique, étape 2	Foyer 3654	1119a
250	Paule, Saint-Eloy	Nord-est enclos métallurgique, étape 2	Foyer 3588	2453c
250	Paule, Saint-Eloy	Nord-est enclos métallurgique, étape 5	Foyer 3664	1119a
301	Quimper, Kermoisan	Kermoisan, sondage A	F c	1231b
301	Quimper, Kermoisan	Kermoisan, sondage A	F b	1320a
301	Quimper, Kermoisan	Kermoisan, sondage C	F f	0009a
301	Quimper, Kermoisan	Kermoisan, sondage C	F e	1220a
208	Rennes, Place Hoche phases 3 et 4	Atelier A	Foyer 1033	2420c
208	Rennes, Place Hoche phases 3 et 4	Atelier B	Foyer 1100	2000b
208	Rennes, Place Hoche phases 3 et 4	Atelier D	Foyer 1291	1009a
208	Rennes, Place Hoche phases 3 et 4	Atelier D	Foyer 1290	1119a
208	Rennes, Place Hoche phases 3 et 4	Atelier F	Foyer 1429	1129a
208	Rennes, Place Hoche phases 3 et 4	Atelier G	Foyer 2258	1129b

Figure 33 : Sites sur lesquels les foyers de forge sont de types distincts.

Le site de Châteaulin, Penn ar Roz (285-288) a, lui aussi, plusieurs phases d'occupation pour lesquelles la quantité de foyers de forge varie. La première, datée entre 100 a.C. et 15. p.C. n'a livré qu'un seul foyer, de type 2313b. Les structures observées pour le I<sup>er</sup> s. p.C. sont en revanche différentes. Il s'agit de deux paires de foyers composées d'une structure quadrangulaire excavée associée à un foyer sub-circulaire plat, les deux étant jointifs ou presque. Il est donc envisageable qu'il s'agisse de deux batteries de foyers complémentaires ayant des usages distincts dans les procédés de fabrication. Un autre foyer, quadrangulaire, a également été mis au jour sur ce site, mais isolée et sans datation précise. Il y a donc, à Châteaulin, une évolution dans la quantité de foyers, mais également dans leur organisation au fur et à mesure de l'avancement de l'occupation du site.

Sur le site de Paule, Saint-Eloy (250) de nombreux foyers ont été mis au jour dans des contextes divers, datés entre La Tène finale et la période romaine. Malheureusement dans ce cas, il a été impossible de définir la chronologie relative de toutes ces structures. Au total, 15 foyers représentant 11 types distincts ont été associés à l'activité métallurgique sur ce site. Malgré ces nombreuses différences apparentes quelques caractères communs permettent d'isoler deux grandes familles de structures de combustion. Les premières sont de petits foyers circulaires de surface inférieure à 1 m<sup>2</sup> pour lesquels la distinction principale est la présence d'un faible creusement ou son absence. Les secondes sont des structures quadrangulaires de surface importante, assez allongées et profondes à très profondes. Les foyers circulaires ne se retrouvent que dans deux endroits : dans l'angle nord-est de l'enclos métallurgique et à l'extérieur de cet enclos.

A l'extérieur de l'enclos, ces structures sont très largement majoritaires avec quatre occurrences pour un seul foyer quadrangulaire. Dans l'angle nord-est, elles se retrouvent en quantité identique aux foyers quadrangulaires. D'ailleurs, à cet endroit, les structures de même forme sont similaires, voire identiques. La conservation de lambeaux de sols, et donc l'existence d'une chronologie relative permet de conclure qu'elles ne sont pas synchrones, à l'exception peut-être du couple foyer 3654 et foyer 3588. Trois des foyers quadrangulaires ont été aménagés dans le fossé est de l'enclos. Ces derniers sont assez dissemblables dans leurs proportions, mais restent des structures allongées et assez profondément creusées. Tous les foyers mis au jour isolément sont quadrangulaires. La présence de seulement deux grands types de structures permet de conclure que chacune correspond à une activité différente et donc que plusieurs travaux étaient effectués là. Cela fait une différence importante avec la

zone Saint-Symphorien, appartenant au même site, mais où les structures majoritaires sont de petits foyers circulaires. Cependant, entre les deux zones, les foyers circulaires, sans être strictement identiques, sont tout de même similaires, laissant voir de probables contacts entre ces espaces de production distincts.

A Quimper, Kermoisan (301), quatre foyers ont été identifiés pour une période allant du I<sup>er</sup> s. a.C. au II<sup>ème</sup> s. p.C. Trois sont bien documentés tandis qu'un autre est mal connu. Les trois structures de combustion ont pour seule particularité commune d'être ovales. Pour les autres critères deux sont de dimensions moyennes tandis que la troisième est très grande, que l'une est légèrement creusée et que le profil des deux autres n'est pas connu. Enfin, le quatrième est édifié sur un radier de pierres et est différent des autres<sup>287</sup>. La forme ovale semble dominante sur ce site, mais il ne semble pas que les foyers de forge soient construits de manière spécifique.

Le site de Rennes, Place Hoche phases 3 et 4 (208) a livré six foyers de forge dispersés dans cinq bâtiments de la fin du I<sup>er</sup> - II<sup>ème</sup> s. p.C. Dans les édifices A et B ont été mis au jour deux structures de combustion quadrangulaires. La première, foyer 1033, est bien connue. Il s'agit d'une structure allongée de surface moyenne mais dont le profil n'est pas communiqué. Dans le bâtiment B, seule la forme du foyer 1100 est connue. Dans les trois autres bâtiments les foyers sont tous circulaires, non excavés, et mesurent moins de 1 m<sup>2</sup>. Ils forment donc un lot assez homogène se démarquant des deux autres structures. Les deux premiers ateliers avaient donc probablement une activité de nature distincte de celle des trois autres<sup>288</sup>.

Plusieurs sites présentent des foyers de forge diversifiés, parfois très différents les uns des autres. Dans ces cas il est tout à fait envisageable que chaque type de foyer soit destiné à un type de travail spécifique, comme cela semble clair avec les associations de foyer observées à Châteaulin, Penn ar Roz où, en plus d'une tradition très bien établie dans la construction des structures de forge (foyers atypiques et reconstruits dans un même espace), la présence répétée de paires de structures très différentes morphologiquement démontre le besoin de posséder des zones de chauffes adaptées.

---

<sup>287</sup> Le Bihan et Villard 2012, p. 489.

<sup>288</sup> Serneels 1995.

#### 2.6.1.4.1.3. *Un cas particulier : les foyers en fosse allongée*

Les foyers en fosse allongée ont principalement été identifiés sur des sites bordelais à partir du I<sup>er</sup> s. p.C. Le cas de Bordeaux, Cité Judiciaire, phase 1 (419) est emblématique : pas moins de vingt structures de combustion<sup>289</sup> sont à mettre en relation avec l'activité métallurgique pour cette seule phase d'activité. Six types de foyer sont représentés sur ce site, allant de la petite structure circulaire (F440, type 1110a), à des structures très longilignes comme F430 (type 2620a). Le foyer F440 est d'ailleurs la seule structure circulaire ou sub-circulaire associée à cette phase. Les autres sont quadrangulaires et très allongées, avec un rapport longueur/largeur compris entre 2,33 et 20 ! Pour cette période, trois foyers, F430, F438 et F439 ont un rapport longueur/largeur supérieur à 10. Ces structures peuvent être interprétées comme des fosses à cémentation d'objets très longs (bandages de roues de char ?). Les autres structures sont très similaires, seul leur longueur varie, les surfaces, elles, restent inférieures à 1 m<sup>2</sup>. Elles semblent appartenir à une même lignée technique et servir aux mêmes types de travaux, certainement la mise en forme d'objets longs. La phase 1 est découpée en deux séquences pour lesquelles aucune différence fondamentale n'a été observée, si ce n'est la présence du foyer circulaire lors de la séquence 1.

La seconde phase d'occupation de Bordeaux, Cité Judiciaire (420), voit de très nombreux changements autant qualitatifs que quantitatifs au niveau des foyers de forge. En effet, le nombre de structures de combustion double presque avec 35 foyers présents. Ici, trois séquences d'occupation ont été individualisées. La première est similaire à la phase précédente. Les structures présentes sont toutes quadrangulaires et allongées, voire globalement plus allongées que précédemment. Au contraire, lors de la phase II, séquence 2, la morphologie des foyers utilisés change très fortement. En effet, les foyers circulaires représentent alors 16 structures sur un total de 21. Ces foyers sont d'une remarquable homogénéité, tous de type 1119a, soit des foyers circulaires de petites dimensions non excavés. De plus, dans ce cas, leur densité dans une partie du site laisse entendre qu'ils ne sont pas tous contemporains, mais plutôt successifs. Cela semble être la traduction de reconstructions à l'identique d'un type de structures particulier et jusque-là inédit sur le site. En parallèle, les foyers quadrangulaires allongés continuent à être utilisés, mais sont nettement plus rares.

---

<sup>289</sup> Seules les structures complètes ont été prises en compte.

L'apparition massive de nouvelles structures de combustion s'explique par une rupture dans les traditions techniques locales. Cela peut être dû à l'arrivée d'un nouveau forgeron porteur de sa propre tradition technique, ou à un changement dans les procédés employés, et donc certainement une modification de la production. Il peut bien entendu s'agir d'un mélange de ces deux hypothèses. Or il est difficile de faire la part des choses dans ce cas. En effet, si la forme des structures est bien conditionnée aux types de travaux effectués<sup>290</sup>, la présence et le nombre de structures similaires à celles des séquences précédentes suggère une perdurance de l'activité avec, toutefois, une baisse d'intensité de celle-ci. Le même postulat permettrait d'identifier les nouveaux foyers, circulaires, à des structures réservées à un usage différent. En considérant que cette évolution provient d'une tradition technique différente les conclusions sont assez similaires : les foyers circulaires remplacent les structures quadrangulaires les moins spécifiques pour les travaux « courant », mais les structures atypiques (allongées), dont la forme serait liée à la fonction, restent utilisées. Il est très difficile, au vu des éléments à disposition, de privilégier une hypothèse par rapport à l'autre, de même qu'un mélange des deux semble faire sens, l'arrivée d'un nouveau forgeron pouvant être la raison ou la conséquence d'un changement de production.

Enfin, la séquence 3 marque un très net ralentissement de l'activité avec seulement deux foyers identifiés. Toutefois, ces deux structures sont quadrangulaires et l'une d'elle est très allongée. Il y aurait donc continuité de l'activité caractérisant le site depuis de début.

A Bordeaux, Grand Hôtel, phase 1a (423) se trouvent également une majorité de structures de combustion allongées. Quatre ont un rapport longueur/largeur compris entre 2,33 et 9,75. De plus, elles ont des caractéristiques similaires aux foyers de Bordeaux, Cité Judiciaire, à savoir un remplissage charbonneux contenant peu de mobilier métallurgique, et des traces très légères de rubéfaction. Il existe donc une similitude de fonction entre les structures de combustion de ces deux sites. A l'écart des foyers précédents se trouve une structure de combustion carrée, de taille imposante et excavée. Cette dernière, comblée par de très nombreuses scories et battitures est un foyer destiné à l'élaboration de pièces métalliques. L'absence de lien direct entre les foyers allongés et la structure carrée laisse un doute quant à leur lien dans les séquences de fabrication.

---

<sup>290</sup> Et cela semble être le cas pour les structures les plus allongées, dont la destination ne peut être que très spécifique.

Un cas similaire se retrouve sur le site de Bordeaux, Hôpital Saint-André (424), phase 1, séquence 1. Quatre foyers y sont documentés. Ces derniers sont tous quadrangulaires. Le foyer F6 est légèrement allongé (type 2212a), tandis que les autres sont longilignes (types 2410a, 2614a et 2624a). Ici le foyer d'élaboration est directement lié aux structures plus allongées identifiées à la cémentation. Les foyers allongés sont ici bien plus profonds que dans les autres cas observés. La raison de cette différence est difficilement perceptible.

Une séquence d'occupation postérieure du même site (phase 1, séquence 3) a livré deux nouvelles structures de combustion. Ces dernières ne sont que partiellement connues, mais l'une est sub-circulaire, tandis que l'autre est sub-quadrangulaire. Ces deux structures sont successives, le foyer F8 recoupant F9. Si les foyers antérieurs sont bien synchrones, cette phase marque une importante modification de la façon de travailler, plusieurs structures de combustion laissant place à une organisation où une seule est active.

Les sites à structures de combustion allongées se caractérisent par la présence de plusieurs de ces fosses, souvent associées à des foyers de forge plus « classiques ». Dans le cas de la Cité Judiciaire et de l'Hôpital Saint-André des reconstructions successives démontrent une perdurance de l'activité. Il s'agit donc certainement d'ateliers spécialisés dans un type de production spécifique. Le cas de la Cité Judiciaire démontre également que la production au sein d'un même site peut varier ponctuellement.

#### 2.6.1.4.2. Les sites avec un seul foyer : des comparaisons difficiles

Sur la façade atlantique, 35 sites n'ont livré qu'un foyer de forge. Cette configuration, la plus souvent décelée, correspond donc certainement à la norme. La majorité des sites n'ayant livré qu'un seul foyer de forge sont des sites de réduction ou des habitats ruraux, tandis que les sites urbains et les habitats ruraux privilégiés étaient généralement pourvus de plusieurs structures.

Aucun type prédominant ne peut être discerné parmi ces foyers. Ils sont de morphologies et de tailles variées. Ce sont, par exemple, des structures de type 1111a comme à Bayonvillers, Chemin d'Harbonnières, phases 3-4 (29) (La Tène D2) ou encore 2239a à

Coaña, Castro de Mohías (467) (site non daté). En l'absence d'études récurrentes sur le mobilier associé, il n'est pas possible de lier chacune de ces structures à un type de travail.

#### 2.6.1.4.3. Morphologie des foyers et chronologie, une évolution des structures de forge

Après avoir étudié les ensembles de foyers par sites, il est possible d'observer des phénomènes à plus grande échelle en se focalisant sur l'ensemble de la zone géographique. Au vu de la diversité des types de foyers identifiés, il convient sans doute de chercher des dénominateurs communs plus larges, par exemple regarder séparément les critères morphologiques pris pour la typologie ou des assemblages réduits de ces critères.

Le premier critère, le plus évident, est la forme. Il a déjà été montré que, malgré le faible nombre de structures de forge pour ces périodes sur la façade atlantique, les foyers sub-circulaires paraissent exclusifs jusqu'au I<sup>er</sup> s. a.C. Ces derniers se trouvent aussi bien en péninsule Ibérique qu'en Gironde ou en Bretagne. Le peu d'individus identifiés ne permet pas d'être catégorique, mais les foyers circulaires semblent présents sur toute la façade atlantique jusqu'au milieu du second âge du Fer. Ce phénomène semble se confirmer pour les périodes suivantes, où les foyers sub-circulaires suivent l'implantation générale des sites de forge. Ces structures disparaissent au sud de la Bretagne à La Tène D1, mais cela semble lié à une absence de découverte de foyers de forge dans cette région.

Les foyers quadrangulaires, eux, apparaissent sur la façade atlantique à partir de La Tène D1. A cette période ils ne se trouvent que sur trois sites : Châteaulin, Penn ar Roz, Ier a.C. – augustéen (286) et Paule, Saint-Eloy (250), en Bretagne et Creully, Le Clos de l'Épinette (111) en Normandie. Ces habitats ruraux sont les seuls à présenter des structures de forge quadrangulaires pour toute la période de La Tène<sup>291</sup>. Chacun est caractérisé, à cette période, par une forte segmentation de l'espace, passant, entre autres, par des fossés parfois palissadés, voire des remparts. Dans ces trois cas, la métallurgie a été identifiée dans des zones spécifiques des sites, dévolues parfois uniquement au travail du fer, parfois de façon plus générale aux activités productives.

Ces trois sites ayant livré des foyers de forge quadrangulaires, sont assez semblables dans leur rapport au travail du fer. Le développement d'une activité métallurgique séparée de

---

<sup>291</sup> D'autres ont été observés hors de la façade atlantique, par exemple à Tergniez, les Hauts Riez (Aisne) (Bauvais 2007, p. 150) ; à Lattes (Hérault) (Lebeauvin 1998, p. 89-90) ou encore à Chartres, le Petit Archevillier (Eure-et-Loir) (Delhoofs et Willerval 2014, p. 292).

la zone d'habitat et l'investissement pour la réalisation de structures parfois complexes démontrent une structuration du travail du fer au sein de ces sites. A partir de la période augustéenne, les foyers quadrangulaires se retrouvent dans des lieux plus divers, et en particulier en nombre important dans les contextes urbains, où il a déjà été démontré que ces structures étaient certainement liées à la réalisation de travaux spécifiques. Ces indices suggèrent que l'activité métallurgique des trois sites ruraux mentionnés était également spécifique, si ce n'est spécialisée. Ces habitats ruraux, pour certains de statut privilégiés, l'étaient également du point de vue du travail du fer.

Après la forme, la surface est un critère intéressant de comparaison des structures de combustion. L'utilisation de foyers de grandes dimensions peut traduire la nécessité de bénéficier de grands espaces de chauffe. Le premier constat est que les foyers les plus courants, de surface inférieure à 0,5 m<sup>2</sup>, se trouvent sur toute la façade atlantique. Ce sont donc certainement les structures qui servent aux activités de forge les plus courantes. A Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, phase 1c (435), le foyer de forge « F 52 », de type 1119a, correspond à un modèle fréquent de petits foyers circulaires. Les vestiges de travail du fer sur ce site démontrent à la fois le travail de petits objets (fibules), mais également de tôles et probablement de pièces plus imposantes<sup>292</sup>. Il est donc probable que sur ce site la taille du foyer soit en lien avec celle des objets fabriqués.

Les foyers de surface supérieure à 2 m<sup>2</sup> sont rares, seulement 15 individus, et apparaissent à La Tène finale. Ils ont la particularité de ne jamais avoir été observés en contexte urbain, seulement dans les habitats ruraux, et plus généralement sur les sites privilégiés. A ce titre, le site de Paule, Saint-Eloy (250) a livré la majorité de ces structures exceptionnelles. Les deux plus grandes, localisées à Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux, phase 5 (20) et à Chavigny-Bailleul, Les Trois Poiriers (66), sont d'interprétation difficile. En effet, leur très grande surface les rapproche plutôt d'espaces de production que de structures. Mais la présence de rubéfaction y atteste une activité de combustion.

Les premiers foyers laténiens sont caractérisés par une surface imposante et une forme sub-circulaire, même s'ils ne sont pas bien connus il faut supposer qu'ils servaient à diverses tâches. A partir de la fin de 200 a.C. apparaît, dans l'agglomération ouverte de Lacoste, un

---

<sup>292</sup> Berranger 2012.



foyer de taille plus réduite apparemment destiné à une utilisation spécifique. Par la suite, les tailles et les formes des structures de forge varient de plus en plus, attestant certainement d'une spécialisation de l'activité, ou du moins d'une spécialisation des structures de production. Les foyers de surfaces très importantes sont tous liés à des habitats ruraux, principalement privilégiés. Ces sites sont donc très certainement le siège d'une activité très spécialisée, probablement tournée vers la réalisation de grandes pièces.

#### 2.6.1.4.4. Foyers et contextes spécifiques

Il est maintenant intéressant de vérifier si certains types de foyers se retrouvent préférentiellement sur certains types de sites. Pour ce faire, la démarche la plus pertinente est de focaliser les observations sur les séries de structures de combustion les plus importantes.

Les petits foyers circulaires (type 111..) sont nombreux : 31 sur la façade atlantique (Annexe 2.1.). Ils présentent plusieurs variantes. La première, et la plus représentée, est celle des structures planes, généralement sur sole d'argile (type 1119a). Ils se trouvent majoritairement dans des habitats urbains, en particulier à Bordeaux, Cité Judiciaire, phase 2 (420) (milieu du I<sup>er</sup> s. p.C.), mais également sur l'habitat rural de Châteaulin, Penn ar Roz, Ier p.C. (287) ou encore au sein de l'habitat rural privilégié de Paule, Saint-Eloy (250), à La Tène finale. Ces foyers de type 1119a ne se trouvent que sur des sites où une importante production métallurgique a été mise en évidence. Les petits foyers circulaires presque plats (type 1111.) sont seulement deux et se trouvent sur un habitat urbain et d'un habitat rural. Ceux légèrement excavés (type 1112.) ont été trouvés au cours des fouilles d'un habitat rural privilégié et d'un *oppidum*. Hormis Bayonvillers, Chemin d'Harbonnières, phase 3-4 (29), les foyers de type 1111. ont été mis au jour sur des sites où divers indices démontrent la tenue d'une activité métallurgique spécifique (quantité importante de déchets, multiplication de structures de production, travail spécialisé).

Il est difficile de se prononcer pour les autres types de foyers car aucun dont l'intégralité de la morphologie est connue n'est représenté par plus de trois individus. Cependant, sans tenir compte de la profondeur, quelques groupes apparaissent : 2240a, 2410a, 2510a, 2610a, 2620a. Le premier de ces groupes correspond aux foyers de forge de Touffreville, Villa (130), tous datés de la période augusto-claudienne, et très similaires entre eux. Ils forment là un lot extrêmement homogène où la production de fer était assez

importante pour avoir conduit à l'établissement d'un espace de travail différencié du reste de l'habitat. Les autres types de foyers se retrouvent tous sur des sites urbains et presque exclusivement à Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420). Les particularités morphologiques de ces structures, déjà mises en évidence (2.6.1.4.1.3), en font des foyers exceptionnels, probablement utilisés pour des opérations très spécifiques qui, à l'heure actuelle sur la façade atlantique, n'ont été identifiées que dans des espaces urbains.

Il est également possible de se pencher sur certains critères isolés. En effet, il peut exister des lieux privilégiés pour la présence de foyers de forge de forme ou de surface spécifique. En observant la forme des foyers de forge, il apparaît que les structures sub-circulaires sont fréquentes dans tous les types d'occupations. Toutefois, les individus quadrangulaires, eux, se retrouvent très majoritairement sur les sites urbains ou les habitats ruraux privilégiés. Il est donc envisageable que ces structures servent à des travaux principalement effectués dans ces contextes spécifiques.

La surface des foyers est également un paramètre intéressant. Les structures de dimensions réduites, moins de 0,50 m<sup>2</sup>, se retrouvent sur tous les types de sites. Cela n'a rien d'étonnant vu que ces structures correspondent à plus de la moitié du corpus. Il en va de même avec les foyers de forge de surface inférieure à 1,50 m<sup>2</sup>, présents en quantités similaires entre habitats ruraux et urbains. Cependant, les foyers de surface supérieure à 1,50 m<sup>2</sup> ne se trouvent qu'en contexte rural, généralement dans des habitats privilégiés, mais parfois dans des habitats ruraux simples. Cela est certainement lié à l'existence d'activités spécifiquement effectuées sur ce type de sites, tout comme les opérations de cémentation d'objets longs s'effectuent préférentiellement dans les centres urbains.

L'observation de la répartition des foyers de forge en fonction de leur forme en plan met en avant que les foyers les plus ramassés se trouvant sur tous les types de sites, tandis que les plus allongés (catégorie 4 et plus) ne sont présents que sur quelques sites, tous urbains ou ruraux privilégiés. Cela renforce le sentiment que ces structures sont très spécifiques et servent à des opérations qui ne sont pas courantes.

Le ratio largeur/profondeur permet également d'établir une relation intéressante entre foyers plats et les habitats urbains et ruraux privilégiés (tableau). Ces structures ne se trouvent effectivement que sur ces sites, hormis Châteaulin, Penn ar Roz, identifié, pour La Tène

finale, à un habitat rural du fait de la présence d'un enclos, mais sur lequel la métallurgie a toujours été une activité de premier plan. De plus, sur ce site, comme à Paule ou encore à Bordeaux, Cité Judiciaire, les foyers plats semblent principalement servir de structures d'appoint utilisées en combinaison avec des foyers encaissés. Assez paradoxalement, les foyers de forge faiblement à extrêmement encaissés se trouvent sur les mêmes types de sites. Au contraire, il semblerait que dans les habitats ruraux simples, la majorité des structures de combustion étaient presque plates ou légèrement encaissées.

Enfin, le dernier critère, la présence de superstructure, est plus difficile à appréhender. En effet, ces architectures vont de la simple vestiges d'évents, comme à Saintes, Clinique Richelieu, phase 2 (405), à des éléments construits avec des parois en pierres dans le cas des foyers quadrangulaires de Châteaulin, Penn ar Roz (286-288), les deux sites étant occupés durant le I<sup>er</sup> s. p.C. Sur le site d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), la découverte de restes d'orifices de ventilation et de foyers sans aucun vestige de superstructure suppose que dans certains cas, la ventilation pouvait faire partie d'un système indépendant du foyer, probablement sous forme de bloc-tuyère.

Malgré tout, il existe de façon quasi systématique un moyen de délimitation de l'espace du foyer de forge. Ce dernier peut être une sole d'argile ou des parois, mais il s'agit également, et assez régulièrement, d'un creusement plus ou moins prononcé. Seules 12 des 184 structures de forge recensées ne présentent aucune trace de délimitation. Ces foyers se trouvent sur tous les types de sites et ne présentent pas de caractéristiques récurrentes autres que l'absence de délimitation. Il faut également souligner que les deux tiers de ces derniers, soit 8 individus, sont connus uniquement via des mentions sans description et qu'ils possèdent donc potentiellement une architecture, accentuant encore plus la rareté des individus non délimités.

Ces observations permettent de mettre en évidence que les foyers de forge les plus atypiques sont utilisés presque exclusivement dans les habitats urbains et les habitats ruraux privilégiés. Par leurs caractéristiques, ces structures sont très certainement à relier à des activités spécifiques (cémentation, travail de très grandes pièces de métal...) et donc à un savoir-faire particulier. Il faut donc en conclure que ces sites ont focalisé la production de pièces anormales et donc de main d'œuvre certainement très qualifiée. Les habitats ruraux, eux, voient l'utilisation de structures de chauffe marquées, non par une standardisation, mais

par une sorte de conformité à des règles tacites : les foyers y sont de dimensions raisonnables, inférieure à 1,50 m<sup>2</sup>, sont toujours légèrement encaissés, et préférentiellement de forme sub-circulaire.

Il ne faut toutefois pas oublier que ces données sont celles, très lacunaires, livrées par l'archéologie. Certaines structures de combustion ont pu adopter d'autres formes, et en particulier ne pas être directement posées au sol. Il n'en reste alors pas de vestiges et il faut se tourner vers d'autres sources pour les étudier.

#### **2.6.1.5. Des foyers imperceptibles : les structures hors sol**

L'iconographie<sup>293</sup> témoigne de l'existence de foyers de forge ne se trouvant pas excavés dans le sol, mais environ à hauteur de hanche du forgeron. Ces structures hors-sol sont principalement représentées sur des stèles funéraires d'époque romaine au sens large provenant de tout l'Empire. Seules trois des sculptures recensées montrent un foyer de forge, les autres montrant préférentiellement des forgerons au travail sur l'enclume.

La première stèle est celle du forgeron d'Aquilée, datée de la première moitié III<sup>ème</sup> s. p.C. (Figure 34.1). La partie gauche représente une personne autre que le forgeron (un apprenti ? un employé ? un esclave ?) abrité derrière un panneau, manipulant très certainement deux soufflets insufflant de l'air via une tuyère bifide. L'air est envoyé dans un foyer de forge quadrangulaire reposant sur un socle. La structure de combustion semble être fermée. Le foyer représenté est donc hors sol et clos, contrairement à ce qui a été observé sur les foyers atlantiques.

La stèle 2779 de Sens (Figure 34.2) représente une organisation tout à fait similaire. Un forgeron est également au travail sur son enclume tandis qu'une autre personne protégée derrière un panneau active deux soufflets insufflant de l'air dans ce qui semble être un foyer de forge quadrangulaire dont seule une très petite partie est conservée. Ici, vu l'état de la représentation, il est difficile de se prononcer sur l'endroit où est envoyé l'air ou l'existence de superstructure. A première vue, il semble que ce soit en surface du foyer, mais le délabrement de la stèle et le point de vue adopté pour la représentation ne permettent pas d'en être certain.

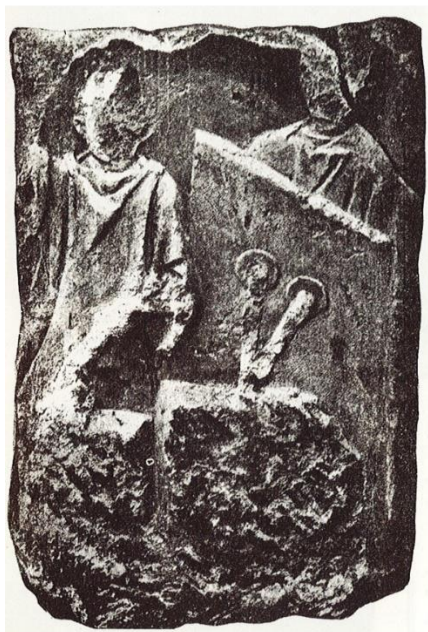
---

<sup>293</sup> Sur les possibilités d'interprétation des images, en en particulier leur part de symbolique voir Caruel 2016.

Enfin, la dernière représentation d'un foyer de forge se trouve sur l'autel de *L. Cornelius Atimetus*, daté du II<sup>ème</sup> s. p.C. (Figure 34.3). La représentation est moins claire car la structure de combustion est au second plan, derrière l'enclume. Elle est toutefois en hauteur, environ au même niveau que l'enclume. Il est cependant impossible de connaître mieux son architecture. En effet, le foyer semble être dans une coupole, comme s'il s'agissait d'un four, mais il est également possible que ce soit un creusement dû à la représentation des flammes.



1



2



3

Figure 34 : Exemples de foyers de forge figurés sur des stèles funéraires. 1 : Forge sur un bas-relief d'Aquilée, Brusin 1991, vol. 1, n° 737, p. 333-334 ; 2 : Stèle de forgeron, Sens, Espérandieu 1911, vol. IV, n° 2779 ; 3 : Un taillandier au travail, Rome, autel de L. Cornelius Atimetus, musée du Vatican, inv. 9277, Duvauchelle 2005, fig. 3, p. 15.

Dans ces quelques exemples légèrement tardifs, seuls des foyers de forge hors-sol sont représentés. Aucun n'est creusé, ou simplement posé sur le sol. De plus, leurs systèmes de ventilation sont complexes ; des observations archéologiques ont par ailleurs démontré leur existence à des périodes plus anciennes. Deux facteurs sont envisageables pour expliquer ces différences. Dans le premier cas, une évolution des foyers de forge est envisageable, avec un passage de structures au niveau du sol à des foyers hors-sol. Cela toutefois ne semble pas réellement satisfaisant car des structures au niveau du sol continuent à être utilisées fréquemment à ces périodes. Il pourrait alors s'agir d'une spécificité de travail de certains forgerons. Il faut en effet se rappeler que ces figurations sculptées ont été effectuées à la demande de personnes assez riches pour se faire édifier des stèles sculptées. Il s'agissait donc peut-être de forgerons (ou d'entrepreneurs dans la métallurgie) dont l'activité était tournée vers des productions à forte valeur ajoutée demandant des structures de production spécifiques. Il est même envisageable que ces représentations soient celles d'espaces où plusieurs métaux étaient travaillés pour la réalisation de pièces spécifiques.

Pour le IV<sup>ème</sup> s. p.C., il est possible qu'un foyer de forge hors-sol ait été mis en évidence sur le site de Rom, Petite Oulche (Deux-Sèvres)<sup>294</sup>. Il est matérialisé par la présence de battitures reconnues dans le sédiment d'un atelier grâce à une étude géophysique, et par l'existence de pierres non maçonnées au niveau de l'anomalie géophysique. Ces vestiges, très maigres, n'apportent pas d'information sur les dimensions de cette probable structure de combustion.

#### **2.6.1.6. Précisions sur l'architecture des foyers de forge**

L'approche architecturale des structures de combustion est difficile, comme dans le cas de toute structure archéologique. En effet l'érosion, aussi bien naturelle qu'anthropique, a eu raison des parties hautes des structures et a fait disparaître un grand nombre d'éléments. Il

---

<sup>294</sup> Dabas, *et al.* 2002, p. 143-149.

est toutefois possible de se pencher sur les indices restants afin de donner une idée générale de ce qu'étaient les foyers de forge.

L'argile est utilisée dans la confection de tous les foyers de forge recensés. Sur de nombreux sites, elle est simplement ajoutée sur le sol (travaillé ou non) afin de délimiter l'espace de combustion et d'augmenter les qualités thermiques de ce dernier. Les foyers simples sont les plus répandus, mais 18 d'entre eux montrent une mise en œuvre plus complexe. Ils possèdent un radier sur lequel est appliquée l'argile. Tous les foyers peuvent avoir un radier, que ce soit à la Protohistoire ou à la période romaine. Les matériaux composant ce dernier sont très courants et ne se distinguent pas, que le foyer soit artisanal ou, au contraire, culinaire : des roches et des tessons, parfois les deux ensemble. Le site de Châteaulin, Penn ar Roz (286-287) est une exception à cette règle, aussi bien à La Tène finale qu'à la période romaine. Il présente cinq foyers ne portant pas de traces d'argile. Ils sont constitués de plaquettes ou de dalles de schiste posées à plat et portant des traces de rubéfaction<sup>295</sup>. Deux de ces foyers sont plats tandis que les trois autres sont creusés dans le sol et possèdent des parois renforcées par d'autres plaquettes de schiste posées de chant. Ces foyers, très atypiques dans leur mode de construction, montrent, comme dans le cas des structures de combustion de Touffreville ou de Paule, une récurrence dans les modes de construction à l'échelle du site.

18 foyers ont également leurs limites renforcées, dans 12 cas par des pierres, dans 6 autres par de l'argile. Parmi les structures avec renfort en pierres, certaines ont simplement leur contour délimité par des blocs. C'est le cas des foyers F 521 de Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1 (1) (I<sup>er</sup> s. p.C.) ; F632 de Bordeaux, Grand Hôtel, phase 1a (423) (période augustéenne) ; du foyer de Quimper, Le Braden I (302) (La Tène finale) ; et du foyer de Coaña, Castro de Mohías (467) (non daté). Deux structures de combustion de Paule, Saint-Eloy, datées de La Tène finale, sont un peu plus complexes. Les foyers 4038 et 4041 sont tous les deux creusés très profondément (respectivement 1,4 et 0,8 m de profondeur) dans le comblement d'un fossé. Des pierres, disposées en plusieurs assises, ont été mises au jour au niveau des limites de ces structures. Ces deux foyers étant les plus profonds du corpus il est probable que ces pierres aient servi à empêcher les parois de s'effondrer et ainsi assurer la pérennité de l'ensemble. Pour le foyer d'Amurrio, Aloria (457) (fin du I<sup>er</sup> – II<sup>ème</sup> s. p.C.), les

---

<sup>295</sup> Nicolas (dir.) 2013, p. 82-104.

pierres dessinent le contour de la structure sur trois côtés et des dalles sont posées pour matérialiser le fond de cette dernière<sup>296</sup>. Ces blocs imposants jouent un double rôle. Ils délimitent de façon claire la structure et la rendent très solide.

Un autre groupe de structures, déjà mentionné, présente des caractéristiques similaires. Ce sont quatre foyers excavés (1140 ; 1615 ; 1647a et 1669) observé sur le site de Châteaulin, Penn ar Roz (286-287) pour une période allant de La Tène finale au I<sup>er</sup> s. p.C. Leur fond est constitué d'une ou plusieurs dalles de schiste et les parois sont renforcées par des plaquettes de schiste posées de chant. Ce type de structures de combustion ne se retrouve dans un contexte métallurgique que sur le site de Châteaulin, Penn ar Roz.

En l'état actuel des connaissances, il est possible qu'il s'agisse d'une création locale ayant une pérennité car ce type de structures se retrouve entre le I<sup>er</sup> s. a.C. et le I<sup>er</sup> s. p.C., lors de deux phases d'occupation bien différenciées du site. La présence de grandes plaquettes de schiste dans le comblement de ces structures peut laisser penser que les parois étaient originellement plus hautes que lors de leur découverte, formant une sorte de cheminée. Cette éventuelle cheminée peut être mise en relation avec le foyer 62 du site de Creully, Le Clos de l'Épinette, phase 3 (111), daté de La Tène finale, possédant lui aussi une élévation en pierre<sup>297</sup>. Malheureusement peu d'informations sont connues sur ce dernier et la présence d'une cheminée soulève plusieurs questions, en particulier sur l'accessibilité à la structure. En effet, la présence de parois relativement hautes pourrait gêner l'accès aux braises et donc le travail. Mais plusieurs remarques permettent de passer outre ce point. En premier lieu, la hauteur de ces éventuelles parois hors sol n'est pas connue. Si elles ne mesurent que quelques dizaines de centimètres de hauteur leur impact sur l'accès à la structure est faible, voire nul. De même, ces parois hautes ne se trouvaient peut-être pas sur tous les côtés du foyer. Un côté peut avoir été laissé ouvert pour faciliter l'accès et le travail dans le foyer. Dans ce cas, ces structures de combustion se rapprocheraient plus de fours que de foyers. Ceci est d'ailleurs observé sur les six autres foyers présentant des aménagements spéciaux.

Le foyer mis au jour sur le site, de Quimper, Le Braden I (302) (La Tène finale) est une structure circulaire délimitée par un amoncellement de pierres<sup>298</sup>. A l'est du foyer se

---

<sup>296</sup> Cepeda 2001, p. 56-57.

<sup>297</sup> Jahier (dir.) 2012, p. 61.

<sup>298</sup> Le Bihan 1984, p. 60.



trouve un bourrelet d'argile vitrifiée en forme de U dont la base est tournée vers l'intérieur de la structure de combustion. Il mesure 0,15 m de largeur et possède des parois de 0,20 m d'épaisseur. La vitrification indique qu'il s'agissait d'un point très chaud du foyer, probablement l'arrivée d'air. Il est donc très probable que ce bourrelet d'argile ait été créé afin de protéger le système de ventilation. Parfois la protection du système de ventilation est directement intégrée à l'architecture du foyer comme c'est le cas sur le site de Livarot, Boulevard South Molton (120) aux I<sup>er</sup> – II<sup>ème</sup> s. p.C. La structure ST 204 est un foyer de forge en forme de fer à cheval dont des parois en argile étaient conservées. Ce foyer n'étant pas creusé dans le sol, les parois d'argile servaient à délimiter la zone de chauffe, mais également de protection pour le système de ventilation dont des vestiges de l'implantation ont été mis au jour à l'ouest (Figure 36). Un second foyer, ST 202, très mal conservé, semble avoir eu exactement les mêmes caractéristiques morphologiques que ST 204.

Des parois d'argile relativement hautes peuvent également être restituées pour trois autres foyers de forge. Sur le site de Rennes, Place Hoche, phases 3-4 (208) (fin I<sup>er</sup> - II<sup>ème</sup> s.p.C.), le foyer 2258 a pour particularité de présenter des trous de piquets en périphérie, sur environ la moitié de son périmètre. Vu leur implantation très proche de la structure de combustion, il est très probable que ces creusements aient servi à maintenir une superstructure. Cette dernière pouvait être totalement en argile ou posée sur un clayonnage. Elle était très certainement destinée à protéger ce qui se trouvait derrière de la chaleur, donc probablement un système de ventilation et la personne actionnant ce dernier.

Les mêmes aménagements se retrouvent autour du four 39 de Chavigny-Bailleul, Les Trois Poiriers (66), daté entre le I<sup>er</sup> s. a.C. et le I<sup>er</sup> s. p.C. Ici les trous de piquet forment un quadrilatère enserrant la moitié ouest du foyer<sup>299</sup>. Chaque extrémité de cette rangée de piquets se termine par des poteaux plus imposants, démontrant qu'au moins une partie de cette structure était massive. Il est également possible que ces poteaux aient servi de d'appui à une couverture destinée à protéger le foyer. Enfin, le dernier foyer est plus difficile à interpréter.

Le foyer 150 de Vannes, Ecole Germaine de Staël (348), daté de la période julio-claudienne, était comblé par des fragments d'argile portant des traces de bois<sup>300</sup>. Cela fait penser aux observations effectuées sur les deux sites précédents : des parois structurées autour

---

<sup>299</sup> Lepert et Paez-Rezende 2002, p. 92.

<sup>300</sup> Provost 1988, p.14.

de piquets en bois. Mais ces fragments pourraient également ne pas être liés au foyer et simplement provenir de l'effondrement de murs en torchis. Le fait que le foyer et ses alentours immédiats n'aient pas été fouillés ne permet pas de trancher sur la question par la mise en relation de ces fragments avec des trous de piquets autour du foyer par exemple.

L'architecture des foyers de forge n'est donc que partiellement connue, mais certains traits récurrents sont remarqués :

- La totalité des foyers, ou peu s'en faut, utilisent de l'argile dans leur construction. Cette dernière peut se trouver aussi bien au niveau de la sole que pour bâtir les parois.
- Beaucoup de foyers sont très simples, formés seulement d'une plaque d'argile, parfois posée sur un radier, parfois recouvrant un creusement.
- Malgré l'absence de superstructures conservées, de nombreux foyers possèdent une forme de délimitation. Il peut s'agir des faibles indices encore en élévation comme à Livarot, ou des négatifs comme à Rennes, mais aussi de creusements formant une délimitation précise de l'espace de combustion.
- Tous les foyers se trouvent au niveau du sol aucun ; n'est rehaussé, la tendance est même plutôt au creusement des structures de combustion. Cela tient peut-être en partie aux méthodes de fouille qui facilitent l'identification de structures en creux. Cependant aucun indice de structures en hauteur (base d'implantation, piquets porteurs) n'a été repéré dans les ateliers de forge.

#### **2.6.1.7. La question de la ventilation**

Parmi les foyers du corpus 36 (19 %) ont livré des indices attestant de l'utilisation d'un système de ventilation. Cette faible proportion est surprenante en prenant en compte que les températures atteintes dans ces structures doivent être élevées pour certains travaux, et nécessitent théoriquement l'utilisation de ventilation forcée pour être atteintes. Comme dans la majorité des cas, ce sont des fragments de parois ou de protection en argile vitrifiée qui sont les seuls indices de l'utilisation de ventilation, il est possible que ces éléments n'aient pas été mis au jour lors de la fouille, n'aient pas été identifiés en post-fouille (la plupart des sites du corpus n'ont pas fait l'objet d'une étude spécialisée en paléoméallurgie) ou encore que ces éléments aient été trop détruits pour être identifiables. Toutefois, les vestiges restants sont

porteurs d'informations. Au total, 89 indices de systèmes de ventilation ont été mis au jour sur 19 sites différents. Il s'agit, dans 75 de ces cas, de restes parfois ténus d'orifices de ventilation. Les autres sont des traces de rubéfaction asymétriques dans les foyers de forge permettant de restituer à la fois l'emplacement de la soufflerie, mais également d'estimer son orientation.

#### 2.6.1.7.1. Les événements de forge, des différences de taille !

Les informations les plus certaines sont portées par les fragments d'événements. Un très grand nombre de ceux-ci (45 individus) proviennent de la phase augusto-tibérienne du site de Saintes, Clinique Richelieu, phase 2 (405) pour laquelle aucune structure de combustion n'a pu être identifiée. Les fragments de parois et autres déchets métallurgiques du site proviennent presque exclusivement d'un contexte détritique<sup>301</sup>. Cette configuration démontre l'importance des déchets de parois, qui sont porteurs d'indications sur des structures pas nécessairement conservées en place au moment de la fouille. Les mesures des diamètres des événements ont été effectuées sur les 67 fragments à partir de dessins de restitution de leur ouverture complète. Ces mesures sont très variables, comprises entre 7 et 100 mm. La moyenne des diamètres est de

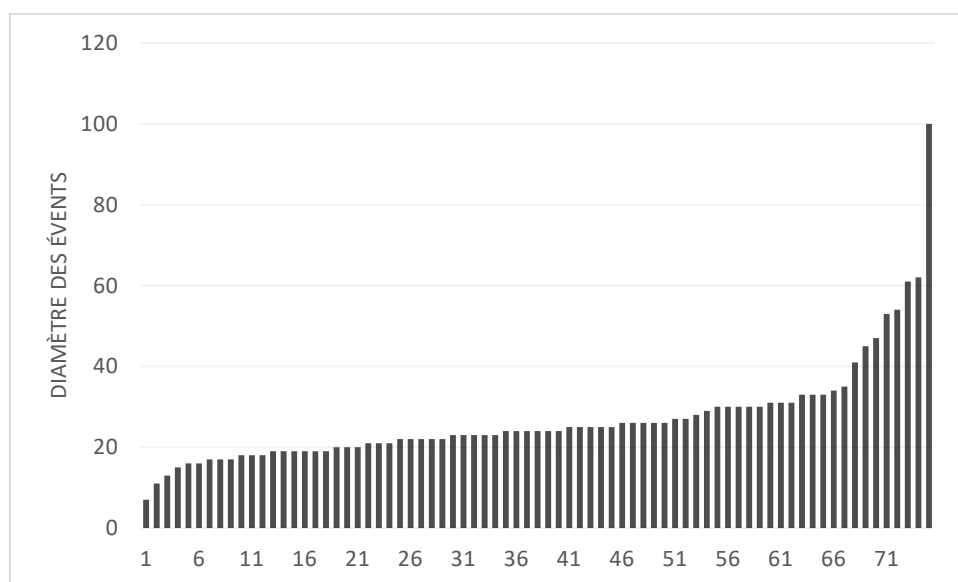


Figure 35 : Diamètres des événements de foyer de forge connus sur la façade atlantique.

<sup>301</sup> Saint-Didier 2008, p. 116.

27,5 mm. Le classement des événements par diamètre (Figure 35), démontre que la majorité des individus se trouve dans l'intervalle compris entre 15 et 35 mm, cohérent avec la moyenne ainsi qu'avec les observations menées sur d'autres sites depuis de nombreuses années<sup>302</sup>. Quelques valeurs sont néanmoins largement hors de ce regroupement. L'individu avec la plus petite ouverture mesurée vient du site de Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase 2, états 1 et 2 (422) (premier tiers du I<sup>er</sup> s. p.C. Il mesure seulement 7 mm de diamètre et ne peut être mis en relation directe avec aucun foyer. La présence de vitrification en surface démontre qu'il a subi une chauffe très importante, mais il n'est pas certain qu'il soit lié à la métallurgie du fer. S'il a été utilisé avec un foyer de forge, cela démontrerait l'existence de souffleries très étroites, qui cependant semblent avoir été peu répandues. Parmi les huit éléments de diamètre supérieur à 35 mm, sept proviennent du site de Saintes, Clinique Richelieu. Ils permettent de constater l'utilisation d'ouvertures d'un diamètre imposant, allant jusqu'au double du « standard » sur ce site. Enfin, l'événement de diamètre le plus imposant provient du site de Paule, Saint-Eloy (250), daté entre La Tène finale et le I<sup>er</sup> s. p.C. Il mesure 100 mm de diamètre, dimensions très imposantes, souvent rapprochées de celles des événements de bas fourneaux<sup>303</sup>. C'est le seul événement du corpus retrouvé en place, sur la paroi est du foyer 3381, attestant bien son utilisation dans le cadre d'une activité de forge. Cet événement est associé à une autre perforation de la paroi interprétée comme un vestige de fixation du système de ventilation. Il est donc indéniable que certaines structures de forge, probablement parmi les plus imposantes, étaient utilisées avec un système de ventilation à embout large. Il faut alors supposer que ces embouts reflètent au moins partiellement la capacité du système de ventilation. Un grand soufflet permettrait donc d'insuffler de grands volumes d'air et donc de faciliter la chauffe dans une structure imposante.

#### 2.6.1.7.2. La question de la double ventilation

Sur le site de Paule, Saint-Eloy (250) (La Tène finale - I<sup>er</sup> s. p.C.) un second orifice, associé à l'événement, est interprété comme servant à la fixation du système de ventilation. Plusieurs autres sites de la façade atlantique ont livré des arrivées d'air à deux perforations, par exemple Saintes, Clinique Richelieu, phase 2 (405) (période augusto-tibérienne) ; Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430) (première moitié du I<sup>er</sup> s. a.C. - I<sup>er</sup> s. p.C.) et Orval, Les Pleines, phase 1 (136) (La Tène ancienne). Chacun de ces sites a fait l'objet d'une étude

---

<sup>302</sup> Serneels *et al.* 2004, p. 88.

<sup>303</sup> Leroy et Merluzzo 2004, p. 64.

métallurgique spécifique et les identifications de ces éléments sont très fiables<sup>304</sup>. La présence de deux ouvertures côte à côte est donc peu fréquente, mais réelle. La question de la fonction de ces deux orifices doit donc être posée. La possibilité d'un système de fixation a déjà été évoquée, mais il est également possible que ces deux perforations correspondent à deux événements distincts. Quels critères pourraient permettre cette identification ? Quelle serait la fonction de ces deux événements là où généralement un seul suffit...ou en tout cas est retrouvé ?

Deux indices peuvent être mis en avant pour l'identification de deux arrivées d'air. Le premier, probablement le moins pertinent, est celui de la taille. Si ces perforations sont des événements, leurs diamètres doivent être similaires à ceux des autres événements. Or, il vient d'être montré que le diamètre des orifices de ventilation est très variable. L'indication « entre 7 et 100 mm » pourrait être suffisante, mais un taux de variabilité aussi élevé n'est pas pertinent.

Il faut donc se fier à un autre critère : la chauffe subie par l'argile au niveau des événements. Il a été remarqué de longue date que les événements étaient les endroits du foyer où la chauffe est la plus marquée<sup>305</sup>. Généralement, les indices de chauffe de forte intensité sont plus visibles au niveau de l'événement et directement sous lui. Donc, théoriquement, dans le cas de deux orifices de ventilation, les traces de chauffe seraient les mêmes au niveau des deux ouvertures, tandis que si un de ces orifices est lié à un système de fixation, l'argile à son niveau aura un peu moins souffert de la chaleur qu'à l'aplomb de l'arrivée d'air.

Sur le site d'Orval, Les Pleines, phase 2 (137), les deux ouvertures font la même dimension, environ 22 mm, mais sont trop rapprochées pour qu'il y ait une différence de chauffe à leur niveau. Pour ce site il est donc impossible de connaître l'utilité de la seconde perforation. A Saintes, Clinique Richelieu, phase 2 les ouvertures sont comprises entre 16 et 30 mm. Les deux couples observés font respectivement 16 et 19 mm et 19 et 30 mm de diamètre. Ici les ouvertures ne sont donc pas strictement identiques au sein d'une même paire, comme dans le cas de Paule, Saint-Symphorien. Malheureusement, la chauffe sur ces parois n'est pas vérifiable dans le rapport de fouille où seuls des dessins sont présents. Enfin, à Isle-Saint-Georges, Dorgès, les deux ouvertures sont de même diamètre (26 mm). L'altération de la paroi est homogène, indiquant ainsi une chauffe de même intensité au niveau des deux orifices. Dans ce cas, il est probable que les deux ouvertures aient été utilisées pour insuffler

---

<sup>304</sup> Saintes : Saint-Didier 2008 ; Isle-Saint-Georges : Valette 2014 ; Orval : Zaour *in* Lepaumier et Giazzon 2007.

<sup>305</sup> Serneels *et al.* 2004, p. 88.

de l'air dans le foyer de forge. Il est donc délicat d'affirmer que certains foyers avaient une ventilation double mais cette éventualité ne peut être écartée. Il en va de même pour la présence d'un système de fixation du soufflet à la paroi du foyer.

Les éventuels événements doubles ne se retrouvent que sur un nombre très limité de sites. De plus, sur chacun de ces sites ont été mis au jour d'autres vestiges de systèmes de ventilation, ceux-là simples. L'utilisation d'arrivées d'air doubles semble donc correspondre à une utilisation spécifique sur ces sites, au sein d'autres pratiques, elles identifiées dans de nombreux autres cas et qui pourraient être qualifiées de « standard ». Cette distinction atteste d'une utilité spécifique de la ventilation double.

La présence de deux événements permet de supposer l'utilisation de deux soufflets. Il est alors probable qu'ils soient utilisés en alternance afin de créer un flux d'air continu dans le foyer, ce peut servir à maintenir une température constante ou à élever la température à l'intérieur du foyer de forge. Cela pose donc la question d'un lien avec les activités à haute température. Les sites de Paule, Saint Eloy et Isle-Saint-Georges, Dorgès ont livré des vestiges attestant cette pratique<sup>306</sup>. A Saintes, Clinique Richelieu et Orval, Les Pleines, les études effectuées, uniquement macroscopiques, n'ont en revanche pas permis de mettre en évidence des indices équivalents. Toutefois, tous les lieux où les travaux à haute température ont été identifiés n'ont pas livré de restes d'événements doubles (Bordeaux, Rue du Hâ (412-413) ou Lamballe, ZAC de la Tourelle (237-238)). Le lien entre événements doubles et travail à haute température, s'il existe, n'est donc pas systématique.

Il est également possible que ces doubles orifices soient à mettre en relation avec un système de fixation de la soufflerie au foyer. Malheureusement, peu de sites fournissent des indices permettant de restituer l'intégralité de la soufflerie et donc de valider cette hypothèse. Seuls deux ateliers ont livré des vestiges de fixation du système de ventilation, non pas au foyer, mais au sol : Amurrio, Aloria (457) et Livarot, Boulevard South Molton (120), tous deux d'époque romaine. Les vestiges de Livarot sont les plus clairs en ce sens. Deux trous de piquet ont été reconnus à 0,20 m de la paroi est du foyer ST 204 (Figure 36.1). L'axe passant entre ces deux trous de piquet est dans l'alignement de la rubéfaction reconnue dans le foyer. Ces trous de piquet étaient donc liés à la ventilation du foyer, très certainement pour maintenir

---

<sup>306</sup> Par exemple le culot 2014-1 (Valette 2016, p. 46).

le ou les soufflets. La taille de ces trous de piquet permet également de se rendre compte que le système de ventilation était probablement assez léger. Le second cas, celui d'Amurrio, Aloria, est un peu plus délicat. En effet, ici, le foyer est très bien marqué, construit avec une sole et des parois en pierre sur trois de ses côtés (Figure 36.2). Face au côté ouvert de la structure de combustion, éloignées d'environ 0,50 m de cette dernière, se trouvent deux pierres fichées de chant dans le sol. Elles sont séparées d'un mètre l'une de l'autre. Il est possible que ces pierres aient servi de point de fixation à une structure en bois qui viendrait se poser dessus. Toutefois, des pierres de chant ont été mises au jour dans d'autres ateliers de forge et elles étaient liées à une couronne de battitures, indiquant qu'elles servaient de point de fixation à une enclume et non un soufflet. Dans le cas du foyer d'Amurio, Aloria, il est impossible de se prononcer clairement en faveur de l'une ou de l'autre des hypothèses.

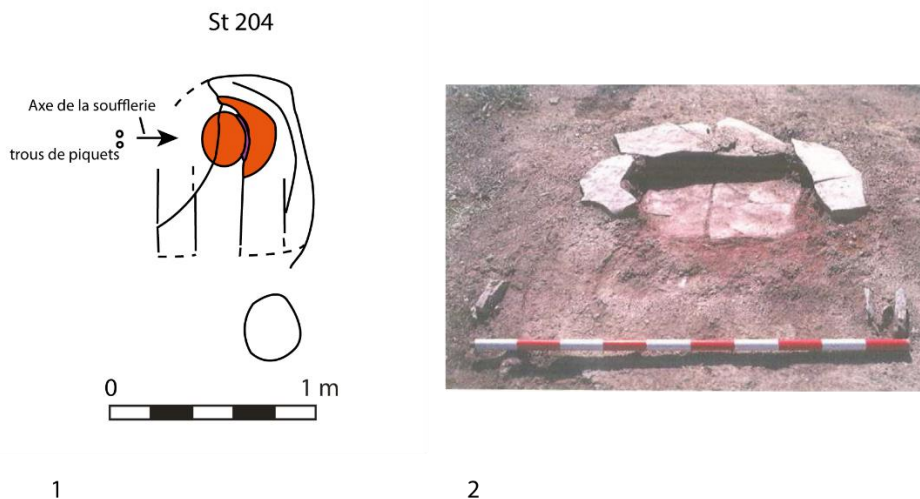


Figure 36 : Deux foyers avec de probables vestiges de fixation de systèmes de ventilation de types différents. 1 : Livarot, Boulevard South Molton ; 2 : Amurrio, Aloria.

### 2.6.1.7.3. Les vestiges de ventilation, des témoins de la présence d'une superstructure

La ventilation donne également des indices sur l'architecture des foyers. En effet tous les vestiges d'évent sont des fragments d'argile rubéfiée. Cela documente la présence d'argile autour des foyers. Toutefois, le mauvais état de conservation des fragments mis au jour ne permet pas de savoir si ce sont des perforations de la paroi du foyer ou des blocs-tuyères mobiles dont la position est modifiable au gré du travail. Les seuls systèmes de ventilation dont il reste des vestiges en place sont fixes. Il s'agit des de Paule, Saint-Symphorien (244 à 249) (La Tène finale) et Livarot, Boulevard South Molton (120) (I<sup>er</sup> - II<sup>ème</sup> s.p.C.). Il ne faut

pas pour autant négliger la possible existence d'éléments de ventilation mobile. En effet, les cas avérés de ventilation fixe ne représentent que deux cas sur les 183 du corpus. Pour les autres foyers, il est impossible de réellement se prononcer. Quelques indices comme la présence d'une rubéfaction non homogène sur plusieurs foyers laissent penser que la chaleur se concentrait toujours dans la même partie du foyer et donc que la ventilation se faisait au même endroit. Mais dans ces cas, et malgré la conservation des sols de forge sur un certain nombre de sites, aucun vestige d'un ancrage dans le sol n'a été observé autour des foyers. Cela laisse entrevoir la possibilité de systèmes de ventilation légers et théoriquement mobiles utilisés de manière statique.

Les blocs-tuyères sont, eux, des éléments mobiles insérés dans une superstructure ou bien seulement des blocs d'argile perforés servant à protéger le soufflet. Leur mise en évidence est délicate car ces objets ne sont que partiellement durcis par la chauffe du foyer et ne se conservent donc que partiellement. Quelques éléments appartenant possiblement à des blocs-tuyères ont été mis au jour sur la façade atlantique de la France. Ils ressemblent à des fragments de parois perforés mais ont pour particularité de présenter un côté marqué par un retour vers l'extérieur du foyer. La présence de cet élément est impossible dans le cas d'une paroi droite. Il faut alors envisager qu'il s'agisse d'éléments indépendant posés sur la sole du foyer ou sur une paroi aménagée. Ainsi sur le site de Bordeaux, cours du Chapeau Rouge, phase 1 (421), dans la cour de la maison 6, des éléments ayant ces caractéristiques permettent de supposer l'utilisation de bloc-tuyère sur le site<sup>307</sup>. Les blocs-tuyères sont généralement considérés comme des éléments facilement fabricables et donc aisément remplaçables. Cependant, celui mis au jour à Bordeaux porte des traces de réfection indiquant non seulement le soin porté à ces objets, mais également que leur durée de vie est peut-être assez longue.

#### **2.6.1.8. Conclusions sur les foyers de forge**

L'étude des foyers de forge, malgré les variations de forme et de morphologie constatées sur ces structures, permet de proposer quelques grands traits caractéristiques observés sur la façade atlantique.

- D'un point de vue chronologique, les foyers de forge sont très rares avant 200 a.C. Leur nombre augmente progressivement par la suite avant de devenir extrêmement

---

<sup>307</sup> Dunikowski et Coustures 2006, p. 19.



important dès la période augustéenne. En cela, il est probable qu'un phénomène de changement d'organisation du travail (voire d'ordre socio-économique) soit à l'origine de cette multiplication des structures de combustion.

- Une part importante des foyers de forge se trouve dans des habitats urbains. Cela suppose qu'il s'agissait d'espaces privilégiés pour l'activité métallurgique, particulièrement à partir de la conquête romaine, période à laquelle le nombre de structures de forge augmente très fortement, principalement dans ces contextes.
- Les foyers de forge ont des morphologies variées, aucun modèle particulier ne semble dominer. Toutefois, des foyers différents se retrouvent dans les mêmes ateliers. Il est donc vraisemblable que la forme de ces structures soit liée à leur fonction et que, dans le cas de la présence de plusieurs foyers, chacun soit dédié à une ou plusieurs activités précises. C'est en particulier le cas des foyers allongés, typologiquement bien isolés du reste des structures de combustion et servant probablement à la cémentation d'objets longs (roues de char ?).
- Les structures les plus imposantes ont été mises au jour dans des habitats ruraux privilégiés, mettant en avant la relation étroite que ces derniers peuvent entretenir avec l'artisanat du métal, et en particulier du fer. Leurs dimensions font penser qu'elles sont destinées à des activités spécifiques, probablement la mise en forme d'objets imposants.
- Les représentations de foyers sur les stèles funéraires correspondent toutes à des structures en hauteur, non documentées par l'archéologie. Cela démontre que le registre archéologique ne permet de recenser qu'une partie (malheureusement non quantifiable) des structures de forge ayant effectivement existé.
- Les foyers de forge n'ont pas tous livré des vestiges de ventilation, mais ceux qui ont été découverts sont tous similaires : ils présentent des perforations dans une partie en élévation de la structure<sup>308</sup>.

### 2.6.2. Les outils

Outre les foyers de forge, les forgerons utilisaient de nombreux outils. Ces derniers sont parfois emblématiques (enclume, marteau, pinces), mais la majorité sont peu connus :

---

<sup>308</sup> Hors de la façade atlantique, quelques foyers présentent une ventilation atypique. En particulier la structure « FF 498 » à Bibracte, Porte du Rebout, atelier de forge, état 2, pour laquelle un système de ventilation par le dessous a bien été identifié (Duval et Lacoste 2014, p. 245).

poinçons, tranches, tranchets, ciseaux, polissoirs, etc. Les outils du forgeron sont donc très divers, tant par leurs formes, leurs masses, leurs matériaux ou encore leurs utilisations. En premier lieu seront étudiés, les outils « fixes » que sont les enclumes, puis, dans un second temps, aux outils mobiles.

### **2.6.2.1. De pierre et de fer, les enclumes de forgeron**

Les enclumes, outils de frappe passifs, sont indispensables à la fabrication d'objets en fer. Sur la façade atlantique, 39 enclumes ont été recensées sur 18 sites. Le premier constat, évident, est la rareté de la découverte de ces objets : une seule enclume est identifiée pour dix sites où la forge est avérée<sup>309</sup>. De plus, ici, les chiffres sont augmentés par la prise en compte des seuls indices de localisation de ces objets. Cela n'apporte pas d'informations morphologiques, mais des données spatiales extrêmement intéressantes. Les individus retrouvés physiquement sont au nombre de 20, répartis sur 10 sites, soit la moitié des enclumes dont il sera question ici. La majorité a été mise au jour sur des sites où l'activité métallurgique était bien identifiée et où des intervenants spécialisés ont participé à la fouille et à la post-fouille. Seul le sanctuaire, daté de La Tène D2, à Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette (39), n'est pas un site de production d'objets en fer. Ces enclumes ont été mises au jour dans des niveaux datés d'une phase pendant laquelle le site acquiert un nouveau statut. Il passe de trophée à lieu d'offrande. En plus des enclumes, des outils de forgeron et des demi-produits de fer y ont été identifiés, démontrant une certaine importance de la métallurgie dans les pratiques votives.

#### **2.6.2.1.1. Une forte variabilité morphologique**

Les enclumes sont des outils de forme et de tailles très diverses et peuvent être en pierre ou en fer<sup>310</sup>. Dans le corpus, les individus les plus courants sont en fer, 14 enclumes sont faites de ce matériau, tandis que seulement cinq sont en pierre. Sur deux sites, plusieurs enclumes en fer ont été mises au jour. Le premier est Ribemont-sur-Ancre, Le Champ

---

<sup>309</sup> Le bilan est tout de même meilleur qu'au milieu des années 1990 où seulement une dizaine d'enclumes (en fer) étaient connues pour toute la France (Rebière *et al.* 1995, p. 501).

<sup>310</sup> Duvauchelle 2005, p. 17-20.

Crezette, où cinq enclumes ont été retrouvées, du fait de la pratique de dépôt de mobilier métallique, et en particulier ferreux<sup>311</sup>.

Le site où le travail du fer est attesté et ayant livré le plus d'enclumes est Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433-437), daté de la fin de La Tène moyenne. Sept enclumes en fer y ont été identifiées, dont cinq provenant des nombreuses prospections effectuées sur le site avant sa fouille, les deux derniers ayant été mis au jour lors de la fouille préventive menée entre 2007 et 2008 par Chr. Sireix. Les deux enclumes mises au jour lors de la fouille présentent à la fois des similitudes et des différences notables. L'objet Tas 2-12-0-2 est un élément quadrangulaire dont le pied mesure 40 mm de longueur, tandis que la tête (plane) est de forme presque rectangulaire et mesure 10 x 2 mm dans ses plus grandes dimensions (Figure 37.2). Si cet objet ressemble à un clou, la forme pyramidale de la tête permet de supposer que c'est une petite enclume. Il a été prouvé qu'une partie de l'activité métallurgique du site était vraisemblablement tournée vers la fabrication de fibules<sup>312</sup>. Il est donc probable que cette très petite enclume ait été utilisée pour effectuer les travaux précis requis pour la mise en forme de tels objets. L'objet Tas 13-9-0-2 (Figure 37.3) est un élément conique dont le pied mesure 60 mm de longueur, tandis que la tête (plane, espace de frappe) est de forme presque circulaire et mesure 12 x 10 mm dans ses plus grandes dimensions. Ses dimensions sont comparables au précédent et il a probablement servi au cours d'activités similaires de mise en forme de petits objets. Seule sa section circulaire permet de le différencier du précédent. Les cinq autres, mises au jour lors des prospections, sont également des individus dont la table est de dimensions réduites. Elles sont également composées d'une table et d'un pied destiné à maintenir l'enclume fixe, probablement en plantant celle-ci dans un billot de bois<sup>313</sup>.

Un tas en fer mis au jour sur le site d'Urville-Nacqueville, La Batterie Basse (142), daté entre 250 et 100 a.C., mesure 80 mm de longueur pour un diamètre de 25 mm. Il s'agit donc d'un outil similaire au tas 13-9-0-2 de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, démontrant ainsi l'utilisation d'outils semblables sur des sites éloignés. Cependant, contrairement aux découvertes de Lacoste, à La Batterie Basse il s'agit du seul objet ayant un lien possible avec la métallurgie du fer. Aucun outil ou déchet n'y a été identifié. S'il est possible que ce tas ait

---

<sup>311</sup> Brunaux (éd.) 1999, p. 209-210.

<sup>312</sup> Sireix (dir.) 2012, p. 372.

<sup>313</sup> Derion 2006, p. 50.

servi à la mise en forme d'objets en fer, il ne faut pas non plus exclure une utilisation dans le cadre du travail d'autres matériaux dont le cuir.

Enfin, à Brebières, Les Béliers (14), un tas en fer massif a été découvert dans un contexte daté de La Tène C-D. Il est de forme tronc-pyramidale. Sa table mesure 112 x 100 mm pour une hauteur de 167 mm. Ce tas de fer a une base plane qui devait être simplement posée et non fichée dans un billot de bois. Son contexte de découverte n'est toutefois pas révélateur de son utilisation. En effet, il a été mis au jour dans le dépôt de fondation d'un enclos à vocation rituelle. Il est possible qu'ici il représente plutôt une quantité de matière en offrande qu'un outil en activité. Comme à Ribemont-sur-Ancre, il existe un lien fort entre l'artisanat et le sacré, mais il est impossible de proposer une interprétation plus avancée de la présence de cet objet dans le dépôt, ni même de préciser à quels travaux il était originellement destiné.

Les enclumes en fer découvertes par l'archéologie sont donc principalement à tige et destinées à être plantées sur une autre surface (billot ou établi). Les exemplaires conservés sont de faibles dimensions, peut-être à cause de la quantité de métal nécessaire à la fabrication d'une enclume massive comme celle de Brebières, Les Béliers. En effet, sur les sites où les plus imposantes enclumes en fer ont été mises au jour, ces dernières se trouvaient en contexte rituel, dans des dépôts. Au contraire, les petits individus ont été découverts sur un site où le travail du fer était attesté par d'autres vestiges. Il est donc possible qu'un soin plus important ait été apporté aux individus de grande taille qui étaient probablement emportés lors de l'abandon d'un site, tandis que les plus petits, ne comportant parfois pas plus de métal qu'un grand clou pouvaient être plus facilement abandonnés.

Il est possible d'effectuer quelques comparaisons entre le corpus et les six enclumes en fer mises au jour sur le site romain d'Avenches (Suisse)<sup>314</sup>. Tout comme sur la façade atlantique, ces enclumes en fer sont de dimensions réduites (120 mm de longueur pour la plus grande) et destinées à être plantées dans un support comme l'indique leur pied terminé par une pointe. Seul un tas dont la base est élargie devait être posé directement sur le sol. Les surfaces de frappe de ces objets sont réduites, comprises entre 20 et 120 mm. Ces enclumes

---

<sup>314</sup> Duvauchelle 2005, p. 17-20.

n'étaient donc pas destinées à la fabrication de grands objets. Les plus petites servaient probablement dans le cadre d'une activité d'orfèvre.

Les enclumes en pierres sont moins nombreuses que celles en métal, mais tout aussi révélatrices. Au total, six enclumes en pierre ont été recensées sur quatre sites différents de la façade atlantique. Les éléments les plus marquants proviennent du site de Paule, Saint-Symphorien, Phase 5 (248), pour la période de La Tène finale. L'enclume 1 est un bloc de surface triangulaire et de section quadrangulaire mesurant 370 x 210 x 110 m (Figure 37.1). Elle a été découverte à un mètre du mur ouest, calée par les fragments de trois autres enclumes et une enclume entière. L'enclume 2 servait de calage à l'enclume 1 et était elle aussi en pierre. Les trois autres fragments documentent l'utilisation d'au moins une autre enclume sur le site. Malgré leurs positions respectives, il est difficile de savoir si toutes ces enclumes ont été utilisées strictement les unes après les autres ou si elles ont eu des phases d'utilisation communes. Mais il est intéressant de noter qu'un individu entier sert de calage, tout comme les individus fragmentés. Les raisons de cette mise au rebut ne sont pas claires. Il ne semble pas s'agir d'un changement de matériau de la surface de frappe puisque qu'elle sert à caler l'enclume 1, elle-même en pierre. Toutefois un négatif de billot d'enclume se trouve juste à côté et pourrait avoir servi à maintenir une enclume en métal contemporaine de l'enclume 1 remplaçant l'enclume 2.

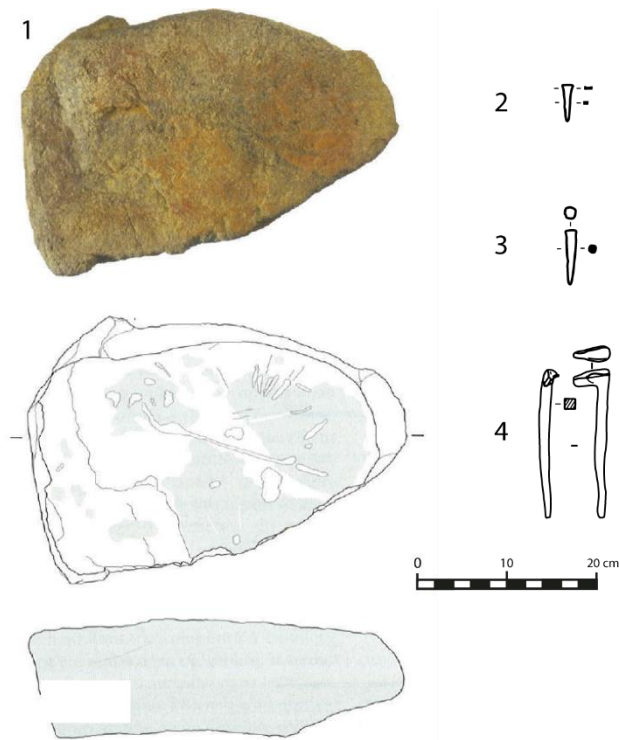


Figure 37 : Exemples d'enclumes en pierre et en fer. 1 : Paule, Saint-Symphorien, phase 5, enclume 1 (Menez et al. 2007, fig. 12, p. 231, modifié) ; 2 : tas 2-12-0-2 de La Tène C2b, zone II (d'après Nillesse 2012, fig. 31, p. 131) (modifié) ; 3 : tas de fer 13-9-0-2 daté de La Tène C1b, zone III (d'après Nillesse 2012, fig. 37, p. 137 modifié) ; 4 : Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, enclume 372 (Derion 2006, modifié)

Le site de Paimpont, Moustache 1 (196), daté de La Tène moyenne, possède, lui aussi, une enclume en grès (enclume S2), découverte fichée dans le sol à proximité d'un bas fourneau. Elle mesure environ 100 mm de côté et est donc plus petite que celle de Paule. Ici, le contexte de découverte (un atelier de réduction) et la mise au jour, autour de l'enclume, d'un niveau charbonneux contenant de nombreux fragments de scorie magnétiques, permettent de supposer que l'enclume S2 servait au dégrossissage de la masse brute de réduction lors de sa sortie du bas fourneau. Un bloc de silex mis au jour sur le site de Notre Dame de l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent (80) était, lui, en relation avec un foyer de forge daté de La Tène D2. Bien qu'il n'ait pas été retrouvé en place, la présence de traces de coups sur une de ses faces atteste qu'il s'agit d'une enclume. Enfin, sur le site de Lamballe, ZAC de La Tourelle, Site 1 (237), un bloc de grès quartzueux a été mis au jour dans le fossé 1016, avec les déchets métallurgiques et une partie des outils lithiques de La Tène D1. Il mesure 230 x 170 x 30 mm pour une masse de 1925 g. Sa fonction n'a pas pu être déterminée lors de la fouille, mais au vu du contexte de découverte, il est possible que ce soit une enclume. Ses

mesures sont comprises entre celles des enclumes de Paule et de Paimpont, renforçant l'identification.

Les enclumes en pierre sont de dimensions plus importantes que les individus en fer étudiés ci-dessus (Figure 37). Cela est également observé sur d'autres sites, à la fois en contexte urbain et dans les ateliers de réduction. Ainsi les enclumes d'Autun, Lycée Militaire (Saône-et-Loire) (II<sup>ème</sup> - III<sup>ème</sup> s. p.C.)<sup>315</sup>, d'Oulches, le Latté (Indre), datées de la fin de la période romaine<sup>316</sup> et de Bragny-sur-Saône, Sous Moussière et La Faux (sites datés de la transition Hallstatt - La Tène)<sup>317</sup> sont des blocs de pierre pluri-décimétriques mis au jour dans des contextes romains. M. Pieters a démontré que ce constat est généralisé pour les enclumes<sup>318</sup>. Il met en avant la complexité de la mise en forme d'objets de grandes dimensions en fer pour expliquer l'absence d'enclumes métalliques parmi les individus les plus imposants découverts. En effet, la présence de défauts dans le métal, en particulier un compactage non optimal, peut créer des zones de fragilité dans l'enclume. Cette dernière est alors susceptible de se briser lors de son utilisation.

Il faudrait alors expliquer la faible quantité d'individus en pierre mis au jour pendant les fouilles. Plusieurs facteurs peuvent jouer. Le premier est purement archéologique : reconnaître une enclume en pierre n'est pas aisé pour un œil non exercé et des études lithiques ne sont pas systématiquement engagées lors des fouilles. Il est donc possible que certains individus n'aient simplement pas été différenciés d'autres pierres. Le second facteur est certainement lié à la récupération de leurs outils par les forgerons lorsqu'ils changent de lieu de travail. Par exemple une enclume comme celle de Lamballe, ZAC de la Tourelle, Site 1 est très facile à transporter, elle pèse moins de deux kilogrammes<sup>319</sup>.

#### 2.6.2.1.2. Datation des enclumes mises au jour

N° site	Nom site	-400/	-350/	-300/	-250/	-200/	-150/	-100/	-50/
		-351	-301	-251	-201	-151	-101	-51	-1
196	Paimpont, Moustache 1								

<sup>315</sup> Chardon-Picault et Pernot (dir.) 1999, p. 203 et 208.

<sup>316</sup> Dumasy *et al.* 2010, p. 292-293.

<sup>317</sup> Flouest 2014, p. 283.

<sup>318</sup> Pieters 2017, p. 339.

<sup>319</sup> A titre d'exemple l'ordinateur portable sur lequel a été écrit ce travail pèse 3,2 kg, soit environ 150 % de la masse de l'enclume en question. Il est donc tout à fait envisageable que de telles enclumes aient pu être régulièrement déplacées.

237	Lamballe, ZAC de la Tourelle, Site 1		
248	Paule, Saint-Symphorien, phase 5		
248	Paule, Saint-Symphorien, phase 5		
248	Paule, Saint-Symphorien, phase 5		
80	Notre Dame de l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent		
437	Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, prospections		
437	Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, prospections		
437	Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, prospections		
437	Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, prospections		
437	Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, prospections		
14	Brebières, Les Béliers		
142	Urville-Nacqueville, La Batterie Basse		
434	Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, phase Ib		
436	Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, phase II		
39	Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette		
39	Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette		
39	Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette		
39	Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette		
39	Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette		

Figure 38 : Datation des enclumes en fonction de leur matériau, en rouge les enclumes en fer, en noir celles en pierre.

Toutes ces enclumes du corpus sont datées de la période gauloise. Il est donc impossible de vérifier si ce mobilier connaît des changements avec la domination romaine. Il est tout de même possible de s'intéresser aux matériaux constituant les enclumes. De ce point de vue, les quelques supports de frappe de la façade atlantique ne permettent pas de proposer un schéma d'évolution. Les enclumes en pierre sont contemporaines de celles en fer (Figure 38). Seule celle provenant de Paimpont, Moustache 1 est plus ancienne que les enclumes en fer. A La Tène finale, les enclumes en fer et en pierre sont utilisées de façon contemporaine. Pour la période romaine, il faut rappeler que des enclumes des deux matériaux ont été identifiées : en fer à Avenches (Suisse) et en pierre à Autun et à Oulches. Il n'y a donc pas de distinction chronologique dans l'emploi des matériaux composant les supports de frappe.

#### 2.6.2.1.3. Couronnes et fantômes : les enclumes restituables

Les enclumes n'ont pas toutes été découvertes physiquement au cours des fouilles, mais, dans 19 cas répartis sur 9 sites distincts, il a été possible de retrouver leur emplacement. Deux types d'indices peuvent permettre de localiser une enclume. Le plus probant est la mise au jour d'une zone de concentration de battitures formant une couronne vierge de ces micro-déchets en son centre. Les battitures étant éjectées lors du martelage de l'objet sur l'enclume,



elles se dispersent autour de cette dernière<sup>320</sup> permettant de restituer la position de l'enclume au centre de la couronne de battitures. Le second indice est la présence d'une zone ou d'un élément de calage. Généralement, il s'agit d'une pierre fichée de chant dans le sol et permettant ainsi de maintenir le billot de bois sur lequel est fixé l'enclume. Parfois des zones très indurées par tassement et proches d'un foyer de forge peuvent également être interprétées comme localisation de l'enclume.

La couronne de battitures est de plus en plus identifiée lors des fouilles. Elle a été retrouvée dans 14 cas sur la façade atlantique. Il ne s'agit d'ailleurs pas toujours d'une couronne de battitures à proprement parler, mais de la localisation des lieux de plus grande concentration de ces déchets sur les sols d'atelier<sup>321</sup>. A Bordeaux, 17 rue du Hâ, phase III (413), à la période julio-claudienne, ce sont cinq enclumes qui ont pu être localisées de cette manière. De même pour le site de Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge (421-422) où trois enclumes ont été identifiées grâce à cette méthode dans des contextes du premier tiers du I<sup>er</sup> s. p.C.

Sur un site comme Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248) (La Tène finale), la reconnaissance de l'emplacement des enclumes vient compléter la découverte de certains de ces individus, dont une était déjà en place. La mise au jour d'un emplacement d'enclume (matérialisé par une pierre de chant dans un renforcement du sol) et d'une enclume en place contemporains l'un de l'autre permet de confirmer que l'atelier du forgeron comportait plusieurs postes de travail.

A Rennes, Place Hoche, phases 3 et 4, à la fin du I<sup>er</sup> - II<sup>ème</sup> s. p.C., se trouve une association entre une zone de calage et une concentration de battitures. Sur ce site, la fosse 1039 est similaire à un trou de poteau, mais désaxée par rapport à l'alignement de trous de piquets marquant la limite nord de l'atelier. Dans la partie est de son comblement se trouvaient des blocs de schiste servant de calage. Si ces informations semblent décrire un trou de poteau, la présence d'un niveau archéologique riche en battitures autour de cette fosse permet de l'interpréter sans aucun doute comme espace de calage d'un billot d'enclume. Un second emplacement d'enclume se trouvait proche de 1039. Il est marqué par un empierrement

---

<sup>320</sup> Hulin et Jagou 2014, p. 93.

<sup>321</sup> La localisation se fait en suivant un protocole de prélèvement et de traitement de sédiment très précis mis en place par M.-P. Coustures pour la fouille du Cours du Chapeau Rouge à Bordeaux. Dunikowski et Coustures 2006, p. 6-7.

quadrangulaire fait de blocs de schiste associés à des battitures. La présence d'une zone "en dur" alors que le reste du sol observé de l'atelier est en argile jaune, ainsi que les battitures permettent de mettre cet espace en relation avec le martelage du fer. La même organisation a été perçue dans les ateliers D et G où se trouvaient d'autres empierrements, chacun associé à un foyer de forge, permettant ainsi la restitution de deux autres enclumes.

Contrairement aux enclumes mises au jour, celles restituées sont principalement datées de la période romaine. Seuls les individus de Paule, Saint Symphorien, Crosville-la-Vieille et Isle-Saint-Georges, Dorgès, phase 2 sont antérieures au changement d'ère. De plus, ces vestiges n'ont été mis au jour que dans des contextes urbains ou des habitats ruraux où une production importante a été identifiée. Cela semble confirmer la pérennité de de ces installations qui, pour produire en grande quantité, utilisent un espace de frappe fixe autour duquel de nombreux vestiges ont pu être identifiés.

#### 2.6.2.1.4. Conclusions sur les supports de frappe

Les enclumes sont des objets absolument nécessaires au travail de forgeage mais très peu présentes dans le domaine archéologique. Toutefois, les découvertes effectuées permettent de mettre en évidence plusieurs caractéristiques de ces objets :

- Les enclumes retrouvées sont en pierre ou en fer, sans distinction chronologique.
- Les enclumes en fer sont de dimensions globalement plus faibles que celles en pierre. Cela peut être du fait de la quantité importante de matière nécessaire à la fabrication d'une enclume en fer, mais également parce que ce métal est recyclable et peut avoir été réutilisé.
- Les formes des enclumes sont très variées et une partie des individus en fer sont de très petites dimensions, probablement destinées au travail de petits objets tels les fibules.
- Il existe de nombreux moyens de stabilisation de l'enclume : pierre de chant, calage avec des pierres dans un trou, partie de sol consolidée dans l'atelier ou encore enclume directement fichée dans le sol.
- Au vu de la forme des enclumes en fer, il est certain qu'une grande partie de ces dernières étaient liées à un billot de bois.

### 2.6.2.2. Les outils actifs

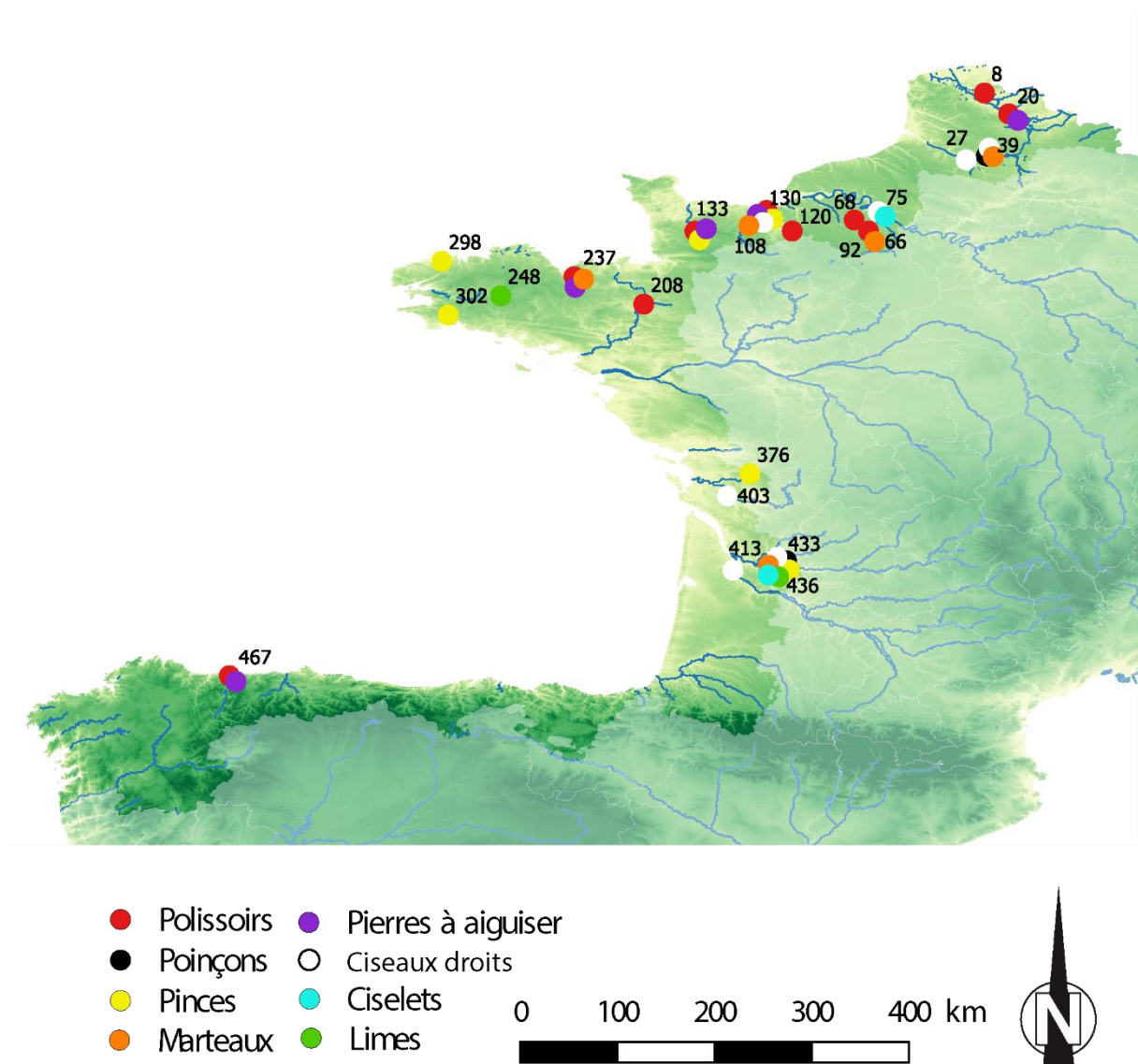


Figure 39 : Carte de répartition des divers outils de forgeron mis au jour sur la façade atlantique.

Les outils sont absolument nécessaires au travail du fer. Parmi eux, les pincés et le marteau sont dans l’imaginaire collectif les emblèmes du forgeron. Ils permettent de tenir et de frapper le métal. Toutefois, cela ne doit pas occulter l’utilisation d’autres outils moins emblématiques tels que les pierres à aiguiser, les ciseaux droits etc. Ce sont 87 outils pouvant être mis en relation avec la métallurgie du fer qui ont été mis au jour sur la façade atlantique. Ils ont été identifiés sur 26 sites distincts (Figure 39). Du fait de la similitude entre les outils utilisés par plusieurs artisanats différents, il est parfois difficile de faire la différence entre ceux utilisés par un forgeron, un tailleur de pierre ou un charpentier (pour les ciseaux droits

par exemple)<sup>322</sup>. Il n'est pas ici question de vérifier la validité des interprétations de tous les outils du corpus mais d'en présenter un éventail en se fondant sur les identifications effectuées au préalable par des spécialistes du mobilier métallique ou lithique.

#### 2.6.2.2.1. Outils utilisés pour la mise en forme

Les outils retrouvés le plus fréquemment mis au jour sont les ciseaux droits. 26 ont été retrouvés, répartis sur dix sites différents. Il n'est pas étonnant que les ciseaux soient les outils les plus fréquemment mis au jour. En effet, comme cela a déjà été mentionné, ce sont des objets utilisés dans de nombreux artisanats, ce qui pourrait influencer sur leur grande fréquence. Toutefois, ils ont été mis au jour sur des sites où d'autres vestiges métallurgiques ont également été identifiés, rendant valide l'hypothèse de leur lien avec le travail du fer. Le meilleur exemple est celui de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433-435-436-437) où 16 ciseaux droits ont été mis au jour dans des niveaux datés entre La Tène moyenne et le début du I<sup>er</sup> s. p.C.. Douze proviennent de prospection, mais les quatre autres sont issus des niveaux d'occupation où une activité métallurgique importante a été identifiée<sup>323</sup>. Cela atteste de la vraisemblance de la mise en relation des individus ramassés en surface avec la forge.

En ce qui concerne les poinçons, il est plus difficile d'assurer leur utilisation dans le cadre du travail du fer. En tout 12 poinçons ont été mis au jour sur 4 sites, dont 7 uniquement pour la phase II du site de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste. Pour ces individus, il est presque certain qu'ils puissent être liés au travail des métaux. De même en ce qui concerne les ciselets dont 9 exemplaires ont été mis au jour (8 issus des prospections sur le site de Lacoste). Les outils de taille réduite sont donc présents sur ce site où la mise en forme de fibules et de fourreaux d'épées a été mise en évidence. Il est possible que ces outils aient été utilisés dans le cadre de ces travaux, en particulier pour graver le décor des fourreaux.

Seuls neuf marteaux ont été mis au jour sur cinq sites. A Clinchamps-sur-Orne, Liaison D562A D41 (108), il n'est pas certain que l'outil ait été en relation avec la métallurgie du fer, mais sa mise au jour dans un contexte, daté de La Tène finale, présentant un foyer et un fragment de scorie de fer ne permet pas d'écarter cette hypothèse. Le marteau de Chavigny-Bailleul, Les Trois Poiriers (66) (I<sup>er</sup> s. a.C. - I<sup>er</sup> s. p.C.) est probablement à lier au

---

<sup>322</sup> Derion 2006, p. 49.

<sup>323</sup> Nillesse 2012, p. 121, 151, 157, 159, 161 et 163.

travail du fer, vu la quantité de scories mises au jour sur le site. Il en est de même pour les marteaux mis au jour lors de prospections à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (437). Si leur lien avec la métallurgie du fer n'est pas avéré, la quantité de vestiges métallurgiques mis au jour sur ce site permet de proposer sérieusement qu'ils le soient. Cette impression est renforcée par la forme de ces outils. Leur pane est convexe, forme caractéristique du travail de la tôle, activité attestée sur le site.

Les marteaux présents sur le site de Lamballe, ZAC de la Tourelle, site 1 (237), entre le début du II<sup>ème</sup> et le début du I<sup>er</sup> s. a.C., ont pour particularité d'être en pierre. Ils ont été identifiés grâce aux traces d'impact visibles sur une de leurs faces. Leur présence indique qu'une partie de l'outillage du forgeron est en pierre, même certains des outils souvent imaginés en fer. Ces marteaux sont strictement contemporains de ceux de Lacoste par exemple et il n'y a donc pas d'évolution dans les matériaux employés pour la fabrication de ces outils. Le choix du matériau relève peut-être de logiques d'approvisionnement encore inconnues ou encore d'un choix technique. Enfin trois marteaux ont mis au jour à Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette mais ne sont pas en relation directe avec le travail du fer. Ils étaient intégrés à des dépôts de mobilier à caractère votif, daté de La Tène D2, sur un site n'ayant pas produit de vestiges de travail du fer. Ces marteaux faisaient donc partie d'offrandes tout comme les enclumes dont il a été question plus haut. Toutefois, les raisons de leur dépôt sont inconnues. Il peut s'agir de la quantité de métal qu'ils représentent ou de leur utilité ou symbolique. Il est possible que les marteaux de forgeron aient été un marqueur caractéristique de la profession et déposées pour cette raison.

Les pinces de forgeron sont moins bien représentées que les marteaux. Seulement sept ont été identifiées sur six sites du corpus. Elles se trouvent sur des sites comme Touffreville, Villa (130) (période augusto-claudienne), où le travail du fer est bien identifié, tout comme dans la majorité des cinq autres sites. Seules les pinces mises au jour à Plounévez-Lochrist, Lanneunoc (298) site daté de la première moitié du I<sup>er</sup> s. p.C.), peuvent poser un problème d'interprétation. En effet, elles proviennent d'une tombe et il n'est pas certain qu'elles aient appartenu à un forgeron. Elles pourraient correspondre à un outil de tanneur. Le reste du mobilier funéraire, composé d'une barre de fer non décrite, d'une chaîne de 10 m de long et d'un tailloir montre une certaine aisance du défunt, mais ne permet pas de retrouver son métier avec certitude.

Il est intéressant de noter que toutes les pinces dont les dimensions sont restituables font entre 50 et 60 cm de longueur avec une mâchoire d'une dizaine de centimètres<sup>324</sup>. Il y a donc une assez bonne homogénéité morphologique de ces individus. Les mêmes dimensions sont reconnues pour des exemplaires du sud-est de la Gaule, comme pour la pince mise au jour sur le site de Martigues (Bouches-du-Rhône)<sup>325</sup>. Cette dernière mesure également 50 cm de longueur avec des mâchoires droites terminant une gueule d'une dizaine de centimètres.

Malgré cette homogénéité, quelques différences sont observables, en particulier au niveau de la mâchoire. Pour certains exemplaires, cette dernière est droite (Quimper, Le Braden I (302), Giéville, La Bigne (133), Touffreville, Villa (130) et Plounévez-Lochrist, Lanneunoc (298)), tandis qu'à Aulnay-de-Saintonge, Rocheroux (376), la mâchoire est asymétrique. Il ne s'agit pas ici d'un changement dû à des chronologies différentes, certaines des pinces romaines étant elles aussi droites. Il faut alors envisager que la forme particulière des pinces de Rocheroux est due à une volonté du forgeron. Il a pu les créer ainsi ou les modifier pour répondre à un besoin spécifique. Cela transparaît également au niveau des bras de l'outil : un est plié permettant ainsi une meilleure préhension. Cela permettait peut-être de faciliter le travail sur des types spécifiques de mobilier.

#### 2.6.2.2.2. Les outils utilisés lors des finitions

Les polissoirs sont les seconds outils métallurgiques mis au jour en termes de quantité. Ils sont au nombre de 14 sur 9 sites distincts, soit entre 1 et 3 individus par site. Ici il s'agit d'outils lithiques de faibles dimensions portant des traces d'usure permettant de les lier aux étapes de finition de la fabrication d'objets en fer. Ils servaient à donner l'aspect brillant aux objets en fer normalement sombres lorsqu'ils finissent d'être forgés. La mise au jour de ces outils atteste du soin apporté à la réalisation des objets en fer et permet également de documenter la phase de finition, par ailleurs peu génératrice de déchets et donc presque invisible dans le registre archéologique

Les pierres à aiguiser sont d'autres outils lithiques appartenant à la panoplie du forgeron. Seulement sept pierres à aiguiser ont été mises au jour sur cinq sites différents. Tout comme les polissoirs, elles démontrent la tenue d'activités de finitions. Elles ont d'ailleurs été

---

<sup>324</sup> Pour le vocabulaire utilisé pour la description des pinces voir Guillaumet 1998.

<sup>325</sup> Rétif 1998, p. 105.

retrouvées dans la majorité des cas sur des sites où les polissoirs sont attestés. Ces deux outils se complètent très bien pour effectuer les finitions sur des objets tranchants comme des couteaux ou autres lames. Il est donc très probable que de tels objets aient été fabriqués sur ces sites.

Enfin, les outils les moins bien représentés sont les limes avec seulement deux individus mis au jour sur deux sites distincts. Ceci peut être partiellement expliqué par la difficulté de reconnaissance des limes lorsqu'elles sont oxydées. En effet, si les rainures ne sont pas visibles, la lime ressemble simplement à une barre de section rectangulaire. Leur utilisation correspond plus à des travaux de précision et de fin de travail comme la rectification de découpes. La lime de Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248) provient de la zone de rejet de déchets métallurgiques, mais elle n'a pas nécessairement été utilisée directement pour le travail du fer. Il est probable que cette lime ait plutôt servi sur du bois ou de l'os<sup>326</sup>, deux matériaux qui peuvent être travaillés dans un atelier de forgeron, en particulier pour fabriquer les emmanchements. C'est pour cela qu'elle est quand même comptée dans ce corpus rassemblant les outils utilisés lors de la fabrication d'un objet en fer.

#### 2.6.2.2.3. Des objets banals

Il est intéressant de noter que certains outils manquent à cette panoplie : les fers à braser, étampes diverses et emporte-pièce. Cela peut venir de la difficulté à les reconnaître, mais également d'une faible représentativité dans le registre archéologique. A titre d'exemple, le site l'Avranches (Suisse) est un des seuls à avoir livré des fers à braser. Il est possible que ces objets n'aient été que peu utilisés. Pour ce cas particulier la faible quantité de brasures observées sur le mobilier archéologique semble corroborer la relative rareté de l'utilisation de cette technique qui n'était peut être pratiquée que dans des ateliers spécialisés pour la réalisation de pièces très spécifiques.

La panoplie d'outils des forgerons semble fixée de longue date. En effet, comme l'ont montré les exemples développés plus haut, les outils se trouvent sur des sites divers et à toutes les périodes. La moins représentée est le début du second âge du Fer, mais cela fait sens car le nombre de sites recensés y est également plus faible. Les outils mis au jour sur la façade atlantique semblent donc représentatifs de leur diversité et répartition d'origine.

---

<sup>326</sup> Menez et al. 2007, p. 228.

Les outils de forgeron pouvaient également avoir une valeur symbolique. La tombe de Plounévez-Lochrist démontre qu'ils pouvaient être inhumés avec le défunt. Dans le cas de la dernière phase d'utilisation de l'enclos gaulois de Ribemont-sur-Ancre, alors que l'ensemble d'outils de forgeron retrouvés est très complet, l'absence de pinces, élément indispensable à l'artisan pour travailler le métal, est frappante. L'absence de cet outil, emblématique à Plouvénez-Lochrist, et essentiel dans la panoplie du forgeron, va dans le sens d'un dépôt discontinu de quelques éléments liés au travail du fer.

Les travaux d'A. Duvauchelle permettent d'effectuer des comparaisons intéressantes entre les objets atlantiques et les outils en fer du musée romain d'Avenches (Suisse)<sup>327</sup>. Quatre-vingt outils pour le travail du métal y ont été recensés. Deux types de marteaux peuvent être identifiés. Les premiers ont un œillet latéral, tandis que les seconds ont un œillet central, une panne large et une autre plus fine. Ces deux catégories de marteaux sont probablement destinées à des travaux différents (chaudronnerie pour ceux à œillet latéral ?). La variabilité des dimensions au sein même de ces catégories atteste de leur utilisation pour la réalisation de pièces plus ou moins grandes ou encore de tâches différentes.

Les pinces d'Avenches sont plus petites que celles recensées sur la façade atlantique. Elles mesurent entre 200 et 250 mm de longueur. La présence de mâchoires droites atteste de leur utilisation dans le cadre de la préhension de produits plats, probablement fins au vu de l'ouverture possible de ces outils. En tenant compte de l'important écart de taille entre les pinces atlantiques et celle d'Avenches, il est possible de proposer que celles du corpus sont destinées au travail d'objets imposants et celles venant de Suisse au travail sur des éléments plus petits. Sur le site de Mouliet-et-Villemartin, Lacoste, une des particularités est d'avoir livré des pinces de forgeron de taille modeste<sup>328</sup>, probablement adaptées au travail de petites pièces, par ailleurs attesté sur ce site.

Les autres outils sont très similaires d'un endroit à l'autre du fait de leur simplicité. Les burins ont des têtes fines mais larges pour couper le métal et les poinçons sont de simples pointes destinées à percer la matière. Le fait le plus étonnant est l'absence totale d'autres outils destinés au travail du fer sur la façade atlantique alors que ces derniers sont présents à

---

<sup>327</sup> Duvauchelle 2005, p. 17-32.

<sup>328</sup> Derion 2006, p. 51.



Avenches. C'est le cas des emporte-pièces, des fers à braser et des étampes. Toutefois ces objets sont très rares à l'échelle européenne, seule une dizaine d'exemplaires de chaque ont été découverts. Cette absence généralisée permet de supposer qu'il ne s'agissait pas d'outils utilisés fréquemment au sein des forges. De ce point de vue, les ateliers métallurgiques de la façade atlantique sont donc conformes aux standards européens.

#### 2.6.2.2.4. Compléments iconographiques

Les outils de forgeron ne sont pas seulement connus par la découverte des objets eux-mêmes, mais également par quelques représentations figuratives de forgerons. Malheureusement, aucune de ces dernières ne concerne la période protohistorique. Ces représentations sont romaines, proviennent de tout l'Empire et sont généralement postérieures à la fin du premier siècle de notre ère. Aucune n'entre à la fois dans la zone et la chronologie retenue ici. Toutefois, il semble intéressant de croiser les sources archéologiques et figuratives en restant dans des limites temporelles raisonnables (jusqu'à la fin de l'Antiquité). Il sera ici uniquement question des outils et de leur représentation, la position des artisans et l'organisation des ateliers seront traitées plus loin dans le texte (3.2.).

Les objets les plus souvent représentés sont ceux qui, aujourd'hui encore, sont les symboles du forgeron : le marteau, l'enclume et la pince<sup>329</sup>. Ces trois outils sont indissociables, assurant ainsi leur représentation sur les scènes de forge. C'est notamment le cas sur la stèle de La Bure (Figure 40.1) ou encore de l'autel de *L. Cornelius Atimetus* (Figure 34.2). Dans ces deux représentations, le forgeron est montré au travail, tenant le marteau dans une main et s'appêtant à frapper sur une barre de fer posée sur une enclume. Dans les deux cas, l'enclume est posée sur un billot (de bois ?). Quelques différences interviennent pourtant. Dans le premier cas, le forgeron tient lui-même la barre de fer à l'aide d'une pince, tandis que, dans l'autre, c'est une seconde personne, travaillant avec le forgeron qui semble tenir le métal sur l'enclume. Le fait qu'il la tienne directement avec sa main incite à suivre Manfrini et Strawczynski dans leur analyse, et de ne pas prendre ce type de représentation comme des documents fiables sur l'organisation des ateliers, mais plutôt comme une représentation

---

<sup>329</sup> Est-ce que nous utilisons les mêmes canons que ceux des représentations antiques ? Ou bien ne sommes-nous capables de reconnaître qu'une partie des représentations de forgerons antiques du fait de notre propre perception des codes de représentation ?

symbolique de ces derniers<sup>330</sup>. De plus, le contexte funéraire de la majorité de ces figuration laisse de lui-même entendre la présence d'une part symbolique.



Figure 40 : Exemples de représentations d'outils sur des monuments funéraires. 1 : Stèle de forgeron du camp de La Bure, (Caruel 2016, fig. 2, p. 131 ; Cliché Musée Pierre-Noël, Saint-Dié-des-Vosges) ; 2 : Atelier d'un forgeron, taillandier ou rémouleur. Relief en terre cuite provenant de l'enceinte de la tombe 29 de Verria Zosime et Verrius Euhelpestus à Ostie (Duvauchelle 2005, fig. 1, p. 9) ; 3 : Amphore à figures noires attribuée au peintre de Plousios, Musée de Boston, inv. 08.8035 ; 4 : Stèle de forgeron, Sens (Espérandieu 1911, 2769).

Les objets déjà connus par l'archéologie sont bien visibles sur les représentations antiques. Les marteaux sont généralement courts présentent une table et une panne (La Bure, Sens, autel de *L. Cornelius Atimetus*, monument d'Aquilée et enceinte de la tombe 29 de Verria Zosime et Verrius Euhelpestus (Figure 40.2). Dans les trois premiers cas, la panne n'est pas horizontale mais inclinée vers le manche de l'outil. Des outils similaires sont connus dès La Tène ancienne en France, en particulier à travers l'exemplaire de Clinchamps-sur-Orne,

<sup>330</sup> Manfrini et Strawczynski 2007.

Liaison D562A D41 (108) qui, malgré la corrosion qui le grève, semble, présenter deux panes, dont une inclinée.

Les pinces mise en avant sur les représentations antiques sont généralement à gueule plate, facilitant ainsi la préhension des objets sous forme de barres ou de plaques (Figure 40). Seul le cas de l'autel de *L. Cornelius Atimetus* (Figure 34.2) présente des pinces arrondies, et ce, aussi bien sur la représentation figurée que dans le coin droit du bas-relief où sont montrés ceux qui semblent être les symboles de cet artisan, ainsi que sa production (en particulier une serrure). Il semble donc qu'ici les pinces soient représentées ainsi à dessein, marquant peut-être une spécialisation du forgeron, très probablement serrurier.

Les enclumes sont toujours visibles sur ces représentations. Il s'agit généralement d'éléments quadrangulaires posés sur une base (billot de bois ?) elle-même directement au sol. La stèle de La Bure (Figure 40.1) montre deux enclumes distinctes fichées sur un même support. Une de celles-ci est un bloc quadrangulaire tandis que l'autre est une petite enclume à double bigorne. Une autre est figurée sur une des deux stèles de forgeron de Sens (Figure 40.4). Malgré une partie dégradée, il semble que cette enclume ait au moins possédé une bigorne. Une dernière enclume bigorne est représentée sur la tombe 29 de Verria Zosime et Verrius Euhelpestus (Figure 40.2). Il s'agit de la seule enclume représentée dans l'outillage (très fourni) de ce forgeron. Elle possède une partie centrale plane et large pouvant faire office de tas, contrairement à celle de La Bure, en forme de T. Sur la façade atlantique, seul le tas en fer de Brebières, Les Béliers (14) peut être rapproché de celui figuré sur les représentations citées. Quelques enclumes en pierre pourraient également être assimilées à ces objets, en particulier celles de Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248). Aucune enclume bigorne n'a été mise au jour mais, à Moullets-et-Villemartin, Lacoste (434-436-437), des petites enclumes ont été identifiées. Elles sont destinées à être fichées sur un support et probablement réservées au travail de petits objets.

Quelques autres outils sont identifiables sur la tombe 29 de Verria Zosime et Verrius Euhelpestus. Il est possible d'y reconnaître, entre autres, un poinçon et un ciseau, dont des exemplaires archéologiques sont régulièrement mis au jour sur la façade atlantique.

Outre les objets connus dans le registre archéologique, les représentations montrent des outils qui n'y sont pas identifiés, comme l'enclume avec deux bigornes rondes. La tranche

visible sur la stèle de La Bure en est un autre exemple. Elle se présente sous la forme d'un élément dont la partie haute est triangulaire, probablement en fer, fiché dans le même billot que deux enclumes. Le forgeron plaçait dessus l'élément à découper et lui assénait un ou plusieurs coups de marteau pour le sectionner. La tranche pouvait se pratiquer à chaud ou à froid. Parmi les autres outils non observés sur la façade atlantique se trouvent les marteaux à devant, de grands outils maniés à deux mains. Ces derniers sont visibles à la fois sur le vase grec et sur le relief antique de Rome représentant Héphaïstos forgeant le bouclier d'Achille avec l'aide des Cyclopes<sup>331</sup>. Pendant qu'Héphaïstos tient le bouclier sur l'enclume (avec sa main gauche), et le martèle de la main droite, trois Cyclopes brandissent des marteaux à devant afin d'aider le dieu dans sa tâche. Le fait de devoir utiliser les deux mains pour manier ces outils rend obligatoire la présence d'une tierce personne pour maintenir l'objet.

Enfin, quelques outils de la tombe 29 de Verria Zosime et Verrius Euhelpestus ne sont pas connus archéologiquement dans les contextes de forge de la façade atlantique. Leur présence sur ce bas-relief fait même se poser la question de la véracité de l'identification de l'activité comme celle de forge. En effet, ces outils peuvent être rapprochés du travail d'autres matériaux et en particulier le cuir. La demi-lune est en effet utilisée pour découper le cuir, tout comme peut l'être la sorte de tranchoir figurée en haut ainsi que les couteaux et les forces. Il est possible que ces objets soient utilisés par le forgeron pour fabriquer des éléments en relation avec son activité (petits fourreaux pour couteaux par exemple). En bas de la sculpture se trouvent deux objets rectangulaires ressemblant à de grandes scies à bois. S'agit-il alors de l'activité d'un marchand d'objets en fer et non d'un forgeron ? Cela est envisageable ; mais la présence d'une représentation d'un homme assis, tout comme le sont bon nombre de forgerons au travail dans le reste des figurations, semble attester un lien avec la métallurgie, et ce, bien qu'il soit abîmé. Il faut alors revenir au contexte archéologique et se pencher sur un des autres bas-reliefs de la tombe. Ce dernier représente ce qui semble être un coutelier dans son atelier, donc une nouvelle occurrence du thème artisanal. Cette tombe pourrait être celle d'entrepreneurs dont la fortune serait issue de la possession d'ateliers artisanaux divers dont un lié au travail du fer, l'autre du cuir, une coutellerie et peut-être une scierie ou un atelier en relation avec le travail du bois.

---

<sup>331</sup> Le dieu se passe de pinces pour tenir le métal, il utilise ses mains nues. Ceci se retrouvant sur d'autres représentations, faut-il y voir une caractéristique divine ou bien un simple biais de représentation ?

### 2.6.3. Les structures de trempe

Les structures de trempe sont des récipients contenant un liquide (eau, huile...) dans lesquels était plongé l'objet à tremper. Leur mise en évidence est problématique mais peut se faire de trois manières différentes. Tout d'abord retrouver ledit récipient en place, proche d'un foyer de forge. S'il n'est pas certain qu'il ait servi à la trempe des objets, au moins l'hypothèse peut être soulevée. Comme il est possible que le bac ait servi à stocker d'autres matières, il faut également vérifier s'il porte des traces de fer, des agglomérats de battitures. La présence des agglomérats, ces scories ayant moulé la forme du fond du bac de trempe est un excellent marqueur de la pratique de cette activité. Bien entendu, ces scories ne se forment pas à chaud, mais par dépôt successif d'éléments situés à la surface des objets trempés (battitures ou ajouts argilo-sableux). Enfin, il est possible de prouver que la trempe était pratiquée sur un site en démontrant que des objets produits sur ce site ont une structure cristalline résultant d'une trempe. Cette méthode suppose la possibilité de pratiquer des observations microscopiques, elle n'est donc pas couramment pratiquée.

Sur la façade atlantique, un total de neuf bacs de trempe a pu être identifié. Ils se trouvent sur huit sites distincts. Quatre proviennent des diverses phases du site d'Amiens, ZAC Cathédrale-Université (26-27-28), daté de la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C. Les exemples les plus probants sur ce site sont les amphores 5293 et 5215. La première se trouvait dans le sol à un mètre au sud-est du foyer 5224 ce qui permet de l'interpréter comme bac de trempe. La seconde était directement à l'ouest du foyer 5215 et son comblement contenait des scories. Au vu de leur situation près de foyers de forge, il semble très probable que ces individus aient été des bacs de trempe. La structure 5230, elle, est une fosse carrée de 0,5 m de côté. Elle se trouve à un mètre au sud-est du foyer 5222. Dans la cuve a été mise au jour une structure en creux circulaire. Au vu de la proximité du foyer 5222, il est probable que cette installation ait eu une fonction métallurgique. Cela pourrait être une fixation de billot d'enclume comme attesté ailleurs sur le site ; mais la présence, dans la pièce G, de l'ensemble foyer 5224/bac de trempe 5293 organisé exactement de la même manière (que ce soit entre eux ou au sein de la pièce), permet de supposer que le négatif observé dans la fosse 5230 soit celui d'un bac de trempe. Il en va de même pour la fosse 5262 dans la pièce A. Elle est similaire à 5230 et se trouve également proche d'un foyer de forge. A Amiens, ce sont donc des amphores ou des

négatifs de dimensions similaires à ceux qu'aurait laissé une amphore qui démontrent la présence de bacs de trempe<sup>332</sup>.

La pratique de la trempe a également été démontrée de manière formelle sur le site d'Isle-Saint-Georges, Dorgès, phase 4 (430), également au I<sup>er</sup> s. p.C. Ici c'est la découverte et l'observation microscopique d'une scorie de forme particulière qui a permis l'identification de l'activité. La scorie 7010-9 a pris la forme d'un récipient dans lequel elle s'est formée. Son observation au microscope a démontré qu'elle résultait d'une accumulation de matière et non de la fusion d'une masse de fer<sup>333</sup>. Cette scorie ne s'est donc pas formée dans un foyer de forge. Des essais de recollage avec des tessons de céramique provenant de la même unité stratigraphique ont permis de déterminer qu'elle avait exactement le même profil qu'un fragment de fond de vase à pâte commune. De plus, en estimant que les particules accumulées se sont concentrées au point le plus bas du vase, la forme de la scorie indique que le contenant était penché et non placé verticalement (Figure 41). Cette information, très rare, permet de restituer plus finement le geste du forgeron : il était probablement plus horizontal que vertical. Un parallèle intéressant peut être effectué avec le site de Notre-Dame-de-l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent (80) où se trouvait un vase écrasé, en place, dans une fosse-atelier datée de La Tène D2. Il s'agit d'une céramique commune et à bords hauts, tout comme devait l'être celle d'Isle-Saint-Georges. Ces deux vases mettent bien en avant l'utilisation de récipients autres que des amphores pour la trempe du métal.

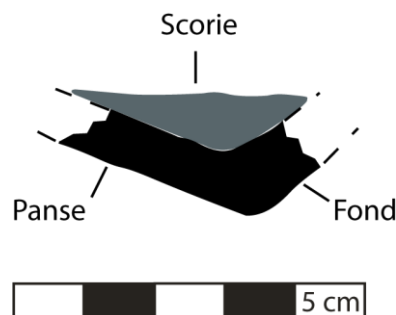


Figure 41 : Vue en coupe de la position restituée du bac de trempe d'Isle-Saint-Georges, Dorgès, d'après la forme de la scorie de fond de bac.

Sur les trois derniers sites, la reconnaissance de la pratique de la trempe est plus indirecte. A Rennes, Place Hoche, phases 3 et 4 (208) des fragments de fond d'amphore se trouvaient près d'une fosse de calage de billot d'enclume dans un atelier de la fin du I<sup>er</sup> s. p.C.

<sup>332</sup> Buchez et Gemehl 1996, p. 28-38.

<sup>333</sup> Valette 2016, p. 48-49 et 51.

Il est donc probable que cette amphore ait été utilisée dans le cadre de l'activité métallurgique, probablement pour la trempe. De même à Crosville-le-Vieille, Le Bout du Val (68), où, pour le I<sup>er</sup> s. a.C., un vase écrasé se trouvait en relation avec une fosse contenant des battitures. Il est possible qu'il s'agisse à nouveau d'un couple enclume/bac de trempe. Enfin, élément le plus discuté, une scorie « ayant subi une fusion » a été mise au jour dans un vase sur le site, non daté, de Saintes, Bibliothèque centrale de prêt (403). Cette mention spécifique va dans le sens d'une concordance entre la forme des parois du vase et de la scorie, donc d'une scorie formée dans le vase. Par analogie avec celle d'Isle-Saint-Georges il est possible que cette scorie soit issue de la trempe d'objets en fer dans le vase.

Quelques autres amphores en lien avec l'activité métallurgique ont été identifiées en Gaule, mais ces objets restent rares. Le site en ayant livré le plus est Bibracte. Les fouilles menées à la Porte du Rebut ont permis la mise au jour de deux ateliers de travail du fer datés de La Tène D2. Un premier contenait une amphore étêtée servant de bac de trempe, en position fonctionnelle<sup>334</sup>. Le second atelier a, quant à lui, livré non moins de quatre amphores différentes ! Chacune était fichée dans le sol et une d'entre elles présentait des traces d'oxydes de fer et de tissu, laissant penser que lors de son enfouissement elle était recouverte par un tissu<sup>335</sup>. Si la totalité de ces individus n'étaient pas destinés à la trempe du fer, en l'absence de restes d'autres matériaux (argile, charbon...), il est impossible de proposer une autre interprétation sérieusement envisageable. Il faut donc en conclure que cet atelier où un seul foyer a été identifié possédait quatre structures de trempe différentes, parfois assez éloignées de la structure de combustion.

La chronologie des bacs de trempe mis au jour est assez resserrée autour du changement d'ère (Figure 42). Malgré le faible nombre d'individus recensés, il est possible d'établir quelques remarques. Aucun individu antérieur au I<sup>er</sup> s. a.C. n'a été identifié. Ceci est probablement un biais de sources car, dans d'autres régions, les bacs de trempe sont attestés sur des sites plus anciens comme Clermont-Ferrand, La Grande Borne, daté du III<sup>ème</sup> s. a.C.<sup>336</sup>. Le fait le plus intéressant est la distinction chronologique existant entre l'utilisation de vases et d'amphores. En effet, ces dernières ne sont utilisées en tant que structure de trempe qu'à partir du milieu du I<sup>er</sup> s. p.C., remplaçant ainsi les vases en céramique commune utilisés jusque-là (Figure 42).

---

<sup>334</sup> Duval et Lacoste 2014, p. 247.

<sup>335</sup> Paris et Berranger 2014.

<sup>336</sup> Orengo 2003, p. 55-56.

Ce constat doit tout de même être pris avec extrêmement de prudence du fait du faible nombre de bacs de trempe identifiés et de la découverte d'amphores dans seulement deux sites différents, homogénéisant facticement les datations pour ce type d'individus.

N° site	Nom site	Nom structure	Datation	
68	Crosville-la-Vieille, Le Bout du Val	Vase	-100	-1
80	Notre Dame de l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent	Vase 139	-80	-31
430	Isle-Saint-Georges, Dorgès phase 4	Bac de trempe atelier 3	1	100
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état II, phase 4	Amphore 5215	41	50
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état III, phase 2	Fosse 5230	66	80
26	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état III, phase 2	Amphore 5293	66	80
208	Rennes, Place Hoche phases 3 et 4	Bac de trempe atelier A	71	180
28	Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état IV, phases 1-2	Fosse 5265	81	120
403	Saintes, Bibliothèque Centrale de Prêt	Céramique	indét.	indét.

Figure 42 : Datation des divers bacs de trempe recensés.

La question de l'existence de bacs en autres matériaux se pose. Il pourrait y avoir des structures en bois comme des seaux ou des tonnelets, voire en pierre. Mais la conservation de tels objets est tellement difficile qu'il est très probable qu'on ne puisse relever aucune trace de leur présence dans les ateliers<sup>337</sup>.

#### 2.6.4. Les demi-produits

Les demi-produits sont des masses de métal dans un état intermédiaire entre la réduction et la forge. Ils peuvent avoir subi une épuration partielle ou totale, voire des

<sup>337</sup> Il faut rappeler ici que la trempe est une activité spécialisée requérant un haut niveau de technicité. Tous les ateliers de forge ne devaient pas produire des objets trempés. Jusqu'à récemment les secrets de la trempe étaient bien gardés par leurs détenteurs. Voir à ce sujet l'enquête très intéressante publiée dans Febvre 1935, p. 610 en ce qui concerne spécifiquement la trempe.



traitements thermo-chimiques modifiant localement leurs propriétés. Ils ont déjà été étudiés dans le cadre de la thèse de M. Berranger<sup>338</sup>, il n'est donc pas question de revenir ici sur ces conclusions mais plutôt de les compléter en y intégrant quelques données issues de la période romaine. M. Berranger a proposé une typologie des demi-produits et mis en évidence les spécificités de la matière composant chacun de ces catégories (Figure 43).

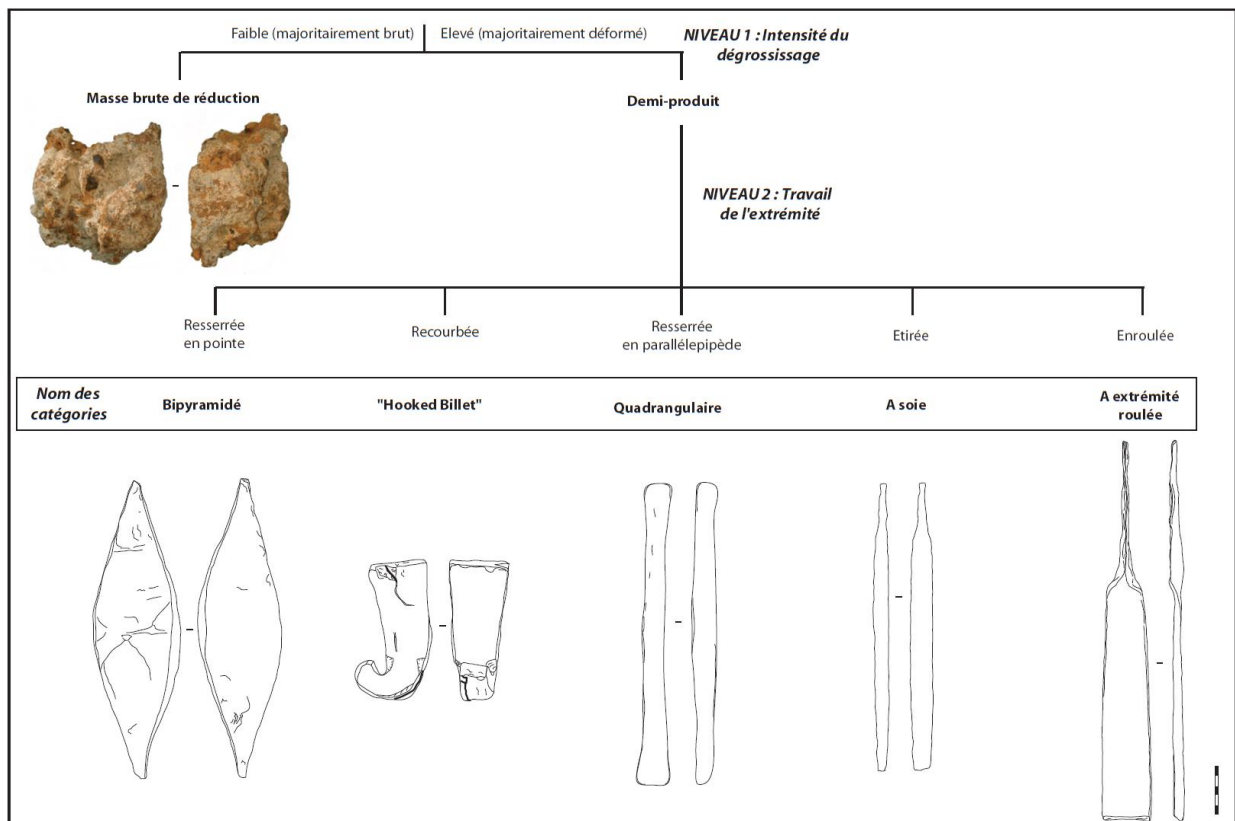


Figure 43 : Typologie des demi-produits (Berranger 2009, fig. 18, p. 66).

Les demi-produits bipyramidés présentent un pourcentage d'inclusions relativement faible indiquant une épuration et une mise en forme peu poussées. Les demi-produits plats, eux, ont une très bonne qualité inclusionnaire et peuvent être directement utilisés pour forger des objets. Les opérations utilisées pour les produire sont parfois complexes. Une distinction chronologique de la circulation de ces deux grands types est observable. Les plus anciens sont les demi-produits massifs (bipyramidés ou « Hooked Billets », échangés principalement entre le Hallstatt D1 et La Tène A, tandis qu'à partir de La Tène C2 et jusqu'à la fin de la période protohistorique, les demi-produits plats sont très fortement majoritaires dans les échanges<sup>339</sup>. Les différences de qualité du métal en circulation laissent entrevoir des différences

<sup>338</sup> Berranger 2014.

<sup>339</sup> Berranger 2014, p. 122-124.

d'organisation du travail du fer entre ces périodes. La découverte de nombreux individus dans des contextes votifs atteste également d'une valeur symbolique attribuée aux demi-produits.

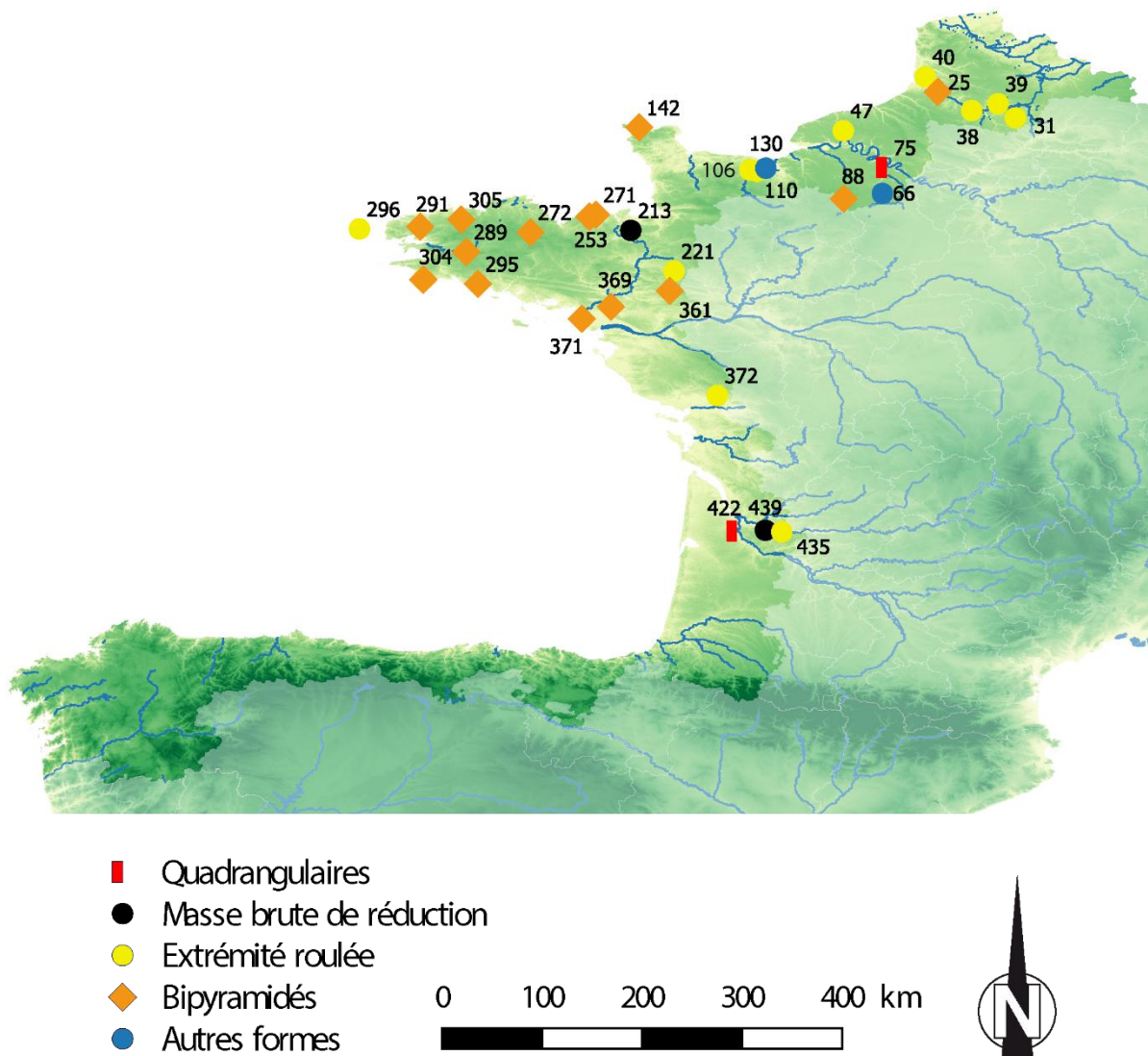


Figure 44 : Localisation des divers demi-produits découverts, par famille typologique.

Au total, 31 sites de la façade atlantique ont livré 303 demi-produits<sup>340</sup> (Figure 44). La plus grande partie de ces sites (17) n'ont livré qu'un seul demi-produit, mais cela peut aller jusqu'à 70 individus dans le cas de Bretteville-sur-Odon, dans un champ (106). Les demi-

<sup>340</sup> Seulement six de ces derniers n'étaient pas référencés dans la thèse de M. Berranger, car hors cadre chronologique de l'étude. Ils sont tous datés de la période romaine et proviennent des sites suivants : Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase II, états 1 et 2 ; Chavigny-Bailleul, Les Trois Poiriers ; Moulon, Battant ; Rugles, Eglise Notre-Dame ; Touffréville, Villa ; Heudebouville, Ecoparc 2, phase antique.

produits ont été mis au jour dans trois grands types de contextes qu'il convient de décrire avant de s'intéresser à la chronologie de ces objets.

#### **2.6.4.1. Du métal et des hommes : découvertes en contexte de production**

Les demi-produits étant des objets destinés à une transformation ultérieure, il est normal d'en trouver dans des contextes d'atelier. Mais, du fait même qu'ils sont transformés dans ces mêmes ateliers, ils n'y sont que rarement retrouvés. Ainsi, seule une douzaine de sites de la façade atlantique ont livré au moins un demi-produit de fer dans un contexte de production avéré.

##### **2.6.4.1.1. Sur un site de réduction**

Un demi-produit de fer se trouve dans un atelier de réduction, à Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213). Cet atelier, daté du II<sup>ème</sup> s. a.C., est bien documenté et bien organisé. Il présente deux bas fourneaux et une très probable charbonnière. Aucun vestige de foyer de forge n'a été identifié sur place malgré une bonne conservation générale des vestiges. Le demi-produit est en fait un « gromp », un fragment masse brute de réduction<sup>341</sup>. Dans ce cas, plus que de renseigner sur la présence de masses brutes (c'est dans ces ateliers qu'elles sont produites), cette découverte permet d'identifier la pratique d'une épuration, au moins sommaire, directement sur le site de réduction. Ce fragment a, en effet, dû se détacher d'une masse plus importante lors d'un martelage. En l'absence de vestiges de foyer, il est possible que cette opération ait été effectuée directement à la sortie du bas fourneau, en profitant de l'inertie thermique de la réduction.

##### **2.6.4.1.2. Dans les agglomérations**

Deux sites démontrent l'utilisation de demi-produits dans des ateliers urbains : Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase II, états 1 et 2 (422) et Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, phase Ic (435). Ce sont des agglomérations ouvertes dans lesquelles le travail du fer est particulièrement bien documenté. Dans chaque cas un seul demi-produit a été mis au jour.

---

<sup>341</sup> Nosek 1994.

Dans le cas de Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase II, il s'agit d'une masse de métal datée du premier tiers du I<sup>er</sup> s. p.C., étudiée par S. Bauvais et Ph. Fluzin<sup>342</sup>. Elle a été mise au jour dans une fosse de la maison MSN 51 où des vestiges d'activité métallurgique ont été identifiés dans les remblais de scellement. Ses caractéristiques sont particulières. Il s'agit d'un objet massif, parallélépipédique, mesurant 300 x 130 x 120 mm et d'une masse de 10,3 kg. L'observation de la section au microscope permet d'identifier un compactage différencié de certaines parties, le centre étant plus travaillé que les extrémités (à l'inverse des demi-produits bipyramidés par exemple). Le métal est donc dans une forme proche de celle de la masse brute. Cependant, il ne contient que très peu de vestiges de scories de réduction. Il est donc probable que cette masse brute soit le résultat d'une réduction avec une excellente séparation entre le fer et la scorie, permettant ainsi l'obtention d'un métal ne contenant que très peu de déchets. Le métal étant de bonne qualité la raison de l'abandon de cet objet reste inconnue. Malheureusement, et comme souvent dans le cas de la découverte de masses de métal en contexte de production, il est difficile de savoir si l'objet était destiné à être utilisé sur place ou au contraire si c'est son lieu de production, et donc qu'il s'agit d'une future barre en cours de compactage.

Le second demi-produit mis au jour en contexte artisanal, dans une agglomération, est une barre à extrémités roulées de type CBE4 provenant de Moullets-et-Villemartin, Lacoste, phase Ic (La Tène C2a)<sup>343</sup>. Il a été mis au jour dans la zone périphérique à celle de découverte des rejets métallurgiques. Sur ce site, peu d'espaces de travail ont pu être identifiés et il est donc difficile de mettre en relation le demi-produit avec un atelier et une production. Les demi-produits à extrémité roulée sont toutefois formés de métal de très bonne qualité inclusionnaire et que la partie de la production identifiée du site concerne des fibules et des tôles. Ces deux types d'objets demandant un métal très bien épuré pour être fabriqués il est envisageable que, malgré l'absence de traces de découpe, le demi-produit soit à relier à cette activité.

Un troisième individu est plus problématique. A Urville-Nacqueville, La Batterie Basse (142), le demi-produit a été mis au jour dans une agglomération occupée entre 250 et 100 a.C. Toutefois, l'ancienneté de la découverte ne permet pas de connaître son contexte précis. La seule autre information relative à la métallurgie sur le site est la découverte, la

---

<sup>342</sup> Bauvais et Fluzin 2006b.

<sup>343</sup> Nillesse 2012, p. 121 et 157 ; Berranger 2012.

même année, d'un tas en métal provenant potentiellement du même endroit. L'association entre un demi-produit et un outil de production, l'enclume, va dans le sens de l'identification d'une activité de forge sur place, mais cela ne peut être assuré.

#### **2.6.4.2. Dans les habitats ruraux**

Les habitats ruraux ont livré un nombre assez important de demi-produits : 18 répartis sur 9 sites. Dans le cas de Heudebouville, Ecoparc 2, phase antique (75), des demi-produits ont été mis au jour dans un espace de travail lié un habitat rural aisé<sup>344</sup>. Il s'agit d'une zone située à 500 m de l'habitat principal et dont l'organisation est difficilement perceptible. Toutefois, deux fosses à la morphologie atypique pour le site contenaient de nombreux vestiges de travail du fer (chutes, scories et battitures). Elles peuvent être des espaces de travail dédiés à la métallurgie du fer. C'est dans ces contextes qu'ont été découverts les trois demi-produits. Leur forme quadrangulaire ainsi que leurs sections de dimensions relativement faibles font plutôt penser à des barres ébauches dans le cas des deux individus plats. Il s'agirait donc d'une forme de stockage du métal sous forme de barres de section réduite sur lesquelles il est aisé de prélever de la matière pour fabriquer un objet. Les deux barres les plus planes sont probablement à lier à la fabrication d'objets plats (tôles, lames).

Le site de Touffreville, Villa (130) se rapproche très fortement de celui d'Heudebouville. Il s'agit d'une villa gallo-romaine dans laquelle les activités manufacturières sont largement représentées. Une zone dévolue à la forge se situe à 200 m à l'ouest de la villa, dans un espace qui lui est dédié. Plusieurs foyers de forge ainsi qu'une quantité importante de déchets de travail du fer y ont été reconnus. Un seul demi-produit a été mis au jour sur ce site, dans le comblement d'un fossé éloigné de 100 m de l'espace de forge. Il est quadrangulaire et correspond très certainement à une barre de métal comme celles largement documentées pour la période romaine<sup>345</sup>. Si le contexte de découverte n'est pas très évocateur, la présence d'une activité métallurgique très développée et dont des vestiges se retrouvent, certes en faible quantité, jusque dans l'habitat, permettent de supposer un lien direct entre la présence de cette barre de fer et l'activité de forge et ce malgré l'éloignement relatif des découvertes.

---

<sup>344</sup> Lukas (dir.) 2013, p. 198.

<sup>345</sup> Bauvais 2014, p. 56.

A Rue, Chemin des Morts (40), le cas est encore assez similaire. Le site est un habitat rural aisé de La Tène D1, où un enclos est réservé aux activités productives. Des déchets de travail du fer et des alliages cuivreux y ont été rejetés dans les fossés d'enclos, comme c'est souvent le cas sur ces sites. Une concentration de déchets métallurgiques se trouvait près de l'entrée est de cet enclos tandis que des restes du travail des alliages cuivreux se trouvaient séparés un peu plus au nord et au niveau de l'entrée ouest. La concentration de ces rejets permet de supposer que les bâtiments les plus proches sont ceux dévolus à la métallurgie. Cela conduit au constat que l'édifice H abritait peut-être des postes concernant les deux métallurgies car il est le seul bâtiment au niveau des rejets de déchets situés à l'est. Le bâtiment E serait quant à lui destiné au travail des alliages cuivreux car il se trouve au niveau des rejets de l'entrée ouest. Il est possible que les différentes activités n'aient pas été contemporaines mais se soient succédées dans le temps. Par exemple, la métallurgie des alliages cuivreux a pu être initialement dans le bâtiment H, puis s'être déplacée vers le bâtiment E. Cela permettrait d'expliquer les espaces de rejet différenciés à l'est. Toutefois, ce modèle ne semble pas aussi simpliste. En effet, un fragment de barre à douille a été découvert dans le fossé ouest, au niveau des vestiges de métallurgie des alliages cuivreux<sup>346</sup>. De plus, c'est le seul élément en lien avec la métallurgie du fer localisé dans cette partie de l'enclos. Seule la douille de cet objet est conservée. Il est donc possible qu'il ait été utilisé et que seule la partie non utilisée ait été rejetée. Seul son isolement par rapport au reste des déchets ferreux est atypique. Le contexte général de cette découverte porte donc à y voir un rejet du travail du fer.

A Fontenay-le-Comte, Les Gênats (372), le cas est plus atypique. Ce site est également un habitat rural aisé, lui aussi daté de La Tène D1b, où une barre à douille et cinq fragments d'autres barres identiques ont été mis au jour, principalement dans des fossés. Une activité métallurgique locale est documentée sur place par la découverte de 3000 g de scories, mais leur dispersion sur le site et l'absence de fouille d'un quart de la surface de l'enclos n'ont pas permis de localiser où se trouvait le lieu de travail du fer. Les demi-produits étant majoritairement fragmentaires (coupés ?) et des déchets de production présents, il est probable que la présence des barres de fer soit directement à relier au travail de ce métal sur le site.

---

<sup>346</sup> Bauvais 2007, vol. 1, p. 139-146.

Les sites de Cormelles-Le-Royal, Aire des gens du voyage (110), Hautot-le-Vatois, La plaine du Bosc Renault (47) et Visseiche, Le Clos Maugendre (221) (La Tène finale) sont des habitats ruraux partageant plusieurs caractéristiques communes. Outre le fait qu'aucun statut particulier n'a pu leur être donné, chacun de ces sites a livré des demi-produits dans des fossés, hors de la découverte de tout autre indice d'activité métallurgique<sup>347</sup>. La découverte, à Visseiche, de trois demi-produits, ainsi que d'un vase, peut faire penser à un dépôt, mais deux des « currency bars » mises au jour sont fragmentaires et la découverte a été faite dans les remblais de comblement du fossé. Il ne semble donc pas qu'il s'agisse d'un dépôt du type « dépôt de fondation ». Il en va de même pour la « currency bar » de Cormelles-le-Royal (II<sup>ème</sup> - I<sup>er</sup> s. a.C.) et le demi-produit de Hautot-le-Vatois : ils ont été découverts à chaque fois dans les remblais des fossés. Il est donc possible que ces découvertes soient plus à relier avec des rejets d'une activité métallurgique non identifiée sur les sites en question ou n'ayant produit que très peu de vestiges (mise en forme simple à partir de métal déjà bien épuré)<sup>348</sup>.

Enfin, pour les deux derniers habitats ruraux, les contextes de découverte sont moins bien connus. A Pont de Metz, Habitat de Pont de Metz (38), un habitat rural aisé du I<sup>er</sup> s. a.C., une barre à douille a été mise au jour. Cela rappelle les habitats ruraux aisés avec traces d'activité métallurgique dont il a déjà été question, mais là aucun autre vestige ne vient documenter le travail du fer. Le lien entre ce demi-produit et la métallurgie est donc incertain, il pourrait être là pour d'autres raisons (redistribution de richesse, dépôt...). A Moulon, Battant (439), pour la période romaine, c'est la nature même de l'objet qui pose question. Il a été publié sous la dénomination de « grosse loupe de fer »<sup>349</sup>. Il est donc difficile d'assurer qu'il s'agit d'un demi-produit. La dénomination semble tout de même faire référence à une masse brute de réduction, option retenue ici. Ce site présenterait donc, dans un contexte indéterminé, une masse brute, ainsi que quelques creusets. Il est possible d'y voir les preuves du développement d'une activité métallurgique variée.

Les demi-produits mis au jour en contexte d'habitat rural peuvent donc généralement être directement reliés à une activité métallurgique pratiquée sur le site. Il est intéressant de noter que, dans cinq cas sur les neuf présents dans le corpus, il s'agit d'habitats ruraux aisés.

---

<sup>347</sup> Il est utile de préciser que des scories de fer ont été mises au jour sur la même parcelle lors d'un décapage postérieur à la fouille présentée ici. En l'absence de datation de ces vestiges ils ne sont pas pris en compte dans cette réflexion. Berranger 2009, vol. 2, p. 157-159.

<sup>348</sup> Marion Berranger propose pour les mêmes sites, ainsi que quelques autres, que ces contextes de découverte dans des fossés soient rituels : Berranger 2014, p. 150-151.

<sup>349</sup> Larrieu 1989, p. 131.

Les demi-produits y seraient-ils plus facilement abandonnés car ne représentant une moindre valeur relative (Heudebouville, Fontenay)? Sur tous ces sites, à l'exception de Moulon, Battant (non assuré), les demi-produits mis au jour sont à extrémité roulée. Il s'agit de matière première bien travaillée, pouvant être directement utilisée pour la mise en forme d'objets. Cela place les habitats ruraux dans les sites situés en fin de procédé de fabrication des objets en fer. Ils utilisent des demi-produits déjà bien travaillés et se concentrent donc sur la mise en forme du métal. L'homogénéité chronologique de ces sites, tous datés entre le II<sup>ème</sup> s. a.C et le I<sup>er</sup> s. p.C., avec un recoupement pour la majorité au I<sup>er</sup> s. a.C. doit également être soulignée. Cela laisse entrevoir une homogénéisation des pratiques de la forge dans les habitats ruraux à cette époque. Cette affirmation devra être confirmée. Seul le site de Pont de Metz a livré un demi-produit dans un contexte où il pourrait être lié à une activité rituelle.

#### **2.6.4.3. Des dieux et du fer : découvertes en contextes rituels**

C'est dans ces contextes qu'ont été mis au jour la majorité des demi-produits recensés. Il existe deux principaux types de contextes rituels : les sanctuaires et les dépôts<sup>350</sup>. Quelques objets mis au jour dans des habitats pourraient également être des dépôts.

##### **2.6.4.3.1. Les sanctuaires**

Sur la façade atlantique, quatre sites interprétés comme des sanctuaires ont livré des demi-produits de fer : Chilly, Le Bois du Carme (31) ; Ouessant, Mez-Notariou (296) ; Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette (39) et Saint-Jean-Trolimon, Tronoën (304). Tous ces sanctuaires ont été en activité durant la période de La Tène, et plus généralement entre le III<sup>ème</sup> et le I<sup>er</sup> s. a.C. C'est donc pour cette période qu'il faut identifier le pic d'activité de dépôt de demi-produits dans ces contextes.

Le site de Ribemont-sur-Ancre, Le Champ Crezette est celui ayant livré le plus de demi-produits. Au total, 113 fragments pour un NMI de 67 individus y ont été recensés pour la période de La Tène D2. Ils sont en relation avec la seconde phase d'occupation, lors de l'abandon de la fonction de trophée pour faire de cet espace un lieu d'offrande. Malgré le nombre important de ces objets, seuls deux types sont représentés : les barres à douille

---

<sup>350</sup> « Un dépôt métallique non funéraire correspond à un ou plusieurs objets volontairement retirés de leur cycle usuel d'utilisation et placés en un endroit qui n'est pas une sépulture » (Milcent 2017, p. 713).



conique et les « currency bars » évasées. Les barres à extrémité roulée sont donc les seuls demi-produits présents dans ce sanctuaire.

Le sanctuaire de Chilly, Le Bois du Carme, occupé au milieu du II<sup>ème</sup> s. a.C., n'est que très peu connu du fait de l'arasement de ses sols. Seuls des fossés et une fosse attestent de son utilisation à la période protohistorique. C'est dans le fossé 1 de ce site qu'ont été mis au jour trois fragments de barres à douille évasée pour un NMI de 2 individus. Tout comme pour les mêmes objets à Ribemont-sur-Ancre, les demi-produits de Chilly sont repliés. Ceci assure que ces objets sont bien des offrandes et non des objets en cours de fabrication.

A Ouessant, Mez-Notariou, site du second âge du Fer, c'est dans un espace ayant été un sanctuaire que plusieurs demi-produits de type « currency bars » ont été découverts. Malheureusement dans ce cas le lieu précis de la découverte n'est pas mentionné et il est donc difficile de le restituer avec exactitude. Toutefois, le fait qu'il s'agisse de « currency bars », type déjà identifié à Ribemont-sur-Ancre permet de supposer que le lieu de découverte est bien le sanctuaire de Mez-Notariou.

Enfin, le dernier cas de découverte de demi-produits en sanctuaire sur la façade atlantique concerne le site de Saint-Jean-Trolimon, Tronoën. Ici, les fouilles anciennes ne permettent pas de connaître le contexte de découverte précis des objets. Toutefois, six demi-produits sont conservés dans la collection « Du Châtellier » au Musée d'Archéologie National. Il s'agit d'une « currency bar » large et de cinq bipyramidés. Si la présence d'une « currency bar » dans un sanctuaire laténien semble normale, il n'en va pas de même pour les bipyramidés. En l'absence de contextes de découverte précis, il est possible que ces bipyramidés proviennent d'un lieu distinct<sup>351</sup>. Il est possible qu'ils aient formé un dépôt isolé.

Les dépôts de demi-produits dans les sanctuaires sont donc assez fréquents. Ils se concentrent pendant la période de pleine activité de ces lieux de culte, entre le III<sup>ème</sup> et le I<sup>er</sup> s. a.C. Les demi-produits mis au jour dans ces contextes sont assez standardisés, majoritairement des barres à douille. Ils semblent participer pleinement aux activités religieuses, en particulier à Ribemont-sur-Ancre.

---

<sup>351</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 145, argument fondé sur l'étude d'un panel de site plus important que ceux de la façade atlantique.

#### 2.6.4.3.2. Les dépôts, sites avérés et probables

Tout comme pour les sanctuaires, seuls deux dépôts de demi-produits sont identifiés et assurés sur la façade atlantique. Il s'agit des sites de Saint-Cast-le-Guildo, Le Pont Quinteux (271) et Saint-Connan, La Belle-Etoile (272). Dans ces deux cas, l'attention portée aux objets lors de leur découverte a permis de signaler que les demi-produits étaient disposés sur plusieurs niveaux, d'une dizaine d'individus chacun. Un autre point commun de ces deux découvertes est que les demi-produits sont de type bipyramidé. Ces deux sites ont donc des similitudes qui peuvent être retrouvées sur d'autres sites dont le contexte de découverte n'a pas pu être déterminé.

En retenant les caractéristiques suivantes : plus de dix individus, découverte d'un seul tenant et pas d'autres vestiges archéologiques (habitat, sanctuaire...), il est possible de rapprocher quatre autres sites de dépôts intentionnels et rituels. Trois ont des caractéristiques similaires entre eux et avec les deux précédents : Moëlan-sur-Mer, Kercaradec (295) ; Pléboulle, La Ville Hubert (253) et Saint-Molf, Les Forges (371). Chacun de ces sites présente respectivement 38 ; 11 et 18 demi-produits bipyramidés, apparemment retrouvés ensemble. Aucune organisation n'est mentionnée pour ces découvertes, mais cela peut être dû à leur ancienneté (toutes sont antérieures à 1964). Il est donc possible de les associer aux dépôts isolés. Le site de Bretteville-sur-Odon, Dans un champ (106), lui, a livré un ensemble conséquent de 70 demi-produits. Cependant, les trois individus conservés ne sont pas bipyramidés, mais des « currency bars » étroites. En l'absence de mention de différences dans les objets mis au jour, il est probable que les 67 autres individus aient été du même type. Si la découverte de demi-produits en grande quantité, hors de tout vestige construit, démontre qu'il s'agit sans aucun doute d'un dépôt, ce dernier diffère des précédents par le type d'objets le constituant. Il ne s'agit pas d'un *unicum* à l'échelle de l'Europe, mais les « currency bars » sont beaucoup plus rares que les bipyramidés dans les dépôts isolés<sup>352</sup>. Les demi-produits bipyramidés étant connus plus anciennement que ceux à extrémité roulée, il est envisageable que la pratique du dépôt isolé s'essouffle au moment de l'apparition de ces derniers ; apparition presque simultanée avec celle des sanctuaires.

---

<sup>352</sup> Berranger 2014, p. 153-154.

#### 2.6.4.3.3. Quantité de demi-produits et sortie du cycle économique, un changement des pratiques ?

Il y aurait, au minimum, 72 demi-produits découverts dans des sanctuaires datés de La Tène moyenne à finale. Ce chiffre est beaucoup plus important que les 18 individus trouvés en contexte de production. Plus que de témoigner de pratiques plus fréquentes, il démontre bien que ces demi-produits sont vraiment sortis de la sphère productive où ils ne sont qu'un matériau intermédiaire, irrémédiablement destiné à être transformé et donc perdu. Il faut également souligner que ces pratiques sont très répandues à l'âge du Fer, d'abord en dépôts isolés de demi-produits bipyramidés, puis dans les sanctuaires avec le dépôt des nouveaux types de demi-produits présents à cette époque (barres à extrémité roulée) et peut-être un état intermédiaire à Bretteville-sur-Odon où des « currency bars » formaient un dépôt isolé.

Les masses de métal ainsi mises à l'écart du système de production peuvent sembler importantes de prime abord : Aux environs de 240 kg de métal pour le seul site de Saint-Conan, Carhouët ! Mais s'il est vrai que, pour le début du second âge du Fer, il est difficile de connaître les quantités de métal en circulation, pour la fin de la période de La Tène, le parallèle est souvent fait avec les tonnes de métal présent sous la forme de clous dans les remparts de type *murus gallicus*. Le dépôt de Bretteville pourrait être daté de ces horizons, peut-être un peu plus ancien, mais il ne contient qu'une trentaine de kilogrammes de métal, soit une quantité réduite par rapport à ce qui est connu de la circulation du fer à cette époque. Il en va de même à Ribemont-sur-Ancre où le nombre de demi-produits retrouvés est sensiblement le même.

Il est envisageable que, pour les périodes plus récentes, la qualité des demi-produits plats ait remplacé la quantité de matière représentée par les demi-produits bipyramidés. Les données chiffrées font défaut pour clore le débat, mais quelques pistes intéressantes sont ouvertes. En partant de l'hypothèse que ces divers dépôts correspondent à des quantités équivalentes de métal « final », il est possible d'estimer la masse de fer donnée par les demi-produits bipyramidés après épuration complète et la comparer à la masse des dépôts de demi-produits à extrémité roulée. Pour cela, il est nécessaire d'appliquer le coefficient de réduction de masse maximal et minimal observés expérimentalement lors de l'épuration d'une masse

brute de réduction<sup>353</sup>. Les demi-produits bipyramidés étant déjà partiellement épuré, le chiffre obtenu est une estimation basse de la quantité de métal épuré représentée par les dépôts de bipyramidés. Seuls quatre sites apportent assez d'information pour les demi-produits bipyramidés et un seul pour les demi-produits à extrémité roulée (Figure 45). Dans trois cas sur quatre, la masse estimée des bipyramidés après épuration est supérieure, voire largement supérieure, à celle des « currency bars ». Il est donc impossible d'affirmer que les deux types de pratiques sont équivalentes en termes de quantité de métal soustrait aux circuits de production. Les dépôts de bipyramidés représentent généralement une perte plus importante en métal que ceux de demi-produits à extrémité roulée. Il faut donc voir dans ces variations de masse des intentions de dons de quantités de métal distinctes. Peut-être d'autres facteurs entrent-ils en jeu, comme le temps passé à l'élaboration de ces objets, mais cela reste hypothétique.

N° site	Site	Bipyramidé		Extrémité roulée		Masse minimale estimée après épuration (kg)	Masse maximale estimée après épuration (kg)
		nombre	masse (kg)	nombre	masse (kg)		
106	Bretteville-sur-Odon, Dans un champ			70	30	30	30
253	Plébouille, La Ville Hubert	11	37			15	26
271	Saint-Cast-le-Guildo, Le Pont Quinteux	18	150			60	105
272	Saint-Connan, La Belle-Etoile	40	240			96	168
371	Saint-Molf, Les Forges	18	73			29	51

Figure 45 : Masses de métal forgeable estimées provenant des dépôts de demi-produits de la façade atlantique.

#### 2.6.4.4. Contextes indéterminés

Les découvertes de demi-produits sont parfois anciennes, souvent fortuites et par là même, mal documentées. Ainsi, pour huit sites du corpus, il est impossible de connaître le contexte d'enfouissement des demi-produits découverts. Il est intéressant de noter que toutes ces découvertes correspondent à des demi-produits bipyramidés à l'exception de Chavigny-Bailleul, Les Trois Poiriers (66) où l'individu n'est pas décrit et ne peut donc pas être identifié.

Sept de ces sites n'ont livré que des découvertes isolées, c'est-à-dire un seul demi-produit par lieu de découverte. Il est difficile de proposer une interprétation pour ces objets.

<sup>353</sup> La perte de masse estimée entre la masse brute et le produit totalement épuré est comprise entre 30 et 60%. Berranger 2014, p. 88.

S'agit-il d'enfouissements volontaires ? De pertes ? De zones de travail non identifiées ? Précédemment, seuls les sites ayant livré plus de dix demi-produits ont été considérés comme des dépôts, faut-il pour autant exclure que certains dépôts pourraient être beaucoup moins importants, seulement un ou deux demi-produits ? La question s'était déjà posée pour le site de Visseiche, Le Clos Maugendre (221) où un demi-produit se trouvait dans un fossé, associé à un vase entier. Cet ensemble fait penser à un dépôt, seule la découverte de ces objets dans un remblai pousse à écarter cette hypothèse. La question se pose d'autant plus que, sur les sites dont il est question ici, les demi-produits sont presque exclusivement bipyramidés et que ces derniers ont seulement été découverts en contexte rituel sur les autres sites identifiés (à l'exception d'Urville-Nacqueville, mais ce contexte est peu fiable).

A Saint-Gildas-des-Bois, La Vieille Hauteville (369), ce sont deux individus qui ont été retrouvés. Il s'agit d'un demi-produit bipyramidé et d'un autre indéterminé, mais probablement similaire au premier. La découverte s'est faite près de vestiges romain et médiévaux, également proche de scories de fer. Malheureusement en l'absence de réel contexte, il est impossible de rattacher ces demi-produits à une période précise. L'interprétation est donc aussi difficile que dans les cas précédents et il est impossible de trancher entre une pratique votive ou un emploi de ces matériaux pour la production.

#### **2.6.4.5. Iconographie et demi-produits, des objets très peu représentés.**

Les demi-produits sont rarement représentés, ou tout du moins rarement identifiables. Un exemplaire non assuré est visible sur le bas-relief de la tombe 29 de Verria Zosime et Verrius Euhelphistus (Figure 40.2). Il s'agit un hooked billet dans un contexte d'atelier romain daté entre 160 et 180 p.C. Si l'identification est juste, il est donc possible que le métal ait continué à circuler sous cette forme jusqu'à cette date. Quelques autres bas-reliefs montrent des forgerons travaillant une barre de métal qui peut être rapprochée des demi-produits en circulation à cette époque<sup>354</sup>. Il peut également s'agir de métal déjà travaillé dans la forge, des barres-ébauches, pour lesquelles il est difficile de se prononcer sur une vocation commerciale généralement associée aux demi-produits.

#### **2.6.4.6. Mise en perspective chronologique et conclusion**

---

<sup>354</sup> Bauvais 2014, p. 56.

La mise en évidence de la chronologie des demi-produits a déjà été effectuée par M. Berranger. Elle a constaté qu'à l'échelle européenne, malgré quelques exemplaires plus tardifs, les demi-produits bipyramidés étaient surtout identifiés dans des contextes datés entre le VII<sup>ème</sup> et le IV<sup>ème</sup> s. a.C. Le III<sup>ème</sup> s. a.C. correspond, lui, à une période de transition où les demi-produits massifs et plats se côtoient. Enfin, à partir du II<sup>ème</sup> s. a.C., les demi-produits plats deviennent majoritaires<sup>355</sup>.

Pour conclure sur ces objets, il faut souligner que les demi-produits sont présents sur de nombreux sites dans des contextes variés. Le cas le plus fréquent en nombre de site est la découverte dans des lieux où ils semblent directement liés à des activités productrices. Toutefois, sur ces sites, les demi-produits ne sont retrouvés qu'en faible quantité, entre un et six individus. Cela semble cohérent avec leur transformation en objets. Le seul fragment de masse brute assurément mis au jour sur un site de production provient d'un atelier de réduction et il s'agit plus probablement d'un déchet d'épuration locale que d'une masse brute destinée à être exportée. Aucun demi-produit bipyramidé n'a été mis au jour dans des ateliers de forge de la façade atlantique et peu sont recensés au niveau européen<sup>356</sup>. Cela est probablement dû à la nature même du métal composant ces objets. En effet, le fer, peu épuré dans ces cas, devait subir un traitement en forge avant son utilisation, ce qui modifie sa forme. Au contraire, dans le cas des demi-produits déjà bien épurés, ils pouvaient servir directement de source de matière première et étaient directement tranchés pour en récupérer la quantité de métal désirée. La partie non utilisée pouvait alors être considérée comme un déchet de découpe et être à ce titre rejetée avec les autres déchets produits par l'atelier.

#### 2.6.5. Les structures complémentaires

Toutes les structures mises au jour dans les ateliers de forge ne sont pas absolument nécessaires à la réalisation d'un objet en fer. Toutefois, les traces qu'elles ont laissées dans le sol démontent leur présence et leur utilité dans le cadre des opérations pratiquées. Il est donc utile de les caractériser afin de définir leur impact sur la production. Au total 102 structures « annexes » ont été identifiées sur 42 sites distincts. Donc seulement peu de sites ont livré de telles structures. Ces dernières sont de plusieurs natures. Il peut s'agir de structures de combustion, généralement destinées au grillage du minerai ou encore à l'élaboration du

---

<sup>355</sup> Berranger 2014, p. 196-206.

<sup>356</sup> Berranger 2014, p. 96-97.

charbon de bois. Certaines sont dévolues au stockage de matière première, tandis que d'autres sont des espaces de travail. Les structures de rejet sont également bien représentées dans ce corpus. Enfin, dans certains cas, il n'a pas été possible de déterminer leur fonction.

### 2.6.5.1. Les structures de combustion

Ces structures sont des espaces rubéfiés interprétés, comme des structures de grillage ou de charbonnage dans les publications. Elles ont pour particularité de toutes être ouvertes. Elles sont donc comparables aux foyers de forge déjà étudiés précédemment. Afin de vérifier si ces structures de combustion ne peuvent pas être des foyers de forge mal interprétés, il est possible de tenter de les faire entrer dans la typologie proposée pour ces derniers (2.6.1.1). Pour ce faire, les structures assimilées au grillage et au charbonnage ont été traitées séparément.

#### 2.6.5.1.1. Les structures de grillage

Les structures interprétés comme relevant du grillage sont au nombre de neuf et présentes sur quatre sites distincts (Figure 46). Les structures Fosse 1 de Plélan-le-Grand, La Lande Halgros (201), et « Foyer de grillage les Glyorels II » à Paimpont, Les Glyorels II (193) sont de forme irrégulière.

n° site	Site	Lieu de découverte	Structure	Type
46	Forges-les-Eaux, Route Argueil	Ouest de l'emprise	Fosse 8	1111a
46	Forges-les-Eaux, Route Argueil	Ouest de l'emprise	Fosse 16	1111a
46	Forges-les-Eaux, Route Argueil	Ouest de l'emprise	Fosse 17	1121a
46	Forges-les-Eaux, Route Argueil	Ouest de l'emprise	Fosse 18	1121a
201	Plélan-le-Grand, La Lande Halgros	Site sidérurgique	Fosse 1	0312a
193	Paimpont, Les Glyorels II	Sondage Les Glyorels II	Foyer de grillage Les Glyorels II	0370a
50	La Ferté-Saint-Samson, Le Flot, parcelle 147	Le Flot, Parcelle 147	St 100	1221a
50	La Ferté-Saint-Samson, Le Flot, parcelle 147	Le Flot, Parcelle 147	St 101	1221a
50	La Ferté-Saint-Samson, Le Flot, parcelle 147	Le Flot, Parcelle 147	St 114	1321a

Figure 46 : Typologie des structures de grillage identifiées sur la façade atlantique suivant la typologie des foyers de forge.

A Plélan-le-Grand, La Lande Halgros il s'agit d'une dépression informe, non datée, dans le comblement de laquelle se trouvait un amas de blocs de minerai. Les données sont minces, mais il est tout de même possible de proposer qu'il s'agisse d'une structure de grillage. Le cas de Paimpont, Les Glyorels II est un peu mieux connu. Il s'agit d'une zone très rubéfiée, utilisée entre La Tène ancienne et La Tène moyenne, mesurant 4,50 m de longueur et 2,50 m de largeur. La présence d'un bloc de minerai grillé sur cet espace permet, faute de mieux, de l'interpréter comme étant une aire de grillage du minerai. Il s'agit donc, plus qu'une structure, d'une aire de grillage assez vaste.

Pour les sites de Forges-les-Eaux, Route d'Argueil (46) et La Ferté-Saint-Samson, Le Flot, parcelle 147 (50), tous deux non datés, les structures sont matérialisées par la présence de fosses circulaires ou ovales. Elles sont très similaires puisqu'on ne retrouve que trois types distincts : 1111a, 1211, 1221a et 1321a. Ces types sont même assez semblables : la morphologie planaire étant similaire, bien qu'assez allongée dans un cas, et les surfaces, comprises entre 0,20 et 0,93 m<sup>2</sup>, sont toujours inférieures à un mètre carré. Toutes ces fosses ont été retrouvées comblées par un mélange de charbon et de minerai grillé attestant de leur fonction. Elles peuvent être rapprochées de certains foyers de forge, en particulier de ceux mis au jour à Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1 (1), où des structures de combustion de la période augusto-tibérienne, très similaires, ont été interprétées comme foyers de forge. Il est envisageable que certaines de ces structures soient des foyers de forge, en particulier à Forges-les-Eaux où des scories de forge ont été mises au jour. Toutefois, les contextes sont bien distincts. A Forges-les-Eaux et La Ferté-Saint-Samson les structures de combustion sont en relation directe avec des structures de réduction, tandis qu'à Bavay, seuls des vestiges de forge ont été identifiés. Il semble donc difficile de faire un rapprochement direct entre la morphologie et la fonction de ces foyers. Le contexte et les vestiges associés aux structures semblent être les meilleurs indices de l'identification de la fonction de ces foyers.

Les structures bien délimitées, telles que les fosses, sont de dimensions très réduites, inférieure au mètre carré. Il est donc certain qu'il n'était pas nécessaire d'avoir de grands espaces pour griller le minerai. Se pose alors la question de l'utilité des deux aires de grande ampleur des sites de Plélan-le-Grand, La Lande Halgros et Paimpont, Les Glyorels II. A Plélan-le-Grand, la description de la structure ne permet pas de se faire une idée précise de son fonctionnement. Au contraire, à Paimpont, le fait que le sol soit rubéfié sur une surface d'une dizaine de mètres carrés laisse imaginer deux scénarios. Dans un premier cas il pourrait



s'agir d'un grand feu effectué pour griller une quantité importante de minerai d'un seul coup. Le second cas serait la réalisation de feux plus petits mais successifs dans un espace dévolu à cette fonction. Ainsi, plusieurs opérations de grillage auraient pu rubéfier la zone et cela reste en accord avec les dimensions des fosses observées sur les autres sites. Ceci peut également être vu comme indice d'une fréquentation du site sur la durée, plusieurs grillages, et donc probablement réduction ayant été effectués.

Les structures de grillage n'ont été reconnues que sur des sites n'ayant pas été datés, sauf Paimpont, Les Glyorels II, occupé entre le IV<sup>ème</sup> et le II<sup>ème</sup> s. a.C. Il est donc impossible de proposer une interprétation chronologique de leur présence ou encore de leur morphologie.

#### 2.6.5.1.2. Les charbonnières : identification et limites d'interprétation

Les charbonnières sont des structures de combustion servant à la transformation de bois en charbon de bois, *via* un procédé de combustion lente. Lors des fouilles, ces dernières sont principalement identifiées sur la base d'un comblement essentiellement charbonneux et de parois peu rubéfiées, en accord avec une combustion étouffée<sup>357</sup>. Ces structures étant destinées à la combustion, il est pertinent de leur appliquer les critères retenus pour la typologie des foyers de forge et ainsi vérifier si elles sont semblables ou non à ces derniers.

Les premiers constats sont évidents. Une seule charbonnière mise au jour est sub-circulaire : la structure St 10 de Bedenac-Clérac, LGV phase 118 (381), datée de la Protohistoire au sens large. Il s'agit également de celle dont la surface est la plus importante. Il est tout à fait possible, comme c'est mentionné dans le rapport de fouille<sup>358</sup>, que cet espace ne soit pas réellement une structure, mais corresponde plutôt aux vestiges visibles d'une zone de charbonnage. L'intégralité de cet espace n'aurait pas été utilisée en une seule fois, mais les zones de combustion auraient été déplacées à l'intérieur d'un espace réservé à cette activité ; comme dans le cas des structures de grillage dont il a été question précédemment. Leurs surfaces sont très importantes, toujours supérieures à 2,50 m<sup>2</sup>, sauf dans le cas de la structure Foyer 3590 de Paule, Saint-Eloy (250) dont la surface n'est que de 1,44 m<sup>2</sup>. Autre élément récurrent, la profondeur, toujours peu marquée, sauf, encore une fois, dans le cas du Foyer 3590 de Paule, Saint-Eloy présentant un rapport profondeur/largeur plus important que les

---

<sup>357</sup> Par exemple : Gasc 2013, p. 52-53 ; Nicolas (dir.) 2013, p. 83-90 ; Hamon (dir.) 2014, p. 52 ; Hamon (dir.) 2015, p. 37 ou Vivet 2014, p. 135-137.

<sup>358</sup> Digan 2012, p. 51-55.

autres. Certains critères sont donc très homogènes d'une structure à l'autre, mais la morphologie planaire, elle, est très variable. Des individus parfaitement carrés ou circulaires (de type 11... ou 21...) ont été observés, de même que d'autres beaucoup plus allongés, avec tous le spectre intermédiaire représenté. A partir de ces éléments, il est envisageable que, dans la conception des charbonnières, les critères essentiels aient été une surface assez importante, assurément pour produire assez de charbon, un espace légèrement délimité par un creusement, possiblement pour la rapidité de mise en forme de la structure, mais que la forme générale de la structure ait été à la discrétion de la personne la réalisant.

n° site	Site	Lieu de découverte	Charbonnière	Type
182	Meillac, La Hunaudière	La Hunaudière	Charbonnière La Hunaudière	0000a
196	Paimpont, Moustache 1	Moustache 1	Charbonnière Moustache 1	0000a
201	Plélan-le-Grand, La Lande Halgros	Site sidérurgique	Fosse 2	0201a
213	Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I	Le Rocher Abraham I	Charbonnière S5	2171a
213	Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I	Le Rocher Abraham I	Charbonnière S4	2361a
223	Audaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air, zone 1	Tranchée 2	Charbonnière 3	2370a
223	Audaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air, zone 1	Tranchée 2	Charbonnière 73	2370a
223	Audaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air, zone 1	Tranchée 2	Charbonnière 70	2470a
250	Paule, Saint-Eloy	Nord-est enclos métallurgique, étape 3	Foyer 3590	2432a
269	Quévert, Le Clos Mirette	Nord de la parcelle 92	Structure 26	2471a
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	Nord-ouest du site	1045	2371a
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	Nord-ouest du site	1044	2471a
285	Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne	Ouest du site	1655	2471a
286	Châteaulin, Penn ar Roz, Ier a.C. - augustéen	Penn ar Roz, Ier a.C. - augustéen	1471	2571a
381	Bedenac-Clérac, LGV phase 118	Tranchées 95 et 97	St 10	1171a
397	Saint-Martin-d'Ary, Le Noret, phase protohistorique	Le Noret phase protohistorique	FOS 3	2261a
397	Saint-Martin-d'Ary, Le Noret, phase protohistorique	Le Noret phase protohistorique	FOS 71	2271a
397	Saint-Martin-d'Ary, Le Noret, phase protohistorique	Le Noret phase protohistorique	FOS 167	2271a
397	Saint-Martin-d'Ary, Le Noret, phase protohistorique	Le Noret phase protohistorique	FOS 118	2271a
420	Bordeaux, Cité Judiciaire, phase 2	Phase 2, séquence 1	F418	0000a

Figure 47 : Typologie des charbonnières de la façade atlantique, en se fondant sur la typologie des foyers de forge.

Maintenant que les grands aspects morphologiques des charbonnières sont connus, il faut se demander si elles forment un groupe distinct des foyers de forge recensés jusqu'à présent. Bien entendu, la structure St 10 de Bedenac-Clérac, LGV phase 118 (381) se démarque très fortement des autres par sa surface extrêmement étendue. Dans de très nombreux autres cas, la surface est le critère discriminant permettant de distinguer les foyers de forge des charbonnières. Toutefois, dans certains cas la différenciation est particulièrement difficile, en particulier avec les foyers atypiques de grandes dimensions, comme une partie de ceux de Paule, Saint-Eloy. Le foyer 3590 (type 2432a) y est considéré comme étant lié au charbonnage, tandis que les foyers 4 et 3568 (type 2434c) sont, eux, interprétés comme étant des foyers de forge. La seule différence morphologique entre ces deux types de structures est l'encaissement plus marqué des foyers 4 et 3568, ainsi que la présence de vestiges de ventilation forcée sur leur pourtour. De plus, sur le même site, il existe d'autres foyers de forge plus vastes : Foyer 3588 et Foyer 3591 (respectivement de types 2453c et 2463c). Il semble surprenant d'assimiler la structure 3590 à une charbonnière alors qu'elle entre parfaitement dans les standards métrologiques des foyers de forge environnants. Les critères morpho-métrologiques sont plutôt en faveur de l'identification de cette structure comme foyer de forge et non comme charbonnière.

Le cas de la forge romaine, Forge 236, de Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux, phase 5 (20) est également problématique. En effet, ce foyer, de type 2371a, est de dimensions très imposantes, il s'agit de la structure assimilée à un foyer de forge la plus grande de la façade atlantique. Par son type, elle se rapproche pourtant très nettement des charbonnières 3 et 73 de Audaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air, zone 1 (223) (type 2370a, non daté), et de la charbonnière 1045 de Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285) (type 2371a). D'un point de vue morphologique, le foyer de la forge 236 serait donc plutôt une charbonnière. Encore une fois il faut rester prudent quant à cette interprétation.

D'autres charbonnières ont été identifiées sur de nombreux sites de réduction extérieurs à la façade atlantique, notamment celles mises au jour sur le site des Clérimois (Yonne). Il s'agit de structures ovales mesurant entre 1,30 et 2,30 m de longueur pour une profondeur de 0,50 à 0,98 m<sup>359</sup>. Ces fosses sont datées par radiocarbone du III<sup>ème</sup> s. p.C. Si la surface de ces structures se rapproche de celles connues sur la façade atlantique, leur forme

---

<sup>359</sup> Dunikowski et Cabboï 1995, p. 135.

ainsi que leur profondeur sont différentes. Dans le cas, très bien conservé, de l'atelier du Latté à Oulches, il a été possible de restituer une structure assez unique<sup>360</sup> : un four circulaire de 1,70 m de diamètre avec des parois en briques d'argile crue restituées jusqu'à 1,20 m de haut. Les niveaux associés à cette structure ainsi que ses dimensions importantes ne permettent pas de l'interpréter comme un bas fourneau, mais incitent à y voir une structure de combustion dédiée au charbonnage. Là encore, une datation du III<sup>ème</sup> - IV<sup>ème</sup> s. p.C. rend les comparaisons peu évidentes avec un corpus atlantique composé de structures plus anciennes. Des charbonnières similaires mais datées du V<sup>ème</sup> s. a.C. ont été découvertes à Lyon, Rue des Tuileries, en contexte de forge<sup>361</sup>. Elles sont circulaires, mesurent environ 1,70 m de diamètre pour 0,70 m de profondeur. Si leur interprétation est exacte, elles démontrent l'utilisation de structures circulaires dès des périodes anciennes.

Afin de se rapprocher tant géographiquement que chronologiquement, il est possible de faire une comparaison avec des données provenant de la Sarthe, et en particulier de la région du Mans au second âge du Fer. Ici le charbonnage, également observé sur les sites de réduction se pratiquait dans des fosses quadrangulaires mesurant entre 5 et 6 m<sup>2</sup> pour une profondeur comprise entre 0,10 et 0,40 m<sup>362</sup>. Ces valeurs sont identiques à celles vues sur la façade atlantique pour la même période. Il semble donc y avoir une homogénéité dans l'Ouest, avec l'utilisation de fosses quadrangulaires peu profondes. Ces structures semblent pourtant avoir plutôt une forme circulaire sur les sites plus orientaux. Sur ces points les travaux en cours de Graziella Rassat devraient apporter des résultats très intéressants<sup>363</sup>.

Les charbonnières sont donc des structures typologiquement distinctes des foyers de forge. Elles sont marquées par la prédominance des formes quadrangulaires, légèrement encaissées, mais surtout de surface importante. Quelques exemples, moins faciles à distinguer des foyers de forge, incitent tout de même à la prudence vis-à-vis de l'interprétation de ces structures sur des critères purement morphologiques.

---

<sup>360</sup> Dumasy *et al.* 2010, p. 267-273.

<sup>361</sup> Carrara 2014, p. 280.

<sup>362</sup> Cabboï *et al.* 2004.

<sup>363</sup> Rassat, en cours.

## 2.6.5.2. Structures non destinées à la combustion

### 2.6.5.2.1. Les lieux de stockage du charbon

Une fois le charbon fabriqué, il pouvait être stocké près des structures de combustion, comme le suggèrent quatre structures découvertes sur seulement trois sites. Deux de ces structures sont des fosses mises au jour à Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213), occupé au II<sup>ème</sup> s. a.C. La structure S3, interprétée comme fosse de stockage de charbon, est presque strictement identique à la structure S4 interprétée comme charbonnière, à la différence que S3 ne porte pas de traces de rubéfaction. Elle est également directement associée à S3bis, plus profonde, mais dans son prolongement direct. La présence d'un fossé servant de drain à côté de ces deux structures démontre une attention particulière portée à la gestion de l'humidité du sol à cet endroit. Si cela permet de supposer qu'il s'agit d'une structure de stockage, les dimensions totales de cette structure sont supérieures à celles des fosses de charbonnage du même site. Il serait donc possible de stocker plus de charbon que celui produit sur place ? Soit une partie du charbon était produit hors emprise de la fouille, soit les structures S3 et S3bis ne sont pas des espaces de stockage, mais une nouvelle charbonnière moins marquée par le feu.

Les deux autres espaces de stockage de charbon identifiés sont, eux, en relation avec des structures de forge et non de réduction. A Châteaulin, Penn ar Roz, Ier s. p.C. (287), la structure 1672 est une fosse quadrangulaire de dimensions réduites (0,6 x 0,5 x 0,16 m) ne présentant pas de traces de rubéfaction, contrairement aux deux foyers voisins. De plus, sur ce site, l'aménagement spécifique des foyers excavés avec un appareillage en pierres placées de chant confirme que cette fosse n'est pas un foyer de forge. Elle démontre qu'en contexte de forge, les espaces de stockage du charbon sont de dimensions modestes. Ici, le volume de la fosse de stockage est inférieur à celui du foyer 1615 proche. Le foyer n'était probablement pas complètement rempli de charbon lors de son utilisation et la fosse de stockage pouvait, elle, être plus remplie que son volume (le charbon n'est pas liquide et peut s'entasser), mais il apparaît que la consommation des foyers ne devait pas être très importante car peu de combustible était stocké à côté. Toutefois l'existence même d'une réserve de combustible démontre une utilisation des foyers assez fréquente.

Les mêmes conclusions peuvent être faites à propos de la zone de stockage de charbon découverte à Bordeaux, 17 rue du Hâ, phase II (412), dans un atelier dont l'utilisation est datée du premier quart du I<sup>er</sup> s. p.C. La principale différence vient du fait qu'ici le charbon n'est pas conservé dans une structure fossoyée mais semble avoir simplement été entassé sur le sol de l'atelier de forge, à deux mètres du foyer FOY 369. Les données sont plus difficiles à chiffrer dans ce cas, mais cet atelier a produit de grandes quantités de déchets et devait donc être très actif.<sup>364</sup>

Les structures de stockage de charbon reconnues sont donc très peu nombreuses. En contexte de réduction, il n'est pas certain qu'elles soient présentes et peuvent avoir été remplacées par les structures de charbonnage, elles très fréquentes, et servant à la fois à la production et au stockage au vu de leur proximité avec les structures de réduction. Elles se retrouvent sous deux formes dans les ateliers de forge : la fosse et l'amas. Cela pourrait expliquer les difficultés d'identification de ces structures et leur faible fréquence sur les sites fouillés. En effet, les fosses peuvent être conservées, mais à moins de connaître leur environnement précis, il est difficile de les rattacher au stockage du charbon, surtout lorsque les sols ne sont pas conservés et les structures environnantes détruites<sup>365</sup>. Seuls des sols conservés et une fouille fine peuvent permettre d'identifier de tels vestiges<sup>366</sup>. Seuls des ateliers de forge d'époque romaine ont livré des structures de stockage de charbon. Toutefois, au vu de la faible quantité de structures identifiées cette datation romaine n'est certainement pas représentative.

#### 2.6.5.2.2. Les espaces dédiés au stockage de l'argile

Le charbon n'est pas le seul matériau stocké dans les espaces de travail du fer. L'argile est également présente dans une grande partie de la chaîne opératoire, soit en tant que matériau de construction pour les structures de combustion (bas fourneaux et foyers), soit utilisé comme ajout lors de certains procédés de fabrication en forge.

---

<sup>364</sup> Beyrie et Kammenthaler 2013, p. 147-158.

<sup>365</sup> Même lorsque l'environnement est bien connu l'interprétation reste hypothétique comme dans les Pièces 1-1 et 1-9 du site d'Autun, Lycée Militaire (Chardon-Picault et Pernot (dir.) 1999, p. 208).

<sup>366</sup> Même dans ce cas, l'identification n'est pas certaine. C'est en particulier le cas des fosses mises au jour dans les divers ateliers du site d'Autun, Lycée Militaire, dont la fonction n'est pas assurée, même si lapiste du stockage de charbon reste privilégiée (Chardon Picault et Pernot (dir.) 1999, p. 203-211).

Sur le site de réduction de Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213) ont été retrouvées deux de ces structures, datées du II<sup>ème</sup> s. a.C. Ce sont des blocs d'argile, très similaires, dont un mesure 0,6 x 0,5 x 0,14 m. Des analyses chimiques réalisées sur cette argile démontrent qu'elle est très similaire chimiquement au substrat local, ainsi qu'aux parois des deux bas fourneaux mis au jour sur le site. Toutefois, l'adéquation ne peut être complètement vérifiée à cause de la transformation des minéraux lors de la chauffe du bas fourneau<sup>367</sup>. Au vu des quantités retrouvées, assez faibles, il semble peu probable que cette argile ait été destinée à l'édification de l'intégralité des bas fourneaux. Les structures de combustion étant à utilisation multiples, elles présentent sur un côté un accès détruit après chaque opération pour récupérer la masse brute et reconstruit au moment de la chauffe suivante. Il est donc plus probable que ces réserves d'argile soient à mettre en relation avec la reconstruction de ces accès. La présence de deux blocs d'argile permet d'imaginer que chacun était lié à un bas fourneau et donc que ces deux structures étaient gérées séparément, hypothèse déjà soulevée à propos des charbonnières, elles aussi en paire sur le site. Cela va dans le sens de deux équipes totalement autonomes travaillant en même temps ou alors de l'antériorité d'une des structures de réduction et de l'atelier associé par rapport à l'autre. La forme, en bloc, de ces vestiges d'argile permet également de supposer une structure de stockage en matériaux périssables autour.

Un bac en bois contenant de l'argile est également attesté, mais en contexte de forge, à Bordeaux, 17 rue du Hâ, phase II (412). Cette structure, datée du changement d'ère, se présente sous la forme d'un bloc d'argile présentant des traces en négatif de planches sur ses bords. Le fait que ce bloc soit localisé à un mètre du foyer FOY 370 permet de mettre ces deux structures directement en relation et ainsi de supposer que cette argile servait aux réfections de la structure de combustion. Tout comme sur les ateliers de réduction il existe ici un lien étroit entre structure de combustion et stockage d'argile.

Un cas similaire se présente à Livarot, Boulevard South Molton (120), site d'époque romaine, où la fosse ST 204bis, circulaire, a été mise au jour proche du foyer de forge ST 204. Sur ce site, principalement orienté vers la réduction, la réserve d'argile est au niveau d'un foyer de forge. Ici, les fouilleurs estiment que l'argile n'est pas destinée à la réfection de la structure, mais sert d'antioxydant dans le cadre d'activités de forge spécifique. Cela semble

---

<sup>367</sup> Vivet 2001a, p. 80-84.

conforté par la finesse de l'argile<sup>368</sup>, mais en attendant des analyses complémentaires, il est impossible de se prononcer sur la réelle utilisation de ce matériau.

Enfin, une dernière structure de stockage d'argile est mentionnée pour le site de Bordeaux, Cité Judiciaire, phase 2 (420), daté du milieu du I<sup>er</sup> s. p.C. Les informations disponibles sur cette structure sont très sommaires et empêchent d'en proposer une interprétation poussée<sup>369</sup>. Toutefois, sur le site, se trouvent de très nombreux foyers concentrés sur une surface assez faible. Comme à Bordeaux, 17 rue du Hâ, phase II, il s'agit d'un contexte de production métallurgique probablement intense. Malheureusement, il est impossible de savoir si cette argile était destinée à la confection ou la réparation de structures de forge ou à effectuer des ajouts argilo-sableux sur des pièces en cours de travail.

La datation de ces structures est variable et le faible nombre d'individus ne permet pas de procéder à une analyse chronologique fine. Toutefois, tous les ateliers de forge concernés sont datés du I<sup>er</sup> s. p.C. Faut-il voir dans la présence de ces structures une spécificité romaine ? Il est trop tôt pour être catégorique, mais l'hypothèse se doit d'être étudiée.

Le stockage d'argile se trouve donc aussi bien dans des contextes de réduction que de forge. Si, pour la réduction, il est presque certain que ce matériau n'est utilisé que pour l'édification des structures de combustion et pour leur entretien (en particulier boucher l'accès aménagé après chaque réduction) ; dans les ateliers de forge, leur interprétation est plus délicate : matériau de construction ou antioxydant ? Seules des analyses comparatives entre la composition chimique de ces argiles et des structures associées permettraient de répondre à cette question. Dans tous les cas, ces structures se trouvent sur des sites où la production a été continue, voire intense. Il est donc possible de proposer qu'il existe un lien entre la présence de ces éléments et une forme de durabilité de l'espace de production. La forme générale de ces stocks permet de dégager deux moyens de conservation. Le premier correspond à des fosses directement creusées dans le sol de l'espace de travail. Dans les autres cas, la découverte de blocs, dont un avec des traces de planches sur les côtés atteste d'un stockage dans un contenant en bois, peut-être un simple coffrage laissé ouvert.

---

<sup>368</sup> Colliou et al. 2009, p. 105.

<sup>369</sup> « [...] le fait 365 [correspond] à une réserve d'argile [...] », Leblanc 1996, p. 40.



Une étude anthropologique récente effectuée au Népal démontre que, dans les ateliers de forge, les stocks de matière première (fer et charbon) sont peu importants<sup>370</sup>. Cela tient peut-être à l'organisation sociale faisant que le forgeron travaille pour l'ensemble de la communauté en échange de nourriture et se fait donc souvent apporter les matériaux par les clients. Toutefois, dans les ateliers, il est noté que « Leur espace de rangement est rarement structuré, le stock étant simplement posé à même le sol et non dans des fosses ; il ne resterait par conséquent que peu de vestiges archéologiques »<sup>371</sup>. Un travail similaire, entrepris par R. Soullignac en pays Dogon, au Mali, atteste de la présence de seulement 5 kg de charbon dans un atelier dans lequel plusieurs équipes peuvent travailler simultanément<sup>372</sup>. Ceci pourrait, en plus des difficultés d'interprétation, expliquer la rareté des structures de stockage retrouvées dans les ateliers protohistoriques et antiques.

#### 2.6.5.2.3. Traces excavées d'espaces surélevés : des établis ?

Pour compléter l'atelier, il faut mentionner la découverte de structures, ou plutôt d'indices de structures, très fugaces mais révélateurs : des trous de piquets indiquant très probablement l'emplacement d'établis. C'est notamment le cas dans la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C., à Amiens, ZAC Cathédrale - Université, état IV, phases 1-2 (28), où la structure 5699 est composée de six trous de poteaux formant un rectangle. Au vu de sa proximité avec le foyer de forge 5163, il est certain que cette structure était liée à l'activité métallurgique. Il s'agirait donc des vestiges de l'ancrage dans le sol d'un établi ayant pu servir à la fois à stocker les outils, mais également d'espace de travail (forgeage sur une enclume fichée dans le bois ?). Un cas similaire, légèrement plus ancien, a été observé à Bordeaux, 17 rue du Hâ, phase II (412), où seulement quatre trous de piquet ont été observés. Ils sont fichés dans le bloc d'argile marquant l'abandon de cette structure et renseignent un état qui n'a été perçu nulle part ailleurs sur le site. La proximité avec le foyer FOY 370 permet de supposer une structure en bois de type établi.

A Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248), les vestiges, datés de La Tène finale, sont différents. Il s'agit de restes de planches carbonisées retrouvées autour de structures en creux. De nombreux fragments métalliques ont été identifiés au sol, au niveau de ces restes. L'interprétation proposée est que ce soient les vestiges d'un établi ayant supporté une ou

---

<sup>370</sup> Demierre 2014, p. 306.

<sup>371</sup> Demierre 2014, p. 306.

<sup>372</sup> Soullignac 2014, p. 309.

plusieurs enclumes destinées au travail du fer. La combustion de ce dernier aurait permis la conservation de planches. L'hypothèse est séduisante et permettrait de compléter un ensemble de structures cohérent visibles sur ce lieu de production.

Les établis, tout comme d'autres structures complémentaires, sont assez mal documentés. Leurs vestiges sont fugaces et d'interprétation ardue, mais il semble qu'ils aient existé dans certains ateliers de forge dès La Tène finale et jusqu'au II<sup>ème</sup> s. p.C. Ces datations ne peuvent bien entendu n'être qu'indicatives au vu du faible nombre de structures concernées. Toutefois, des vestiges similaires ont été retrouvés sur le site d'Autun, Lycée Militaire au I<sup>er</sup> s. p.C. Les trous de piquet n'y ont été identifiés que sur les ateliers de travail des alliages cuivreux. Ils sont alors interprétés comme vestiges de dispositifs de séchage lorsqu'ils sont situés près de foyers, ou comme espaces de stockage de type étagères quand ils se trouvent isolés<sup>373</sup>. L'éventualité d'un établi utilisé comme espace de travail n'est pas évoqué dans ce cas. La présence et l'identification de telles structures est très importante, même si l'interprétation est sujette à caution. En effet, ces découvertes attestent des structures que l'archéologie a généralement du mal à percevoir : l'existence de postes de travail ou de stockage situés en hauteur.

#### 2.6.5.2.4. Des fosses d'interprétation difficile en contexte de production

Dans beaucoup de lieux de production se trouvent des structures fossoyées essentiellement comblées avec des déchets. Il est très probable que, dans de nombreux cas, ces structures aient eu une utilisation primaire différente, mais leur réutilisation pour le rejet démontre un intérêt pour la gestion des déchets. Ces structures se trouvent à la fois sur des sites de réduction (9 structures sur 4 sites) et sur les ateliers de forge (17 structures sur 13 sites). Les natures de ces structures sont très variables : fosses, fossés, aires rubéfiées réutilisées. Il semble que n'importe quelle zone non utilisée de l'espace de production ou dans ses alentours immédiats peut faire office de structure de rejet. Ce corpus est très largement dominé par les structures en creux (22 cas sur 26), mais cela est peut-être dû à un biais archéologique, les structures en creux étant mieux conservées que les amas observés sur le sol. Ces structures existent ont été identifiées pour toute l'amplitude chronologique étudiée.

---

<sup>373</sup> Chardon-Picault et Pernot (dir.) 1999, p. 194.

Dans les ateliers, certaines structures ne sont qu'indirectement reliées au travail du fer. Il s'agit de tranchées, voire de fossés, interprétés comme drains permettant d'assainir le sol, afin de le conserver le plus sec possible pour les opérations nécessitant une chauffe. Ces structures ont été identifiées sur quatre sites, indépendamment ateliers de réduction ou de forge. Il est important de noter qu'en aucun cas, des vestiges matériels ne peuvent venir appuyer cette hypothèse. Cependant, à chaque fois la faible largeur de ces structures, comprise entre 0,4 et 0,9 m, ainsi que leur localisation à proximité des zones de travail permet de proposer cette identification.

Enfin, les dernières structures mentionnées ici sont celles ayant une fonction indéterminée au sein de l'atelier. Tout comme pour les structures de rejet il s'agit presque exclusivement de fosses (28 cas sur 30). Leur longueur est variable, mais comprise entre 0,6 et 2,3 m. Il est donc possible que certaines d'entre elles soient des foyers non identifiés. Dans certains cas, l'éventualité de fosses de stockage peut être évoquée (FS 3528 sur le site de Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase II, états 1 et 2 (422)).

#### 2.6.6. Les déchets de production

Les 190 sites de forge identifiés dans le corpus représentent 275 lieux de découverte, soit autant d'espaces de travail possibles (Figure 48)<sup>374</sup>. Seuls 81 de ces lieux de production ont livré des structures. Les déchets sont donc des témoins privilégiés des activités métallurgiques. Ces derniers peuvent être de plusieurs natures : dans la majorité des cas, des scories, mais également des chutes de travail ou encore des battitures. Seul, le site d'Urville-Nacqueville, La Batterie Basse (142), daté entre 250 et 100 a.C., ne comprend ni déchets de travail, ni structures de combustion, mais seulement une enclume et un demi-produit de fer<sup>375</sup>. Ces objets appartiennent bien aux phases de travail post-réduction, mais leur contexte de découverte n'est pas connu. Il n'est donc pas possible de savoir s'ils ont été mis au jour en position fonctionnelle ou dans un dépôt, comme c'est le cas pour un grand nombre de demi-produits. Ce site sera donc écarté des réflexions à venir, portant le total de sites étudiés à 189.

---

<sup>374</sup> Il est nécessaire d'ajouter à ce corpus le site de Anoeta, Basagain, Pays Basque, principalement daté de la fin de la période protohistorique (San José *et al.* 2008). Ce site, porté à notre connaissance trop tard pour l'intégrer au corpus, est un habitat fortifié ayant livré des objets et scories de forge, démontrant la présence d'activités de forge dans une zone où l'extraction est très présente.

<sup>375</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 167-168.

Les scories représentent le mobilier le plus largement dominant, même presque exclusif lorsqu'il s'agit d'identifier l'activité de forge. Ainsi, seuls trois sites (La Genétouze - Le Fouilloux, Pôle Sécurité et Sports Mécaniques (385) ; Pouillé, le Grand Paisilier (374) et Wattlelos, Beaulieu – Martelotte (13)) ont livré des déchets mais pas de scories. A Wattlelos la publication fait état de la présence de « paillettes d'acier »<sup>376</sup> faisant penser à des battitures dans un contexte qui n'a pas pu être daté. Ces rejets ne pouvant être produits que lors des travaux postérieurs à la réduction il est presque certain que le site ait été le siège d'une activité de forge. Le site de La Genétouze - Le Fouilloux, a livré quelques battitures assurant la tenue d'une activité de forge à la période augustéenne, mais aucun autre indice ne vient corroborer cette découverte. Enfin, à Pouillé, pour le milieu du II<sup>ème</sup> s. a.C., ce sont uniquement des chutes de forge qui ont été identifiées grâce à l'expertise d'O. Nillesse, spécialiste du mobilier métallique<sup>377</sup>. Cet exemple montre combien il est important de faire étudier le mobilier par un expert dans le domaine, cela peut amener à l'identification d'activités particulières, même en l'absence des indices de travail habituellement révélateurs.

Le fait que les scories soient présentes sur 187 sites parmi les 190 identifiés comme ayant abrité une activité de forge démontre bien que la scorie est le déchet caractéristique des travaux post-réduction. Sa résistance en fait un vestige bien conservé et la forme plano-convexe des culots de forge permet une identification assez aisée de l'activité. Les scories sont donc les vestiges privilégiés de l'étude de la métallurgie du fer. Il convient donc de leur porter une attention toute particulière.

Les chutes et les battitures peuvent, quant à elles, apporter des informations qualitatives sur l'identification de certains procédés utilisés dans la forge. Cependant ces vestiges ont été observés en quantité bien moindre que les scories. Seulement 25 sites présentent des vestiges en fer identifiés à des chutes de travail. Ce chiffre très faible découle de la difficulté de lecture du mobilier ferreux souvent très oxydé, à laquelle s'ajoute l'infirmite des chutes gênant leur reconnaissance. Etonnamment, les battitures ont été largement plus identifiées lors des fouilles. Elles sont reconnues sur 50 sites. Les mentions anciennes sont peu fréquentes, mais les protocoles de prélèvement sont de plus en plus mis en œuvre sur les fouilles récentes. Toutefois, ces vestiges souffrent d'un manque de

---

<sup>376</sup> Guillon et Thielgem 1992.

<sup>377</sup> Nillesse 2007b, p. 72-73.

quantification. En effet, ils n'ont été pesés que sur 14 sites, tandis que, dans les autres cas, seule est faite une mention de leur présence, voire une caractérisation qualitative (présence de battitures lamellaire ou globulaires). Les données sur les déchets sont donc relativement nombreuses mais très hétérogènes. Tous les sites ne pourront pas être examinés avec la même précision.

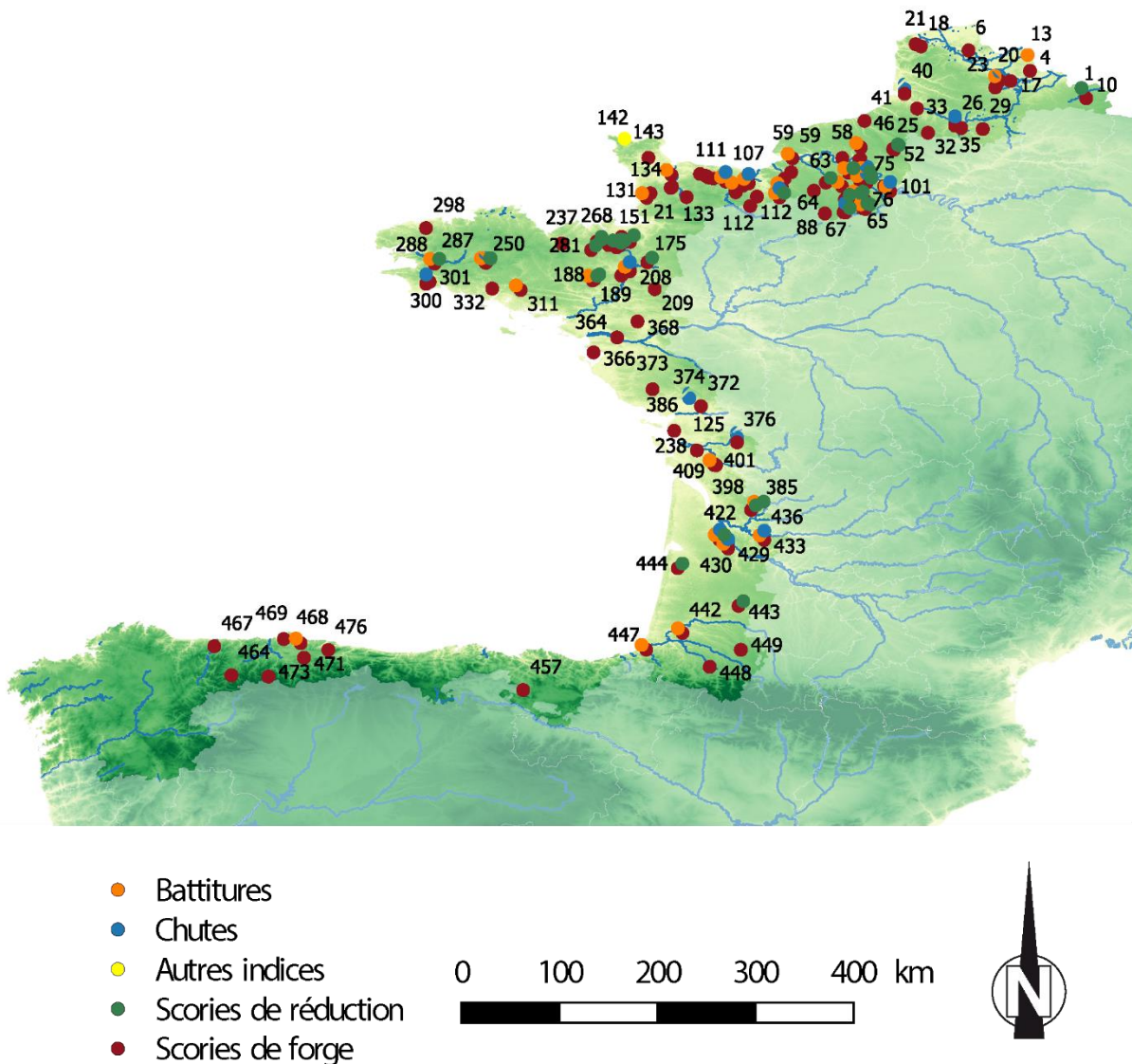


Figure 48 : Déchets permettant d'identifier les sites de forge.

Afin d'étudier ces vestiges, il faut d'abord préciser qu'il existe quatre niveaux d'observation des déchets de forge (et de nombreux autres vestiges archéologiques). Dans l'ordre d'échelle croissante : microscopie, macroscopie, insertion dans le site, insertion dans un corpus plus étendu (micro-régional à international). Les méthodes d'étude de l'archéologie ne permettent pas de présenter chaque objet selon ces quatre échelles, ni dans cet ordre. Pour

chaque site, il faut donc d'abord se focaliser sur la caractérisation macroscopique des objets, la plus facile à aborder et permettant de créer des ensembles cohérents. Dans le meilleur des cas, quelques individus représentatifs et d'autres atypiques de chacun de ces ensembles sont étudiés en laboratoire afin d'en dresser un profil microscopique. En ce qui concerne les scories c'est cette étape qui permet de proposer les interprétations les plus fines sur leur genèse, et donc les phases de travail desquelles elles sont issues. Les observations microscopiques requérant à la fois du temps, des moyens et du personnel qualifié, elles ne sont qu'assez peu souvent entreprises, mais en forte augmentation depuis une dizaine d'années. Ces observations permettent de proposer une interprétation de chaque ensemble défini précédemment. Par la suite, ces ensembles peuvent être étudiés à l'échelle du site afin de caractériser les productions de chaque espace de travail et les relations que ces derniers entretiennent entre eux. Enfin, la comparaison des sites sur un large territoire permet de proposer des hypothèses sur l'organisation des ateliers en fonction de leur production.

Dans le cadre de ce travail, les vestiges issus de six sites ont été étudiés directement. Parmi ces derniers, les sites de Bordeaux, Grand Hôtel, phase 1a (423) et d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430) ont bénéficié d'observations microscopiques. Pour les autres sites du corpus, il sera fait appel aux travaux effectués par d'autres chercheurs comprenant, dans certains cas, des études faisant appel à des observations microscopiques et chimiques. Au total, 26 des sites de forge du corpus ont bénéficié d'études microscopiques. Cependant, ces dernières n'avaient pas le même objectif de départ. Neuf sont des analyses chimiques, focalisées sur la composition des objets et 18 des observations structurales microscopiques, permettant de comprendre la formation des objets. Deux sites ont bénéficié des deux types d'investigation : Gijon, La Campa Torres (468). Les analyses chimiques, au départ utilisées pour la différenciation entre réduction et forge, servent actuellement à l'étude de filiation entre minerai, scories et parfois objets afin de tenter de restituer les circuits d'échange<sup>378</sup>. Les observations microscopiques, elles, servent à la compréhension de la formation des scories et donc à la mise en évidence d'indices permettant de restituer les procédés techniques utilisés lors de la création de ces déchets.

#### **2.6.6.1. Les sites sans précisions sur l'activité**

---

<sup>378</sup> Berranger *et al.* 2017a.

L'identification de l'activité de forge est la première étape de la caractérisation des procédés techniques utilisés. Elle passe par la mise au jour des indices les plus simples : présence de scories de forge à forme plano-convexe, battitures, chutes de travail. A Bernay, La Rangée Boivin (61) (La Tène D2 – augustéen) ou encore à La Rochelle, Saint-Eloi (386) (I<sup>er</sup> - II<sup>ème</sup> s. p.C.), une description morphologique sommaire des scories mises au jour permet ainsi une identification probable comme déchet de forge. Souvent, des observations morphologiques plus poussées ont été effectuées sans toutefois apporter plus de précisions techniques. C'est le cas de nombreux sites où la distinction est faite entre culots de forge et scories informes, ou fragments de scories, par exemple à Orval, Les Pleines, phase 1 (136) (La Tène ancienne). En l'absence de précisions, il est difficile de proposer une interprétation plus poussée pour ces vestiges. Souvent, lorsque les études morphologiques démontrent une forte homogénéité dans les dimensions des scories il est proposé que ces dernières proviennent d'une activité standardisée<sup>379</sup>. Au contraire, dans le cas d'un corpus de déchets hétérogène, il faudra certainement identifier une activité généraliste, pour laquelle la multiplicité des dimensions des scories reflète la variété des actions entreprises par le forgeron<sup>380</sup>.

Certains cas sont même difficiles à trancher. Par exemple sur le site de Gijon, La Campa Torres (468), occupé avant le milieu du II<sup>ème</sup> s. a.C., des analyses chimiques et des observations microscopiques de scories ont été effectuées, mais l'interprétation n'est pas précise. En effet, les conclusions apportées (reconnaissance de scories de réduction) ne sont pas très claires car les arguments en ce sens sont la présence de fer dans les scories, ainsi que de fayalite et de wüstite. Or, ces éléments se retrouvent aussi bien dans des scories de forge. De plus la description donnée des déchets du site, et en particulier la mention de la présence d'individus argilo-sableux, serait plus en faveur d'une interprétation comme déchets formés après la réduction. La faible fréquence des scories est également un élément de plus en faveur de la présence d'une activité de forge, la réduction étant généralement génératrice de très nombreux déchets. Il faut en conclure que l'activité du site était très probablement tournée vers la forge avec peut-être une pratique de la réduction.

#### **2.6.6.2. L'épuration, une activité génératrice de déchets**

---

<sup>379</sup> Blancquaert *et al.* 2009, p. 147-149.

<sup>380</sup> Dunikowski et Coustures 2006, p. 11.

#### 2.6.6.2.1. Indices indirects d'épuration

Plusieurs indices peuvent permettre l'identification de l'épuration. En premier lieu, le contexte peut jouer, l'épuration étant la première phase de travail du métal après sa sortie du bas fourneau, la découverte de scories de forge en contexte de réduction est un indice de la pratique de l'épuration dans cet espace. Ce lien a été observé sur huit sites. Il peut s'agir d'ateliers de réduction bien avérés comme dans le cas de Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213) (II<sup>ème</sup> s. a.C.) ou encore à Forges-les-Eaux, Route d'Argueil (46) (non daté). Cette association se retrouve également sur des sites à tuiles et scories, dont la datation est supposée romaine, comme à Combourg, La Jeanpetitière (158) ou Broualan, La Touche aux Vaidis (153). Sur l'habitat rural de Chavigny-Bailleul, La Mutrelle (65), occupé entre le Hallstatt final et La Tène ancienne, c'est le rejet de scories issues réduction et de forge dans les mêmes lieux qui démontrent une forte proximité entre les deux activités, et donc probablement la présence de travaux d'épuration sur place.

La quantité de déchets produits lors du forgeage diminuant progressivement en s'approchant du produit fini<sup>381</sup>, l'épuration est une phase de travail génératrice de beaucoup de déchets. Les scories en résultant sont donc potentiellement lourdes. La présence de scories de masse importante sur un site peut alors être interprétée comme indice en faveur de l'identification de l'épuration. Toutefois, tout comme ce qui concerne le contexte de découverte, la masse des scories n'est pas un critère d'identification absolu. En effet, d'autres activités ou leur cumul peuvent théoriquement générer des déchets imposants. Ainsi, à Forges-les-Eaux, Route d'Argueil (46), Châteaulin, Penn-ar-Roz, Ier p.C. (227) et Bordeaux, 17 rue du Hâ (412-413) la masse très importante de certaines scories de forge (respectivement 1,9 ; 1,5 et 2 à 3 kg), peut être interprétée comme un indice permettant d'identifier l'épuration de masses brutes de réduction.

Un dernier indice d'épuration ne peut être considéré que comme partiel : la présence de battitures granulaires ou globulaires. Expérimentalement, les premières ont été observées lors du travail de métal non épuré, ou encore aux surfaces irrégulières<sup>382</sup>, tandis que les secondes sont à mettre en relation avec des travaux à haute température dont le corroyage de la masse brute peut faire partie. La présence de battitures granulaires est un indice d'épuration

---

<sup>381</sup> Berranger 2014, p. 124.

<sup>382</sup> Leblanc 2002, p. 123.



sur les sites de Bordeaux, Grand Hôtel, phase 1a (423) et Bordeaux, Hôpital Saint-André (424), tous deux occupés pendant les deux premiers tiers du I<sup>er</sup> s. p.C. Cet indice seul est très mince et ne permet pas d'assurer la tenue de cette activité sur place.

Ces trois indices non probants (contexte de découverte, masse importante des scories et présence de battitures granulaires et globulaires) permettent donc d'orienter l'identification des déchets de production dès l'échelle macroscopique. Ils ne permettent pas à eux seuls d'assurer la présence d'une activité d'épuration, mais permettent au moins de soulever l'hypothèse et de renforcer un faisceau d'indices cohérents. A noter que sur le site gallo-romain de Dol-de-Bretagne, Cardequin, J.-B. Vivet mentionne la découverte d'une scorie d'épuration sans toutefois apporter de précisions quant aux indices de cette identification<sup>383</sup>. Il semble prudent de placer cet habitat rural parmi les sites où la réduction est probable mais non assurée.

#### 2.6.6.2.2. Les indices directs

Le premier indice direct d'épuration est la présence de fragments de masse brute de réduction sur des sites où la forge est identifiée. Ces fragments peuvent alors être issus d'un travail primaire de la masse brute dont ils constituaient des aspérités rapidement enlevées lors de l'épuration. Ce procédé peut être effectué à froid ou à chaud, directement à la sortie du bas fourneau, en profitant de l'inertie thermique<sup>384</sup>. Ces éclats bruts, souvent appelés « gromps », se retrouvent sur les sites de Condé-sur-Iton, Fanum (67), Le Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 261 (51) et Paule, Saint-Eloy (250). Les contextes de découverte de ces vestiges sont assez variés : un lieu de culte gallo-romain à Condé-sur-Iton, un site de réduction également romain au Fossé et un espace dédié à la forge, daté entre La Tène finale et le I<sup>er</sup> s. p.C. à Paule. Cependant, un point commun unit tous ces sites : un lien étroit avec la réduction. En effet, indépendamment de leur interprétation, tous ont livré des quantités importantes de vestiges de réduction, toujours plus que de scories provenant de forge. L'absence de bas fourneaux sur deux de ces sites ne permet pas d'être affirmatif, mais il est probable que la réduction ait été effectuée dans des lieux proches et que les masses brutes étaient travaillées dans les ateliers identifiés, soit directement sur le site (Le Fossé), soit dans l'environnement immédiat de ce dernier (Condé-sur-Iton et Paule).

---

<sup>383</sup> Vivet 1997, p. 61 et 76.

<sup>384</sup> Bauvais 2007, p. 36.

Malgré la présence de ces indices, parfois convergents, seules des observations microscopiques effectuées sur les scories permet d'assurer la présence d'une activité d'épuration sur un site. Il n'est pas ici question d'entrer dans le détail de ces démonstrations, déjà traitées par ailleurs<sup>385</sup>, mais d'identifier les lieux sur la façade atlantiques où ces investigations ont permis la mise en évidence de l'épuration.

Douze sites ont livré des indices métallographiques probants de la tenue d'activité d'épuration effectuée sur place. Une grande partie de ces derniers sont des habitats urbains occupés pendant plusieurs phases : Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433-437) ; Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), deux agglomérations secondaires des deux premiers siècles avant notre ère. Les vestiges métallurgiques y sont nombreux, et il est probable que l'activité y ait été régulière, voire intensive. A Lacoste, l'activité artisanale est largement documentée<sup>386</sup> et il est probable que cet habitat groupé ait été un centre commercial d'importance. L'épuration y était relativement fréquente<sup>387</sup>. A Isle-Saint-Georges, Dorgès, le travail de métaux de qualité d'épuration diverse a été mis en évidence<sup>388</sup>. Cela induit l'épuration plus ou moins poussée du métal avant de pouvoir le forger.

Le site de Bordeaux, Grand Hôtel, phase 1a (423), daté de la première moitié du I<sup>er</sup> s. p.C. se trouve également en contexte urbain, mais son occupation est beaucoup plus courte. Ici l'épuration a peut-être été effectuée afin de répondre à une demande immédiate en matière première, relative à une campagne de travaux.

Tout comme le laissait pressentir la présence de scorie de forge sur des sites de réduction, l'épuration est identifiée sur certains ateliers de production de fer. Des analyses de filiation chimique effectuées sur du mobilier de La Tène ancienne, provenant de Quévert, La Ville Pierre II, permettent ainsi de faire le lien entre minerai, scories de réduction et très certainement scories de forge<sup>389</sup>.

La pratique de l'épuration a également été connue sur les sites ruraux, par exemple à Paule, Saint-Eloy (250), une zone de production rattachée à l'habitat rural qualifié

---

<sup>385</sup> Serneels 1993 ; Berranger 2014, p. 126-132,

<sup>386</sup> Sireix 2013, p. 105-106 ;

<sup>387</sup> Berranger 2012.

<sup>388</sup> Valette 2016.

<sup>389</sup> Vivet et al. 2003.

d'aristocratique de Paule, Saint-Symphorien (248-249). Après la conquête romaine, ce schéma organisationnel se retrouve à la villa de Touffréville (130) où une zone éloignée de l'espace de vie a livré de très nombreux vestiges de forge. A Heudebouville, Ecoparc 2, phase antique (75), des déchets d'épuration ont été identifiés au niveau de la zone artisanale, à quelques centaines de mètres de l'espace habité<sup>390</sup>. Il est donc possible d'y restituer une organisation similaire que sur les deux sites précédents. De plus, sur chacun de ces sites, des scories de réduction ont été mises au jour en quantité variable (un exemplaire à Heudebouville, 70% des vestiges scoriacés à Paule), démontrant un lien direct entre réduction et forge.

Seul le site de Saint-Sébastien-de-Morsent, Avenue François Mitterrand - Rue de la Garenne, phase 2 (93) est un habitat rural daté entre le I<sup>er</sup> s. a.C. et le I<sup>er</sup> s. p.C., où la forge ne semble pas avoir été séparée de l'occupation principale. Toutefois, ici, l'épuration n'est pas clairement attestée, mais quelques indices observés sur les scories permettent de proposer cette hypothèse. Toutefois, seules les zones de rejet ont été identifiées sur ce site et, comme pour les trois précédents, des déchets de réduction étaient associés à ceux de forge, ce qui semble constituer autant d'indices supplémentaires validant l'hypothèse de la pratique de l'épuration sur place.

Parfois le métal est échangé sous forme semi-épurée et contient encore des impuretés ou des porosités. C'est par exemple le cas des demi-produits bipyramidés dont il a été question plus tôt (2.6.4). Il est alors nécessaire de finaliser l'épuration avant l'élaboration des objets. Ce procédé est appelé épuration secondaire. Les indices de ce travail sont difficiles à repérer car ils se rapprochent à la fois de l'épuration et de l'élaboration. Toutefois des observations microscopiques attentives ont permis de mettre en évidence cette activité sur trois sites. A Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), l'épuration secondaire est visible, au tout début de la période romaine, sur deux culots qui montrent le travail d'un métal comportant encore des impuretés et des surfaces non planes<sup>391</sup>. Il en va de même à Croixrault, L'Aérodrome, phase 1 (32) où une scorie, provenant d'un contexte de La Tène C2, démontre le travail d'un métal incomplètement épuré. A Bayonne, Cathédrale Notre-Dame (447),

---

<sup>390</sup> Zaour 2013, p. 195-196.

<sup>391</sup> Valette 2016, p. 50.

l'analyse d'une scorie, probablement romaine, démontre que sa formation résulte d'un « affinage final »<sup>392</sup> dans une forge.

Ici, les contextes sont variés. La Cathédrale Notre-Dame n'a pas pu être fouillée sur une surface assez importante pour pouvoir identifier le type de site auquel appartient l'occupation. En revanche, le site de Dorgès est un habitat groupé où l'artisanat semble avoir eu une place prépondérante et L'Aérodrome de Croixrault est un habitat rural enclos. Cela démontre que du métal incomplètement épuré peut être obtenu par des sites de statut distinct, et y être travaillé sans distinction. Les autres sites de ce corpus démontrent toutefois que ces opérations sont préférentiellement pratiquées dans des agglomérations ou encore des habitats ruraux privilégiés, ou du moins où la métallurgie est bien attestée par la présence de zones de travail réservées.

### **2.6.6.3. L'élaboration, une activité répandue**

L'élaboration d'objets est le travail le plus simple à mettre en évidence. En effet, la majorité des déchets de forge doit provenir de la fabrication d'objets. Il est intéressant de noter que sur tous les sites où l'épuration a été documentée par des observations microscopiques, les mêmes observations effectuées sur d'autres scories ont permis la mise en évidence d'un travail d'élaboration. Dans certains cas, comme pour les sites où l'épuration secondaire a été identifiée, l'élaboration est également mise en évidence, parfois dans la même scorie, donc avec une continuité entre les deux procédés<sup>393</sup>. A la base de la scorie se trouvent alors les déchets d'épuration, tandis que ceux d'élaboration sont sur la partie supérieure. A l'exception des sites de réduction où des scories de forge ont été découvertes et où aucune observation microscopique ne peut préciser les étapes de forge présentes, l'élaboration se retrouve probablement sur tous les sites de forge.

Les vestiges les plus révélateurs de l'élaboration est la présence de chutes de métal. Ces dernières peuvent être de plusieurs natures : chutes de découpe, soies de préhension, fragments de demi-produits, mais aussi des ratés de fabrications, objets dont la mise en forme n'a pas été achevée à cause d'un bris ou d'un défaut irréparable. Dans le cas de la présence de ratés de fabrication, il est plus aisé d'identifier une partie de la production. C'est par exemple

---

<sup>392</sup> Bidart et Sculler 1996, p. 54.

<sup>393</sup> C'est le cas de quelques scories de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (Berranger 2012, p. 94-95).

le cas à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (435-436) où des fibules en cours d'élaboration ont été retrouvées sur les sols et dans les zones de rejet datés de La Tène C2. Il est donc certain que ces parures étaient fabriquées sur place. Mais ce ne sont pas les seuls restes mis au jour sur ce site. Des chutes de métal renseignent sur la fabrication d'autres objets. En effet, en fonction de la morphologie de ces chutes il est dans certains cas possible de savoir quels types de produits étaient fabriqués sur place.

La découverte de tôles avec des traces de découpe indique une activité de dinanderie ou tout du moins la réalisation d'objets très fins. Les restes mis au jour étant généralement des fragments de dimensions réduites et n'appartenant pas aux objets (négatifs), il est difficile de savoir exactement quels étaient les objets produits. Toutefois, quelques cas des éléments assez caractéristiques ont été découverts. Par exemple, toujours à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437), plusieurs chutes de tôle très similaires ont été repérées. La comparaison avec des objets existants permet d'assurer qu'il s'agit d'éléments de fourreaux d'épées<sup>394</sup>. De plus, une production similaire avait déjà été repérée à Levroux, une autre agglomération ouverte où la production manufacturière a une place importante<sup>395</sup>. L'identification de la production de fourreaux et de fibules sur le site de Lacoste fait de ce site un de ceux où la production est la mieux connue.

Dans d'autres cas, il est impossible d'être plus précis qu'une estimation assez vague de la morphologie des objets fabriqués. La découverte de fers plats démontre la fabrication d'objets peu épais tandis que les fragments plus épais peuvent être rattachés à la fabrication d'objets plus imposants. Afin de distinguer les productions de petits et de gros objets, il est également possible de se fonder sur la masse des scories. En effet, le travail d'objets de dimensions importantes entraînant plus de pertes en métal<sup>396</sup>, il est possible que des scories volumineuses soient à mettre en relation avec la fabrication de gros objets. Ainsi, à Croixrault, L'Aérodrome, phase 1 (32) (La Tène C2), les scories étant relativement imposantes, il a été supposé qu'une partie de l'activité était tournée vers la réalisation d'objets volumineux. Dans le même ordre d'idée, sur le site gallo-romain de Touffreville, Villa (130), il a été possible d'identifier que la forge était plutôt orientée vers la réalisation de petits objets. Malgré cela,

---

<sup>394</sup> Berranger 2012, p. 14.

<sup>395</sup> Qu'il s'agisse de fibules ou de fourreaux d'épées : Guillaumet 2000, p. 119 ; Berranger et Fluzin 2009, p. 27-28.

<sup>396</sup> Leblanc 2002.

les scories restent des déchets dont la masse et la forme est aléatoire, ces informations ne peuvent donc qu'être un indice, non probant, de la taille des objets réalisés sur un site.

#### **2.6.6.4. Travail à haute température et soudure : des procédés de fabrication perceptibles à travers les déchets de production**

L'élaboration d'objets passe par l'utilisation de procédés techniques spécifiques. Outre la chaude et la passe, des techniques plus complexes et génératrices de déchets peuvent être employées. La plus aisée à reconnaître est la tranche, générant les chutes de travail dont il a été question précédemment. Cette opération peut se pratiquer à chaud ou à froid et avec divers outils. Grâce à des expérimentations, une caractérisation des chutes de découpe a été effectuée par A. Duvauchelle afin d'identifier les techniques utilisées pour la découpe de barres de fer<sup>397</sup>. Malheureusement les vestiges habituellement retrouvés lors des fouilles sont extrêmement corrodés et il est difficile de leur appliquer le protocole de mesure précis qui doit être utilisé pour ce type d'étude. Ainsi, aucune étude de ce type n'a été tentée sur la façade atlantique.

La maîtrise d'autres techniques peuvent être mise en évidence par l'étude directe des objets ou des déchets. C'est le cas de la soudure, observable à échelle microscopique par la présence d'une jonction entre des métaux différents, ou encore de petites porosités organisées en ligne<sup>398</sup>. Ces dernières sont les vestiges de l'espace interstitiel entre les deux éléments métalliques soudés. La soudure est effectuée naturellement au moment du compactage de la masse brute de réduction, c'est ainsi que sont refermées les porosités de cette dernière. Dans d'autres cas, elle est intentionnelle et sert à lier deux morceaux de métal afin de créer un objet. Cela a été observé sur certains demi-produits de fer constitués de deux masses de métal différentes soudées entre elles<sup>399</sup>. Sur le site d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), une barre de fer de section quadrangulaire était également formée de deux masses de fer à teneur en carbone différentes soudées entre elles<sup>400</sup>. Dans ce cas, il est difficile de savoir si la barre en question a été fabriquée sur place ou s'il s'agit d'un demi-produit rectangulaire mis en forme ailleurs puis acheminé vers le site. La découverte de tôles soudées sur le site de Mouliets et Villemartin, Lacoste (433 à 437) indique la tenue de cette activité sur le site. Ici,

---

<sup>397</sup> Duvauchelle et Agustoni 2002.

<sup>398</sup> Fluzin, *et al.* 2000, p. 120-121.

<sup>399</sup> Notamment à Saint-Molf, Berranger 2014, p. 69.

<sup>400</sup> Barre 2825, Valette 2016, p. 53.

tout comme à Isle-Saint-Georges, la pratique est renseignée par l'observation directe de chutes de travail. Cependant plusieurs indices indirects peuvent également suggérer la pratique de la soudure dans certaines forges.

Il existe deux indices indirects du travail du fer à haute température, catégorie de procédés auxquels appartient la soudure. Il s'agit, en premier lieu, de la présence de battitures globulaires, déjà mentionnée dans le cadre de l'épuration de la masse brute de réduction. Cette épuration passant par un compactage du métal, et donc la soudure de ce dernier sur lui-même, il est normal qu'une partie des déchets produits lors de cette opération soient similaires à ceux de la soudure. Ces battitures sont mises en relation avec la soudure sur les sites de Bordeaux, Hôpital Saint-André (424) et Bordeaux, 17 rue du Hâ (412-413), tous deux occupés pendant les deux premiers tiers du I<sup>er</sup> s. p.C. Toutefois, elles ont été observées sur d'autres sites où leur présence est simplement mise en relation avec des travaux à haute température. C'est le cas à Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge (421-422), Bordeaux Auditorium (416 à 418) ou encore La Genétouze - Le Fouilloux, Pôle Sécurité et Sports Mécaniques (385).

Toutefois, ces battitures ne se retrouvent souvent qu'en faible quantité et ne permettent pas une interprétation très poussée. Ainsi, à Bretteville-L'Orgueilleuse, Le Bas des Près - Résidence du Parc, phase protohistorique (105), à La Tène finale, les individus lamellaires sont très fortement majoritaires et les globulaires ne représentent que quelques individus. Il est possible que les activités à haute température de type soudure ou épuration n'aient été pratiquées qu'occasionnellement sur ce site, tandis que la mise en forme d'objets à partir d'un métal épuré était courante. Enfin, les travaux à haute température produisent une oxydation à chaud du fer et la fragilisation, voire la brûlure de la surface du métal<sup>401</sup>. Ce phénomène est à l'origine de la création des battitures. Les scories très riches en pertes métalliques peuvent donc être des indicateurs de travaux à haute température. De tels indices ont été observés, entre La Tène moyenne et finale, à Lamballe, ZAC de la Tourelle, site 1 (237) et site 2 (238).

Afin d'éviter ces pertes, en particulier pendant les phases d'élaboration finales, le forgeron peut recouvrir l'objet d'une barbotine de sable fin ou d'argile qui formera une pellicule empêchant l'oxydation du métal. Cette couche doit être enlevée avant le martelage

---

<sup>401</sup> Le Carlier *et al.* 2007, p. 27-28.

de l'objet sur l'enclume. Elle tombe alors dans le foyer et participe de la constitution de la scorie<sup>402</sup>. La présence de ces ajouts est donc également observable au niveau des scories. Macroscopiquement cela se manifestera par une partie non métallique, d'aspect fluide et clair sur les scories. A l'échelle microscopique, les pertes en métal dans les scories concernées doivent être faibles voire nulles. A ce titre, les scories de type argilo-sableuses (SAS) peuvent être considérées comme étant révélatrices de telles activités. La présence de ces scories sur les sites d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430) ou encore Touffreville, Villa (130), Saint-Sébastien-de-Morsent, Avenue François Mitterrand - Rue de la Garenne, phase 2 (93) ou encore Gijon, La Campa Torres (468) est un indice de plus permettant de supposer la pratique de la soudure. Les datations de ces sites, très différentes, attestent de cette pratique aussi bien à la Protohistoire qu'à l'époque romaine. Toutefois, ces vestiges sont assez équivoques et peuvent également résulter d'une volonté de protection de la surface de l'objet lors d'un travail délicat, par exemple, lorsque ce dernier est presque achevé, afin de ne pas risquer une brûlure. La présence de phase argilo-sableuse sur une scorie n'est donc pas automatiquement synonyme de travaux à très haute température.

#### **2.6.6.5. Les traitements thermochimiques, des indices fugaces**

A la fin de la phase d'élaboration, certains traitements sont appliqués au métal afin d'en modifier les capacités mécaniques. Les travaux de forge font appel à deux opérations thermochimiques principales : la cémentation et la trempe. Le moyen le plus évident pour vérifier si un atelier effectuait ces opérations sur des objets est l'observation directe de leurs coupes afin d'avoir une estimation de la quantité de carbone dans le métal en différents endroits, mais également de vérifier la forme des cristaux afin de comprendre leurs conditions de refroidissement.

Dans le cas de la cémentation, l'étude des coupes est le seul moyen assuré de reconnaissance de cette pratique. En Europe, diverses études ont permis d'identifier des objets cémentés. Toutefois, comme dans le cas du massif de Leitha (Autriche)<sup>403</sup>, ces observations sont généralement effectuées sur des objets complets (ici datés de la période laténienne) retrouvés dans des contextes non productifs et dont les ateliers de fabrication ne peuvent être

---

<sup>402</sup> Les vestiges de cette pellicule sur l'objet sont également à l'origine de la formation des battitures globulaires lors du martelage.

<sup>403</sup> Kastowski *et al.* 2007.



identifiés. Ces études sont donc limitées pour la compréhension de l'organisation de la métallurgie du fer.

Sur la façade atlantique, cette pratique n'a pu être observée qu'à La Tène moyenne, sur le site de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437)<sup>404</sup>. Toutefois elle est suspectée en plusieurs autres endroits par la présence de fosses légèrement rubéfiées et de forme spécifique. Sur le site gallo-romain de Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420), il a été proposé que ces structures soient des foyers de cémentation de bandages de roues de char. Quelques autres fosses similaires ont été identifiées ailleurs en Europe, mais leur interprétation est toujours aussi délicate<sup>405</sup>. Il ne faut cependant pas oublier que ces opérations peuvent avoir été effectuées sur d'autres objets ne nécessitant pas des structures de morphologie spécifique pour leur traitement. Il est alors impossible de reconnaître avec certitude des foyers de cémentation.

La reconnaissance de la trempe peut également passer par l'observation de coupes de chutes de travail ou d'objet. Toutefois, de telles observations n'ont pas été menées au niveau de la façade atlantique. La pratique de la trempe n'est identifiée que par la mise en évidence des bacs de trempe ou encore de scories de fond de bac (2.6.3). Même hors de la façade atlantique ces dernières sont rares. A titre d'exemple, il est possible de se référer à celle identifiée à Levroux (Indre) sur le Terrain Charbonnier<sup>406</sup>.

---

<sup>404</sup> Berranger 2012, p. 97.

<sup>405</sup> Quelques foyers similaires ont été mis au jour à Châbles (Suisse), aux I<sup>er</sup> - II<sup>ème</sup> s. p.C. (Anderson *et al.* 2003, p. 92-94), ou encore à Bram (Aude, France) pour la période julio-claudienne (Passelac 1998, p. 131).

<sup>406</sup> Berranger et Fluzin 2009, p. 22-23.

### **3. Organisation des espaces de production**

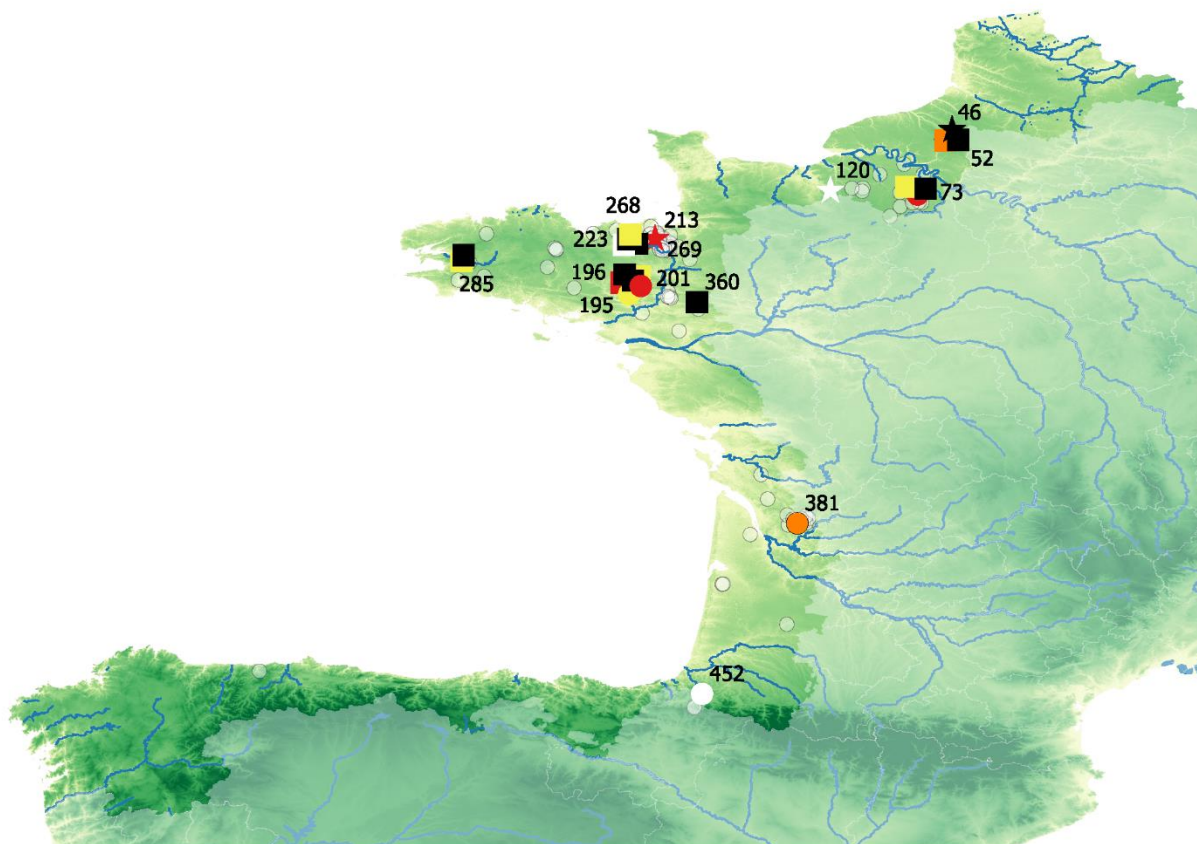
Après avoir étudié les structures, les outils et les déchets utilisés par les métallurgistes pour travailler le fer, il est nécessaire de changer d'échelle d'analyse. Tous ces éléments sont liés entre eux au sein des espaces de production. Tout comme pour les structures, il convient de vérifier s'il existe des organisations récurrentes des aires de travail, tout en gardant pour objectif de comprendre s'il existe une distinction géographique, chronologique ou sociale entre les divers agencements.

#### **3.1. Les sites de réduction**

Les espaces de réduction ont été repérés en nombre sur la façade atlantique, en particulier lors de prospections menées en Bretagne. Cependant, les prospections seules permettent uniquement de reconnaître l'emplacement des ferriers et, de là, estimer la présence d'un espace de production, ce qui ne suffit pas à comprendre l'organisation de celui-ci. Des fouilles et la reconnaissance d'un maximum de vestiges sont nécessaires pour appréhender le fonctionnement de ces espaces de production. Ces contraintes font que, finalement, seul un quart des sites de réduction reconnus (31 sites) livre suffisamment d'informations pour aider à comprendre, à des degrés divers, comment étaient conçus ces espaces de travail (Figure 49). De prime abord, les cas sont très variables, allant de la structure isolée à l'atelier présentant plusieurs structures de combustion et de nombreuses structures annexes, parfois liées à d'autres opérations que la stricte réduction. Cela met donc en avant l'existence, au moins dans le registre archéologique, de trois niveaux de complexité différents pour les espaces de réduction :

- Espaces complexes, présentant des vestiges allant de la préparation de la matière première (fosse de charbonnage et foyer de grillage) au traitement de la masse brute suite à la réduction.
- Espaces simples, ayant livré au moins un indice relatif à une activité autre que la réduction
- Bas fourneaux isolés, pour lesquels seule la réduction est documentée

Après avoir étudié chacun de ces types d'ateliers, il sera nécessaire de vérifier s'il existe des récurrences dépassant ces catégories dans l'organisation de chaque type de structure.



Organisation	Datation
☆ Complexe	450-300 a.C.
□ Simple	300-150 a.C.
○ Structure isolée	150-30 a.C.
○ [transparent] Inconnue	Période romaine
	Datation indéterminée



0 100 200 300 400 km



Figure 49 : Localisation des sites de réduction pour lesquels il a été possible de restituer une organisation.

### 3.1.1. Les espaces complexes

Les ateliers complexes sont ceux pouvant donner les informations les plus complètes sur l'organisation des sites de réduction. Cependant, du fait de la difficulté de leur identification, ces espaces de travail sont également ceux qui sont le moins bien représentés

dans le corpus. En effet, seulement deux sites de la façade atlantique en possèdent toutes les caractéristiques, tandis qu'un troisième est plus discutable.

### *Saint-Pierre de Plesguen, Le Rocher Abraham I*

Le site de Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213), daté du II<sup>ème</sup> s. a.C., possède deux bas fourneaux à scorie piégée, ainsi que deux charbonnières et des fosses de stockage (Figure 50). Les deux bas fourneaux, au centre de la zone fouillée, sont très similaires. La seule différence vient des dimensions : F2 est légèrement plus grand que F1. A l'est se situent les structures liées aux matériaux nécessaires au fonctionnement de l'espace de production, que ce soit leur obtention (charbonnières S4 et S5) ou leur stockage (fosses S3 et S3 bis pour le charbon, S6 et S7 pour l'argile). Au contraire, la partie ouest du site est dévolue aux déchets avec la présence d'une aire de rejet (S8). Il semble donc y avoir, ici, une organisation assez stricte séparant les éléments en amont et en aval de la réduction, maintenant ainsi la zone de travail propre.

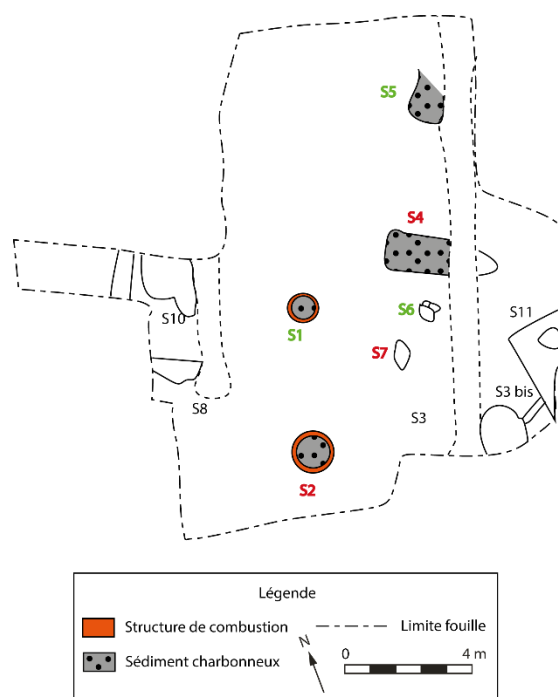


Figure 50 : Saint-Pierre-de-Plesguen, le Rocher Abraham I, Vivet 2001, fig. 3 p. 81, plan général des structures du sondage de 1999 (modifié). Avec les numéros verts : structures fonctionnant avec le bas fourneau S1 ; avec les numéros rouges : structures fonctionnant avec le bas fourneau S2.

L'association de deux bas fourneaux avec deux charbonnières est intéressante. La position de chacune des structures permet d'identifier deux paires composées chacune d'un

bas fourneau et d'une charbonnière. Ainsi, le fourneau S1 serait associé à la charbonnière S5 et S2 à S6. Les distances entre les structures de chaque paire est similaire, comprise entre 5 et 6 m. De plus, une constatation similaire peut être effectuée pour les fosses de stockage de minerai S6 et S7, chacune associable à un bas fourneau. Les structures de grillage, elles, n'ont pas été identifiées. Il est possible que ce dernier soit effectué en marge de l'espace de réduction, hors des limites de la fouille, voire sur le lieu d'extraction du minerai<sup>407</sup>. Ces associations de structures en deux ensembles cohérents, et surtout identiques, démontre l'existence d'une forme de conformisme, d'habitude de travail.

La datation du site de Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I a été obtenue par la découverte d'un vase dans une des fosses du site. Ce type de découverte, rare dans les contextes métallurgiques, permet de bénéficier d'une datation relativement précise du fonctionnement des structures. Toutefois, la chronologie relative des bas fourneaux reste inconnue, ce qui pose problème au niveau des possibilités d'interprétation de l'espace. En effet, l'organisation l'espace de travail n'est pas la même selon que les deux structures ont fonctionné en même temps où qu'elles sont successives. Dans le premier cas, il s'agirait de deux structures complémentaires, mais indépendantes l'une de l'autre, comme le montre la duplication des structures de stockage. Ce dédoublement est le meilleur argument en faveur de la seconde hypothèse de fonctionnement : deux espaces de production successifs<sup>408</sup>. En suivant cette idée, il y aurait deux ateliers de réduction organisés de façon identique sur le site.

A Saint-Pierre de Plesguen, Le Rocher Abraham I, la forge n'est que faiblement représentée. En effet, seul un culot de forge a été mis au jour en lien avec le site, lors de prospection. L'association de ce déchet à la post réduction est certaine, attestant la tenue de l'activité sur place. Les dimensions, la masse, et surtout le contexte de découverte de cette scorie, permettent de l'associer avec vraisemblance à l'épuration de la masse brute de réduction<sup>409</sup>. La présence de cette scorie soulève deux questions extrêmement liées : celle de l'existence d'un foyer de forge et celle de la régularité de l'activité de forge.

---

<sup>407</sup> Les données issues de la zone atlantiques associent fortement le grillage aux espaces de réduction, mais trop peu de sites d'extraction ont été fouillés et datés pour pouvoir exclure que le grillage ait pu être effectué à la sortie de la mine. De plus, comme c'est le cas sur d'autres sites, il est fortement probable que la zone d'extraction ayant fourni le minerai aux bas fourneaux du Rocher Abraham I soit située dans les environs immédiats.

<sup>408</sup> Argument renforcé par la mise au jour, sur le site des Martys (Aude), pour la période romaine, d'une seule et unique charbonnière (« charbonnière II ») servant certainement au stockage du charbon utilisé pour les cinq fourneaux situés à proximité (Domergue, *et al.* 1993, p. 228-237).

<sup>409</sup> Vivet 2001a, p. 91.

Aucune structure de combustion de type foyer de forge n'a été mise au jour sur le site, alors que la forme plano-convexe de la scorie indique une formation dans une structure permettant la concentration de la scorie. Il est alors envisageable que le foyer de forge n'ait pas été conservé, ou bien qu'il se trouve hors de la zone de fouille. La question de la régularité de l'activité, elle, est plus délicate. En effet, la présence d'une seule scorie de forge semble indiquer que le travail post-réduction était peu fréquent sur le site. Néanmoins, il ne peut être exclu que d'autres déchets n'aient pas été découverts.

Il est impossible d'estimer le nombre de réductions effectuées sur le site du Rocher Abraham I. De toute évidence, il est supérieur ou égal au nombre de bas fourneaux. En faisant abstraction des problèmes de conservation et de découverte de scories de forge, il n'y a donc pas d'adéquation apparente entre le nombre estimé de réductions (2 ou plus) et la quantité de scories de forge sur le site (au moins une).

Si la scorie en calotte provient de l'épuration de la masse brute de réduction, alors l'épuration n'était pas systématiquement pratiquée sur le site de réduction. La masse brute pouvait donc quitter le site de réduction sous plusieurs formes : une assurément épurée et l'autre beaucoup plus brute. Par conséquent, il est envisageable que ces formes distinctes correspondent à des lieux d'échange (ou des personnes) différents. Cela implique que les destinataires du métal soient connus lors de sa production – ce qui fait penser à un système de commande – ou bien il faut considérer que le degré d'épuration des masses brutes n'est pas un facteur décisif de leur échange.

Au cours du II<sup>ème</sup> s. a.C. les formes de demi-produits en circulation se multiplient, attestant d'une probable adéquation entre la matière première échangée et le type d'objet à fabriquer<sup>410</sup>. Dans ce cadre, la pratique non systématique de l'épuration sur le site de réduction, permet de supposer que la production de fer pouvait se faire, au moins en partie sur commande.

### *Livarot, Boulevard South Molton*

Le second site de réduction complexe identifié est Livarot, Boulevard South Molton (120). Son occupation est datée de la période romaine. Une des particularités de cet atelier de réduction est d'avoir livré des vestiges de minerai grillé et concassé, attestant ainsi un travail de concentration. En l'absence de structures de grillage et de zone de concassage du minerai

---

<sup>410</sup> Berranger 2014, p. 203-204.

sur l'emprise de la fouille, il est impossible d'assurer le lieu sur lequel se pratiquent ces activités : en périphérie de l'espace de réduction, de la zone d'extraction, à un autre endroit, intermédiaire ? Des analyses chimiques pratiquées sur des scories de réduction et des fragments de minerai indiquent que ce dernier provient d'au moins trois gisements distincts. Ce constat permet de restituer une centralisation de la production minière vers l'atelier de réduction<sup>411</sup>. La forme sous laquelle le minerai était déplacé reste, elle, inconnue ; il pouvait être brut, grillé ou concassé.

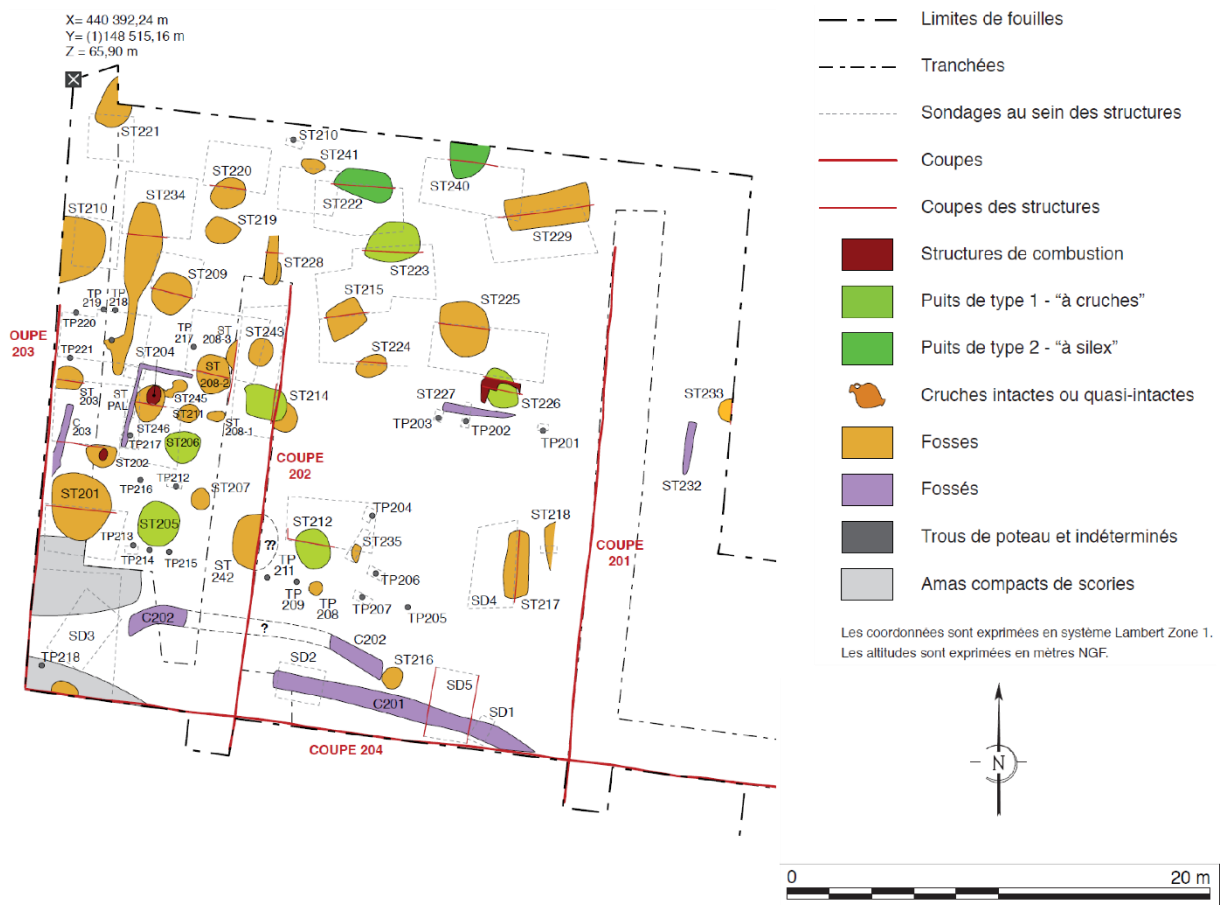


Figure 51 : Livarot, Boulevard South Molton, Colliou et al. 2009, pl. 6, p. 42, plan général des vestiges de la zone 2 (DAO G. Bonnamour et S. Painsonneau, Arkémine, modifié).

Bien que l'espace de production ne présente pas autant de variété de structures qu'au Rocher Abraham I, il est très organisé (Figure 51). A l'ouest se situe un bas fourneau à scorie coulée autour duquel presque aucun vestige n'a été mis au jour. Seul un alignement de trois trous de piquets associés à une sablière basse, près de la paroi sud de la structure de combustion, permet de supposer l'existence d'éléments légers en élévation. La nature de ces

<sup>411</sup> Colliou et al. 2009, p. 93.

derniers reste incertaine, mais il est possible que ce soit une structure de couverture, peut-être destinée à protéger seulement un côté du bas fourneau. Les scories mises au jour sur le site attestent de la présence de bas fourneaux utilisant des technologies différentes : au moins un à scorie coulée et un autre à scorie piégée, très certainement réutilisable.

A une dizaine de mètres à l'ouest du bas fourneau se trouvent les vestiges d'un bâtiment de forge en bois, sur sablières basses. Deux foyers lui sont associés : un est à l'intérieur, tandis que l'autre est à l'extérieur. La chronologie relative de ces deux foyers n'a pas pu être déterminée, ils peuvent donc être soit contemporains, soit successifs. Le foyer 204 présente quatre états distincts, assurant son utilisation dans la durée. Il est donc extrêmement probable que l'activité de forge a été permanente (ou constante) sur ce site.

Plusieurs chutes de travail ont été identifiées, en particulier autour de ces foyers. La diversité des morphologies des rejets (barres, plaques, etc.) atteste du travail du métal jusqu'à la fabrication d'objets. Cette forge peut avoir été utilisée pour l'épuration, mais ce n'était pas la seule activité à laquelle elle était destinée.

Des analyses chimiques effectuées sur les scories de forge et les objets en fer démontrent que certains sont en métal issu du site, des deux types de bas fourneaux, mais également que certains éléments ont une composition élémentaire non identifiée par ailleurs sur le site<sup>412</sup>. Il faut donc en conclure à la fois que les deux types de bas fourneaux étaient utilisés de façon contemporaine, ou peu s'en faut, mais également que, même sur un site de réduction, du métal peut avoir été rapporté d'un lieu indéterminé, ce qui met en avant l'existence de circuits d'échange complexes.

A l'ouest et au sud de la forge, plusieurs amas de scories de réduction ont été mis au jour. Ils se trouvent à une vingtaine de mètres du seul bas fourneau identifié sur le site, ce qui démontre un système de gestion des déchets, évacués hors de tout espace de travail. La fouille se trouve très probablement en limite est du site de réduction antique, ce qui ne renseigne que sur les activités à la marge de ce centre de production, important d'après la présence de plusieurs grands ferriers à l'ouest, hors de l'emprise des travaux archéologiques.

*Forges-les-Eaux, Route Argueil*

---

<sup>412</sup> Dans un cas il n'existe pas de correspondance chimique entre le métal de l'objet et les scories de réduction étudiées, ce qui permet de supposer que l'objet (un clou) est exogène. L'autre cas concerne un « gromp », dont la composition chimique est différente de celle des minerais testés. Cela laisse envisager l'utilisation, lors des réductions, d'un autre type de minerai non échantillonné lors de l'étude (Colliou *et al.* 2009, p. 115).



Le site de Forges-les-Eaux, Route Argueil (46), non daté<sup>413</sup>, présente plusieurs structures similaires dont le comblement comprenait du charbon et du minerai grillé de très faible module. Ces fosses, probablement destinées au grillage du minerai, sont éloignées de 50 à 100 m du seul bas fourneau identifié sur le site. Malheureusement, la fouille réalisée en tranchées ne permet pas de connaître l'environnement de chacune de ces structures et donc de savoir si elles ont fonctionné ensemble ou avec d'autres éléments non découverts. Dans l'hypothèse où elles fonctionneraient ensemble, le grillage serait effectué dans une zone relativement éloignée du cœur de l'atelier de réduction, contrairement à ce qui a été identifié sur les autres sites.

Comme dans le cas de Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I, une seule scorie de forge, en forme de calotte, a été identifiée sur ce site. Le bas fourneau étant à scorie coulée, il est probable qu'il ait servi à plusieurs réductions. Si la scorie provient d'épuration, il faut en conclure que cette phase de travail n'était pas systématiquement réalisée sur le site, exactement comme à Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I. Cette découverte isolée suggère que le métal n'était que peu travaillé sur le site, et donc qu'il devait être transporté sous forme relativement brute.

#### *Une forte homogénéité des sites de réduction complexes, mais des pratiques différentes*

Les deux premiers sites de réduction ont donc de nombreux points communs malgré le siècle séparant leurs utilisations. En premier lieu, ils présentent plusieurs structures de réduction, dont la contemporanéité n'est pas assurée, mais qui attestent d'une production à la fois intense et durable. De plus, dans les deux cas il a été possible de mettre en évidence la gestion des déchets, par leur rejet à distance des structures de production.

Malgré tout, il existe des points de divergence majeurs entre les deux sites. En premier lieu, le volume de scories trouvées sur chacun des sites indique que la quantité de métal produite n'est pas du tout la même. Elle était largement plus importante à Livarot. De plus, les structures liées à la préparation des matières premières ou leur stockage ne sont pas identifiées autour du bas fourneau sur ce même site. Enfin, la place de la forge semble très différente entre les deux sites. Elle est presque absente à Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham

---

<sup>413</sup> La présence d'un bas fourneau à scorie coulée sur le site permet d'envisager une utilisation à partir du I<sup>er</sup> s. a.C., ou de la période romaine. Une datation plus récente encore est également possible.

I, tandis qu'à Livarot, boulevard South Molton, de grandes quantités de métal sont travaillées. Il est alors envisageable que, durant la fin de l'âge du Fer ou au début de la période romaine, les circuits de circulation du fer aient été modifiés, et que les procédés de fabrication soient plus dispersés.

Le site de Forges-les-eaux, Route d'Argueil a quant à lui l'intérêt de suggérer que le minerai pouvait être traité à distance de l'atelier de réduction. Cela démontre, à ce propos, une diversité des pratiques, et permet également d'expliquer l'absence de découverte de minerai sur de nombreux sites de réduction. Cet exemple renforce également l'idée, développée pour le Rocher Abraham, que l'épuration n'était pas systématiquement pratiquée sur le lieu de réduction.

### 3.1.2. Les espaces simples

Les ateliers simples possèdent peuvent avoir laissé des indices de préparation du minerai ou de forge, mais pas des deux à la fois. Douze sites de réduction appartiennent à cette catégorie, la mieux représentée du corpus.

#### **3.1.2.1. 450 – 300 a.C.**

Le site de Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285) se caractérise par la présence de cinq bas fourneaux répartis en deux groupes, de deux charbonnières leur étant associées, d'une rangée de trous de poteaux, ainsi qu'un très probable ensemble de trois autres structures, localisées légèrement hors de la zone de fouille, mais dont la présence a pu être décelée par une observation attentive des rejets situés dans une troisième charbonnière (Figure 52, 1)<sup>414</sup>.

L'espace de production nord-ouest est le mieux connu. Les structures se trouvent dans une zone mesurant 14 m de longueur pour 12 m de largeur. Cinq bas fourneaux se situent à l'est de cet espace. Les structures de réduction 1046 et 1047, au nord-est, diffèrent par leurs diamètres, mais forment un groupe éloigné de 4 m des trois autres (1048, 1049a et 1049b) situés plus au sud. Il est tentant d'assimiler ces groupes de bas fourneaux à des batteries, mais en l'absence de lien stratigraphique entre elles, il est difficile d'être affirmatif. Le seul lien existant est entre 1049a et 1049b : les deux structures se touchent, ce qui est, au contraire, un

---

<sup>414</sup> Jouannet-Aldous 2013, p. 17.

argument en faveur d'une construction de l'un de ces bas fourneaux à une période postérieure à l'arrêt de l'utilisation de l'autre, donc d'un fonctionnement séparé, et non dans le cadre d'une batterie.

Ces deux ensembles sont associés à deux grandes fosses interprétées comme des charbonnières (1044 et 1045). Comme cela a été identifié à Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I, l'association entre un ensemble de bas fourneaux et une charbonnière se retrouve ici, mettant en évidence un fonctionnement conjoint probable entre une charbonnière et un groupe de structures de réduction. Cette association est renforcée par l'identification, plus au sud et en limite de fouille, d'une troisième charbonnière partiellement comblée avec les vestiges de trois autres structures de réduction. Cette découverte atteste de la présence d'un troisième couple charbonnière/bas fourneau sur le site. Enfin, à l'extrême ouest, les trous de poteaux mis au jour servaient peut-être à fixer une structure de type paravent<sup>415</sup>.

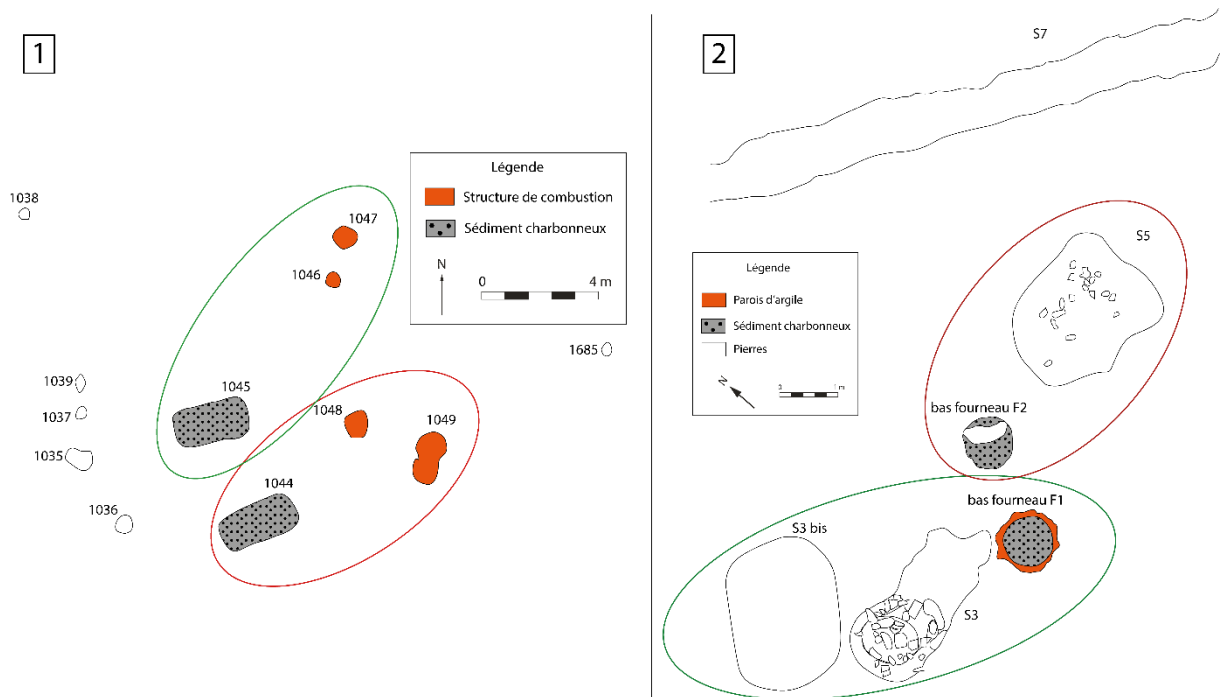


Figure 52 : Ateliers de réduction simples de La Tène ancienne : 1 : Châteaulin, Penn ar Roz, Nicolas (dir.) 2013, fig. 19, p. 81, atelier de réduction de La Tène ancienne (INRAP, modifié). 2 : Quévert, La Ville Pierre II, Vivet et al. 2003, fig. 2, p 81, plan du site (modifié). En rouge et vert : groupements de structures probables.

La présence d'ensembles de structures, tous identiques, démontre une volonté d'aménagement de l'espace sur ce site. Toutefois, comme dans de nombreux cas, la question de la chronologie de ces installations doit encore être posée. Ici, deux hypothèses sont

<sup>415</sup> Nicolas (dir.) 2013, p. 81.

envisageables. En premier lieu, il est possible que toutes ces structures aient fonctionné en même temps. Cela induit que les espaces de travail (indépendants ?) possèdent chacun leur source d'approvisionnement en combustible. En second lieu, il est envisageable que ces structures ne soient pas contemporaines (une seule a été datée par radiocarbone). Il faudrait alors imaginer une réoccupation, après un délai indéterminé, d'un espace jugé propice à la réduction. A ce titre, il serait envisageable que le temps entre les deux occupations ait été assez long pour qu'il ait été nécessaire de créer une nouvelle charbonnière, l'ancienne étant peut-être inutilisable.

Les bas fourneaux mis au jour à Châteaulin, Penn ar Roz, sont tous à scorie piégée et utilisation unique. Leur production était donc limitée. L'existence de trois ensembles de structures similaires permet de supposer que chacun était lié à une campagne de réduction<sup>416</sup>. Ils seraient donc destinés à réduire une quantité précise de minerai ou à produire une quantité donnée de fer. Ce fonctionnement trouve un parallèle en Afrique dans les années 1960<sup>417</sup>. Ce modèle permet d'expliquer la présence du bas fourneau en recoupant un autre. Il aurait été ajouté à cause de minerai restant à réduire, ou par manque de métal produit lors des premières opérations par rapport à la quantité envisagée.

A Châteaulin, Penn ar Roz, trois ensembles de structures identifiés permettent de restituer une occupation ponctuelle du lieu par les métallurgistes<sup>418</sup>. Ces derniers viendraient régulièrement occuper un lieu jugé favorable à la réduction, et y produiraient une quantité de métal précis. L'organisation, très similaire entre les trois espaces de production, permet de supposer qu'ils sont du fait de la même personne, ou de plusieurs personnes partageant des habitudes de travail identiques, appartenant donc à une même lignée technique.

Le site de Quévert, La Ville Pierre II (268), également daté de La Tène ancienne, a livré deux bas fourneaux, dont un seul a été daté, ainsi que quelques fosses (Figure 52, 2). En

---

<sup>416</sup> Fabre 2016, chapitre 2.5.2.

<sup>417</sup> Un documentaire de N. Echard (Echard 1967) renseigne sur un forgeron produisant son propre fer par procédé direct. Il commence la production par la collecte du minerai, pour avoir la quantité de fer qu'il désire. Puis il prépare le minerai et le charbon de bois, enfin il construit un bas fourneau adapté. Dans ce cas précis, c'est la même personne qui maîtrise et réalise l'intégralité du procédé de fabrication de l'objet en fer, de l'extraction à la forge.

<sup>418</sup> Et c'est bien ici l'association récurrente entre bas fourneaux et charbonnière qui permet d'arriver à cette conclusion. En effet, sur le site de La Gravelle, ZAC de Loiron (Mayenne), des bas fourneaux ont été retrouvés regroupés, mais les datations effectuées sur chacune de ces structures ont démontré que toutes les structures d'un même ensemble n'étaient pas synchrones (Bonaventure (dir.) 2014, p. 81-88).

l'absence de lien stratigraphique, il est impossible de se prononcer sur la chronologie du déroulement de l'occupation. Néanmoins, quelques indices permettent de se faire une idée de l'organisation de cet espace. En effet, chacun des bas fourneaux semble être rattaché à une fosse de rejet : S3 et/ou S3bis pour F1 et S5 pour F2. Initialement, ces fosses servaient sûrement de carrière d'extraction de matériaux pour la construction des bas fourneaux, il est donc probable que les deux structures de réduction aient été envisagées comme indépendantes lors de leur construction. Cela peut être dû à un décalage chronologique dans l'édification, comme c'est probablement le cas à Châteaulin, Penn ar Roz, mais également à une construction simultanée effectuée par deux personnes, ou deux groupes de personnes, différents.

A Quévert, La Ville Pierre II, des prospections magnétiques ont révélé la présence d'une anomalie dans la zone de recherche. En surface, à cet endroit, une concentration de scories en forme de culot laisse suggère un lien entre les scories et l'anomalie magnétique. Cette dernière pourrait donc être un foyer de forge<sup>419</sup>. En l'absence de fouilles il convient de rester très prudent quant à cette interprétation. Si elle s'avère exacte, l'épuration serait pratiquée au sud-est de la zone de réduction, à une vingtaine de mètres de cette dernière. Il y aurait donc une séparation très nette des espaces dévolus à la réduction et à la forge.

Toujours à La Tène ancienne, un bas fourneau a été identifié sur le site de Guichainville, Saint-Laurent (73). Ce dernier est isolé, éloigné de quelques centaines de mètres d'une zone d'extraction de minerai de fer non datée. Dans l'environnement de la structure de réduction se trouvaient plusieurs fosses contenant des scories. Certaines de ces dernières étaient magnétiques, permettant de supposer qu'elles proviennent d'un premier travail de la masse brute de réduction. Ces deux associations, avec la zone d'extraction et les déchets de forge, sont hypothétiques et ne permettent pas de restituer avec précision l'organisation de l'espace de production.

### **3.1.2.2. 300 - 150 a.C.**

Le site de Paimpont, Moustache 1 (196), a livré des vestiges de nature très diverse. Un bas fourneau se trouvait en bordure d'une zone rouge visible en surface. L'environnement immédiat de cette structure n'est pas bien connu, toutefois, plusieurs sondages ont été effectués dans ses alentours après des prospections géophysiques. Cela a permis d'identifier

---

<sup>419</sup> Vivet *et al.* 2003, p. 94-96.

de nombreuses structures complémentaires du bas fourneau (Figure 53, 1). Au sud de ce dernier se trouvait une zone de travail de la masse brute, matérialisée par de nombreux fragments de scories magnétiques, mais également un bloc de grès ayant probablement servi d'enclume. Il est donc certain que la masse brute issue du bas fourneau était traitée, au moins partiellement, sur place. L'absence d'indices de foyer de forge suggère que le travail était effectué en se servant de l'inertie thermique du métal lors de sa sortie du bas fourneau. A l'opposé, au nord, se trouvait une zone définie par la présence de sédiment rouge, généralement associé à la présence de minerai grillé en contexte de réduction<sup>420</sup>. Ainsi, trois espaces sont matérialisés presque de façon linéaire : la zone de grillage au nord, le bas fourneau pour la réduction au centre, et la zone de travail de la masse brute au sud. Ces lieux, bien distincts spatialement, démontrent une réflexion sur l'organisation de l'espace.

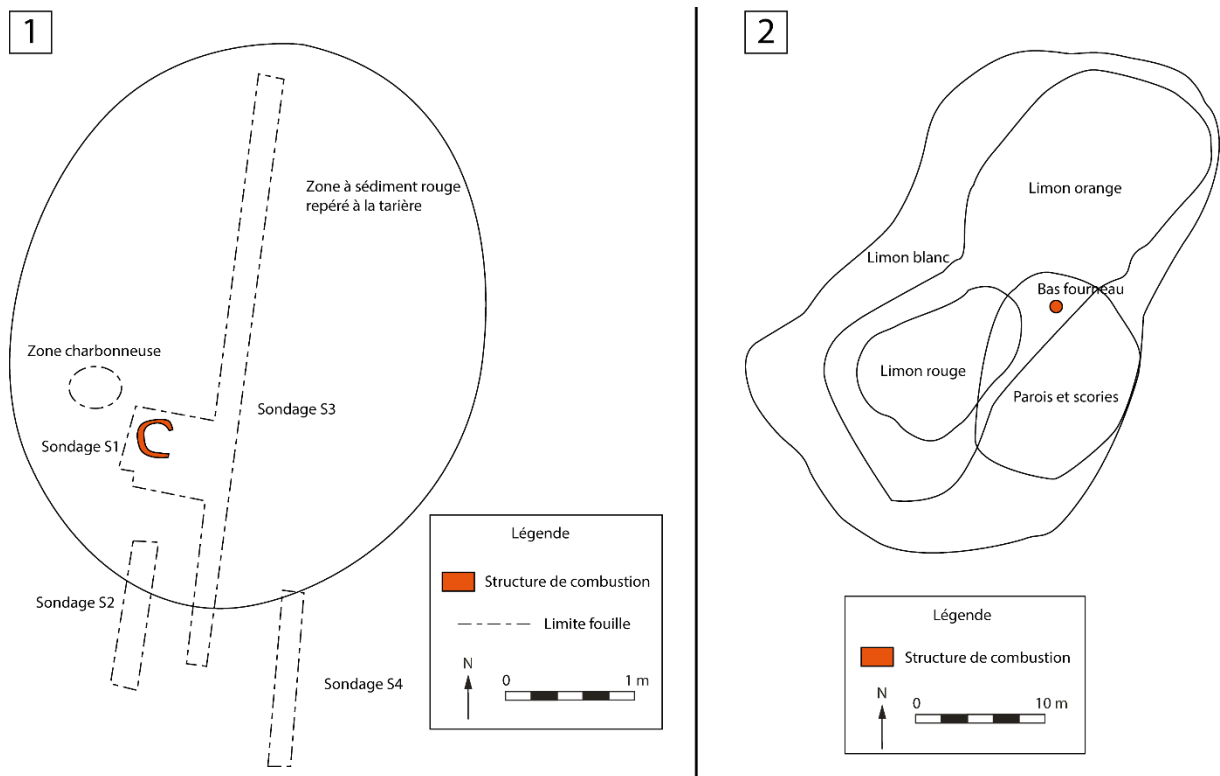


Figure 53 : Ateliers de réduction simples de La Tène moyenne : 1 : Paimpont, Moustache 1, Vivet 2010, figure 29, p. 78, localisation des sondages, des tests à la tarière et estimation de la taille de la tâche rouge (modifié) ; 2 : Paimpont, Les Glyorels II, Vivet 2007a, fig. 19, relevé au sol du site des Glyorels II avant fouille (modifié).

A La Tène moyenne, le site de Paimpont, Les Glyorels II (193) est similaire à Paimpont, Moustache 1 en ce qui concerne la gestion des déchets. Ces derniers ont en effet

<sup>420</sup> Bonnenfant (dir.) 2018, p. 198.

été observés principalement du côté sud du bas fourneau (Figure 53, 2). Il est donc probable qu'ils aient été spécifiquement évacués de ce côté de la structure de réduction. La présence d'une zone de concentration de limon rouge permet également de supposer que l'espace au sud-ouest du bas fourneau était dévolu au travail du minerai ou à son stockage. L'activité semble donc sectorisée en fonction des phases de travail. Toutefois, en l'absence de fouilles extensives, il est impossible de restituer plus précisément l'organisation de cet atelier de réduction.

Encore à Paimpont, le site de La Boissière, Atelier B2 (190), a livré deux bas fourneaux à scorie piégée, distants d'une dizaine de mètres, sans lien chronologique avéré. Une fosse légèrement éloignée, au nord, contenait les probables vestiges de la récupération d'une masse brute de réduction, tandis qu'au sud-ouest a été découverte une concentration de scories de réduction. Encore une fois, une séparation forte entre les différentes activités est observée. Cependant, ici, le facteur chronologique est peut-être important. En effet, le site est daté de La Tène moyenne à cause de la découverte de bouchons d'argile parmi les vestiges. Ces derniers semblent être un marqueur chronologique fiable<sup>421</sup>, mais ils ne permettent pas de dater précisément l'utilisation de chacune des structures. En effet, le bas fourneau S3 possède un parement de pierres dans son architecture, fait unique dans le massif de Paimpont et donc non attesté sur d'autres structures de La Tène moyenne. Ainsi, il n'est pas assuré que ces deux structures de réduction soient contemporaines.

### **3.1.2.3. 150 – 30 a.C.**

Le site de Le Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262 (52), daté de La Tène finale, comporte, lui aussi, deux bas fourneaux ainsi que quelques autres structures (Figure 54). Les deux structures de réduction sont des bas fourneaux à scorie piégée et utilisation multiple, comme le laissent voir les deux amas de scories mis au jour à proximité. Quatorze fosses mises au jour sur le site contenaient du minerai grillé. Il est donc probable qu'au moins une partie de ces dernières aient servi au grillage, les autres étant peut-être destinées au stockage du minerai grillé. Sur ce site, il semble que les déchets étaient regroupés en dépôts bien définis, créant ainsi des amas de scories. De plus, la multiplication des structures en lien avec le grillage permet de comprendre que les différents foyers dévolus à cette tâche n'étaient pas systématiquement réutilisés.

---

<sup>421</sup> Vivet 2007b, p. 80, confirmé par de nouvelles datations dans Vivet 2009a, p. 31.

La présence de ces multiples structures de grillage pose de nouveau la question de la temporalité de ces installations. Une structure de grillage peut-elle être mise en correspondance avec une seule réduction ? La présence de deux amas de scories sur le site irait plutôt dans le sens d'un nombre important d'opérations. Il est alors possible que chacune des structures de grillage soit à relier, non à une réduction, mais à une campagne de production. Dans ce cas, il faut envisager que le bas fourneau soit une structure pérenne et que les métallurgistes y reviennent régulièrement pour effectuer le traitement du minerai, en reconstruisant de nouvelles zones de grillage.

Outre la présence de nombreuses structures de grillage, une des particularités du site de Le Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262 est la présence de fossés semblant structurer l'espace autour du bas fourneau. Ces derniers, éventuellement liés à un parcellaire préexistant, devaient assurer le drainage du terrain afin de favoriser la réduction. Ce site, dont l'organisation semble réfléchi, a donc probablement été utilisé ponctuellement pendant une période importante.

Cette organisation rappelle celle observée sur des espaces de réduction plus anciens. Une zone était aménagée pour une campagne de réduction pendant laquelle une quantité de fer prédéterminée était produite. Le site était alors réoccupé plusieurs fois, en fonction des besoins. Ici cependant, les bas fourneaux étant réutilisables, ce n'est plus leur nombre (ou la quantité de groupes de structures de réduction) qui indique le nombre de réoccupations, mais c'est plutôt la somme des structures annexes, destinées au grillage ou au stockage du minerai, qui fournit un indice temporel.

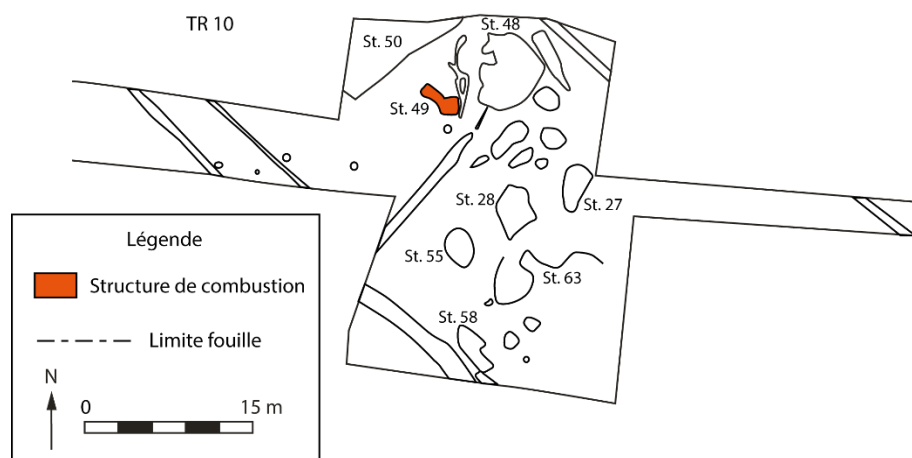


Figure 54 : Le Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262, Varin (dir.) 2004, fig. 28, plan des vestiges mis au jour dans la tranchée 10 (INRAP, modifié).



#### **3.1.2.4. Période romaine**

Le seul site simple identifié pour la période romaine est celui de de Quévert, Le Clos Mirette. Les vestiges, datés entre 40 a.C. et 80 p.C., sont plus diffus : seule une charbonnière a été clairement reconnue. Toutefois, une étude, menée par J.-B. Vivet sur des scories mises au jour à une cinquantaine de mètres au nord de cette dernière, permet de restituer, dans cette zone, la présence d'au moins deux bas fourneaux à scorie piégée réutilisables différents<sup>422</sup>. Ici, le lien spatial entre la charbonnière et les structures de réduction est moins direct que dans les cas précédents ; cependant les datations radiocarbone effectuées à la fois sur des charbons issus de la charbonnière et des scories de réduction ont donné des datations concordantes. Il est donc probable que cette charbonnière ait produit le charbon nécessaire aux réductions. Le lien entre charbonnage et réduction peut donc être relativement distendu spatialement.

#### **3.1.2.5. Sites non datés**

Sur le site, non daté, d'Audaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air (223), la structuration de l'espace est clairement visible. Un seul bas fourneau a été identifié, au sud de l'emprise du sondage. Trois charbonnières étaient situées à quelques mètres, mais d'un seul côté de ce dernier, au nord (Figure 55). Au nord-ouest se trouvait un fossé, probablement destiné au drainage de la zone. Tout comme sur le site de Le Fossé, Les Prés du Montadet, parcelle 262, la multiplication d'un type de structures – ici les charbonnières – semble indiquer des réoccupations successives de l'espace de travail dont l'organisation reste durablement conservée.

A Plélan-le-Grand, La Lande Halgros (201), Aucun bas fourneau n'a été mis au jour, mais la présence de scories coulées indique qu'il est probablement proche. Le lieu de la fouille, lui, a livré deux fosses : une destinée au grillage du minerai de fer, et l'autre au charbonnage. Ces structures semblent se trouver en bordure de l'espace de réduction. Pour ce qui est connu du site, il est possible de restituer la concentration des activités de préparation de la matière première dans un même espace, assez proche du bas fourneau.

---

<sup>422</sup> Hamon (dir.) 2014, p. 65-76.

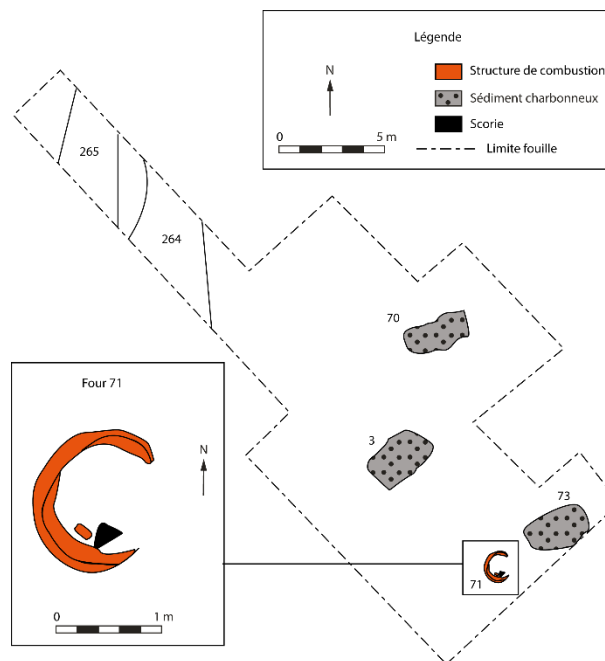


Figure 55 : Aulaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air, Hamon (dir.) 2015, fig. 11, p. 35, plan des vestiges de la tranchée 2 (INRAP, modifié)

Enfin, les vestiges identifiés sur le site de Châteaubriant, les coteaux de la Borderie (360), sont moins parlant car non intégralement fouillés. Toutefois, deux structures apparentées à des bas fourneaux ont été identifiées, ainsi qu'une troisième, charbonneuse. La destination de cette troisième fosse est incertaine (charbonnage, travail du métal). Cependant, sa présence indique l'existence d'un espace dévolu à une activité autre que la réduction au sein de cet atelier.

### 3.1.2.6. Une organisation de la production peu complexe mais rigoureuse

L'étude des espaces simples fait transparaître des éléments similaires à celle des espaces complexes. Ce sont des espaces de travail bien organisés, où il est fait une distinction généralement assez nette entre zone de préparation des matières premières, espace de réduction et endroit dévolu aux rejets. De même, lorsqu'il existe des indices de forgeage, ces derniers sont identifiés à l'écart de l'espace de réduction.

En ce qui concerne la fréquence de la réduction, aucun de ces sites ne semble avoir été le siège d'une activité intense, comme cela était le cas à Livarot, Boulevard South Molton. Au contraire, des indices, comme la récurrence de certains types de structures, permettent plutôt

d'identifier des occupations courtes mais répétées. Ces sites sont majoritairement datés du second âge du Fer et utilisent, pour beaucoup, des bas fourneaux à scorie piégée. Ceci, ainsi que les indices de réoccupations successives, va dans le sens de production de quantités de métal déterminées au cours de campagnes de réduction courtes. Dans ce cas, il est envisageable que le métal était produit sur commande ou en prévision d'un temps d'activité à la forge. Si ce lien était avéré par d'autres indices, il indiquerait que le métallurgiste et le forgeron sont extrêmement liés, voire confondus, le premier connaissant exactement les besoins du second.

### 3.1.3. Les bas fourneaux isolés

Une quantité non négligeable de bas fourneaux ont été découverts isolés de toute autre structure archéologique. Ils n'étaient pourtant pas nécessairement seuls, mais pouvaient être en groupes. Ces découvertes renseignent sur un autre mode de conception des espaces de réduction.

Un de ces sites, Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué (195), est celui ayant livré le plus de structures de réduction sur la façade atlantique. Dix bas fourneaux y ont été identifiés, répartis entre trois sondages distincts, sur une surface d'une cinquantaine de mètres carrés non intégralement fouillée (Figure 56). Sur ce site, daté entre La Tène ancienne et La Tène moyenne<sup>423</sup>, les bas fourneaux ne semblent pas avoir fonctionné en batterie. Les structures du sondage 1 et du sondage 3 forment bien deux paires distinctes, mais dans le sondage 2 les six bas fourneaux se chevauchent presque tous, formant ainsi une « ligne » de cuves. Ceci indique des fonctionnements successifs des structures de réduction, fonctionnement qu'il est tentant de restituer pour les autres bas fourneaux du site. En l'absence de ferriers et de nombreuses scories autour de ces découvertes, il est également possible de proposer que ces structures soient des bas fourneaux à scorie piégée et utilisation unique, produisant moins de déchets que les autres types de fourneaux.

Il semble que ce site ait eu un fonctionnement similaire à celui observé à Châteaulin, Penn ar Roz pour la même période : des occupations successives, destinées à produire, à chaque fois, une quantité précise de métal. Cela est matérialisé par les trois ensembles de bas fourneaux, bien séparés. Les structures accolées, quant à elles, font référence au volume de minerai traité lors de chaque session de réduction. Les six bas fourneaux se chevauchant

---

<sup>423</sup> Vivet 2010, p. 97-100.

correspondent certainement à six opérations espacées dans le temps, durant lesquelles un volume de minerai moins important a été réduit. Il semble moins probable que ces structures correspondent à une seule campagne de réduction très segmentée.

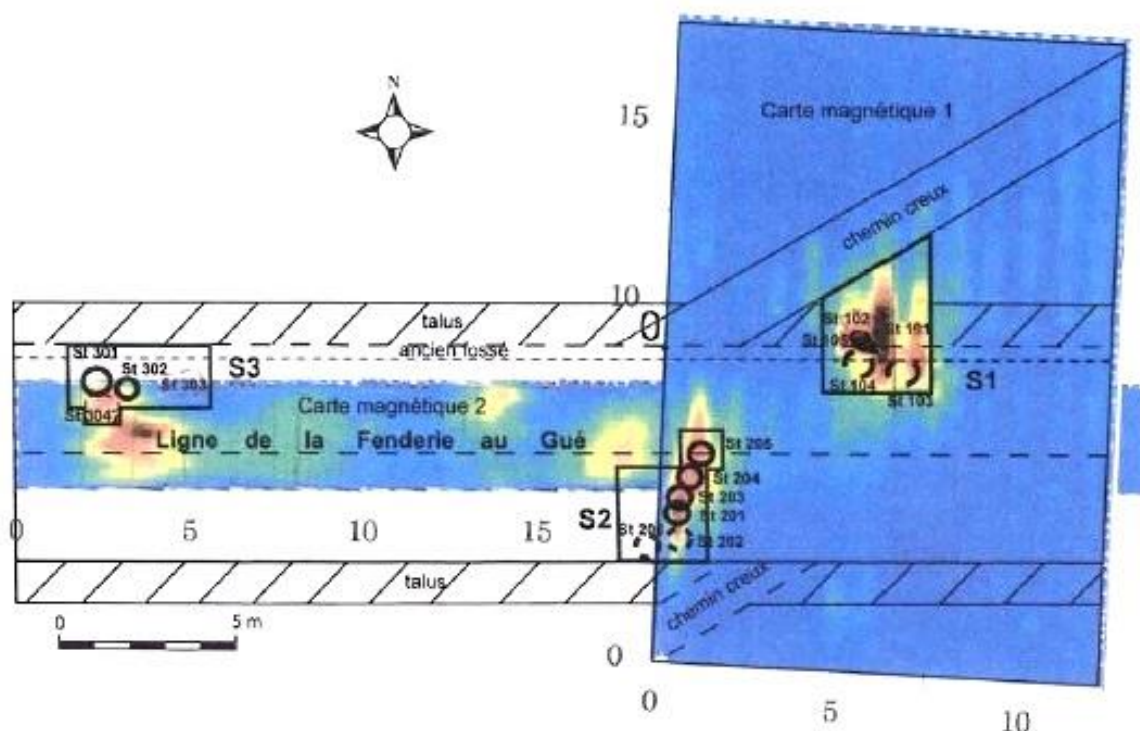


Figure 56 : Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué, Vivet 2009a, fig. 4, relevé magnétique et localisation des structures et sondages.

Sur le site de Guichainville, Saint-Laurent (73), à La Tène moyenne, un nouveau bas fourneau est installé près de l'ancien. Dans ce cas, il semble être lié non pas à de nouvelles structures, mais à un habitat enclos, implanté à environ 200 m. Dans cet habitat, une scorie de forge en calotte a été identifiée. Elle indique que du métal a été travaillé dans ce lieu proche de celui où se faisait la réduction. Il est donc probable que le métal produit dans le bas fourneau était destiné à être utilisé dans cet habitat rural. Des traces de rechapage sur le bas fourneau attestent d'au moins deux utilisations. Malgré cela, il ne semble pas avoir été intensément utilisé : aucun amas de scories n'a été identifié aux alentours. Cette structure semble destinée à la production métallurgique nécessaire au fonctionnement d'un habitat rural. Ceci peut d'ailleurs expliquer l'absence de structures complémentaires au sein de la zone de réduction. L'extraction du minerai se faisait très probablement à quelques centaines de mètres de là, au sein du domaine agricole. Il en va probablement de même pour le charbon, qui serait produit à un autre endroit, peut-être pour d'autres activités, et apporté sur le lieu de

réduction. A Saint-Laurent, le travail du fer semble s’insérer dans les ressources disponibles au sein d’un habitat rural.

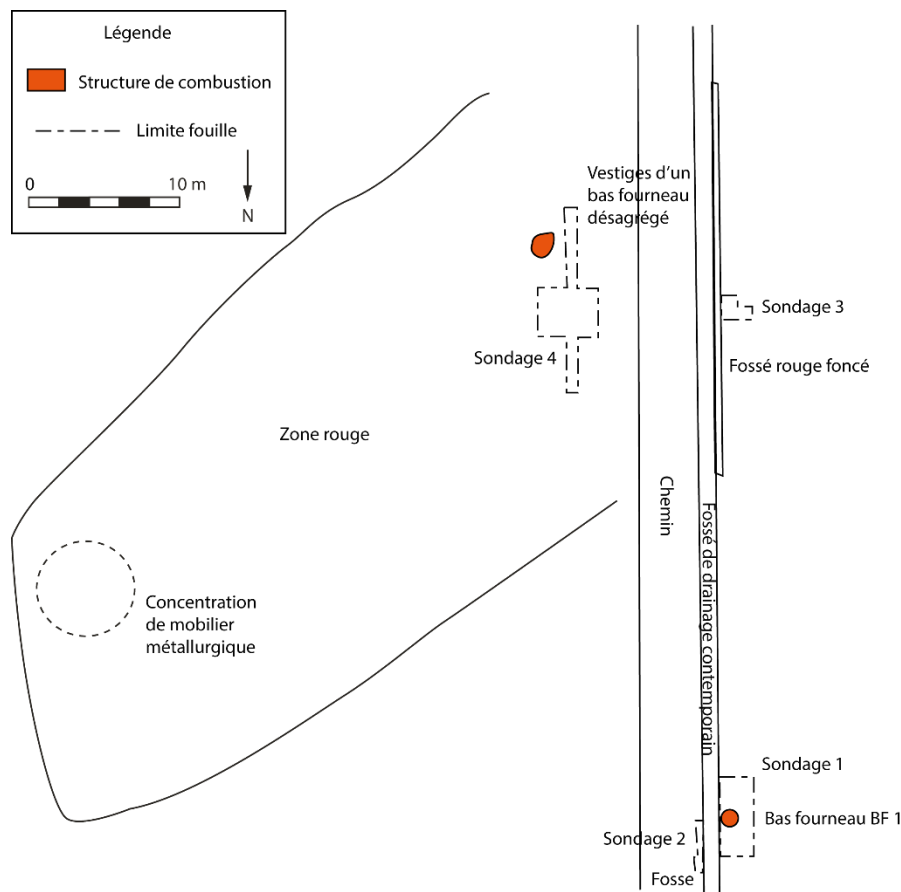


Figure 57 : Paimpont, Les Glyrelles III, Vivet 2009a, fig. 4, p. 10, plan général du site avec localisation des sondages (modifié).

Egalement daté entre La Tène ancienne et La Tène moyenne, le site de Paimpont, Les Glyrelles III (194), a livré deux bas fourneaux à scorie piégée, éloignés l’un de l’autre de plus d’une trentaine de mètres (Figure 57). Aucune autre structure n’a pu être identifiée lors des sondages effectués sur ce site. Un seul bas fourneau a été daté par radiocarbone, ce qui ne permet pas d’attester la contemporanéité des deux structures de combustion. Dans ce cas, l’absence d’autres structures associées et l’éloignement pourrait même faire penser à deux espaces de production de chronologie différente, mais situés sur un même emplacement favorable. La technologie de ces bas fourneaux et leur éloignement renvoient encore à des opérations de réduction ponctuelles.

A Plélan-le Grand, Etang du Perray, le site 3 est caractérisé par la présence d’un bas fourneau à scorie piégée réutilisable et de nombreuses structures en creux associée ayant servi

au rejet des scories de réduction. Hormis ces fosses et fossés dont la fonction primaire est inconnue, aucune structure de production ne vient compléter cet espace qui semble pourtant bien organisé.

A Bedenac-Clérac, LGV, phase 118 (381), deux structures de réduction à scorie coulée, similaires et pour lesquelles tous les indices de datation ramènent à la Protohistoire, et en particulier à la fin du second âge du Fer<sup>424</sup>, se trouvent dans un espace assez réduit de quelques centaines de mètres. Il est possible que cette zone de sables sidérolithiques ait été le siège d'une activité de réduction de la fin de la période gauloise, voire du début de la période romaine.

Chacun de ces bas fourneaux était associé à un fossé et une tâche cendreuse de 14 m de diamètre participant peut-être à l'espace de travail. Ces structures de réduction, éloignées de 600 m l'une de l'autre, appartiennent certainement des espaces de production indépendants. En l'absence de données chronologiques plus précises, il est impossible de s'avancer sur leur organisation spatiale.

Enfin, le site de Saint-Martin-d'Arrossa, Harotzainekoborda (452), daté entre la fin du I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C., est installé sur une plateforme aménagée à flanc de montagne, près d'une zone d'extraction du minerai. Un bas fourneau à scorie coulée y a été identifié, ainsi qu'une importante zone de rejet de scories. Ici, la structure semble isolée, mais elle se trouve dans un district minier et métallurgique ayant une longue durée d'occupation. Contrairement à ce qui a été observé sur les sites précédents, la quantité de scories mises au jour à proximité indique une production intensive. Du fait de son intégration au sein d'un district, il est envisageable que cet espace de travail était exclusivement destiné à la réduction. Les autres opérations, charbonnage, éventuelle préparation du minerai, forge, étaient très certainement réalisées dans des lieux séparés, également spécialisés ; les matières transformées circulant de l'un à l'autre de ces espaces.

Il est difficile d'assurer que des structures de production sont isolées. Certaines, comme à Harotzainekoborda ou Guichainville, semblent simplement disjointes des autres espaces de travail au sein d'ensembles de production vastes. D'autres, comme à Bedenac-

---

<sup>424</sup> Digan 2012, p. 59.

Clérac, sont presque totalement isolées. De même, dans le cas de la Ligne de la Fenderie au Gué, il est probable que l'étroitesse de la fenêtre de fouille n'ait pas permis la découverte d'autres structures, non visibles lors des prospections magnétiques ayant précédé la fouille.

Il a toutefois été possible d'identifier des points communs avec les sites ayant livré plus d'indices. Dans de nombreux cas, l'organisation des bas fourneaux suggère que ces structures ont été édifiées lors d'occupations successives, probablement de courte durée, et destinées à réduire une faible quantité de minerai. Seul le cas d'Harotzainekoborda se démarque, mais le contexte d'utilisation de cet atelier est très différent des autres, il est intégré à un district de production métallurgique<sup>425</sup>. Pour le site de Bédénac-Clérac, le contexte est difficilement identifiable : les structures sont à scorie coulée et peuvent donc être utilisées un nombre de fois important, mais aucun amas de scories, attestant une production intense, n'a été identifié aux alentours immédiats. De plus, les structures sont séparées les unes des autres comme cela a été observé pour des périodes antérieures sur des sites de production peu intense.

### 3.1.4. La place des activités hors réduction au sein des ateliers de réduction

#### 3.1.4.1. Le charbonnage

Les fosses de charbonnage ne sont pas des vestiges extrêmement courants sur les sites de réduction. Elles n'ont été identifiées que sur huit des zones fouillées. Dans la moitié des cas, les charbonnières sont associées directement aux bas fourneaux. Par exemple, à Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285) et Paimpont, Moustache 1 (196), où la multiplication des structures de production de charbon va de pair avec le nombre de groupes de bas fourneaux, mettant ainsi en avant le fonctionnement de ces structures en binôme. Pour des sites légèrement plus récents comme Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213) ou à Audaleuc et Quévert, ZAC de Bel Air (223) (site non daté), la distance entre les deux types de structures augmente, passant d'environ cinq mètres à une dizaine de mètres.

Dans les quatre autres cas, l'absence de bas fourneau pose problème pour la localisation précise de l'activité de réduction. Toutefois, la mise au jour, dans tous ces contextes, de nombreuses scories de réduction, permet d'affirmer que les bas fourneaux se

---

<sup>425</sup> Beyrie *et al.* 2003, p. 64.

situent probablement près des zones explorées. Ce phénomène se retrouve pour l'intégralité de la chronologie envisagée, allant de Meillac, La Hunaudière (182) pour la transition La Tène ancienne/moyenne, à Quévert, Le Clos Mirette (269) pour le début de la période romaine, en passant par le site non daté de Plélan-le-Grand, La Lande Halgros (201) ou encore Saint-Martin d'Ary, Le Noret (397), pour La Tène moyenne - finale.

Ce dernier site est d'ailleurs très intéressant. En effet, le charbonnage est effectué dans, ou en limite, d'un enclos. A l'intérieur de ce dernier, de très nombreuses fosses ont livré des vestiges métallurgiques – que ce soit de réduction ou de forge. Le lien entre les deux activités semble donc très fort. Cependant, dans cet espace, des vestiges de travaux en amont de la réduction (charbonnage), et en aval à cette dernière (scories de réduction et de forge) ont été mis au jour, mais aucune trace de bas fourneau n'a été identifiée malgré l'emprise importante de la fouille. Ce cas rappelle celui de Paule, Saint-Eloy (250), site ayant livré de nombreux foyers de forge et scories de réduction, mais pas de bas fourneaux. Il est donc probable que, sur certains sites de La Tène finale, une partie des activités métallurgiques soient associées aux habitats – tout en restant dans des zones séparées de ces derniers – et que la réduction, elle, se fasse en périphérie. Au vu des quantités de vestiges mis au jour sur ces deux sites, les productions devaient être importantes, et donc régulières. Il est très probable que l'activité métallurgique fasse, dans ce cas, partie des richesses productives du domaine, et ne soit plus une activité pratiquée pour le seul besoin des habitants, comme cela a pu être le cas à Guichainville, Saint-Laurent (73).

L'importance de la métallurgie sous-entend également une forte activité de charbonnage. Il est impossible d'évaluer avec exactitude les quantités de charbon produites. Le métal faisant partie des ressources exploitées dans le domaine, il est probable que le charbon provienne également de l'environnement proche ; qu'il soit produit directement à proximité des lieux de réduction (non identifiés pour Bedenac-Clérac et Paule), comme c'est le cas pour les autres ateliers de réduction, ou qu'il soit issu de zones spécifiquement dédiées au charbonnage, puis transporté jusqu'aux bas fourneaux.

Le charbon est une ressource importante pour la réduction. Dans les cas où son lieu de production est connu, il est associé directement (moins de 10 m) ou indirectement (une centaine de mètres) aux structures de réduction. En ce sens, il semble être une ressource exploitée au même titre que le minerai de fer : une quantité de charbon spécifique semble être produite pour chaque opération de réduction, comme le démontrent les charbonnières, très



similaires, du site de Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne. Les sites de réduction où aucune charbonnière n'a été reconnue restent difficiles à interpréter. Toutefois, dans la majorité des cas, la faible ampleur des fouilles permet de supposer que ces structures n'ont tout simplement pas été découvertes.

La relation étroite entretenue entre espace de réduction et de charbonnage a déjà été relevée de nombreuses fois tout au long de la Protohistoire et de l'Antiquité. A La Tène moyenne, le site de La Bazoge, Les Trois Couleurs (Sarthe), possède plusieurs charbonnières regroupées à une dizaine de mètres des bas fourneaux, certainement en limite de l'espace de travail<sup>426</sup>. Ce type d'organisation perdure dans le temps puis qu'elle se retrouve à la fin de l'Antiquité<sup>427</sup>. Toutefois, elle n'est pas exclusive et plusieurs sites de réduction sont caractérisés par l'absence de structure de charbonnage directement associées à l'espace de réduction. C'est le cas aux Martys (Aude)<sup>428</sup> ou dans les premiers siècles de l'occupation des Clérimois (Yonne)<sup>429</sup>. Toutefois, le charbon reste présent sur ces ateliers, en particulier par le biais de structures destinées à son stockage, comme la « Charbonnière II » des Martys, permettant le stockage d'un important volume de charbon<sup>430</sup>.

Dans le cadre d'espaces de travail utilisés sur de très longues périodes la présence, ou l'absence, de structures de production du combustible n'est pas immuable. Par exemple, le site des Clérimois (Yonne), ne présente pas de traces de charbonnage pour son occupation antérieure au III<sup>ème</sup> s. p.C., tandis que quelques charbonnières y sont documentées à partir de cette période<sup>431</sup>.

### **3.1.4.2. Le grillage**

Du minerai de fer grillé a été mis au jour sur une vingtaine des sites de réduction identifiés sur la façade atlantique. Toutefois, seulement quatre de ces derniers ont livré des structures destinées à cette activité.

---

<sup>426</sup> Cabboi *et al.* 2007, p. 49-51.

<sup>427</sup> Dumasy *et al.* 2010, p. 167-172.

<sup>428</sup> Aucune structure de production de charbon n'a été identifiée sur les sites des Martys. Seule une structure de stockage du combustible, très volumineuse, y a été mise au jour (Fabre *et al.* 2016, p. 138).

<sup>429</sup> Dunikowski *et Cabboi* 1995, p. 134-135.

<sup>430</sup> Domergue (dir.) 1993, p. 328-337.

<sup>431</sup> Dunikowski *et Cabboi* 1995, p. 134-135.

A La Ferté-Saint-Samson, Le Flot, parcelle 147 (50) et à Forges-les-Eaux, Route d'Argueil (46), les structures de grillage sont nombreuses au sein de l'espace de réduction. Cela atteste très certainement de multiples opérations de grillage successives, chacune seulement destinée à traiter la quantité de minerai utilisée pendant une opération de réduction. Cette impression est renforcée par le fait que, sur chacun de ces sites, les bas fourneaux identifiés sont à scorie coulée, et peuvent donc avoir été utilisés de nombreuses fois.

Sur les sites de Plélan-le-Grand, La Lande Halgros (201) et Paimpont, Les Glyorels II (193), un seul foyer de grillage a été mis au jour. Dans les deux cas, le type précis de bas fourneau utilisé reste inconnu, il est donc impossible de savoir si chaque structure de grillage ne correspond qu'à une opération, ou si, au contraire, ces foyers ont été utilisés à plusieurs reprises.

Sur les sites où des foyers de grillage du minerai ont été identifiés, ces derniers se trouvent toujours associées à l'atelier de réduction. Toutefois, la présence de minerai grillé sur des sites où aucun foyer de grillage n'a été identifié oblige à relativiser cette constatation. Comme dans le cas du charbonnage, il est probable que le grillage pouvait également se pratiquer à l'extérieur de l'atelier de réduction. Toutefois, la localisation de cette activité est difficile. Elle peut avoir lieu en périphérie de l'atelier de réduction, mais également loin de ce dernier, éventuellement au niveau des zones d'extraction du minerai.

### **3.1.4.3. La forge**

La forge est une activité assez fréquemment reconnue sur les sites de réduction. Cependant, généralement ce ne sont que des scories de forme spécifique, en calotte, qui permettent de documenter cette activité. Les structures et espaces de travail, eux, ne sont que très peu connus.

Seuls deux sites de réduction ont livré des structures liées aux activités de forge. Le plus ancien, Paimpont, Moustache 1 (196), est daté entre La Tène ancienne et La Tène moyenne. Aucun foyer de forge n'y a été identifié, et ce malgré des prospections géophysiques, mais un bloc de grès ayant servi d'enclume atteste le forgeage de métal au sein de la zone de réduction, près du bas fourneau. Aucun indice matériel ne permet de préciser la nature de l'activité de forge pratiquée ici, seul le contexte oriente l'interprétation vers le

travail de la masse brute de réduction. L'absence de foyer de forge indique que le martelage devait se faire en utilisant seulement l'inertie thermique du métal, ce qui limite, de fait, la durée de l'opération. La masse brute n'était donc certainement que sommairement travaillée sur le lieu de réduction.

Les nombreux sites sans foyers de forge relèvent peut-être de la même organisation que Moustache 1. Cependant, il est possible de se questionner sur la présence de scories en calotte, normalement formées dans un foyer de forge, ou tout du moins dans un endroit délimité. Il faut supposer que les foyers de forge n'aient pas été découverts sur ces sites, soit qu'ils aient été détruits, soit qu'ils se trouvent hors des zones explorées par les archéologues.

Pour la période romaine, le site de Livarot, Boulevard South Molton (120) présente une organisation très différente. Des indices permettent de restituer la présence de couverture au niveau d'un foyer de forge situé en marge du poste de travail autour du bas fourneau. Ici, il est certain que le foyer a été utilisé pour des opérations de mise en forme avancées, avec du métal ne provenant pas nécessairement du site. Il s'agit donc plutôt d'une forge destinée au travail général du métal, et non exclusivement à l'épuration de la masse brute. Elle servait peut-être à la création et l'entretien d'outils utilisés sur cet important site de réduction.

La forge est donc bien présente sur les sites de réduction, mais il est rarement possible de déterminer l'emplacement où elle se déroule. Cependant, dans les deux cas connus, l'espace de forge se trouve en périphérie de l'aire de travail autour du bas fourneau, éloigné de 5 à 20 m de ce dernier. Cette association entre structures de réduction et de forge destinée à l'épuration se retrouve sur d'autres sites bien connus, Les Martys et Oulches. Aux Martys, le foyer d'épuration F20-A se trouve à proximité des batteries de fourneaux de Montrouch<sup>432</sup>. A Oulches, Le Latté (Deux-Sèvres), un espace de réduction avec de nombreuses structures annexes (charbonnage et forge) a été mis au jour. La masse brute de réduction est travaillée en plusieurs étapes dans cinq lieux distincts, chacun situé entre 3 et 10 m de la cuve du bas fourneau<sup>433</sup>. L'absence récurrente de foyers de forge dans les ateliers de réduction démontre que, de façon générale, la mise en forme du métal n'était pas la priorité sur ces sites.

---

<sup>432</sup> Fabre *et al.* (dir.) 2016, p. 250-251.

<sup>433</sup> Dumasy *et al.* 2010, en particulier fig. 35, p. 362 pour l'organisation de l'espace de travail.

### 3.1.5. Les sites de réduction : des espaces bien gérés

Il est difficile de reconnaître les activités associées à la réduction. En effet, sur ces sites, les fouilles se concentrent au niveau des bas fourneaux, or, les autres activités peuvent avoir lieu à plusieurs mètres, voire dizaines de mètres des structures de réduction. Malgré ces difficultés, les informations sur l'organisation spatiale des activités complémentaires à la réduction sont porteuses de sens.

Quelle que soit l'époque concernée, le charbonnage, le grillage ou la forge semblent avoir été pratiqués, au moins de façon ponctuelle, au sein des espaces de réduction. Ils se concentrent principalement à quelques mètres des bas fourneaux, mais n'empiètent pas sur la zone de travail autour de ces derniers. Dans certains cas, le charbonnage est attesté à plusieurs dizaines, voire centaines de mètres de la structure de réduction, démontrant que l'environnement immédiat des structures de réduction ne centralise pas nécessairement ces activités. Il est probable que la proximité de la matière première, en particulier du charbon, soit un facteur influençant fortement la localisation des lieux de réduction<sup>434</sup>.

Dans tous les cas observés, il semble y avoir au moins une ébauche de gestion de l'espace autour des bas fourneaux. En effet, les divers déchets et structures se trouvent préférentiellement dans des zones distinctes et séparées. Par exemple, à Paimpont, Moustache 1, par rapport au bas fourneau, les traces de concentration du minerai sont diamétralement opposées à celles de travail de la masse brute. De plus, le charbonnage y est probablement identifié du côté du traitement du minerai, mais il en est bien séparé. Un côté du bas fourneau est donc destiné au travail des matières premières, tandis que l'autre sert à celui du fer. Cela se retrouve également à Livarot, Boulevard South Molton, où bas fourneau, forge et zones de rejet sont bien séparés, tant par la distance que par des zones peu denses en structures archéologiques.

La récurrence de certaines des structures de production annexes sur les sites de réduction permet également de proposer une interprétation sur les cycles d'occupation. Sur la façade atlantique, entre La Tène ancienne et La Tène moyenne, les sites de réduction semblent avoir été occupés pour de courtes périodes, mais de façon régulière (Châteaulin, Penn ar Roz, Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué). Au contraire, à partir de La Tène

---

<sup>434</sup> Beyrie *et al.* 2003, p. 62.

finale, et surtout à l'époque romaine, les ateliers de réduction semblent avoir une activité de plus en plus régulière, jusqu'au cas de Livarot, Boulevard South Molton, probablement occupé de façon permanente au vu de la quantité de déchets.

Cette évolution, qui peut sembler linéaire, est cependant très marquée par la présence de petits espaces de production jusqu'à la fin du I<sup>er</sup> s. p.C. Ils sont soit utilisés une seule fois, soit leur fréquentation n'a pas pu être estimée. Il semble donc que, malgré la présence de grands centres sidérurgiques<sup>435</sup>, le minerai continue à être exploité de façon peu intensive par endroit. Le cas de Guichainville, Saint-Laurent, tend à montrer que ces petites zones de réduction peuvent, probablement pour partie, être liées à l'exploitation des ressources d'un domaine majoritairement agricole, certainement dans un cadre d'autosuffisance.

Des parallèles documentés grâce à l'ethnographie permettent de supposer que les ateliers isolés étaient utilisés par des forgerons voulant refaire leur stock de matière première. Il ne s'agit pas ici d'autosuffisance au sens strict, vu que la production du forgeron était probablement destinée à être échangée, mais la logique de production est la même : satisfaire à un besoin en fer immédiat ou à moyen terme. Cela implique également que forgeron et sidérurgiste sont une même personne. Dans ce cas, le savoir métallurgique n'est pas segmenté entre différents individus, chacun spécialiste d'une partie des procédés de fabrication, mais une seule personne maîtrise le processus de bout en bout.

### **3.2. Les espaces de forge**

Les activités de forge, et en particulier le traitement de la masse brute de réduction, se retrouvent déjà sur certains espaces de réduction. Mais ces activités peuvent être séparées. Comme pour les lieux de réduction, il est intéressant de se pencher sur l'organisation de ces espaces et sur les liens entretenus par les structures les composants. Pour cela, il convient à la fois de se pencher sur le nombre de structures et de leur organisation, afin d'en déduire la présence ou non de schémas récurrents ; il est également nécessaire de vérifier s'il existe un lien entre l'organisation et les types de travaux identifiés au sein de ces espaces.

---

<sup>435</sup> Et ce dès La Tène ancienne/moyenne avec la présence, en limite de la zone étudiée, d'importants centres sidérurgiques autour du Mans (Sarthe) (Cabboï *et al.* 2007).

### 3.2.1. Des niveaux de complexité différents : réalité ou reflet de l'état des sites ?

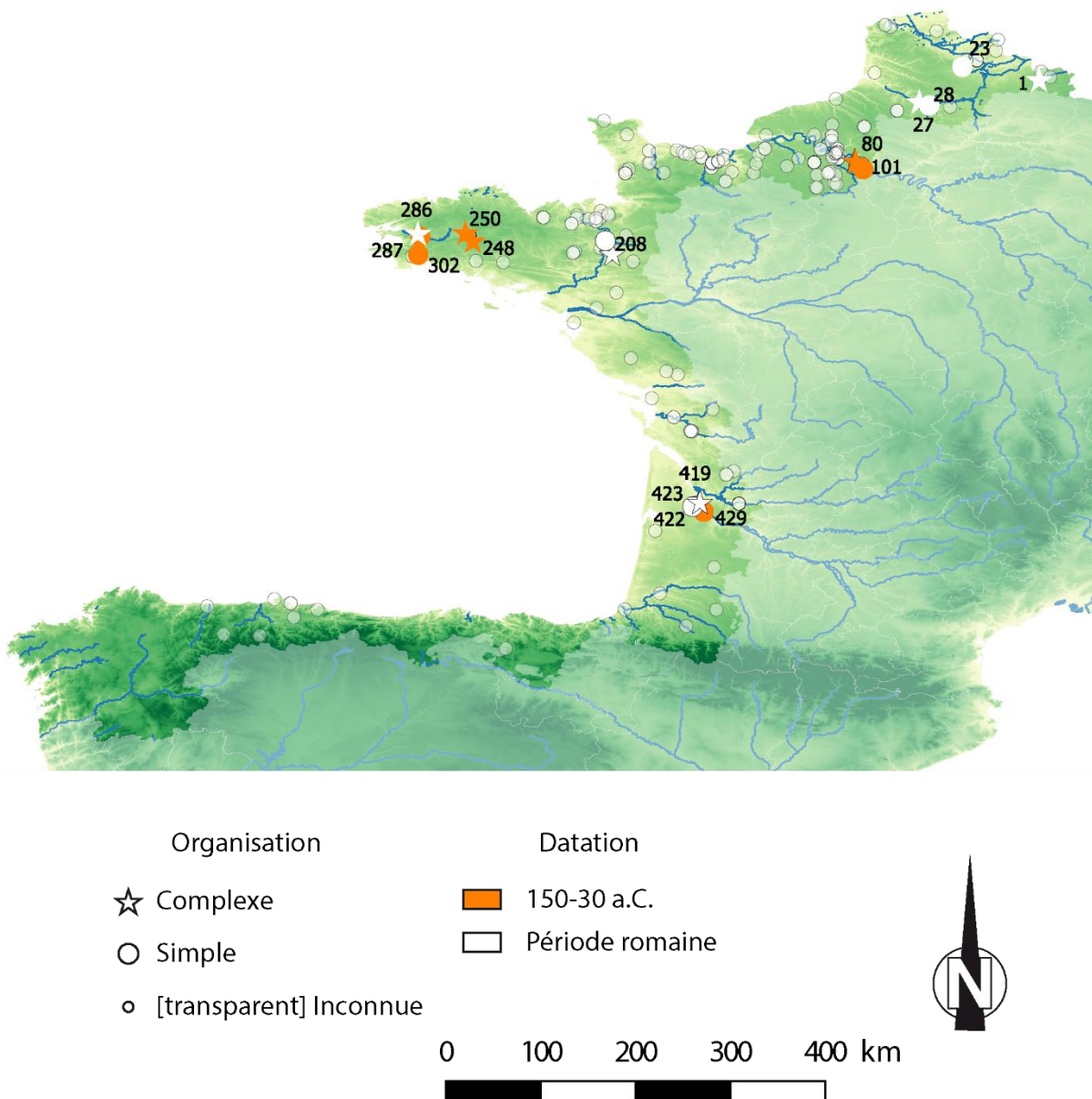


Figure 58 : Répartition des forges pour lesquelles il a été possible de restituer l'organisation.

73 sites – 110 lieux de découverte, donc autant d'espaces de travail potentiels – livrent des informations de tous types sur l'organisation spatiale des activités de forge (Figure 58). En premier lieu se trouvent les espaces de travail complexes, clairement identifiés et fouillés, comportant de nombreuses structures, foyer, support de frappe, bac de trempé, structures annexes. En second lieu se trouvent les espaces de travail simples, n'ayant livré qu'une ou deux structures en lien avec la métallurgie, et pour lesquels les informations sont moins

complètes que dans le premier cas. Enfin, certains sites, assez nombreux, n'ont pas livré de structures, mais seulement des déchets dont l'organisation dans l'espace, au sein du site, semble porteuse de sens.

### **3.2.1.1. Les espaces de travail complexes, des modèles ?**

Les sites livrant les informations les plus complexes présentent deux formes d'organisation distinctes. La majorité a des structures très variées : foyer, enclume, bac de trempe, structure de stockage et de rejet, dont l'organisation reste globalement identique malgré les reconstructions. Une autre catégorie présente de très nombreux foyers de forge, généralement à l'exclusion d'autres aménagements : ils seront dits « à foyers multiples ».

#### **3.2.1.1.1. Les espaces de travail à structuration permanente.**

Ces sites sont assez nombreux, ils représentent 14 ateliers répartis sur 5 sites. Ils sont caractérisés par l'association récurrente de structures différentes et durables.

##### *3.2.1.1.1.1. Forge et ville*

##### *Amiens, ZAC Cathédrale - Université*

Un premier site, Amiens, ZAC Cathédrale - Université (26-27-28) a livré un ensemble d'espaces de travail du fer datés entre le milieu du I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C. Lors de la phase 2 de l'état III, entre 65 et 80 p.C., le bâtiment 5225, situé en bordure de voie, possède deux espaces de travail distincts (Figure 59, 1). Le premier, nommé pièce G<sup>436</sup>, est composé de deux structures : un foyer « 5224 », situé légèrement au sud-ouest du centre de la pièce et une amphore étêtée « 5293 », ayant certainement servi de bac de trempe, un mètre plus à l'est. Même en absence d'enclume, il est possible de comprendre que le forgeron au travail se trouvait au centre de la pièce, proche de chacune des deux structures. L'enclume devait également se trouver à portée, probablement au nord du foyer. L'absence de traces au sol de cette dernière signifie probablement qu'elle se trouvait sur une structure surélevée.

---

<sup>436</sup> L'hypothèse de restitution des espaces de production retenue ici est la seconde proposée dans le rapport de fouille. Les raisons sont développées dans la fiche du lieu de découverte (27).

La pièce F est accolée au nord de la pièce G. Un foyer et un creusement de la taille d'un fond d'amphore sont exactement au même emplacement relatif que dans la pièce G. A ceci viennent s'ajouter quatre trous de piquets, disposés en carré, dans la partie médiane de la pièce, contre le mur nord. Il s'agit potentiellement des vestiges de l'implantation au sol d'un établi. Dans ce cas, il pourrait avoir servi au stockage d'outils, à certains types de travaux, ou encore d'emplacement à l'enclume.

L'organisation générale des vestiges d'activité métallurgique est donc exactement la même entre ces deux espaces de travail. Cela permet de restituer un établi au nord de la pièce G, là où était supposé être l'enclume d'après la place des autres structures.

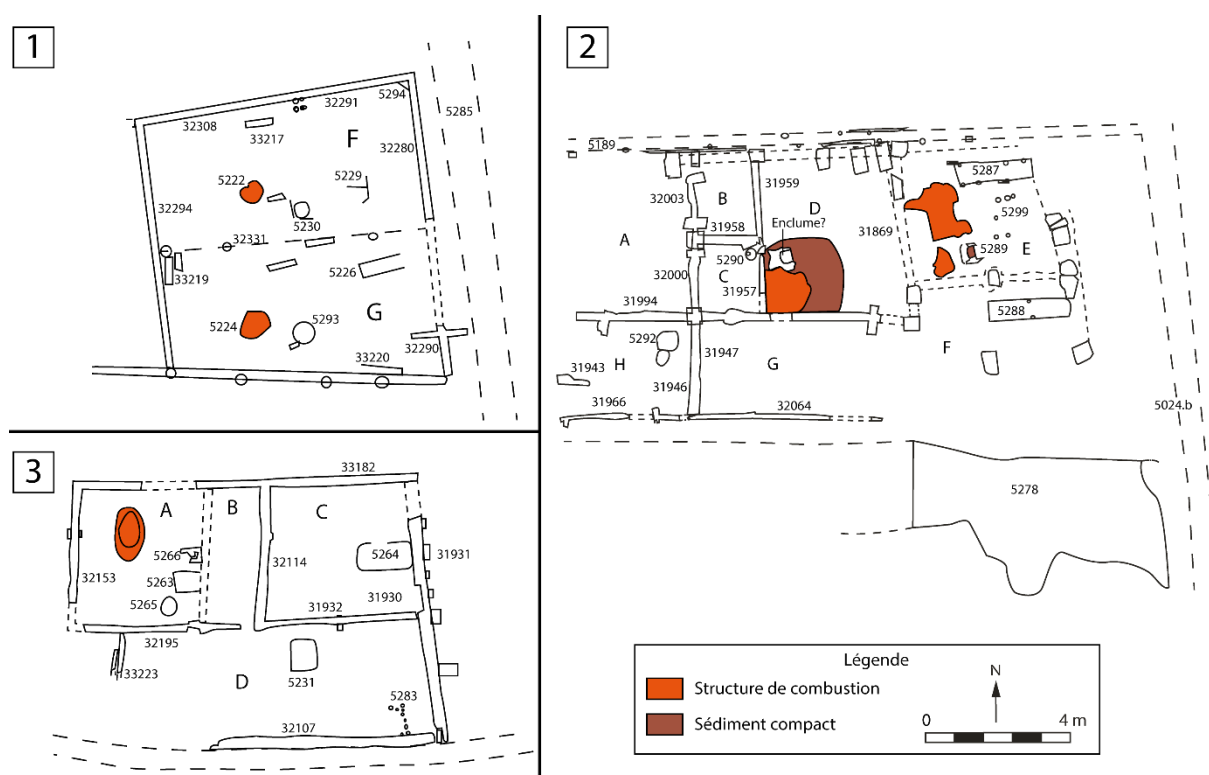


Figure 59 : Plan des ateliers de forge complexes en contexte urbain d'Amiens, ZAC Cathédrale-Université. 1 : plan du bâtiment 5225 proposition 2 (Buechez et Gemehl 1996, modifié). 2 : plan du bâtiment 5155 (Buechez et Gemehl 1996, modifié). 3 : plan du bâtiment 5250 (Buechez et Gemehl 1996, modifié).

La similitude entre les deux zones de travail soulève de nombreuses questions, en particulier quant à la chronologie relative de ces deux implantations. Deux possibilités sont envisageables : soit ces deux forges sont contemporaines, soit elles correspondent à un déplacement de l'espace de travail. Les deux hypothèses sont intéressantes et amènent à des conclusions similaires. Dans le premier cas, la contemporanéité, il est certain que ces deux



espaces étaient utilisés par des forgerons différents, et travaillants dans des environnements identiques. Il est alors très probable qu'ils aient effectué le même travail, et qu'il devait exister une relation forte entre eux – probablement nouée pendant l'apprentissage du métier de forgeron ; soit que l'un soit le maître de l'autre, soit qu'ils aient appris auprès de la même personne. Quoi qu'il en soit, cela indique la perdurance d'un savoir-faire.

Dans le cas d'un déplacement de l'espace de travail, il est évident que l'atelier originel a été reconstruit à l'identique, à quelques mètres de distance. Cela atteste également d'une perdurance des savoir-faire. La présence d'un bac de trempe indique que des traitements thermochimiques étaient appliqués à au moins une partie de la production des ateliers. Cette dernière devait donc être spécifique et était l'œuvre de forgerons spécialisés.

Certains sites ont livré de nombreuses structures pouvant être interprétées comme bac de trempe. En particulier Bibracte, Bastion Sud (Saône et Loire), qui présente la particularité de posséder quatre amphores fichées dans le sol<sup>437</sup>, parfois assez loin des foyers identifiés. De plus, ces dernières ne sont associées qu'à une structure de combustion et un autre indice de structure de combustion. Dans ce cas il y a donc plus de potentiels bacs de trempe que de foyers de forge. Certaines de ces structures pouvaient être réservées à un autre usage (stockage de matière), mais il est aussi possible que chacune de ces amphores corresponde à un liquide différent pour la trempe (eau, huile...).

Toujours à Amiens, ZAC Cathédrale-Université, les pièces E et F du bâtiment 5155, juste postérieures aux précédentes, montrent également une organisation rigoureuse (Figure 59, 2). Le foyer 5163 est installé à l'est de la pièce. Ses dimensions font qu'il prend la majorité de l'espace est de la petite pièce E. Au sud de ce dernier se trouve un creusement probablement lié à la présence d'un billot d'enclume « 5289 ». Il est également envisageable que cette structure soit destinée au calage d'une amphore, mais toutes les amphores servant de bac de trempe sur ce site ont un diamètre plus important. Enfin, à l'ouest un ensemble de cinq trous de piquets formant un rectangle « 5299 » a été identifié. Comme pour l'atelier précédent, ces vestiges peuvent être mis en relation avec la présence d'une structure en bois, probablement un établi.

Le lieu où se tenait le forgeron dans la pièce E est facilement restituable : il était au centre, entouré par toutes les structures constituant son espace de travail. Il est très important

---

<sup>437</sup> Paris et Berranger 2014.

de noter que, dans cet espace, il n'y a pas de place pour ajouter une enclume, ce qui fait un argument de plus en faveur de la localisation de cette dernière sur la structure en bois située à l'est. Le positionnement des enclumes sur des structures dont l'implantation au sol est faible explique très certainement les difficultés de localisation de ces outils lors des fouilles. De plus, cela indique qu'elle devait être de dimensions et de masse relativement modeste, ce qui donne une indication sur le type d'objets fabriqués : des éléments de taille moyenne à réduite. Comme dans le cas des ateliers F et G précédemment cités, la présence d'un bac de trempe renvoie à une activité spécifique et à la maîtrise de savoir-faire complexes par le forgeron.

A la même époque (80 – 120 p.C.), une autre forge est en activité dans la pièce A du bâtiment 5250 (28). Cette dernière est située à l'extrémité nord-ouest du bâtiment et présente un espace organisé de façon similaire aux précédents (Figure 59, 3). Un foyer se trouve légèrement au nord-ouest du centre de la pièce. A l'est se situe un aménagement de planches « 5266 » dont la fonction précise reste indéterminée, mais est certainement lié au stockage. Au sud de ce dernier se trouve un ensemble de trous de piquets délimitant une structure « 5263 », probablement un établi, tandis que plus au sud, le négatif d'une amphore « 5265 » a été identifié.

L'espace de travail se situe encore au centre de la pièce et est organisé autour d'un ensemble composé d'un foyer, d'un bac de trempe, d'un établi (support de travail/frappe) et d'une structure de stockage. Cet agencement, même s'il semble basique, n'est que rarement attesté en l'état. Ce type d'organisation se retrouve par exemple de façon tout à fait similaire à Autun, Lycée Militaire où sept ateliers de forge ont été identifiés<sup>438</sup>. Chacun d'eux est constitué autour d'un couple foyer-enclume accompagné d'une fosse.

Toutes les pièces où se trouve un espace de travail complexe ont également une autre particularité : la présence d'une fosse coffrée<sup>439</sup>. Dans la pièce G du bâtiment 5225, la fosse coffrée « 5226 » se situe dans l'angle nord-est de la pièce, proche de la sortie donnant sur la voie. Dans la pièce F du même bâtiment, dont l'organisation est identique, la fosse coffrée se situe également à l'est, vers la voie. Au sein du bâtiment 5155 dans les pièces E et F, la fosse coffrée « 5287 » est au nord de l'ensemble de structures de forge. Une autre, (5288), est isolée, plus au sud, dans un espace semblant correspondre à une autre pièce. Il est impossible de la lier avec certitude à l'atelier de la pièce E, mais sa morphologie est similaire à celles

---

<sup>438</sup> Chardon-Picault et Pernot 1999, p. 2018-210.

<sup>439</sup> Buchez et Gemehl 1996, vol. 2, non paginé (partie sur le bâtiment 5225).

rencontrées dans les autres forges. Cette structure est peut-être la seule conservée d'un autre espace de travail situé plus au sud, comme cela a été perçu dans les pièces F et G du bâtiment 5225. Enfin, dans la pièce A du bâtiment 5250, se trouve une autre fosse coffrée installée à l'extrémité est du bâtiment, en bordure de voie, après l'agrandissement de cette pièce par démolition des parois<sup>440</sup>. Elle est éloignée de l'espace de travail principal de 5 à 6 m.

Vu leur position, il est probable que ces structures aient un lien avec la métallurgie du fer. Aucun reste spécifique, comme du charbon, de l'argile ou du sable n'y a été observé. De plus, ces structures sont certainement trop éloignées des postes de travail pour y être directement utiles. Ce ne sont donc certainement pas des bacs de trempe. Elles ne semblent donc pas en lien direct avec la métallurgie, mais leur implantation systématique au sein de la forge révèle qu'elles ont un intérêt dans l'organisation générale de l'atelier.

Ces cuves, probablement destinées au stockage, pourraient être des réserves d'eau, imposées par une quelconque législation locale afin de lutter contre d'éventuels incendies dans des espaces à risque. Cela expliquerait éventuellement leur présence dans de très nombreux espaces de travail et également leur localisation, parfois excentrée par rapport à ces derniers, et toujours vers les zones d'accès.

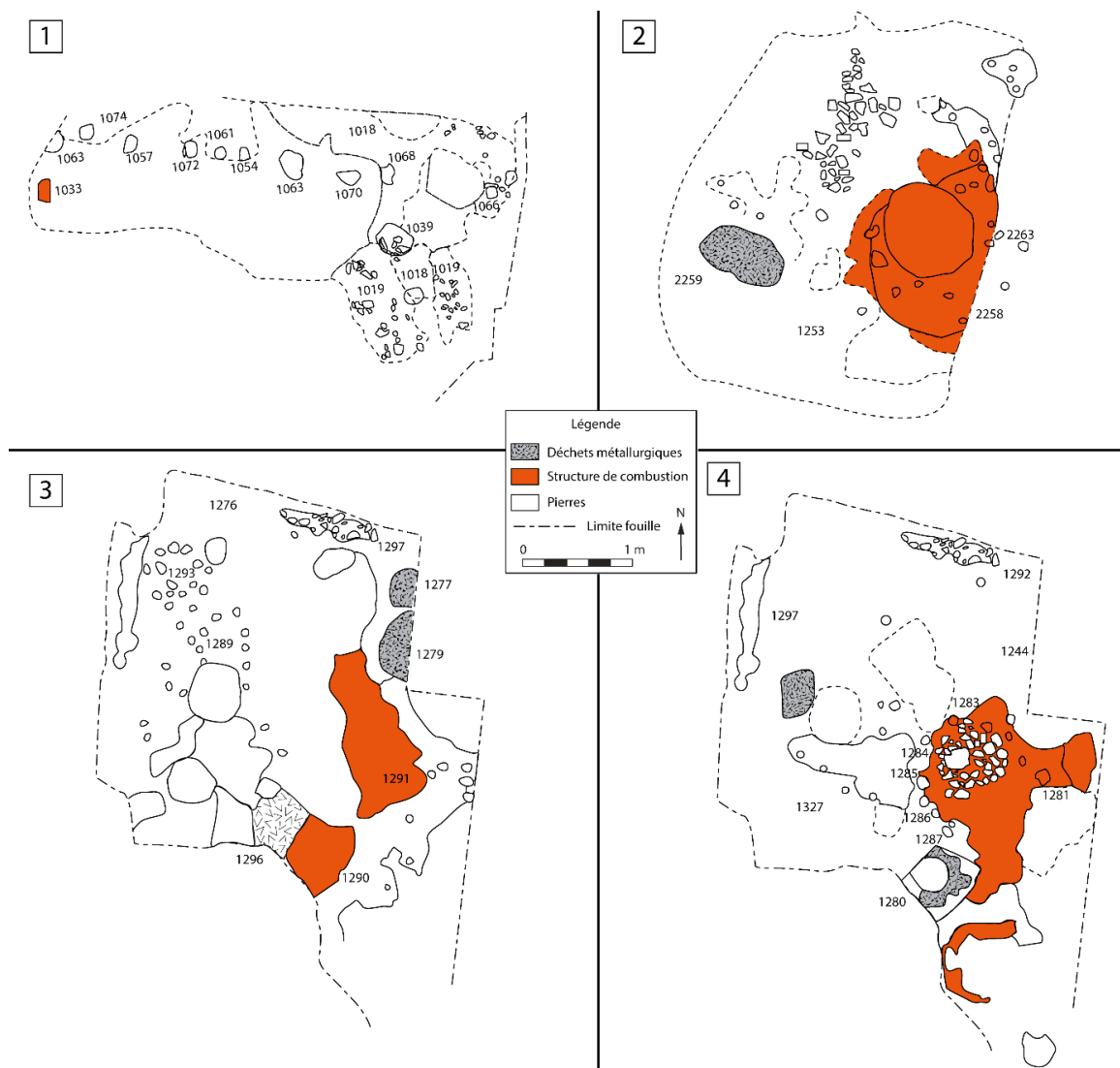
### *Rennes, Place Hoche*

Dans les mêmes horizons chronologiques qu'à Amiens, ZAC Cathédrale-Université – fin du I<sup>er</sup> - II<sup>ème</sup> s. p.C. – l'agglomération de Rennes (207-208) a également livré de nombreux ateliers métallurgiques, dont plusieurs présentent une organisation similaire à celle repérée à Amiens. C'est par exemple le cas de l'atelier A, situé sous un appentis, en bordure de voie. La totalité de l'atelier n'est pas connue, en particulier la partie sud-ouest, mais deux zones distinctes ont pu être isolées (Figure 60, 1). La première, tout à l'ouest, ne comprend qu'un foyer quadrangulaire encaissé « 1033 » proche de la limite du bâtiment avec la rue. Du côté opposé, à l'est de la zone fouillée, se trouve un ensemble de structures. Une zone de martelage est caractérisée par un aménagement « 1017 » et un négatif de billot d'enclume « 1039 ». De plus, un fond d'amphore retrouvé écrasé, en place, devait faire office de bac de trempe. Ici, la structure de combustion n'a pas été identifiée. Elle se trouvait probablement légèrement à l'est ou au sud de cet ensemble.

---

<sup>440</sup> Buchez et Gemehl 1996, vol. 2, non paginé.

L'atelier A de Rennes, Place Hoche, présente donc un ensemble complet de structures, le foyer étant aisément restituable. La seule différence observée avec les sites amiénois est l'absence de fosse coffrée, mais ces dernières semblent être une particularité locale. La découverte d'un niveau de sol construit, renforcé avec des pierres, destiné au calage du billot d'enclume, laisse supposer que le martelage était intensif et donc que les objets fabriqués étaient de dimensions importantes. La pratique de la trempe indique, également, que le forgeron opérant dans cet espace était un spécialiste capable de mener à bien des procédés complexes. La présence du foyer isolé à l'ouest pose la question de la présence d'un second espace de travail. Aucune réponse certaine ne peut être apportée dans ce cas, mais il est possible qu'il s'agisse d'un poste destiné à des travaux demandant des structures plus légères que celles observées à l'est. Dans cette hypothèse, l'espace de travail présenterait deux postes distincts destinés à des travaux différents.



*Figure 60 : Ateliers de forge complexes à Rennes, Place Hoche. 1 : Atelier A (Pouille 1995, fig. 64, AFAN, modifié). 2 : Atelier G (Pouille 1995, fig. 74, AFAN, modifié). 3 : Atelier D, premier état (Pouille 1995, fig. 69, AFAN, modifié). 4 : Atelier D, second état (Pouille 1995, fig. 68, AFAN, modifié).*

Egalement localisé à Rennes, Place Hoche, l'atelier D a la particularité d'être connu sur deux états consécutifs. Le premier, daté de la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., se distingue des autres espaces de travail par la présence d'un foyer sur sole d'argile et non encaissé dans le sol « 2190-2191 »<sup>441</sup> (Figure 60, 3). Cette différence est un indice suggérant que l'activité pratiquée ici était différente de celle de l'atelier A. Cette impression est renforcée par les dimensions importantes de cette structure de combustion par rapport à celles des autres ateliers. Une zone aménagée avec des pierres servait assurément de zone de martelage et devait accueillir l'enclume. Deux fosses, comblées avec des rejets de travail, ont été mises au jour au nord du foyer, à l'opposé de la localisation supposée de l'enclume et viennent compléter l'espace de travail.

Les rejets associés à cet atelier sont différents de ceux identifiés, par exemple, dans l'atelier A<sup>442</sup>. Cela semble confirmer ce qui était déjà visible au travers des structures de combustion : les deux espaces sont destinés à des procédés différents. Dans l'atelier D, l'absence de trace de bac de trempe malgré des sols relativement bien conservés, laisse penser que ce traitement n'était pas pratiqué.

Même s'il sort probablement du cadre chronologique de ce travail, il est intéressant de se pencher sur le cas du second état de l'espace de travail D. En effet, les occasions d'étudier des reconstructions d'ateliers sont rares. Ce second état est très semblable au premier (Figure 60, 4). Le foyer « 1281 » reprend l'emplacement de « 1290-1291 », peut-être avec un second foyer indépendant au sud ; l'enclume se trouve à la même place et est même marquée par la présence d'un reliquat de couronne de battitures. Une fosse de rejet a changé de place et se trouve au nord-ouest et non plus au nord-est de la zone de travail. Comme dans le cas des ateliers du bâtiment 5225 d'Amiens, l'espace de travail a été reconstruit à l'identique, tout du moins pour les structures les plus importantes. La nouvelle construction est donc probablement du fait de la même personne ou bien d'un nouveau forgeron travaillant exactement dans les mêmes conditions, appartenant donc à une même lignée technique.

---

<sup>441</sup> Il est possible qu'il s'agisse de deux foyers différents, mais l'état de conservation ne permet pas d'être catégorique sur ce point.

<sup>442</sup> Serneels 1995, p. 113-115.

Cette organisation n'est pas particulière à la façade atlantique. Par exemple, une reconstruction similaire est supposée dans l'atelier P 3-3 E2 d'Autun Lycée Militaire, où deux foyers identiques sont accolés et successifs<sup>443</sup>. Ils étaient donc probablement destinés à des travaux de même nature.

De nouveau à Rennes, Place Hoche, l'atelier G montre une organisation très similaire à celle observée à l'atelier D (Figure 60, 2). Le foyer « 2258 » y est également de type 1129, de plus une zone empierrée, située légèrement au nord-ouest de ce dernier devait supporter l'enclume. Une fosse de rejet « 2259 » a également été identifiée à proximité immédiate de la structure de combustion. Enfin, l'absence de bac de trempe finit de marquer la similitude entre les deux espaces de travail.

A Rennes, Place Hoche, il semble donc exister deux types d'ateliers. Les premiers sont caractérisés par la présence de foyers encaissés, de bac de trempe et de scories lourdes, tandis que les seconds présentent des foyers plats, des scories argilo-sableuses légères et aucune structure de trempe. Les deux types d'ateliers n'avaient donc certainement pas les mêmes types de production, ou tout du moins les mêmes façons de travailler<sup>444</sup>. Un fait les rapproche pourtant : la présence d'aménagements en pierres pour soutenir la zone de frappe. Cela est un changement majeur par rapport à ce qui a été observé à Amiens, presque pour la même période, où les enclumes semblaient plutôt liées à des établis, avec des aménagements beaucoup plus légers. Fait notable, la façon d'installer les enclumes est la même dans tous les espaces de travail de chacun de ces sites. Cela semble aller dans le sens d'une uniformisation des pratiques au sein d'un périmètre réduit, ce qui pose la question d'une origine commune, locale, des savoir-faire, et de leur transmission.

#### *Bordeaux, 17 rue du Hâ*

L'évolution d'espaces de forge complexes a également pu être observée à Bordeaux, 17 rue du Hâ (412-413). A partir de la période augusto-tibérienne, plusieurs forges s'installent près d'une voie nouvellement construite. Le premier espace de travail, AT 1, état 1, n'est connu que par le biais d'un sondage profond ayant livré un foyer de forge ainsi que des déchets de travail du fer.

---

<sup>443</sup> Chardon-Picault et Pernot 1999, p. 210.

<sup>444</sup> Serneels 1995, p. 114.



Figure 61 : Bordeaux, 17 rue du Hâ, Henique (dir.) 2012, annexes 3, plan des états I et II de l'atelier AT1 (Hadès, modifié).

Cette zone est recouverte par un remblai et un nouvel atelier, AT 1 état 2, s'installe en léger décalage (Figure 61). Les sols de cet espace de travail sont constitués d'argile, de sables et de graviers mélangés, tout comme à l'état 1, ou encore uniquement de chaux. Ses limites précises ne sont toujours pas connues pour cet état. Cependant, une très nette distinction des espaces est observable. En effet, les lieux de circulation, contrairement aux espaces de travail, ne contiennent que très peu de déchets de l'activité de production. Deux foyers (« FOY 369 » et « FOY 370 ») sont associés à des sols en argile jaune rubéfiée. Une zone de 0,50 m autour des structures de combustion est très nettement marquée par l'activité : le sol est rubéfié, des fragments métalliques sont incrustés dedans et une fine couche de charbon avec quelques inclusions d'argile jaune marque cet espace. Un niveau charbonneux contenant beaucoup de déchets métallurgiques se trouve contre le foyer « FOY 369 ». Cette couche archéologique

contient également des nodules d'argile rubéfiée pouvant correspondre aux vestiges des parois de la structure de combustion.

Des fosses ovalaires, ou pseudo-rectangulaires, se trouvent « en arrière » des foyers. Les fosses US 30500 et 30510 sont directement associées aux foyers et présentent un remplissage de charbons de bois et de faune. Il s'agit, peut-être, de zones de stockage de combustible. Deux poches de micro-déchets (US 30564 et 30565) contenant des battitures ont été observées à côté de ces fosses. A l'est du foyer « FY 370 », une masse d'argile épurée, très bien circonscrite, a été mise au jour. Son contour portait des traces de planches et formait un effet de parois. Il s'agit très certainement d'une réserve d'argile destinée à la fabrication et à la réfection des foyers. La découverte, dans cette structure, de quatre trous de piquets rectangulaires très similaires, démontre l'existence de plusieurs séquences d'aménagement de l'espace. La première voit l'utilisation de la réserve d'argile, tandis que la suivante, probablement également liée au foyer « FY 370 », serait plutôt marquée par la présence d'une structure de type établi.

Le premier état de « AT 1 » est mal connu, mais le second présente un espace de travail avec deux postes distincts marqués par deux foyers. En premier lieu, le foyer « FY 370 » est lié à la réserve d'argile et à une fosse de rejet. Malgré l'absence d'une zone de martelage, le type d'organisation est similaire à celui déjà repéré précédemment : une structure de chauffe et des éléments annexes ceignant un espace de travail central. Ce dernier change de vocation avec la mise en place de la structure légère marquée par les piquets. Aucun foyer ne lui est associé, ce qui pose la question de sa synchronie avec le foyer « FY 369 », tout de même assez éloigné.

Une organisation similaire a été reconnue dans la forge de Châbles-Les Saux (Suisse) où deux foyers séparés d'environ 7 m ont été identifiés dans un bâtiment<sup>445</sup>. Ils sont associés à une aire de travail marquée par des déchets, ainsi qu'une fosse circulaire et deux autres allongées. La fonction de la première est inconnue, mais il est possible que les fosses allongées soient en relation avec le travail, ou la cémentation, d'objets longs<sup>446</sup>. Dans ce cas, la « fosse 16 » n'a pas pu fonctionner avec le « foyer 13 », ce qui fait penser, comme à Bordeaux 17 rue du Hâ, à deux aménagements successifs.

---

<sup>445</sup> Anderson *et al.* 2003, p. 87-90.

<sup>446</sup> Ces structures, non rubéfiées et comblées avec peu de charbons peuvent également ne pas avoir de rapport avec la combustion, et seulement être liées à l'implantation d'un élément bâti de très grandes dimensions (Anderson *et al.* 2003, p. 90).



Sur le site de la rue du Hâ, d'autres lieux de production ont été identifiés, mais ils ne sont marqués par aucune structure, ce qui ne permet pas de voir leur organisation. En revanche, la position des déchets permet d'appréhender la relation à l'environnement de ces espaces de travail. Ils débordent peu à peu sur la voie attenante à l'atelier, jusqu'à s'installer partiellement dessus. Les limites des espaces de circulation étant bien respectées lors des premières phases, il semble très probable que cela indique la fin de l'utilisation de la voie et son appropriation par le ou les forgerons.

Il est intéressant de noter qu'outre leur organisation similaire, tous les espaces de travail à structuration permanente en milieu urbain ont été identifiés à l'intérieur de bâtiments. Dans de nombreux cas, les conditions de fouille permettent seulement de connaître une partie de ces édifices, il est alors difficile de savoir quelle était la part de l'activité métallurgique en leur sein. Pour ces zones de production, seul le bâtiment 5155 d'Amiens, ZAC Cathédrale-Université est presque entièrement connu. Seules trois des huit pièces qui le composent ont livré des structures en relation avec le travail du fer. Ces dernières se concentrent dans la partie est du bâtiment, en bordure de voie, tandis qu'à l'ouest les pièces sont associées à une unité domestique<sup>447</sup>. Dans ce cas, il semble exister une séparation claire entre l'espace de production et le lieu de vie. De plus, le fait que toutes les forges identifiées donnent sur un axe de circulation pourrait être un indice en faveur de leur assimilation à des boutiques et non à des espaces domestiques.

#### *3.2.1.1.1.2. Les forges rurales*

##### *Notre Dame de l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent*

Des ateliers de forge à structuration permanente ont également été découverts en milieu rural. C'est notamment le cas de Notre Dame de l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent (80), un habitat rural daté de La Tène finale, assez particulier puisqu'il a livré de nombreux et volumineux silos<sup>448</sup>. La forge découverte sur ce site se trouve dans une fosse-atelier située dans l'angle nord-ouest de l'enclos principal. Cette dernière, grossièrement quadrangulaire, est composée de deux parties principales (Figure 62). A l'est, la fosse est moins creusée, créant ainsi une zone en hauteur sur environ la moitié de sa surface. A l'ouest, dans la zone la

---

<sup>447</sup> Buchez et Gemehl 1996, p. 36.

<sup>448</sup> Aubry (dir.) 2012, p. 147.

plus profonde, se trouvent plusieurs éléments en relation avec le travail du fer : un espace renforcé avec des pierres assimilable à une zone d'installation d'enclume, mais également une céramique commune « 400 », en place, ayant servi de bac de trempe. Il s'agit donc de la même organisation que sur les espaces de travail non encaissés observés sur les sites urbains.

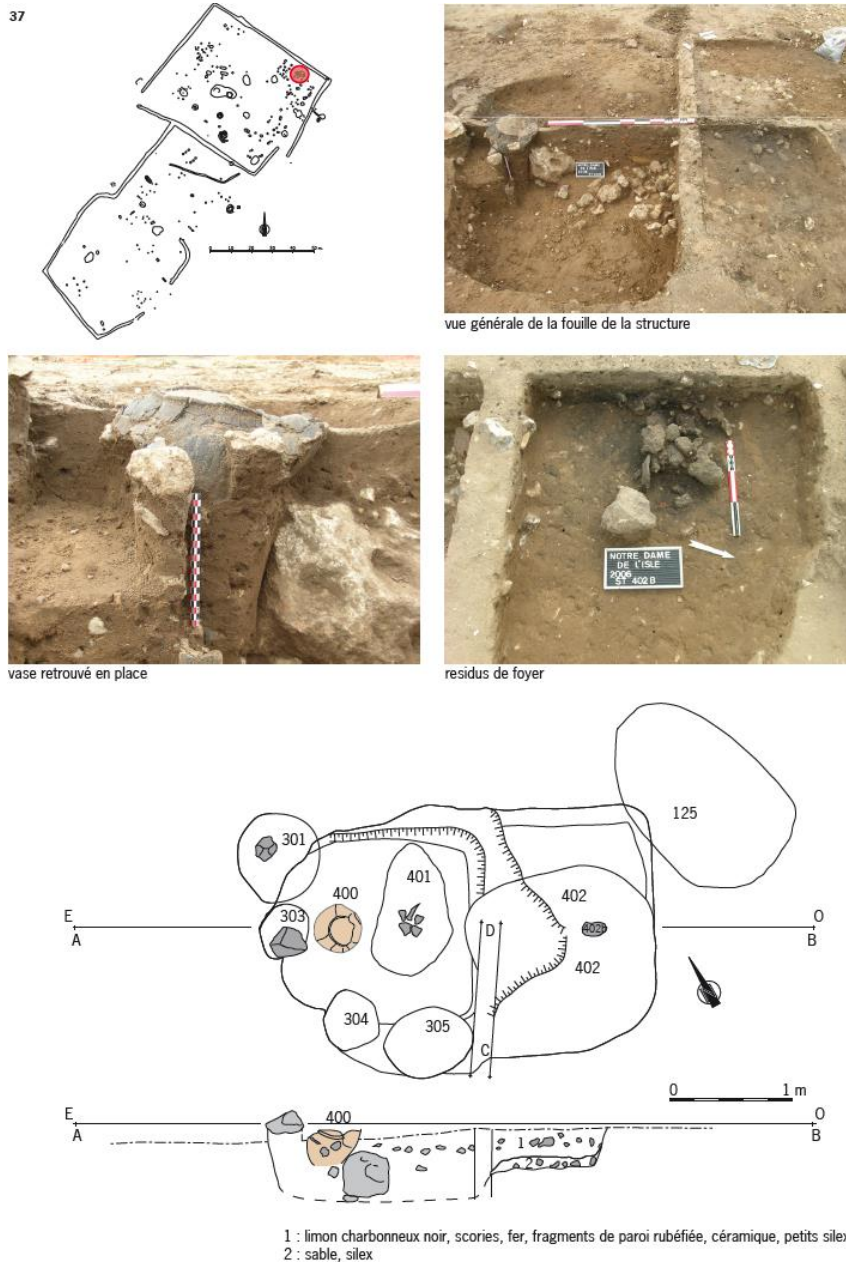


Figure 62 : Notre-Dame-de-l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent, Zaour 2012, fig. 37, p. 82, fosse atelier 402 (INRAP).

*Paule, Saint-Symphorien, phase 5*

Un autre espace de travail à structuration permanente se trouve à Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248), dans l'angle nord-ouest de l'habitat central de ce site privilégié daté de La Tène finale. Ce lieu, abrité, a connu trois réaménagements successifs, n'impactant que l'organisation interne du bâtiment et non ses murs. L'organisation est restituable pour chacune de ces reconstructions.

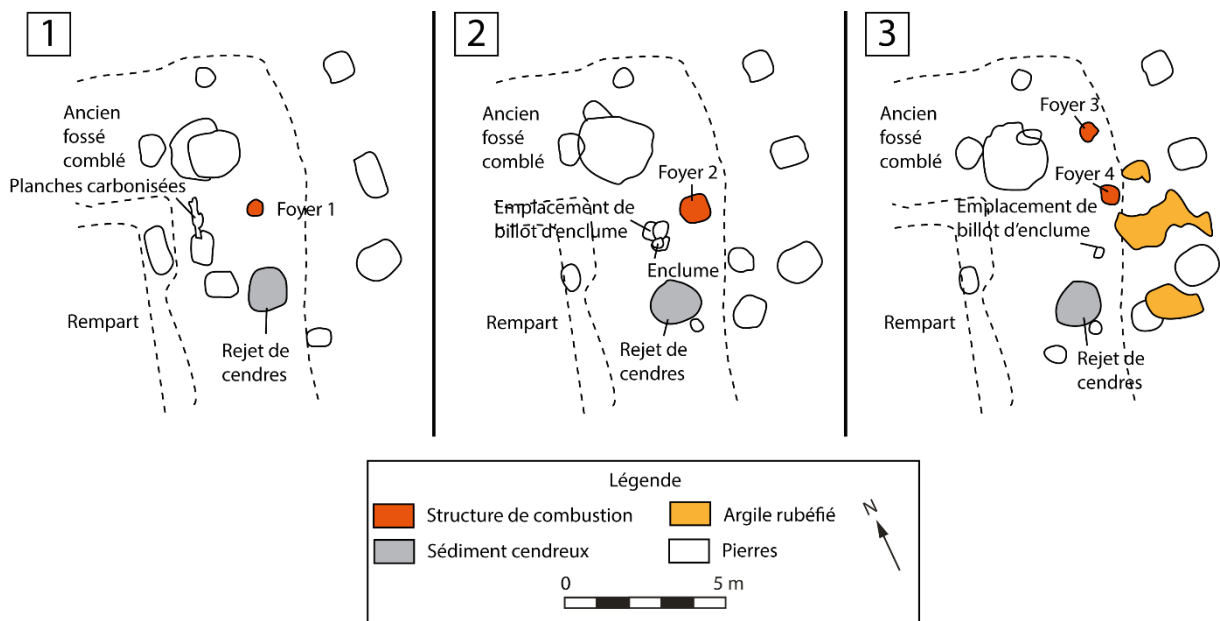


Figure 63 : Paule, Saint-Symphorien, phase 5, atelier de forge (Menez et al. 2007, fig. 6, p. 219, modifié). 1 : état 1, 2 : état 2, 3 : état 3.

Dans le premier état, l'espace de travail est caractérisé par un petit foyer circulaire en son centre (Figure 63, 1). Ce dernier est associé à une enclume, à une fosse servant de zone de rejet de cendres, ainsi qu'à une série de planches carbonisées pouvant appartenir à un établi. Ces structures sont réunies dans un espace d'une douzaine de mètres carrés, n'occupant pas l'intégralité de la surface du bâtiment, mais plutôt sa partie centrale.

Lors de l'état 2, l'atelier n'évolue que très peu, certaines structures sont légèrement décalées, mais leur emplacement relatif reste le même (Figure 63, 2).

L'état 3, lui, voit quelques modifications importantes (Figure 63, 3). En premier lieu, le nombre de foyers augmente, passant de un à deux, avec, en plus, la présence de soles d'argile rubéfiée dont la fonction reste incertaine. Ces soles dépassent d'ailleurs légèrement la limite du bâtiment marquée par les trous de poteaux, indiquant ainsi que ce dernier ne devait

pas être fermé vers l'est. L'emplacement de l'enclume change légèrement, lui aussi, se déplaçant vers l'est. Lors de cette dernière phase, l'ensemble de l'activité semble avoir été déplacée vers l'est, vers la limite entre le bâtiment et l'extérieur. L'exemple de Paule, Saint-Symphorien montre bien que, dans le cas de certains habitats ruraux privilégiés, les forges ont une organisation très similaire à celles des agglomérations. De plus, la présence de reconstructions successives sans grand changement dans l'emplacement général des structures de production met en avant une activité dynamique, mais où transparait un attachement fort à l'organisation des structures. Il en ressort une impression de continuité et de forte structuration de la production.

*Châteaulin, Penn ar Roz, I<sup>er</sup> s. p.C.*

Un atelier présentant des caractéristiques similaires a été fouillé sur le site de Châteaulin, Penn ar Roz (287) pour le I<sup>er</sup> s. p.C. Deux ensembles de deux structures de combustion y ont été mis au jour (Figure 64). La première paire, très certainement située dans un bâtiment sur poteaux porteurs, comprend les structures « 1614 » et « 1615 » (types 1119b et 2112c). Le foyer « 1615 » est carré, encaissé, et présente des parois droites recouvertes par des pierres de chant. L'absence de pierres remarquée dans son angle nord-est permet d'y restituer la présence d'un orifice de ventilation. A l'opposé, à l'ouest de « 1615 », se trouve un foyer totalement différent, « 1614 », constitué d'une plaque sole d'argile circulaire à même le sol et sans aménagements de parois apparents. Ces deux structures sont mitoyennes, attestant très certainement d'une utilisation conjointe. Il n'est pas possible que le foyer « 1614 » ait profité de la même ventilation que « 1615 ». Il faut donc supposer l'existence d'un autre système de ventilation ou encore l'utilisation de cette structure sans recours à des soufflets. A cet ensemble était associée la structure « 1672 », petite fosse quadrangulaire située au sud, probablement destinée au stockage du charbon de bois. La localisation de ces trois éléments permet de supposer que le forgeron travaillait au sud des foyers, pour avoir accès au charbon. La ventilation, située au nord, serait alors actionnée par une seconde personne, portant ainsi le nombre minimum d'opérateurs à deux<sup>449</sup>.

La seconde paire de foyers comprend également une structure carrée (« 1647a », de type 2111c) et une autre ovale (« 1647b », de type 1319b). Le foyer « 1647a » porte des traces très nettes d'une arrivée d'air dans son angle nord-ouest. Dans ce cas, et contrairement à

---

<sup>449</sup> Il est également possible qu'une branloire (levier pour actionner le soufflet à distance) ait été utilisée par le forgeron, lui permettant d'actionner seul son système de ventilation (Fabvre 1935, p. 604).

précédemment, la ventilation est située entre les deux foyers. La présence de trous de poteaux aux alentours permet de supposer l'existence d'une couverture. Aucune autre structure ne se trouve associée à ces foyers. Cependant, une organisation similaire que celle de l'ensemble « 1614-1615 » est possible, avec le forgeron travaillant à l'opposé de la ventilation, au sud des foyers. Cette impression est renforcée par le fait que la ventilation, au nord, est située entre les deux foyers, bloquant ainsi l'accès à « 1647b », la structure circulaire.

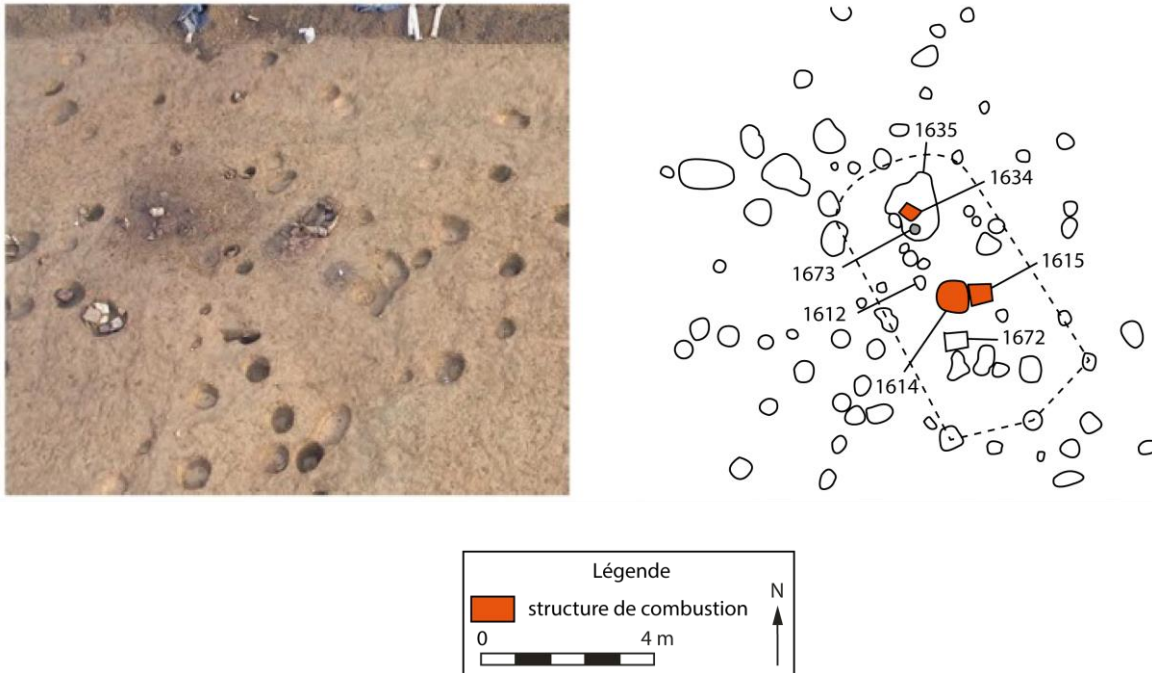


Figure 64 : Châteaulin, Penn ar Roz, Nicolas (dir.) 2013, fig. 82-83, p. 97, plan de l'espace de travail autour du foyer 1615 (modifié).

### 3.2.1.1.1.3. Une forte homogénéité des espaces de production à structuration permanente

Les espaces de travail à structuration permanente livrent des informations très intéressantes vis-à-vis de leur organisation, mais également des informations déductibles de cette dernière.

Tous les espaces de production identifiés ici sont extrêmement denses. Le cas le plus marquant est celui de la fosse atelier de Notre-Dame de l'Isle. Sur ce site, il est certain que la zone de travail se limitait aux 6 m<sup>2</sup> de la fosse. Ailleurs, en se limitant aux structures

identifiées, il est rare que la zone de travail dépasse 20 m<sup>2</sup>, et elle semble plus fréquemment comprise entre 10 et 16 m<sup>2</sup>.

Le site de Châteaulin, Penn ar Roz, I<sup>er</sup> s. p.C. a pour particularité d'être le seul à posséder deux foyers de forme différente au sein d'un même poste de travail. Ces structures, accolées, sont très certainement destinées à des opérations demandant des conditions physiques ou thermiques différentes. Une association aussi intime entre deux structures de combustion est rare, cependant, des exemples de foyers de forge de forme distinctes au sein d'un même espace de travail sont connues par ailleurs.

Par exemple, à Mas Castellar de Pontos (Gérome, Espagne), dans le secteur 9, ont été reconnus un foyer quadrangulaire, dont les bords sont matérialisés par des pierres de chant, deux foyers plus petits et circulaires destinés au travail des alliages cuivreux, une fosse de stockage de charbon et un bassin pour stocker de l'eau ou des liquides<sup>450</sup>.

Ce type d'association se retrouve aussi à Lattes (Hérault), où l'espace de travail de l'îlot 4 sud présente également un foyer quadrangulaire, un autre circulaire, un troisième informe et une aire de d'épandage de scories faisant penser à l'emplacement d'une enclume<sup>451</sup>. A l'extérieur de cette pièce se trouve un autre foyer circulaire, semblable au premier, associé à un récipient contenant de l'argile pure. Des déchets de travail du fer étaient associés à ces structures. Dans ce cas, la présence de foyers de forme différente ne renvoie pas au travail de divers métaux, mais probablement à des activités différentes liées à la forge.

Les cas sont donc divers et peuvent être liés à la présence de plusieurs postes de travail. Au contraire, à Châteaulin, chaque couple de foyer fonctionne assurément ensemble. S'il existe une distinction des postes de travail, elle n'est pas spatiale, comme sur les autres sites, mais temporelle. En effet, si les deux foyers sont liés à la réalisation d'opérations différentes, il est probable qu'ils n'aient pas été utilisés en même temps.

La présence d'un second couple de deux foyers de forge sur le site de Châteaulin, Penn ar Roz, I<sup>er</sup> s. p.C., pose également la question de l'existence de plusieurs postes contemporains au sein des espaces de travail. Malheureusement, l'absence récurrente de lien stratigraphique entre les diverses structures métallurgiques dans les espaces de travail ne permet pas de trancher sur la contemporanéité des groupes de structures de production. Il est donc possible que l'utilisation ces postes soient simultanée et correspondent à des activités

---

<sup>450</sup> Rovira 1998, p. 71-72.

<sup>451</sup> Lebeaupin 1998, p. 90-92.

différentes. Il est également envisageable qu'ils soient successifs, correspondant simplement à un remaniement de l'espace de travail.

La découverte de bacs de trempe dans un certain nombre des espaces de travail à structuration permanente, démontre que le forgeage y était très certainement effectué par des spécialistes maîtrisant une palette étendue de procédés.

Sur la façade atlantique, il semble exister un lien étroit entre zone de production à structuration permanente et statut des sites sur lesquels ces espaces sont implantés. En effet, ces espaces de travail sont absents des habitats ruraux les plus modestes. Au contraire, ils ne se trouvent que dans les habitats ruraux qui semblent privilégiés, et principalement dans les agglomérations à partir de la période romaine.

Enfin, tous ces espaces de travail sont inclus dans des bâtiments ou possèdent au moins une couverture. Cela indique que ces zones de production étaient perçues comme des éléments durables, dont l'utilisation pourrait être régulière. De plus, elles peuvent être directement liées à des espaces domestiques, comme dans le cas d'Amiens, ZAC Cathédrale-Université, état IV, phase 1-2, ou plus indirectement à Paule, Saint-Symphorien, phase 5. Dans ces cas, il est très probable que le forgeron vivait à proximité de son lieu de travail.

#### 3.2.1.1.2. Les ateliers à foyers multiples, symboles d'une forte adaptabilité ?

##### 3.2.1.1.2.1. *Forge en contexte urbain*

Ces espaces de travail sont moins nombreux que les précédents, seulement 5 peuvent être identifiés sur 5 sites différents. Ils ont pour particularité de présenter de nombreuses – voire très nombreuses – reconstructions de structures, en particulier de combustion.

L'exemple le plus emblématique de ces sites est le cas des diverses phases d'occupation de Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420). Lors du premier état de la phase 1, l'occupation de la zone III du site, organisée autour d'un grand axe de circulation, comprend neuf foyers distincts pour lesquels des mesures sont connues (Figure 65). Un est une petite structure circulaire, cinq sont des foyers en fosse allongée, les trois derniers, eux, sont à tendance quadrangulaire. Les foyers en fosse allongée sont des structures identifiées comme

secondaires, destinées à la cémentation de pièces longues. Il y a donc entre un et quatre foyers de forge identifiés pour cette phase d'occupation.

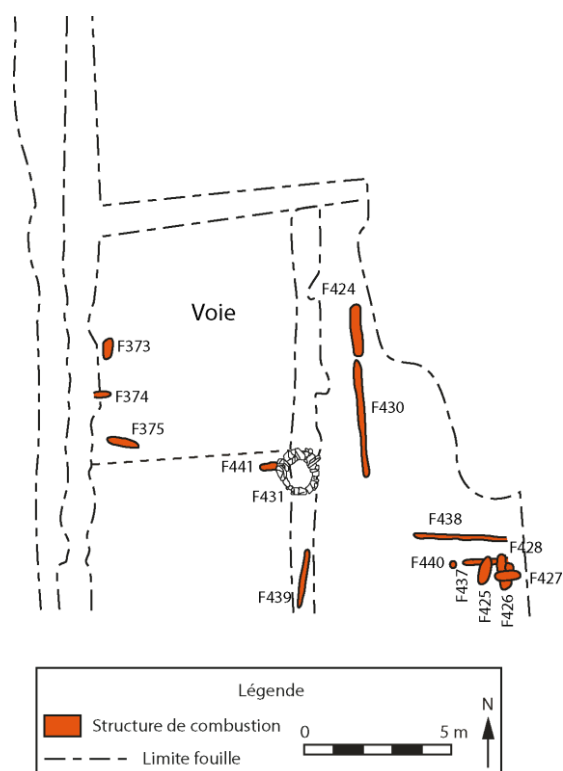


Figure 65 : Bordeaux, Cité Judiciaire, phase I, Sireix (dir.) 2008, fig. 11, p. 23, niveaux métallurgiques en zone III (modifié).

Les structures de combustion ne sont pas concentrées mais, au contraire, se trouvent réparties sur toute la partie sud de la zone III. Un premier groupe, comprenant le foyer circulaire et un foyer en fosse allongée, est localisé au sud-est. Un second se trouve en bordure est de la voie et ne comprend que des structures en fosse allongée orientées parallèlement à l'axe de circulation. Enfin, un dernier groupe de foyers, légèrement plus ramassés, se trouve directement sur la voie, à l'ouest, donc à l'opposé des autres structures de forge.

Le lien entre tous ces éléments n'est pas évident. En effet, aucun espace de travail ne se démarque. De plus, l'éloignement relatif de ces ensembles les uns des autres, compris entre 3 et 8 m, ne permet pas vraiment de les associer à un seul espace de travail.

La multiplication de ces structures amène des questions quant à leur fonction. En effet, seuls les foyers en fosse allongée peuvent être rattachés avec quelque vraisemblance à une utilisation précise. Il est impossible de connaître avec certitude la destination des autres foyers. Servaient-ils également à la cémentation ? Dans ce cas quelles seraient les structures



de forge ? Ces foyers étaient-ils destinés à la fabrication des objets ? Ces interrogations restent en suspens, en particulier du fait de l'absence d'identification d'une zone de martelage permettant d'identifier le centre de l'activité productive et d'en déduire des groupes de structures ayant pu fonctionner avec.

Le second état de la phase 1 voit l'apparition de nombreux foyers. Toutes les structures de combustion y sont de forme quadrangulaire et toutes celles dont les dimensions sont connues sont des foyers en fosse allongée. Ces foyers se succèdent au sud-est de la zone de fouille, en se recoupant. Cela indique autant de remaniements de l'espace de travail. Cette impression de rapidité des reconstructions doit être nuancée par l'amplitude chronologique couverte par la datation de cette séquence. En effet, une dizaine de foyers ont été reconnus pour une occupation estimée de dix ans, ce qui correspond, en moyenne, à une reconstruction tous les ans. Quoiqu'il en soit, il ne s'agit pas des mêmes logiques d'occupation que dans les espaces de travail à structuration permanente vus précédemment. Ici, au contraire, le renouvellement des structures semble de mise. Cela pourrait avoir un lien avec leur localisation en extérieur, alors que les ateliers à structuration permanente étaient tous couverts, voire situés dans les limites de bâtiments ; mais des ateliers à structures de combustion multiples se trouvent également en contexte couvert (voir le cas d'Amiens, *infra*). La réponse à la multiplication de ces structures ne se trouve donc probablement pas dans la dualité espace couvert/non couvert.

Lors du premier état de sa seconde phase d'occupation, le site de Bordeaux, Cité Judiciaire évolue. Une douzaine de nouvelles structures de combustion y sont liées, et ces dernières sont toutes à tendance quadrangulaire et allongée (Figure 66, 1). L'espace est organisé de façon différente. Un des grands changements est la construction d'un bâtiment au sud-est de la zone III, là où se trouvait la concentration de foyers de forge lors de la phase précédente. Le sol de ce bâtiment est rubéfié sur toute sa surface, mais aucune structure de combustion ne s'y trouve<sup>452</sup>.

Comme lors de la phase précédente, les foyers sont encore répartis en trois groupes distincts. Au sud-est, entre la voie et le bâtiment, trois foyers de dimensions relativement réduites sont utilisés. Plus au nord, le long de la voie, trois autres structures de combustion sont construites perpendiculairement à l'axe de circulation, contrairement aux foyers localisés au même endroit lors de la phase précédente. Des trous de poteaux indiquent que ces foyers

---

<sup>452</sup> Sireix (dir.) 2008, p. 34.

étaient probablement recouverts par une structure de type appentis. Enfin, les derniers foyers se situent de l'autre côté de la voie, à l'ouest. Ils forment un ensemble très cohérent, majoritairement orienté perpendiculairement à la voie, sauf un foyer en fosse allongée, le plus long de cet état, qui est parallèle à l'axe de circulation. Au nord-ouest se trouve une petite zone, n'ayant livrée aucune structure, mais interprétée comme un espace de forge<sup>453</sup>.

La répartition des foyers de forge est peut-être relative à une façon particulière de travailler le fer, mais plus probablement à la perdurance d'une organisation spécifique de l'espace de travail autour de trois postes distincts.



Figure 66 : Bordeaux, Cité Judiciaire, plans des différents états de la phase 2 III. 1 : état 1, Sireix (dir.) 2008, fig. 23, p. 35 (modifié). 2 : état 2, Sireix (dir.) 2008, fig. 25, p. 36 (modifié). 3 : état 3, Sireix (dir.) 2008, fig. 27, p. 37 (modifié).

<sup>453</sup> Leblanc 1996, p. 31-34.

Le second état de la phase 2 du site marque un grand changement du point de vue de la métallurgie et de sa pratique. En effet, les structures majoritaires ne sont plus les foyers en fosse allongée comme c'était le cas précédemment, mais au contraire de petits foyers circulaires non creusés dans le sol (Figure 66, 2).

Lors de cette occupation, le bâtiment sud-est est conservé, bien qu'il soit reconstruit sur solins de pierres. Il a la particularité d'abriter six foyers sub-circulaires. A l'extérieur les structures évoluent également : de nouveaux foyers en fosse allongée très élancés sont construits parallèlement à la voie (comme c'est le cas de toutes les structures les plus élancés observées jusqu'à présent). Ils sont jointifs et donc probablement pas totalement contemporains. Une quantité importante de petits foyers plats circulaires ont également été reconnus autour de ces structures allongées. Ils débordent même sur la partie est de la voie, où ils sont associés à une structure circulaire pouvant être mise en lien avec le cerclage de roues de char. Lors de cette séquence, l'activité semble changer à la fois dans ses composantes, mais également dans son organisation. Les structures sont beaucoup plus concentrées et seuls deux noyaux sont distinguables : le premier dans le bâtiment et le second à l'extérieur, autour des foyers en fosse allongée. Ils sont tous les deux caractérisés par la présence de petits foyers circulaires faisant très probablement office de foyers de forge. Ces structures, invisibles lors des occupations précédentes, alors que l'environnement ne semble avoir que peu évolué, semblent attester un changement important dans les façons de produire. Une continuité est tout de même visible par la présence et l'organisation des foyers en fosse allongée.

Le troisième état de la phase 2 du site de la Cité Judiciaire est marqué par un très net recul de l'activité métallurgique (Figure 66, 3). Le bâtiment au sud-est est détruit et seules trois structures, des foyers en fosse allongée, sont documentés. Ceux-ci sont toujours implantés à l'est de la voie, dans le même secteur que précédemment.

En ce qui concerne l'organisation de l'activité métallurgique, le site de Bordeaux, Cité Judiciaire est donc très particulier. Pour la majorité des phases d'occupation, aucun espace de production précis ne peut être identifié, les structures se succèdent, mais elles conservent une organisation générale en groupes bien localisés, sauf pour le second état de la phase 2 où elles se présentent un peu plus comme un agglomérat dont il est difficile de restituer une organisation claire.

Une autre des particularités de ce site, par rapport à ceux à structuration permanente, est que les nouvelles structures ne sont pas reconstruites systématiquement aux mêmes

endroits. De plus, la forme des foyers évolue beaucoup, en particulier entre le premier et le second état de la phase 2, ce qui renforce l'impression d'un changement, à la fois de la gestion de l'espace et de l'activité.

### *Amiens, ZAC Cathédrale-Université*

La multiplication de foyers a également pu être observée de manière plus discrète sur d'autres sites. C'est le cas à Amiens, ZAC Cathédrale-Université, dans la pièce O du bâtiment 5246, occupée entre 40 et 50 p.C. (Figure 67). Ici, la surface concernée est bien plus réduite, vu que les cinq structures de combustion identifiées se trouvent dans la même pièce d'un bâtiment. Un premier ensemble de deux foyers (uniquement marqués par une intense rubéfaction du sol et une couronne moins rubéfiée) se trouve dans l'angle nord-est de la pièce. Ces deux structures sont assez proches l'une de l'autre pour que leurs couronnes rubéfiées se recourent. Plus au sud, au centre de la pièce, se situe un ensemble de trois foyers dont deux sont dans la même configuration que les précédents, tandis que le troisième est plus isolé.

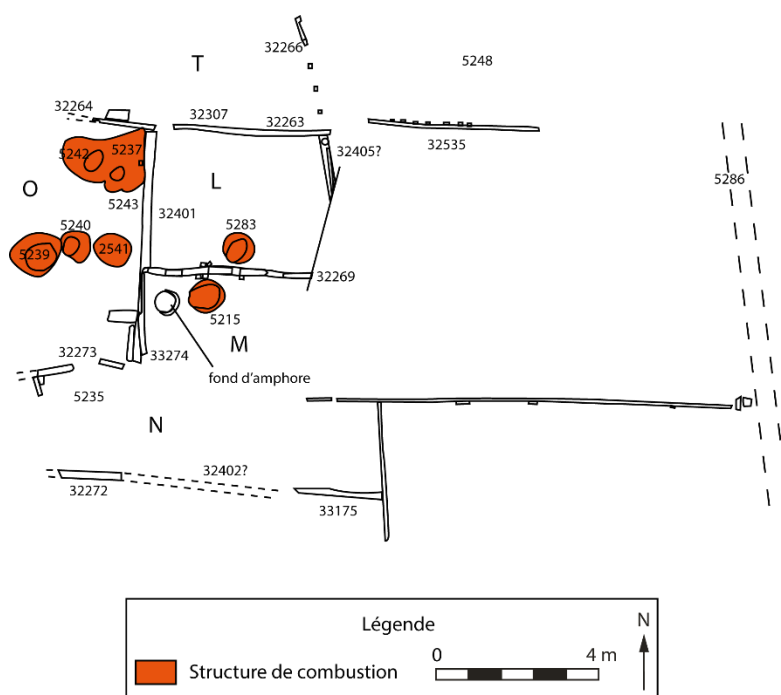


Figure 67 : Amiens, ZAC Cathédrale - Université, Buchez et Gemehl 1996, plan du bâtiment 5246 (modifié).

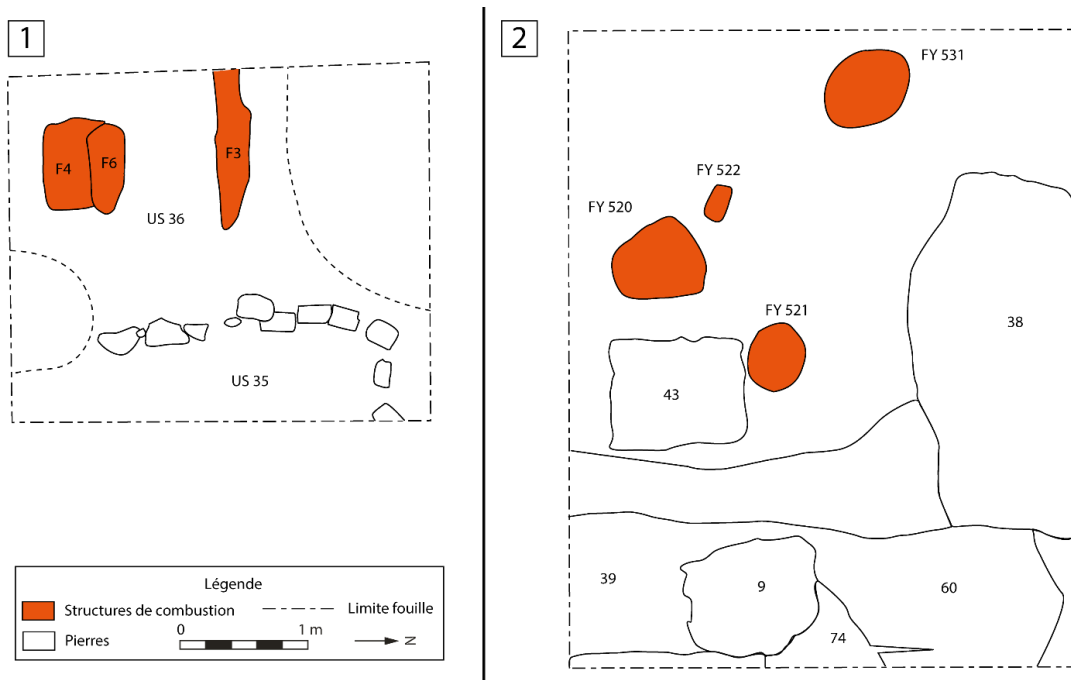
Le cas de la paire de foyers « 5239-5240 » mérite un examen plus approfondi. Ces deux structures sont en effet caractérisées par la présence d'une rubéfaction très prononcée,

mais asymétrique de leur sole. Cette configuration permet de restituer l'emplacement de l'orifice de ventilation sur le bord vers lequel est située la rubéfaction. De plus, ces traces de rubéfaction sont toutes les deux orientées vers un même point, indiquant que les systèmes de ventilation se trouvaient au même endroit. Ces deux structures peuvent donc avoir été contemporaines et avoir fonctionné ensemble, via une ventilation commune. Il est également envisageable que les deux foyers soient successifs et que le système de ventilation ait été réorienté. Comme dans le cas de Bordeaux, Cité Judiciaire, aucune autre structure pouvant guider l'interprétation n'est identifiée dans cette pièce.

### *Bordeaux, Hôpital Saint-André*

Encore à Bordeaux, l'atelier de forge de l'Hôpital Saint-André (424), contemporain des espaces de travail de la Cité Judiciaire et proche spatialement, présente, dans une moindre mesure, une organisation similaire. Des foyers de forge quadrangulaires associés à des foyers en fosse allongée s'y succèdent lors de diverses séquences d'occupation. Lors d'une séquence d'activité suivante deux nouveaux foyers remplacent les anciens. Un est circulaire alors que l'autre est quadrangulaire et les structures allongées disparaissent du site. Il semble qu'ici, comme à la Cité Judiciaire, la destination de l'activité métallurgique change.

### *Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1*



*Figure 68 : Forges à foyers multiples. 1 : Bordeaux, Hôpital Saint-André, séquence 1, Mille 1998, fig. 8, p. 35 (modifié). 2 : Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1, Thollard 1999, fig. 40, p. 57, plan du sondage 2306 (modifié).*

Une organisation très similaire à celle observée sur les sites précédents a également été identifiée à Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1 (1). Quatre foyers de forge s'y trouvent sur une surface d'environ 6 m<sup>2</sup> comprise dans un bâtiment. Trois de ces structures de combustion sont circulaires et assez semblables, tandis que la dernière est plus petite et quadrangulaire. Là non plus, aucune autre structure, en particulier aucune zone de martelage, n'a été identifiée.

Hors de la façade atlantique, la récurrence de foyers de forge dans un même espace de travail est également documentée. C'est par exemple le cas à Bibracte, Porte du Rebut, où trois foyers se trouvent également dans un même bâtiment interprété comme une forge<sup>454</sup>. Ces trois structures de combustion se trouvent dans la même partie de la pièce, formant ainsi un espace de travail circonscrit (environ un quart de la surface de la pièce). Une hypothétique base d'enclume est associée à deux d'entre eux, sans que sa présence ne permette de savoir exactement où travaillait le forgeron. En effet, il pouvait se trouver aussi bien au sud qu'au nord de cet ensemble. Dans le second cas, le forgeron aurait le soufflet à sa droite, tandis que dans le premier, le système de ventilation serait à l'opposé de lui et nécessiterait la présence d'une tierce personne pour être activé.

Le second état de cet atelier est mieux connu. Il présente trois foyers, deux billots d'enclume, une amphore fichée dans le sol et de nombreux trous de poteaux attestant de la présence probable d'établis, ou, en tout cas, de structures légères en matériaux périssables. Il est délicat de reconnaître avec précision les structures ayant fonctionné ensemble, mais il est certain qu'au moins deux postes de travail ont existé durant cet état<sup>455</sup>. La question de leur datation relative ne trouve malheureusement pas de réponse, ce qui réduit les possibilités d'interprétation assurée de l'organisation de l'espace de travail. Toutefois, un déplacement des structures vers le nord-est par rapport à l'état précédent est observable. Des éléments autres que les foyers sont ici clairement visibles, ce qui laisse entendre que les espaces de travail avec multiplication de structures de combustion possédaient également des structures annexes.

---

<sup>454</sup> Duval et Lacoste 2014, p. 241.

<sup>455</sup> Duval et Lacoste 2014, p. 242-248.

### 3.2.1.1.2.2. *Les sites ruraux*

Des sites ruraux présentent également des espaces de travail du fer avec de multiples remaniements et foyers.

#### *Touffreville, Villa*

Le site de Touffreville, Villa (130), daté de la première moitié du I<sup>er</sup> s. p.C., est très parlant. Dans une zone dédiée aux activités artisanale, dont la forge, située à environ 200 m de l'habitat principal, six foyers similaires ont été identifiés (Figure 69). Ils se répartissent tous le long d'un fossé ayant piégé leurs rejets de travail. Dans cette zone érodée, l'absence de stratigraphie ne permet pas de connaître la chronologie relative des structures, ni l'emplacement des zones de martelage. Vu leur éloignement, de presque une dizaine de mètre chacun, ainsi que leur similitude, il est certain que ces foyers de forge appartenaient à des espaces de production différents. Dans deux cas, une seconde structure de combustion a été construite sur la première, assurant ainsi une succession de leur fonctionnement. Cela pourrait indiquer que tous ces espaces de travail n'étaient pas synchrones.

Sur le site de Touffreville les procédés de fabrication utilisés étaient variés<sup>456</sup> : épuration de la masse brute de réduction (5%), mais principalement mise en forme d'objets (95%). Le métal composant les objets est incomplètement épuré et les techniques utilisées pour la mise en forme relativement simples. Pour sa plus grande part, la production ne semble pas requérir la maîtrise de techniques complexes. Toutefois la présence de scories similaires (de type argilo-sableux) permet de supposer une certaine standardisation des techniques appliquée, en particulier l'utilisation d'ajouts argilo-sableux. Les quantités de déchets estimées sont importantes : 846 kg, attestant du travail d'un volume important de métal, et donc d'une utilisation soutenue de cet espace.

---

<sup>456</sup> Berranger et al. 2014a, p. 194-199.

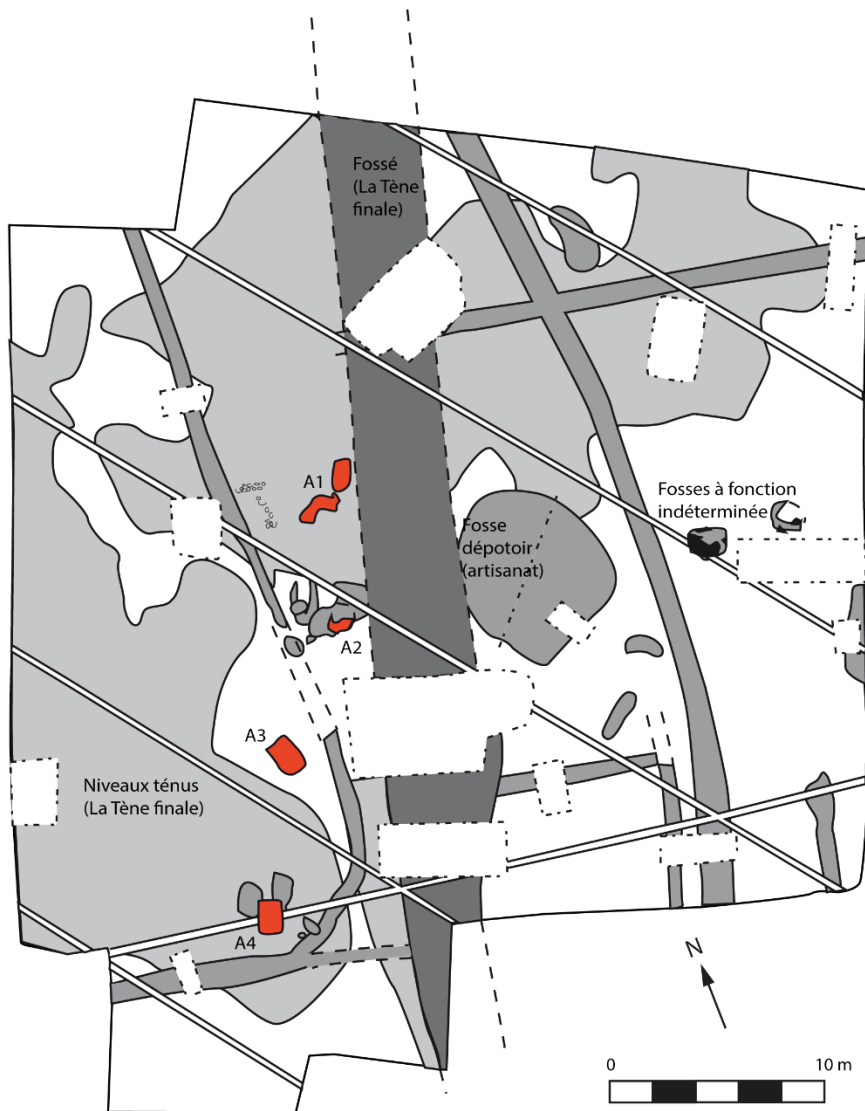


Figure 69 : Touffréville, Villa, Coulthard et al. 2005, fig. 5, p. 258, plan de la forge (modifié).

### *Paule, Saint-Eloy*

Le site de Paule, Saint-Eloy (250), présente, lui aussi, un espace dédié à la métallurgie dépendant d'un habitat rural privilégié. Ce site, complexe, présente 16 foyers pouvant probablement être mis en relation avec la métallurgie du fer (Figure 70). Une partie se trouve dans un espace enclos où de nombreux trous de poteaux ont été identifiés, indiquant l'existence de bâtiments. Quelques-unes des structures de combustion sont aménagées directement dans le fossé d'enclos, tandis que d'autres se trouvent à l'extérieur de ce dernier.



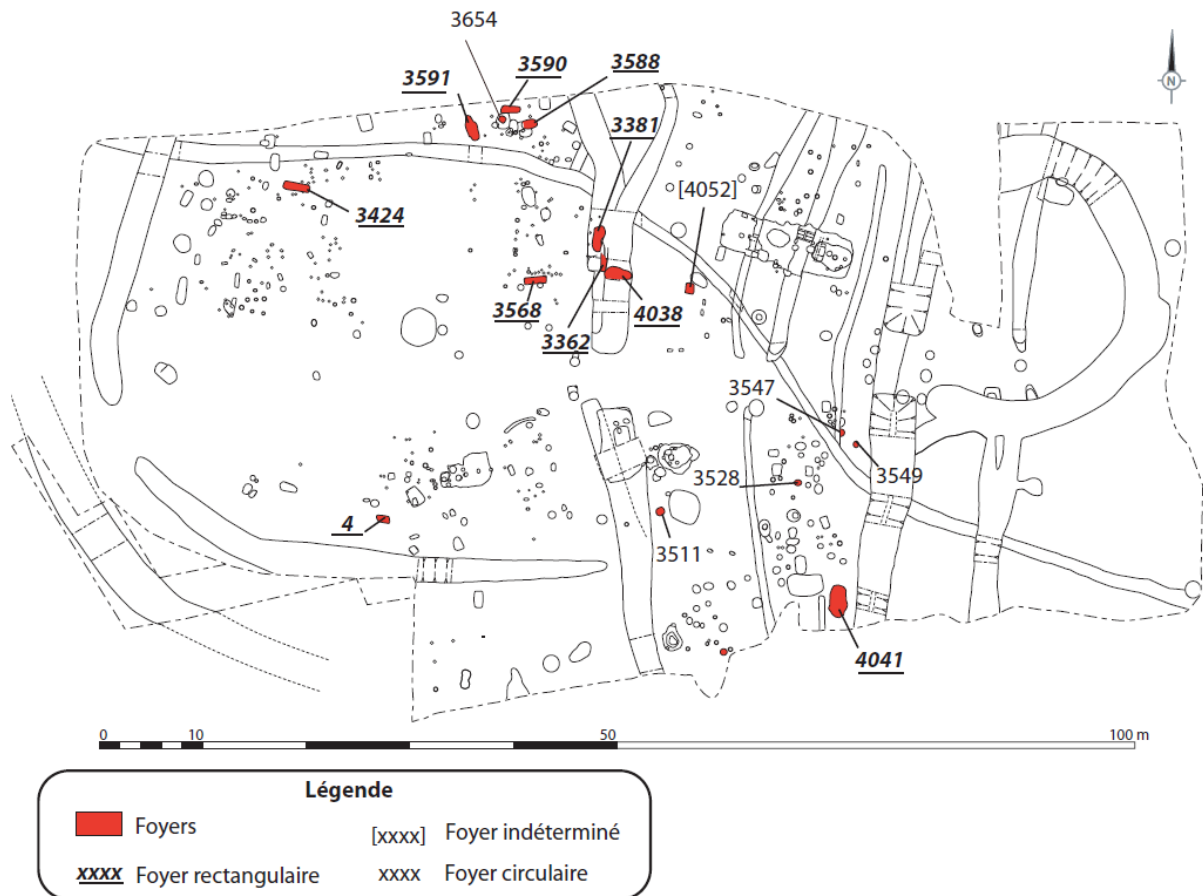


Figure 70 : Paule, Saint-Eloy, Berranger 2009, vol. 3, planche 485, plan de localisation des foyers de forge.

Le lieu de découverte ayant l'organisation la plus complexe est la partie nord-est de l'enclos, dont l'occupation est datée de La Tène finale, et où une succession de foyers de forge a été mise en évidence dans un bâtiment sur poteaux.

La première étape d'occupation comprend un foyer quadrangulaire allongé (structure « 3591 », type 2463c) dont la morphologie est similaire à celle de la majorité des structures de combustion mises au jour dans cet enclos dévolu à la métallurgie.

La seconde étape voit la construction de deux nouveaux foyers « 3588 et 3654 ». Le premier (type 2453c) a une morphologie très similaire à la structure de combustion de l'état antérieur, tandis que le second est totalement différent, petit, circulaire, et non encaissé (type 1119b). La construction d'un foyer semblable au préexistant démontre une continuité entre les deux étapes, mais le second foyer, très différent, atteste que le foyer 3588 ne suffisait pas à l'activité. Cette combinaison d'un grand foyer quadrangulaire accompagné d'un foyer circulaire, de dimensions plus réduites, suggère que chacun était utilisé pour des opérations

distinctes. Leur présence marquerait donc une augmentation du panel des opérations de forge pratiquées sur ce site.

Par la suite, lors de la troisième étape d'occupation, une nouvelle structure de combustion est construite : « 3590 », de type 2432, donc très similaire aux foyers quadrangulaires des étapes antérieures. Il est possible que les foyers antérieurs soient toujours utilisés à cette période. Cependant, la reconstruction d'un nouveau foyer, très similaire à ceux déjà utilisés, fait plutôt penser à une restructuration complète de l'espace de travail.

L'étape 4 est probablement très ponctuelle puisqu'elle ne correspond qu'à une vidange de foyer.

L'étape 5 voit la construction d'un nouveau petit foyer (« 3664 », type 1111b). Encore une fois, il est possible que les structures de combustion des premières étapes soient encore en activité lors de l'utilisation de cette dernière structure. L'organisation est difficilement perceptible, mais les foyers se succèdent dans un atelier fermé, tout comme dans le cas de la pièce O du bâtiment 5246 d'Amiens, ZAC Cathédrale-Université.

La particularité de cet ensemble réside dans l'utilisation de deux types de structures de combustion différents : en premier lieu des foyers quadrangulaires, allongés, de surface importante et excavés, en second lieu, et dans un cas de façon contemporaine, des petits foyers circulaires pas ou très peu creusés dans le sol. Le premier type de structures semble spécifique au site de Paule, Saint-Eloy, mais les petits foyers circulaires se retrouvent dans d'autres espaces de travail. Pour la même période, plusieurs de ces structures se succèdent d'ailleurs dans la forge de Paule, Saint-Symphorien, habitat dont dépend l'enclos de Saint-Eloy. D'autres sont connus dans des sites divers, la plus grande concentration de ces structures étant à Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420), mais quelques-uns ont également été observés à Amiens, ZAC Cathédrale-Université (26-27-28), Rennes, Place Hoche (208) ou encore Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, phase 1c (435), attestant d'une utilisation généralisée de ce type de foyers.

D'autres foyers sont connus à l'intérieur de l'enclos métallurgique de Paule, Saint-Eloy. Chacun est associé à un ensemble de trous de poteaux : « 3424 » (type 2552a) à l'ouest ; « 3569 » (type 2434a) à l'est ; « 4 » (type 2434c) au sud. Chacun de ces foyers est d'un type proche de ceux observés dans l'atelier précédemment décrit. Ils sont donc sans problème associables à la métallurgie du fer.

Les autres structures métallurgiques peuvent apporter des informations supplémentaires donnant des pistes d'interprétation intéressantes. Trois foyers sont installés au centre du fossé d'enclos est, proche de l'entrée du site. Le fait que ledit fossé ait été partiellement comblé au moment de leur implantation démontre que leur construction est tardive par rapport à l'occupation de l'enclos, peut-être au moment de son abandon. Ces trois foyers, « 4038 », « 3362 » et « 3381 », respectivement de type 2364c, 2526a et 2543c, sont des structures quadrangulaires, allongées, de surface importante et profondes. Cela les rapproche de la majorité des autres structures métallurgiques du site. Leur regroupement, et le recoupement de « 3362 » par « 3381 » démontre que ces foyers ne sont pas synchrones.

Les structures situées hors de l'enclos sont datées postérieurement à l'abandon du site principal, entre 10 a.C. et 200 p.C. Dans cet ensemble, seul le foyer « 4041 » est quadrangulaire, similaire à ceux de l'enclos. Il est isolé des cinq petits foyers circulaires en légère cuvette occupant une partie de la zone. Les structures postérieures à l'utilisation de l'enclos sont donc majoritairement différentes de celles utilisées antérieurement. Il est possible que l'activité ait été profondément modifiée après l'abandon de l'enclos.

Les vestiges étudiés démontrent qu'une partie de l'activité du site devait être tournée vers l'épuration de masses brutes de réduction (présence de grompes et de nombreux fragments de scories coulées), mais également vers le forgeage très bien maîtrisé d'objets en fer<sup>457</sup>. L'activité pratiquée à Paule, Saint-Eloy était donc très spécialisée, comme le laisse également supposer la forme particulière des foyers de forge. D'un point de vue spatial, il semble que trois grandes périodes d'utilisation marquent le site, avec, à chaque fois, la présence d'au moins un foyer quadrangulaire. Le site de Paule, Saint-Eloy est donc marqué par des reconstructions successives d'espaces très certainement liés à l'épuration de masses brutes de réduction et à la transformation d'objets en fer.

### *3.2.1.1.2.3. Structures multiples et temporalité*

La redondance des foyers de forge sur ces sites pose la question de la contemporanéité des structures de réduction, et donc celle de l'organisation possible des vestiges.

Seul le site Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1 (1), a livré plusieurs structures de combustions dont aucune n'est jointive. Les relations stratigraphiques entretenues par ces

---

<sup>457</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 120-128.

quatre foyers ne sont pas connues. Il est donc impossible de savoir s'ils sont synchrones ou non.

A Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420), les foyers de l'état 1 de la phase 1 et ceux de l'état 1 de la phase 2 ne se recoupent pas non plus. Néanmoins, lors des autres états d'occupation de ce site, les structures de combustion ont une organisation similaire et certaines se recoupent, ce qui atteste qu'elles n'ont pas pu toutes être utilisées en même temps. Il semble donc que, là aussi, l'importante quantité de foyers soit liée à des reconstructions successives, sans qu'il soit possible de déterminer les structures ayant eu un fonctionnement synchrone.

A Paule, Saint-Eloy (250), la multiplication de foyers peut être interprétée de deux façons différentes selon qu'ils soient considérés contemporains ou non. S'ils sont synchrones, il y aurait quatre forges distinctes sur le site. Cela en ferait un lieu de production de première importance. Dans le cas contraire, il serait plutôt question d'un espace de travail se déplaçant au grès de réaménagements successifs de l'enclos. La stratigraphie n'étant pas conservée dans cette zone il est difficile de trancher entre ces deux options. Toutefois, la similitude des foyers au sein de l'enclos, ainsi que les nombreux remaniements du bâtiment nord contenant une forge, vont dans le sens de reconstructions. De même, à Touffreville, Villa (130), le fait que certains foyers se chevauchent, ainsi que leur similitude, permettent de supposer que les diverses structures de combustion ne sont pas synchrones.

En définitive, seule la forge de la pièce O du bâtiment 5246 d'Amien, ZAC Cathédrale-Université (26) possède des foyers pouvant avoir été utilisés de façon synchrone par le même forgeron. Toutefois, il semble peu probable qu'un nombre d'opérateurs suffisant aient pu se tenir ensemble dans cette pièce pour faire fonctionner toutes ces structures de concert. De plus, les caractéristiques très similaires de ces foyers de forge ne permettent pas de supposer qu'ils étaient destinés à la réalisation de travaux différents par le même forgeron. Il faut donc en conclure que ces structures n'étaient certainement pas synchrones.

Dans tous les cas étudiés, des indices attestent que toutes les structures de combustion des sites à foyers de forge multiples ne pouvaient pas être utilisées en même temps. La redondance de foyers est donc due à des restructurations de l'espace de production. Toutefois, faute de stratigraphie et d'autres structures, il est impossible de déterminer si certains de ces foyers ont tout de même pu fonctionner ensemble ou si une structure de combustion correspond à un poste de travail à un moment donné.

#### 3.2.1.1.2.4. *Une similitude avec les espaces à structuration permanente*

Les ateliers à structures de combustion multiples ont plusieurs points communs, outre la présence de nombreuses structures de forge :

- Ils se trouvent en contexte urbain ou dans des habitats ruraux privilégiés, tout comme les ateliers complexes.
- Ils présentent généralement plusieurs phases d'occupation successives, permettant de supposer que toutes ces structures ne sont pas strictement contemporaines.
- Les types de foyers sont souvent les mêmes sur un site tout au long de son occupation.
- Les foyers simples, circulaires, de faible surface et construits à même le sol ou seulement légèrement creusés, se retrouvent sur tous ces sites, excepté à Touffreville, Villa.
- Les reconstructions successives observées montrent un attachement aux structures de combustion et à leur morphologie, comme dans le cas des ateliers complexes. Seules les dernières phases d'occupation des sites de Paule, Saint-Eloy, et Bordeaux, Cité Judiciaire présentent un changement radical de structures de production avec la prolifération des petits foyers circulaires au détriment de structures quadrangulaires identifiés sur les phases antérieures de ces sites. Les petits foyers circulaires sont des structures très communes sur de nombreux sites, tandis que les structures quadrangulaires semblent plus spécifiques à chaque site et à des travaux précis (cémentation à Bordeaux, probablement épuration ou fabrication de gros objets à Paule). Il est donc envisageable que, sur ces deux sites, il y ait un changement de production, passant d'une mise en œuvre nécessitant des structures spécifiques à une n'en ayant pas (ou moins) besoin.

#### 3.2.1.1.3. Ressemblances et divergences entre les sites complexes

Les sites complexes, qu'ils soient à structuration permanente ou à structures de combustion multiples, présentent des caractéristiques à mettre en parallèle.

Les forges à structuration permanente, aussi bien que celles à foyers multiples marquent généralement la présence d'une activité durable, que ce soit par les reconstructions de structures de production observées que par le soin apporté à l'organisation des espaces de production.

Ces deux types d'organisation ne se retrouvent que sur des sites urbains ou ruraux privilégiés. Les éléments fabriqués ne sont pas connus, mais les espaces complexes présentent généralement des bacs de trempe attestant d'un savoir-faire abouti des forgerons. De même, sur les sites à foyers multiples, la présence de structures atypiques comme les grands foyers de Pule, Saint-Eloy et les structures en fosse allongée de Bordeaux, Cité Judiciaire, indique que les procédés utilisés devaient être spécifiques. Cela semble confirmé par les observations effectuées sur le mobilier de Paule, Saint-Eloy, montrant le travail de la masse brute de réduction et la mise en forme de gros objets. A Touffreville, Villa, l'épuration est moins présente, mais l'utilisation de procédés amenant à la création de scories semblables, argilo-sableuses, démontre l'utilisation très fréquente d'ajouts argilo-sableux, et donc le soin apporté au métal lors de la chauffe.

Sur d'autres points, la similitude entre les deux types d'organisations est fréquente, mais pas totale. Par exemple, les espaces de production complexes se trouvent toujours à l'intérieur de bâtiments, tandis que ceux à foyer multiples sont aussi bien localisés en intérieur qu'en extérieur. Cela peut même se retrouver au sein d'un seul site, comme à Bordeaux, Cité Judiciaire, où certains foyers sont dans un bâtiment, d'autres sont dehors, probablement sous un abri et les derniers ne sont pas couverts.

De même, la forme des foyers de forge est constante au sein d'un même poste de travail, sauf dans le cas de deux sites. A Bordeaux, Cité Judiciaire, la très forte augmentation du nombre de structures circulaires atteste un remplacement des foyers quadrangulaires. De même, à Bavay, îlot au sud-ouest du forum, une structure quadrangulaire se trouve avec des foyers circulaires.

Ces différents points démontrent que, à quelques exceptions près, les espaces de forge complexes semblent partager des caractéristiques communes, quel que soit leur mode d'organisation, à structuration permanente ou à foyers multiples.

### 3.2.1.2. Les espaces simples : réalité ou biais archéologique ?

De nombreux ateliers n'ont pas livré des vestiges aussi riches que les ateliers complexes. Dans ces cas, c'est généralement l'association entre foyer et vestiges de production qui permet de mettre en évidence les lieux de travail du fer. Malheureusement, en l'absence de nombreuses structures, les informations sur l'organisation spatiale sont beaucoup plus lacunaires que pour les ateliers complexes.

Certains ateliers présentent une seule structure associée au foyer de forge. Cette configuration se retrouve dans deux cas à Amiens, ZAC Cathédrale-Université (26-27-28), datés de la fin du I<sup>er</sup> s. p.C. Le premier, la pièce M du bâtiment 5246 (Figure 67), contient un foyer circulaire contre le mur nord de la pièce et une amphore servant certainement de bac de trempe, légèrement à l'ouest. Le second se trouve dans la pièce D du bâtiment 5155 (Figure 59). Ici, ce sont très probablement les vestiges d'installation d'une enclume qui ont été identifiés juste au nord d'un foyer implanté dans l'angle sud-ouest d'une pièce. Ces deux associations, foyer et enclume et foyer et bac de trempe, sont attestées dans les espaces de travail complexes du même site, il est donc probable qu'il ne s'agisse que d'ateliers partiellement conservés. La pièce D a peut-être été liée à la pièce E du même bâtiment, abritant un atelier complexe. Dans ce cas, il s'agirait de deux postes de travail différents au sein du même espace de production.

Des associations entre un foyer et un fond de bac ou une enclume se trouvent également sur le site d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429), dans la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. a.C. La présence d'un fond d'amphore associé au foyer « FY 7194 » est d'ailleurs le seul indice d'activité métallurgique mis au jour dans le sondage ayant livré ces deux structures, bien qu'un grand galet plat, identifié à l'opposé du foyer, puisse être interprété comme un support de frappe (Figure 71). Au contraire, le foyer « FY 7033 » était entouré de nombreux déchets de forge, rendant son attribution plus aisée.

Les forges de Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase II, état 1 et 2 (422) (deux premières décennies du I<sup>er</sup> s. p.C.) et Vernon, Camp de Mortagne (101) (fin II<sup>ème</sup> - I<sup>er</sup> s. a.C.) ont toutes les deux la particularité d'avoir livré deux foyers de forge à l'exception de toute autre structure liée à la métallurgie. Comme dans le cas des espaces de production à foyers multiples, la question de la contemporanéité des structures de combustion se pose.

Malheureusement, en l'absence d'autres éléments que ces deux structures, il est impossible de répondre clairement à cette interrogation.

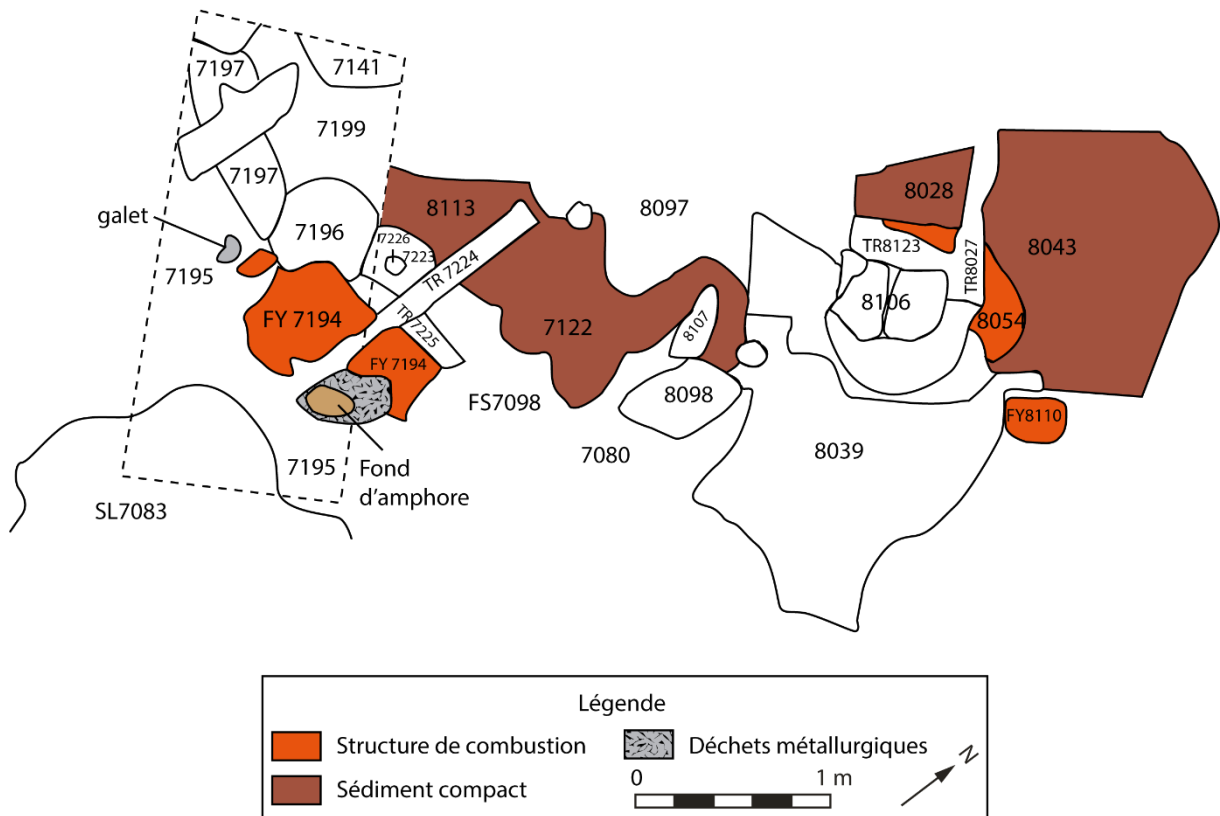


Figure 71 : Isle-Saint-Georges, Dorgès, phase 2, Colin (dir.) 2016, fig. 27, p. 29, plan du foyer 7194 et des niveaux attenants (modifié).

A Rennes, Plache Hoche, l'atelier F (208) présente également deux foyers, mais ceux-ci sont successifs, le second reprenant presque exactement l'emplacement du premier. Cette situation rapproche cet atelier des espaces de travail complexes réaménagés à l'identique dont il a été question précédemment.

Le cas de l'atelier de forge de Bordeaux, Grand Hôtel (423), daté du changement d'ère, est lui aussi intéressant. Dans une fenêtre de fouille, un grand foyer de forge bien construit a été découvert accolé à une fosse (Figure 72). Cette association entre un foyer et une fosse fait penser à ce qui a pu être observé à sur d'autres sites, en particulier Sévaz-Tudinges (Suisse) où, au V<sup>ème</sup> s. a.C., le foyer de forge était installé à proximité d'une fosse



de travail dans laquelle se trouvait le forgeron<sup>458</sup>. Cette impression est renforcée par la présence de deux niveaux de piétinement distincts observés dans la fosse. Il s'agit donc très certainement d'un foyer et de la fosse de travail associée. Les travaux effectués sur les fragments de parois conservés permettent de restituer l'emplacement de la ventilation au nord du foyer<sup>459</sup>, probablement hors de portée du forgeron dans la fosse. Une autre personne devait donc être présente pour activer le système de ventilation. Aucune autre structure en lien avec la métallurgie n'a été retrouvée dans cette fenêtre de fouille réduite. Cependant, la zone de fouille principale a livré quatre foyers en fosse allongée, similaires à ceux observés sur d'autres sites bordelais et assimilés à la cémentation d'objets longs. Ces structures sont très isolées et ne peuvent pas être rattachées à un atelier précis.

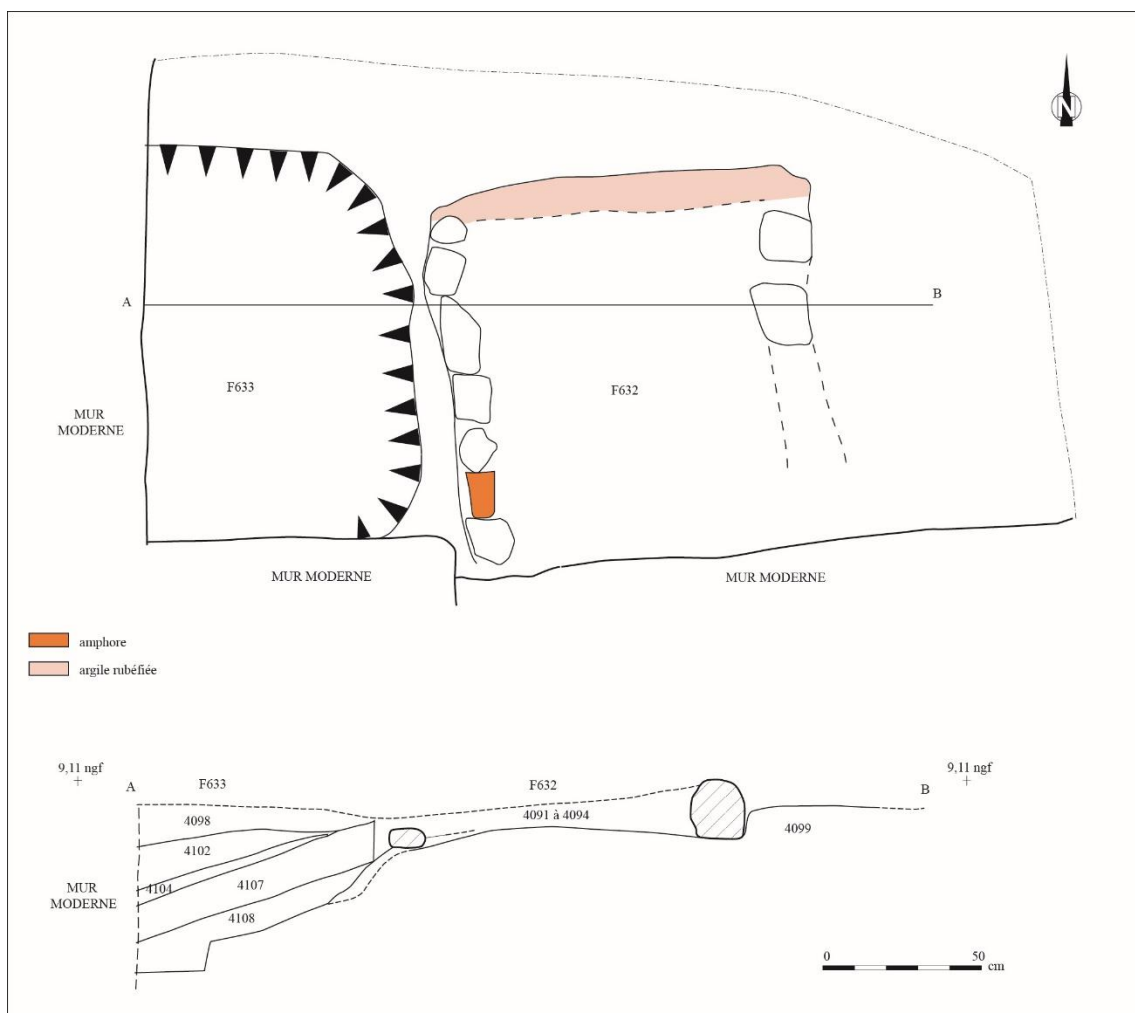


Figure 72 : Bordeaux, Grand Hôtel phase 1a, Sireix et Boccacino 2007, vol. 1, fig. 40, p. 73, foyer 632 et fosse 633 (INRAP).

<sup>458</sup> Mauvilly *et al.* 2014.

<sup>459</sup> Valette 2015.

D'autres structures isolées ont également été mises au jour sur des sites où des espaces de travail complexes ont été identifiés. C'est le cas à Châteaulin, Penn ar Roz (286-287), où un petit foyer quadrangulaire similaire aux autres, mais ne possédant pas de foyer circulaire associé, a été retrouvé dans les niveaux datés entre le I<sup>er</sup> s. a.C. et la période augustéenne. Outre le type de cette structure, la présence de battitures dans son comblement atteste de son utilisation dans le cadre d'une activité métallurgique. Il est toutefois possible que cette dernière soit différente de celle pratiquée dans les autres ensembles de foyers.

Un constat similaire peut-être fait à Amiens, ZAC Cathédrale-Université (26) où la pièce L du bâtiment 5246, occupée au milieu du I<sup>er</sup> s. p.C., ne contient qu'un seul foyer. Ceci est d'autant plus étrange que juste au sud, de l'autre côté de la paroi, se trouve un autre foyer, similaire, associé à un fond d'amphore, et à l'ouest, la pièce O comprend cinq foyers différents. Le dynamisme de l'occupation de ce bâtiment peut être interprété comme étant le reflet de la mobilité et de la diversité des activités de forge : les structures de forge y sont souvent déplacées, même d'une pièce à l'autre.

Contrairement à ce qui a été démontré pour les ateliers complexes, les ateliers simples se retrouvent également dans quelques habitats ruraux sans statut particulier. C'est notamment le cas à Quimper, Le Braden I (302), où deux espaces identifiés comme des forges se situent en bordure des sites, au niveau des fossés d'enclos de l'habitat de La Tène finale.

A Val-de-Reuil, Le Raquet (98), un foyer contenant des scories de forge, daté entre le milieu du I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s. p.C., a été mis au jour, mais l'étroitesse de la fenêtre de fouille ne permet pas d'en pousser plus loin l'interprétation.

A Vimy, RN 17, déviation Thélus-Vimy (23), dans un bâtiment occupé pendant le Haut-Empire, se trouvait un foyer recouvert d'un niveau charbonneux et contenant également des scories. Il est donc très probable que cette structure ait été destinée au travail du fer.

Le cas de la maison MSN 14 du site de Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase I (421) est atypique. Dans ce bâtiment, daté de la première décennie de notre ère, une concentration de battitures a permis de localiser l'emplacement d'une enclume, mais aucune structure de combustion ne lui est associée. Toutefois, il est certain que cet espace, non fouillé entièrement, était une forge. Par déduction, le foyer devait se trouver au nord de la zone de martelage.

Enfin, quelques sites ne présentent qu'un seul foyer, sans aucun autre aménagement. C'est le cas à Bordeaux, sur des sites datés de la première moitié du I<sup>er</sup> s. p.C. Par exemple, à Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase II, état I (422), dans les pièces 71-78 ou encore à Bordeaux, Auditorium, phase II état 2 (417), où presque chaque bâtiment peut accueillir une forge potentielle. La présence de déchets de forge assure l'utilisation métallurgique de certaines de ces structures, mais elle ne permet pas d'aller plus loin dans l'interprétation.

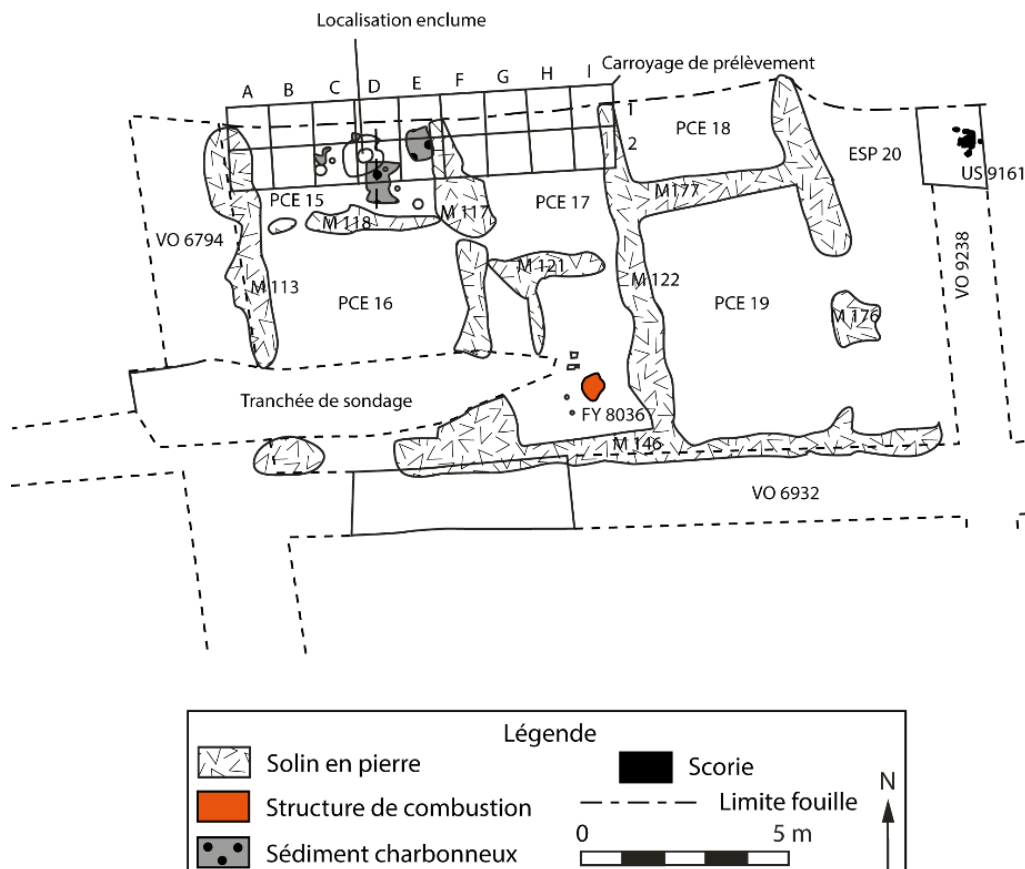


Figure 73 : espace de travail où le foyer n'a pas été identifié : Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase I, Dunikowski et Coustures 2006, fig. 8, p. 14, Zone 6 MSN 14 (modifié).

Les ateliers simples sont nombreux mais ne livrent que peu d'informations :

- Ils se trouvent principalement en contextes urbains ou ruraux privilégiés, mais aussi dans quelques cas, sur des sites ruraux simples.

- Les associations de structures relevées sont très simples, au mieux un foyer et un bac de trempe ou une enclume, et ce même sur des sites où des organisations complexes ont été identifiées. Il faut donc en conclure que la simplicité de certains de ces espaces de travail n'est pas un biais de la conservation des vestiges, mais atteste une réalité des espaces de travail.
- Il existe donc des ateliers présentant une très faible variété de structures, qui doivent probablement être destinés à des tâches différentes. Ces dernières peuvent tout de même être spécialisées, la fabrication de petits objets comme les fibules par exemple ne demandant que très peu d'installations, mais un bon savoir-faire.

### **3.2.1.3. L'absence de structures : essai de localisation des espaces de travail par le biais des déchets de production**

Tous les sites n'ont malheureusement pas livré de structures de forge. Sur un grand nombre d'entre eux, la métallurgie n'est perceptible qu'à partir des déchets de production. Dans certains cas, la localisation de ces derniers permet d'identifier l'emplacement potentiel d'une forge.

Un premier groupe de sites a pour particularité de posséder des vestiges de travail du fer préférentiellement regroupés dans des espaces éloignés du lieu de vie principal. Cela a déjà été mis en évidence pour certains espaces de travail en lien avec des habitats ruraux privilégiés, comme à Paule, Saint-Eloy (250) ou Touffreville, Villa (130).

La même organisation a été identifiée à Bois-Guillaume, ZAC de la plaine de la Ronce, tranche II (42), une villa du Haut-Empire, pour laquelle il existe un espace dédié à la métallurgie du fer, éloigné de 400 m de l'habitat principal.

A Heudebouville, Ecoparc 2, phase antique (75), l'organisation est exactement la même : une zone dévolue aux activités artisanales, et en particulier à la métallurgie du fer, se trouve à 500 m d'une villa.

Le site de Lamballe, ZAC de la Tourelle, Site 1 (237), daté entre le début du II<sup>ème</sup> et le début du I<sup>er</sup> s. a.C., est très similaire à celui de Paule, Saint-Eloy, avec un enclos carré partiellement dédié à la métallurgie, placé sur une voie d'accès. Un habitat enclos sera construit à 150 m de l'enclos carré lors d'une phase d'occupation postérieure, accroissant encore les similitudes avec Paule.

Dans une moindre mesure car plus rapproché de l'habitat, le site de Saint-Pellerin, La Chasse Ferrée (RN174) (140-141) présente, entre La Tène C et La Tène D, deux enclos successifs contenant chacun des vestiges d'activité productives : métallurgie du fer et des alliages cuivreux, saunerie, pressage. Même lors de modifications structurelles sur ce site, un espace dédié à la production, en particulier métallurgique, est toujours conservé sous forme d'un enclos.

A Creully, Clos de l'Épinette, phase 3 (111), l'activité métallurgique se concentre dans un enclos distinct des zones d'habitats de La Tène finale. Les vestiges se trouvaient particulièrement regroupés « au débouché de l'entrée sur la longue cour et non loin de la structure de combustion 62 »<sup>460</sup>. Il est probable que la structure de combustion « 62 » soit le foyer de forge ayant servi à la métallurgie du fer sur ce site.

Ces quelques sites, montrant une séparation physique extrême entre lieu de vie et espace de travail du fer, ne représentent toutefois pas la norme. En effet, dans la majorité des cas, les vestiges métallurgiques ont été identifiés au sein de l'enclos d'habitat. Par exemple, à Fleury-sur-Orne, Parc d'activité, phase 4 (117) (La Tène finale) et phase 6 (118) (période augusto-tibérienne). Lors de la phase 4, des rejets de forge ont été mis au jour dans une fosse contenant également des fragments de pesons. Il s'agit de la plus forte concentration de déchets de forge mis au jour sur ce site. Lors de la phase 6, une nouvelle fosse de travail, en lien avec des fours (non métallurgiques) installés dans un ancien fossé, a également livré une concentration de rejets de forge. Toutes les activités manufacturières semblent donc se tenir au sein de l'enclos d'habitat.

A Coutances, le Château de la Mare (132), le fossé a été sondé en de nombreux endroits, mais seule une section de ce dernier a livré des vestiges du travail du fer, datables entre le milieu du I<sup>er</sup> et le II<sup>ème</sup> s.p.C. Il est donc très probable que l'activité se soit déroulée dans les environs immédiats.

Le même raisonnement peut être tenu pour le site de Louviers, rue de la Vacherie (78) (La Tène moyenne - finale), où les scories se concentrent dans la partie nord du fossé.

Dans le cas de l'*oppidum* du Câtelier-La Mare aux Anglais (54), daté entre La Tène D2 et la période augustéenne, une probable surface de travail marquée par la présence de battitures et de scories a été mise au jour également en bordure de site, ici marquée non par un fossé, mais par un rempart.

---

<sup>460</sup> Jahier (dir.) 2012, p. 60-61.

Les vestiges de travail du fer se trouvent donc régulièrement en lien avec les limites physiques des sites. Parfois, la localisation de ces activités semble même beaucoup plus spécifique. En effet, sur le site de Barbeville, l'Entretenant (102-103), les enclos I et III, datés de La Tène moyenne, ont livré des vestiges de production métallurgique. Dans ces deux cas, ils se trouvaient au niveau de l'entrée identifiée de ces enclos. Le même phénomène est visible dès La Tène ancienne, à Condé-sur-Ifs, La Bruyère du Hamel (109), où les déchets de travail du fer et des alliages cuivreux se trouvaient rassemblés, de part et d'autre de l'entrée du site (Figure 74, 1). Ce phénomène continue à des périodes plus récentes, par exemple à La Tène D2, à Bayonvillers, Chemin d'Harbonnières (29). Sur ce site, un bâtiment situé près de l'entrée comprenait un foyer dont la vitrification prononcée est un indice d'utilisation à hautes températures, donc de métallurgie potentielle. De plus, toutes les scories mises au jour sur ce site ont été découvertes dans les sections de fossé proches de ce bâtiment. Ce dernier devait donc servir de forge.

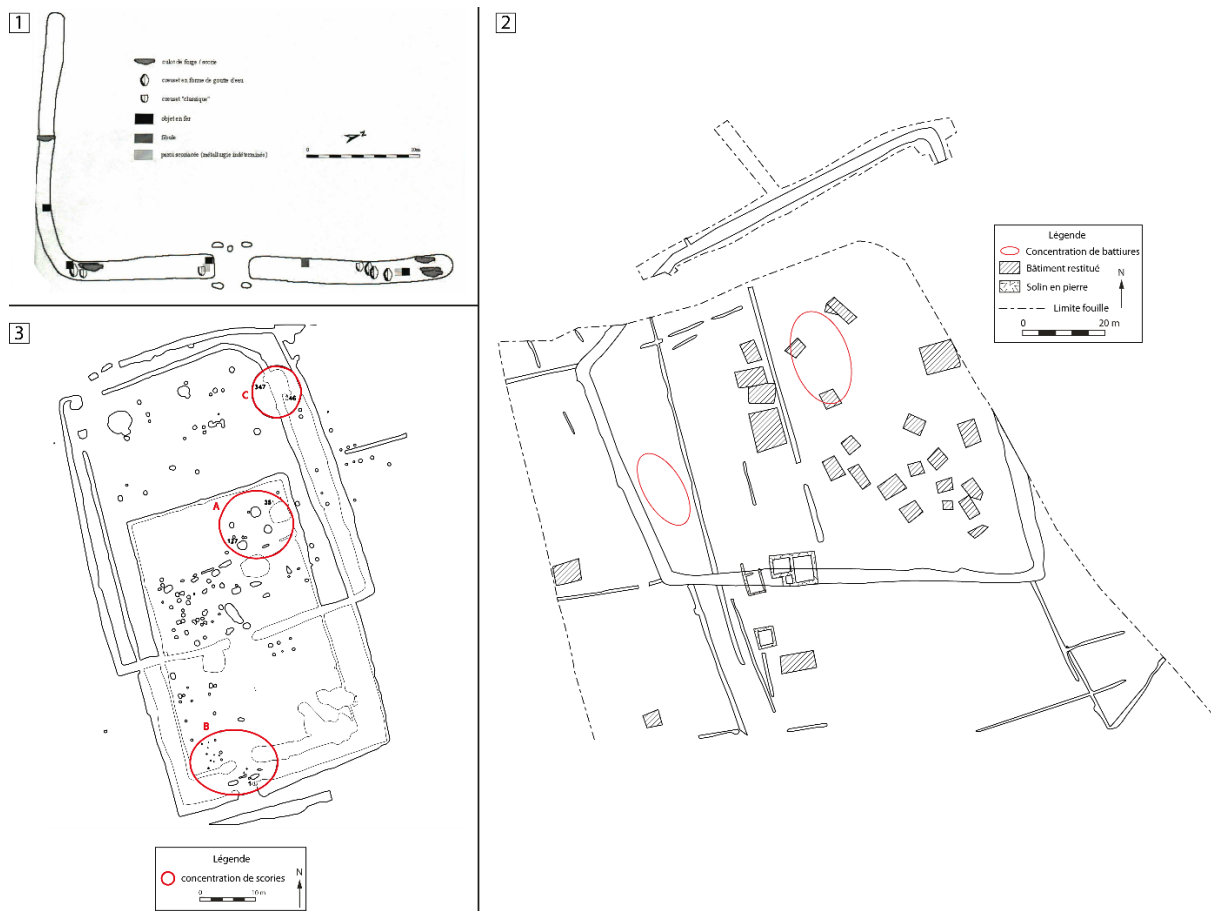


Figure 74 : Proposition de localisation de quelques ateliers de forge en fonction des lieux de découverte des déchets de production. 1 : Condé-sur-Ifs, La Bruyère du Hamel, Dron (dir.) 2008, fig. 7, p. 19. 2 : Parville, Bois de Parville, Zaour et Leblanc 2010, fig. 2, p. 352 (modifié). 3 : Pîtres, Le Fossouin, Colliou 2014, fig. 102, p. 144 (MADE, modifié).

A La Tène moyenne, sur le site de Guichainville, Saint-Laurent (73), quelques scories ont été retrouvées directement au sein de l'habitat, dans le comblement des trous de poteaux d'un bâtiment probablement circulaire. Ici, cependant, il est possible que les raisons de leur présence soient différentes. En effet, ce site était lié à un espace de réduction ayant livré deux bas fourneaux, dont un contemporain de l'habitat. Il est donc envisageable que ces quelques scories soient liées au travail de la masse brute de réduction produite sur place<sup>461</sup>. Il est d'ailleurs notable que les scories de forge aient été mises au jour dans l'habitat et non au niveau des structures de réduction. Cela indiquerait le travail de la masse brute dans un endroit légèrement éloigné de son lieu de production, contrairement à ce qui a été observé sur d'autres sites (paragraphe 3.1.4.3.).

Sur d'autres sites, la localisation de l'activité métallurgique n'est pas aussi facile du fait de la pluralité des zones de rejet de déchets de production. En effet, à Isneuville-Saint-Martin-du-Vivier, ZAC de la Plaine de la Ronce (48-49), deux phases d'occupation successives, datées entre La Tène C2 et la période augustéenne, ont livré des vestiges à des endroits différents : au sein de l'enclos pour la première, à l'extérieur de ce dernier pour la seconde, avec toutefois, une probable persistance de l'activité dans l'enclos<sup>462</sup>.

A Parville, Bois de Parville, phases 2 et 3 (82-83) (La Tène finale - Haut-Empire), les vestiges de forge ont été mis au jour sur l'ensemble du site, même si des concentrations se retrouvent dans certains fossés, en particulier pour la phase 3 (Figure 74, 2). Dans ces deux cas, la persistance de l'activité de forge est toujours observable, même sur les sites ruraux. Toutefois, la faible quantité de vestiges pour chacune de ces phases d'occupation (moins de 5 kg, à mettre en perspective avec la centaine d'année que dure chaque phase) atteste d'une activité diffuse, voire très diffuse.

A Fleury-sur-Orne, Parc d'activités, phase 3 (116), des scories se trouvent dans plusieurs structures d'un même enclos daté entre La Tène moyenne et le début de La Tène finale. Le côté diffus de ces découvertes permet d'envisager deux cas de figure. Il est possible que l'activité métallurgique ait été pratiquée dans un même espace, sans gestion particulière des déchets, et que ces derniers aient été éparpillés sur tout le site. Au contraire, il est possible que le travail du métal ait été effectué dans des lieux distincts – très certainement de façon discontinue.

---

<sup>461</sup> Roudié (dir.) 2005, p. 30.

<sup>462</sup> Adrian (dir.) 2011, p. 67.

Le site de Pîtres, Le Fossouin (85), a livré trois concentrations de scories distinctes, chacune liée à une phase d'occupation différente (Figure 74, 3). Il est donc très probable que ces vestiges correspondent à un déplacement de la zone de forge au fur et à mesure des réaménagements de l'espace.

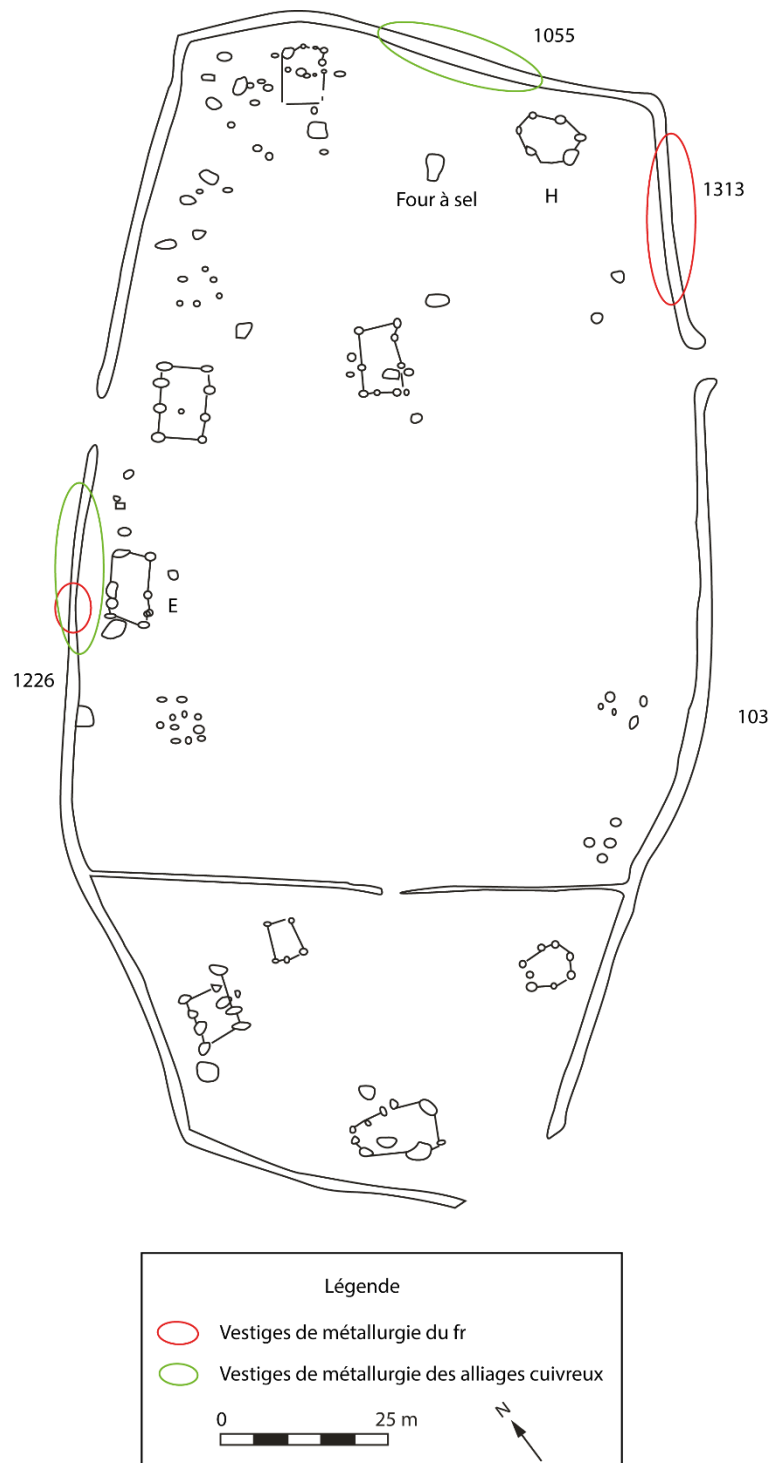


Figure 75 : Rue, Chemin des Morts, Bauvais 2007, fig. 067-1, p. 390, répartition du mobilier artisanal (modifié).



De même, à Rue, Chemin des Morts (40), à La Tène D1, plusieurs zones de concentration de vestiges métallurgiques ont été identifiées (Figure 75). Une, près d'une entrée du site et d'un bâtiment, a livré des déchets de forge. Deux autres zones de rejet, distinctes, contenaient des vestiges de travail des alliages cuivreux, dont ayant également livré un demi-produit de fer. Sur ce site, il est probable qu'il ait existé plusieurs zones de travail des métaux. Les deux au nord semblent avoir été distinctes, tandis que celle de l'ouest a pu être utilisée pour la métallurgie des alliages cuivreux et celle du fer.

Plusieurs données intéressantes sont apportées par l'observation de la localisation des rejets de travail du fer, en particulier dans les habitats ruraux :

- L'activité est souvent reléguée aux limites des sites, voire dans des espaces spécifiques séparés.
- Les vestiges sont également régulièrement mis au jour au niveau des entrées des enclos des sites ruraux.
- Il est fréquent que les scories soient trouvées près de bâtiments. Ces derniers ont pu abriter l'activité métallurgique.
- La faible quantité de scories mises au jour sur ces sites<sup>463</sup> semble indiquer que le travail du fer est occasionnel, ou que les procédés utilisés sont peu générateurs de déchets.
- Dans les cas où des niveaux de sols sont conservés sur les sites ruraux, seules des structures de combustion peuvent être mises en relation avec la métallurgie. Ces sites doivent donc certainement être associés aux ateliers simples définis précédemment.

Les sites étudiés présentent des structurations très variées de l'activité métallurgique. Dans les cas les plus nombreux, les vestiges de travail du fer se trouvent en périphérie des lieux de vie, souvent au niveau des fossés. Les quantités de rejets métallurgiques découverts dans ces contextes sont généralement assez faibles. Ces deux facteurs permettent de supposer que le travail du fer n'était pas une activité très développée sur la majorité des habitats ruraux.

---

<sup>463</sup> Zaour *et al.* 2014, tableau 2, p. 178 pour un récapitulatif des quantités de scories mises au jour dans les habitats ruraux.

Le degré de spécialisation du forgeron peut également être appréhendé. Les travaux, générateurs de scories, parfois effectués à partir de demi-produits, ne consistaient probablement pas en un simple redressement de lames de faux. Il peut s'agir de travaux simples, mais requérant l'action d'un professionnel. Il est ainsi envisageable qu'au moins une partie de ces déchets aient été produits par des forgerons « itinérants » ou tout du moins se déplaçant pour effectuer certains travaux à domicile.

Cependant, sur certains sites, la présence de zones organisées dédiées aux activités manufacturières, parfois isolées de plusieurs centaines de mètres de l'habitat, démontre une planification de la pratique de la métallurgie. Dans ces cas, il est probable que le travail du fer ait été régulier.

### 3.2.2. Forgerons ? Bronziers ? Forgerons-bronziers ?

Il n'est pas rare de découvrir, avec les restes de métallurgie du fer, des vestiges issus du travail d'autres métaux, et en particuliers des alliages cuivreux. Sur la façade atlantique, 26 sites (28 lieux de découverte) présentent à la fois des vestiges de travail du fer et des alliages cuivreux. Ces activités se retrouvent dans des contextes très variés : des habitats ruraux, privilégiés ou non, des habitats urbains ou encore dans un camp militaire. De même, ces activités semblent s'être déroulées de manière constante tout au long de la période considérée. Seuls les habitats ruraux privilégiés ne présentent plus de trace du travail des alliages cuivreux associé à celui du fer à partir du second quart du I<sup>er</sup> s. a.C. L'association de ces deux métallurgies soulève les questions de la plurifonctionnalité des espaces de travail et de l'étendue des compétences des métallurgistes. Existait-il des forgerons-bronziers, ou le travail des deux métaux était-il pratiqué par des personnes distinctes ?

Seuls 16 sites permettent d'approcher ces questions avec un niveau d'information suffisant. Ces données relèvent généralement de l'association ou non des déchets dans les zones de rejet.

L'habitat rural de Bricqueville-la-Blouette, La Butte au Long et La Roguerie (131), daté du milieu du III<sup>ème</sup> s. a.C., présente des déchets de fer et d'alliages cuivreux dans des lieux différents : les premiers au nord, les seconds au sud de l'enclos. Cette séparation des rejets des deux activités suggère qu'elles n'ont pas eu lieu au même endroit ou au même

moment. Sur ce site, il existe très certainement une séparation nette entre les deux métallurgies.

A Orval, Les Pleines, phase 1 (136) (La Tène ancienne) ainsi qu'à Falaise, Expansia, phase 3 (112) (II<sup>ème</sup> - milieu I<sup>er</sup> s. a.C.), deux concentrations distinctes de scories de fer ont été identifiées, mais une seule contenait également des vestiges du travail des alliages cuivreux. Il semble que les alliages cuivreux aient été travaillés moins fréquemment que le fer, mais les zones de rejet étant confondues, ces deux activités étaient certainement liées.

Le cas de Rue, Le Chemin des Morts (40) est plus complexe. Une concentration de déchets de travail du fer et deux de rejets cuivreux, chacune séparée des autres, ont été identifiées sur ce site occupé pendant La Tène D1 (Figure 75). Sur ce site, il peut exister un lien entre les deux métallurgies, mais il semble relativement distendu.

Sur le site de Saintes, 10 rue Port de la Rousselle (399), également daté du I<sup>er</sup> s. p.C., les rejets des deux activités ont été mis au jour dans la même salle, attestant de la tenue des deux métallurgies dans un espace commun.

A Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430) (I<sup>er</sup> s. p.C.), les vestiges du travail des deux métaux ont été mis au jour en grandes quantités dans les mêmes remblais. Quelques traces d'alliages cuivreux en surface de scories de forge assurent que les deux métaux ont été travaillés en même temps dans le même foyer.

L'habitat de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, phase Ic (435), daté de La Tène C2, a livré des déchets des deux métallurgies sur un même sol. Ils proviennent certainement d'un même espace de travail, ou de deux ateliers très proches.

A Bordeaux, 4-6 Place Puy-Paulin, phase 2 (415) (milieu du I<sup>er</sup> s. p.C.), les rejets de travail se trouvaient dans un même espace. Néanmoins, une étude stratigraphique fine des différents niveaux d'activité ont démontré que le travail du fer et celui du bronze se succédaient, même si quelques restes ferreux se trouvaient dans les niveaux en lien avec les alliages cuivreux<sup>464</sup>.

Sur les autres sites ayant livré des attestations du travail des alliages cuivreux, ces déchets se limitent souvent à des fragments de creusets. Néanmoins, ils sont toujours identifiés dans des niveaux archéologiques où des scories ou des chutes en fer sont présents.

A une exception près, tous ces sites attestent d'une très forte proximité entre le travail du fer et celui des alliages cuivreux. Pour les habitats ruraux, ce constat avait déjà été établi

---

<sup>464</sup> Girond 2012, p. 81.

par une étude ayant recensé les activités métallurgiques au second âge du Fer en Normandie, où il a été démontré, qu'à une exception près, les vestiges de travail des alliages cuivreux se trouvaient toujours sur des sites où le fer était également forgé<sup>465</sup>.

Sur les sites ruraux, les indices de la métallurgie des alliages cuivreux ont été mis au jour en quantités relativement faibles – souvent quelques fragments de creusets ou déchets de travail. Cette activité devait donc être ponctuelle et répondre à des besoins limités.

La fonte et la coulée du bronze demandant une excellente maîtrise technique, il semble peu probable que le métallurgiste fasse partie des habitants de l'enclos. Auquel cas, dans la plaine de Caen, il faudrait envisager qu'un quart des habitats ruraux aient hébergé un bronzier<sup>466</sup>. Cela amène à la conclusion que les bronziers pouvaient se déplacer dans des habitats ruraux pour y travailler. Ce constat est similaire à celui déjà effectué pour les forgerons. De plus, les zones de rejet des deux types d'activités étant généralement les mêmes, il est probable qu'ils partageaient un même espace de production au sein des sites ruraux, voire qu'une même personne travaillait les deux métaux.

Au sein des villes, les informations sont moins tranchées. Dans le cas de Bordeaux, 4-6 Place Puy-Paulin, phase 2, le plus précis concernant ces données, les niveaux de rejets des métaux ferreux et cuivreux sont distincts et se succèdent. Les autres sites urbains ont livré des vestiges associés assurant la proximité des deux métallurgies, sans qu'il soit possible d'affirmer si elles ont été pratiquées dans les mêmes espaces.

Au sujet des connexions entre travail du fer et des alliages cuivreux, le cas d'Autun, Lycée Militaire (Côte-d'Or) est emblématique. Une activité de bronzage de clochettes en tôle de fer y a été identifiée<sup>467</sup>. Malgré la composition de ces objets et le grand nombre d'ateliers métallurgiques sur ce site, il semble qu'il y ait eu une stricte séparation des activités. Certains espaces de travail produisaient la partie en fer des clochettes et les autres y appliquaient une couche de bronze. Ce cas isolé ne doit cependant pas être pris pour une généralité, d'autres organisations du travail ont pu exister ; seulement, les données disponibles sur les sites urbains de la façade atlantique ne permettent pas de proposer de modèle.

D'un point de vue chronologique, les habitats ruraux dont il a été question sont datés de la Protohistoire alors que, au contraire, les sites urbains sont datés entre La Tène C2 et la

---

<sup>465</sup> Zaour *et al.* 2014, p. 174.

<sup>466</sup> Dans la plaine de Caen, sur 55 sites ruraux enclos testés, 35 ont livré des vestiges de métallurgie du fer et 14 de ces derniers ont également livré des vestiges de travail des alliages cuivreux (Zaour *et al.* 2014).

<sup>467</sup> Chardon-Picault et Pernot 1999, p. 258.

période romaine. Cette différence d'organisation peut également être le reflet d'une distinction géographique. En effet, les habitats ruraux dont il a été question se trouvent tous dans des régions proches de la Manche, tandis que les agglomérations appartiennent toutes au Sud-Ouest de la France. L'apport de nouvelles données dans ces régions permettrait de trancher entre l'hypothèse d'une évolution chronologique dans la localisation des activités ou celle de particularismes régionaux.

### 3.2.3. Un lien probable entre type de forge et type de site

L'étude des sites de forge de la façade atlantique démontre que les espaces de travail peuvent être structurés de façons très diverses. Dans les forges à structuration permanente, de nombreuses structures différentes (foyer, enclume, bac de trempe, structures de stockage) sont utilisées pendant toute la durée d'occupation de l'atelier, ou sont reconstruites l'identique d'un état au suivant. Les forges à foyers multiples ont livré plusieurs foyers pour lesquels, dans de nombreux cas, il a été démontré qu'ils ne pouvaient pas tous être contemporains. Ces sites correspondent donc à des espaces de travail ayant connu plusieurs états successifs. Enfin, les forges simples correspondent à des espaces de travail organisés autour d'une ou deux structures. Généralement une de ces structures est un foyer.

Cette distinction semble confirmée au niveau de l'intensité de la production et de sa spécialisation. En ce sens, les ateliers complexes, montrant des indices d'activités spécialisées (trempe, foyers de morphologies spécifiques) sont tous liés à des milieux urbains ou ruraux privilégiés. Au contraire, les habitats ruraux simples n'ont, eux, livré que des espaces assez peu structurés et de faibles quantités de rejets de travail. Il existe donc probablement une différenciation entre espaces de production sur les sites ruraux, avec un travail du fer peu important, dispersé chronologiquement et les ateliers urbains ou ruraux privilégiés, où les espaces de travail semblent pérennes, ce qui renvoie à une production plus soutenue.

D'un point de vue chronologique, les sites antérieurs à La Tène finale sont tous des habitats ruraux pour lesquels il a été impossible de restituer l'organisation des espaces de travail. Les sites spécialisés, pour lesquels la concentration de structures et de déchets permet de restituer une activité soutenue, apparaissent tous à partir de La Tène finale, en même temps que les *oppida*. Pour les forges, sur la façade atlantique, l'activité semble donc n'avoir été que peu importante durant les deux premiers tiers du second âge du fer, mais a fortement augmenté à partir de La Tène finale. Ce phénomène fait écho à l'évolution des ateliers de

réduction. Entre La Tène ancienne et moyenne, les bas fourneaux étaient à scorie piégée et organisés en petites unités dont la production était certainement limitée. Au contraire, à partir de La Tène finale, les ferriers associés aux bas fourneaux à scorie coulée attestent une production de fer plus importante.



## 4. Liens techniques, liens sociaux

### 4.1. Déchets et interprétation quantitative de l'activité de forge

#### 4.1.1. Méthode d'étude

Un des objectifs récurrents du travail sur la production métallurgique est de caractériser son intensité, et donc l'importance des sites dans le processus de fabrication et de diffusion du fer. Cette approche, très importante pour la compréhension de la métallurgie et de son évolution, se heurte cependant à de nombreux obstacles qu'il faut tout d'abord identifier, puis tenter d'outrepasser pour aboutir à des possibilités interprétatives. Cette réflexion portera uniquement sur les déchets de forge, l'estimation de la production de fer en contexte de réduction ayant déjà été largement abordée par d'autres travaux<sup>468</sup>.

Le travail du métal après la réduction, à l'origine de la création des scories de forge, passe par plusieurs étapes entre la sortie de la masse brute du bas fourneau et l'objet fini. Plusieurs facteurs influent alors sur la composition des scories. En premier lieu l'avancement de l'opération dans le processus de fabrication : plus l'objet travaillé est proche de sa forme finale, moins il y aura de pertes métalliques et donc de scorie créée<sup>469</sup>. Ce facteur est appréciable par la réalisation d'observations microscopiques permettant de situer le contexte technique de production de ces déchets<sup>470</sup>. Les autres éléments sont beaucoup moins tangibles : la quantité de métal travaillé influe sur la quantité de scorie<sup>471</sup>, mais cette donnée est également corrélée à des facteurs humains relatifs à l'expérience du forgeron et aux techniques de travail qu'il emploie<sup>472</sup>. De plus, pour les archéologues, il est impossible de savoir si l'intégralité des déchets de production d'un site a été identifiée ; de même, la période d'activité des forges ne peut pas être estimée avec une grande précision. Le cumul de ces approximations amène nécessairement à des imprécisions sur l'estimation de la quantité de

---

<sup>468</sup> Serneels 1993 pour une approche théorique du procédé à partir des analyses chimiques de scories. Dunikowski et Cabboï 1995, p. 121-131 pour le site des Clérimois (Yonne); Decombeix *et al.* 1998 pour les Martys (Aude) ; Dumasy *et al.* 2010, p. 339-349 pour le site d'Oulches (Indre), pour ne citer que quelques exemples.

<sup>469</sup> Bauvais 2007, p. 260.

<sup>470</sup> Fluzin 2002, p. 68-74.

<sup>471</sup> Berranger 2014, p. 41.

<sup>472</sup> Leblanc 2002, p. 66.



métal travaillée sur un site<sup>473</sup>. Cela peut sembler extrêmement problématique concernant l'interprétation des espaces de travail. En effet, la quantité de fer mise en forme est un facteur déterminant pour l'interprétation économique de l'activité : pour différencier les sites où le travail du métal est une activité d'appoint – d'autosuffisance – de ceux où le métal est mis en forme en grandes quantités et destiné au commerce, ainsi que tous les cas intermédiaires probables entre ces deux extrêmes.

Afin d'éviter les problèmes liés à la reconnaissance précise des conditions de formation de la scorie pour restituer la masse de métal travaillée, il est possible de raisonner directement à partir de la quantité de scories produites sur les sites. Cela présente l'avantage de prendre en compte toutes les scories, et donc de travailler à partir d'un corpus très important, favorisant une approche globale.

Les données quantitatives les plus disponibles sont relatives au nombre et à la masse de ces déchets. Mais ces valeurs seules ne se suffisent pas, car elles ne prennent pas en compte certains éléments pouvant être déterminants quant à leur constitution, en particulier la chronologie. Afin de pouvoir comparer des valeurs de même nature il est nécessaire de pondérer les quantités et les masses de scories pour en faire des valeurs relatives au nombre d'années d'occupation des sites. Le travail de comparaison sera donc effectué en deux volets, un premier à partir du nombre et un second se focalisant sur la masse estimée de scories produites par an. Ces chiffres sont simplement obtenus en divisant le nombre ou la masse de scories mises au jour sur un site par sa durée d'occupation (ou la durée de l'activité métallurgique lorsque cette dernière est connue<sup>474</sup>).

#### 4.1.2. Nombre de scories de forge

Sur la façade atlantique, les décomptes de scories de forge sont connus pour 98 lieux de découverte. Ce corpus comprend une très forte variation allant de 1 à 633 individus. La prise en compte de la temporalité de l'activité augmente encore cet écart, le faisant passer de 0,002 scories par année d'occupation à Meillac, La Ville David (184), un ferrier mal daté, à 24,25 scories par an sur le site urbain de Bordeaux, Grand Hôtel, phase 1a (423) (Figure

---

<sup>473</sup> Bauvais 2007, p. 61.

<sup>474</sup> Cela est retranscrit ici par l'utilisation de la datation du « lieu de découverte » et non du « site ».

76.1.). Afin de palier à cette dispersion, il est nécessaire de créer des regroupements de sites. Ainsi, trois groupes ont été distingués sur des critères significatifs pour l'interprétation (Figure 76.2. et Annexe 2.4). Le premier comprend les lieux de découverte où une scorie ou moins à été engendrée pour 10 années d'occupation. Sur ces espaces de production, le travail de forge ayant laissé des déchets n'apparaît comme étant extrêmement ponctuel. Le groupe suivant rassemble tous les sites pour lesquels la quantité de scories formées par an est comprise entre 0,1 et 1 individu. Le travail du métal y est donc plus régulier mais reste ponctuel. Enfin, le dernier groupe correspond aux lieux de découverte où le travail du fer à engendré plus d'une scorie par an. Ils sont certainement à mettre en relation avec une activité plus régulière.

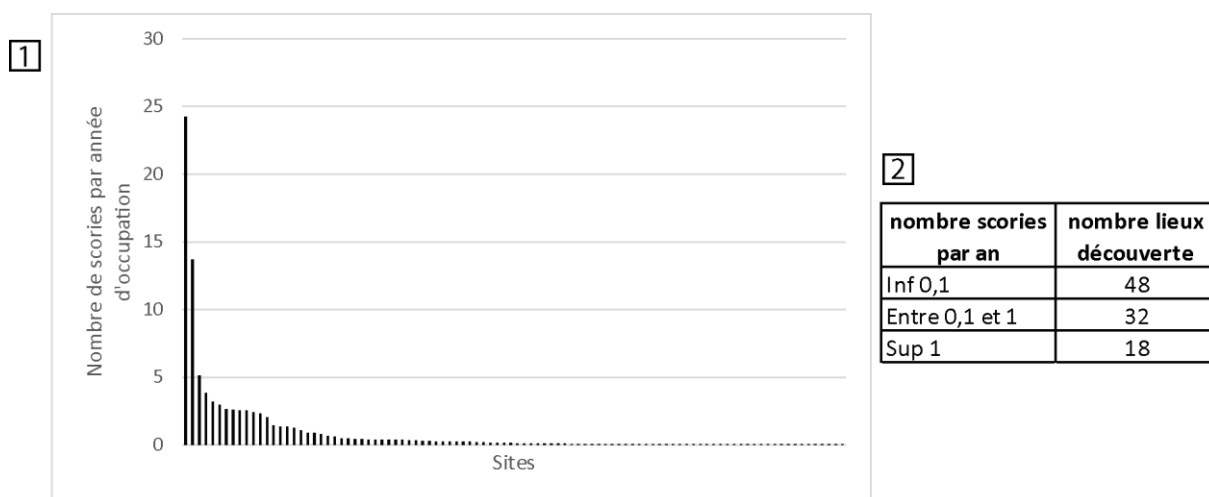


Figure 76 : 1 : Nombre de scories produites par an sur les sites de la façade atlantique (chaque barre de l'histogramme représente un lieu de découverte); 2 : Nombre de lieux de découverte en fonction de la quantité de scories par an.

Seulement 18 lieux de découverte (environ 20 % du total) ont livré plus d'une scorie par année d'occupation (Figure 76.2.). Ces chiffres démontrent que l'activité métallurgique était très certainement peu développée sur la plupart des sites, mais bien plus sur d'autres. Il convient d'examiner les raisons de ce phénomène en y cherchant des explications chronologiques et contextuelles.

#### 4.1.2.1. Approche chronologique

La comparaison du nombre de sites par période chronologique et par quantité de scories apporte de nombreuses informations quant au développement de l'activité métallurgique (Annexe 2.5). Entre 450 et 300 a.C., peu de lieux de découverte ont livré des vestiges de travail de forge et les deux tiers de ces derniers n'ont connu qu'une activité extrêmement modérée, avec moins d'une scorie formée par an. La période suivante, entre 300 et 150 a.C., voit une forte augmentation du nombre de sites concernés par la forge. La production est de plus en plus concentrée, avec une augmentation de 1 à 4 lieux de découverte où plus d'une scorie a été mise au jour par année d'occupation. De 150 à 30 a.C., le phénomène perdure avec une augmentation, à peu près en proportion, des trois catégories de sites.

	450-300 a.C.	300-150 a.C.	150-30 a.C.	30 a.C.-40 p.C.	40-100 p.C.
Inf. 0,1	10	20	26	18	22
Entre 0,1 et 1	3	10	14	9	11
Sup. 1	1	4	6	10	4

Figure 77 : Nombre de lieux de découverte en fonction de leur datation et du nombre de scories produites par an.

La période augusto-tibérienne est, elle, marquée par de très fortes modifications. Le nombre de sites où la génération de scories est faible diminue fortement, tandis que ceux où elle est la plus intense augmente de façon significative, passant de 6 à 10 individus. Au contraire, le nombre de sites moins actifs du point de vue de la métallurgie diminue d'environ un tiers. Cette époque correspond donc certainement à un moment charnière avec des changements majeurs de l'organisation générale des sites métallurgiques. Les données indiquent la concentration de l'activité métallurgique dans des espaces spécifiques devenant d'importants lieux de production. Un tel phénomène doit nécessairement affecter les circuits préexistants d'acquisition de la matière première (les demi-produits) et d'échange d'objets, qui n'avaient en apparence que peu évolué depuis la période protohistorique.

Dans la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C., cette nouvelle organisation ne semble plus de mise. En effet, l'activité métallurgique revient à une organisation très similaire à celle de la

période 300-150 a.C. : le nombre de sites où beaucoup de scories sont formées diminue fortement, au profit d'espaces où la production est moins régulière.

La période augusto-tibérienne fait donc exception, que ce soit par sa durée très courte, ou par l'originalité de la distribution des sites de forge à cette époque. La nouvelle modification de ces distributions à la fin du I<sup>er</sup> s. p.C. démontre que l'origine de ces changements n'est probablement pas liée à une modification des techniques de production, mais plus probablement de l'ordre de changements sociaux ou économiques. Ces changements sont certainement observables sur les sites de production. Il est donc possible de les observer en étudiant la relation entretenue entre les quantités de scories générées et les types de sites accueillant les forges.

#### 4.1.2.2. Approche par type de site

Les sites métallurgiques sont de nature très variée : habitats urbains, sites ruraux privilégiés ou non, ateliers de réduction isolés, camps militaires, sanctuaires... Malgré cette grande variété de sites, quelques regroupements notables sont mis en évidence en les classant en fonction du nombre de scories qui y a été découvert (Figure 78, Annexe 2.6).

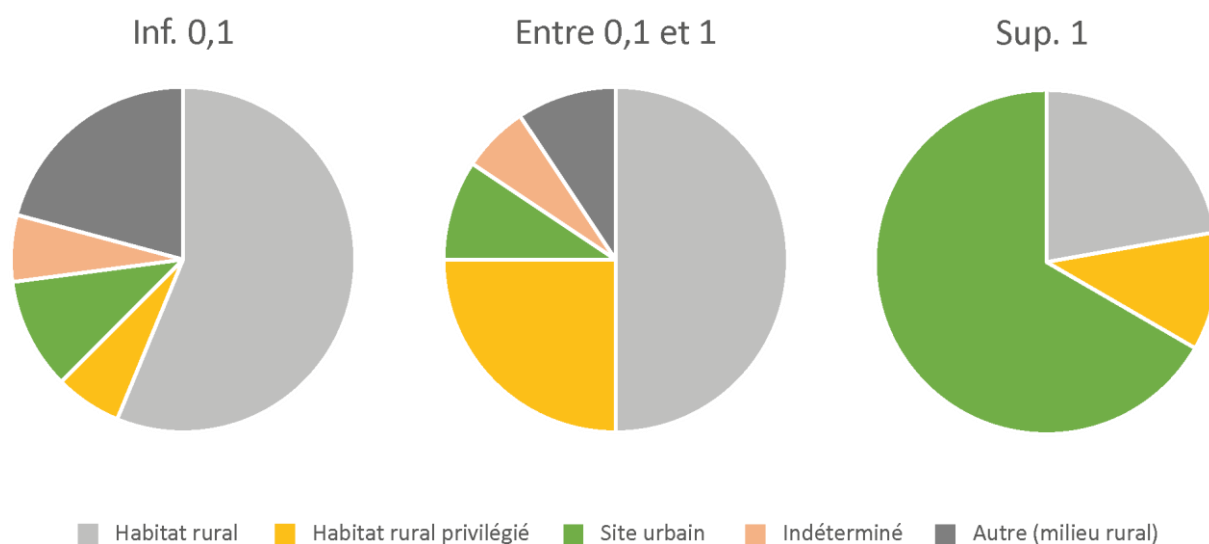


Figure 78 : Nature des sites en fonction du nombre de scories générées par an..

En premier lieu, des traces d'activités sporadiques peuvent se trouver sur tous les types de sites, y compris dans un sanctuaire, comme Condé-sur-Iton, Fanum (67), le seul à avoir livré des scories. De plus, la majorité des sites où le travail du fer semble peu développé sont les habitats ruraux et très peu de sites urbains se trouvent dans cette catégorie. Les lieux où le travail du fer produit le moins de déchets sont donc presque exclusivement ruraux.

Les seuls habitats urbains ayant livré moins d'une scorie par année d'occupation n'ont été que très peu fouillés compte tenu de leur surface. Les scories d'Orival, Le Câtelier-La Mare aux Anglais (54) ont été ramassées lors de prospections ; les sites espagnols de Cangas del Narcea, Torres de Treamo (464), Siero, Castiellu de Fozana (471) et Teverga, La Garba (473) n'ont été que peu explorés ; à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste, phase Ia (433), la fouille n'a concerné qu'une bande de 10 m de large ; enfin, à Bordeaux, 4-6 Place Puy-Paulin, phase 2 (415), la majorité des niveaux métallurgiques n'ont pu être observés qu'en coupe. Il est donc très probable que les déchets de forge qui y ont été mis au jour ne représentent qu'une faible proportion de ceux générés.

Cette hypothèse semble confirmée par l'abondance de sites urbains dans la dernière catégorie, ceux ayant livré plus d'une scorie par année d'occupation. En effet, dans cet ensemble, les sites urbains sont très largement majoritaires au détriment des habitats ruraux : ils représentent les deux tiers des lieux de découverte concernés. Les ateliers dans lesquels la forge génère le plus de déchets sont donc essentiellement des espaces de travail urbains<sup>475</sup>. Seul un site daté entre 450 et 300 a.C. a livré plus d'une scorie par année d'occupation, dans un contexte marqué par l'absence de sites urbains sur la façade atlantique.

Seuls les sites ruraux privilégiés semblent à l'écart de ce modèle. Leur plus forte présence est au sein des sites ayant livré entre 0,1 et 1 scorie par année d'occupation, Ils sont dans une position intermédiaire entre les sites ruraux et les sites urbains.

Il existe donc une distinction très nette entre les sites ruraux et les sites urbains concernant le nombre de scories produites :

---

<sup>475</sup> En particulier en ajoutant les nombreux ateliers d'Amiens, non pris en compte ici car le nombre de scories de forge produites n'est pas connu.

- Les sites ruraux semblent majoritairement tournés vers une activité occasionnelle et/ou très peu génératrice de déchets.
- Les sites urbains, au contraire, ont vraisemblablement des forges dont l'activité est plus régulière et génératrice de scories.
- La période romaine se distingue, tant par le nombre de déchets produits que par leur lieu de rejet. Les sites urbains sont largement privilégiés par rapport aux sites ruraux. Il semble donc y avoir, pour cette période, une concentration de l'activité métallurgique au sein des villes.

Ces résultats peuvent être comparés avec ceux obtenus, en suivant le même protocole, pour la masse de scories produite par an.

#### 4.1.3. Masse des scories de forge

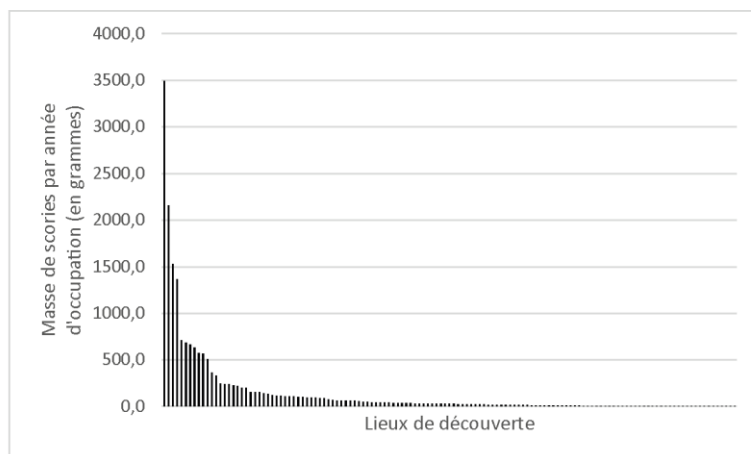
Sur la façade atlantique, 133 lieux de découverte<sup>476</sup> ont livré des scories de forge dont la masse globale est connue. Les masses de scories produites par an sont très variables au sein du corpus, allant de 3494,4 g à Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge, phase 1, Zone 6 MSN 14 (421) à moins de 0,1 g à Clinchamps-sur-Orne, Liaison D562A D41 (108).

Plusieurs groupes de sites sont identifiables à partir de l'observation de ces masses (Figure 79.1. et Annexe 2.7). Sur une très grande majorité de ces sites, la forge n'a généré que peu de scories, mais sur d'autres, beaucoup moins nombreux, une grande quantité de rejets a été identifiée (Figure 79.2.). Tout d'abord il est nécessaire d'expliquer cette disparité en cherchant des facteurs chronologiques et sociaux. Ces éléments pourront, par la suite, guider l'interprétation du type de travail effectué sur les sites.

---

<sup>476</sup> Cela peut correspondre à des ateliers, mais comprend également des zones de rejet de mobilier dans des zones isolées de ces derniers comme au niveau des axes de circulation à Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge (421-422).

1



2

Quantité scories/an	Total sites
moins de 10 g	44
entre 10 et 50 g	42
entre 50 et 200 g	28
entre 200 et 1000 g	15
plus de 1000 g	4
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>

Figure 79 : 1 : Masse de scories produites par an et par lieu de découverte (en grammes), chaque barre de l'histogramme représente un lieu de découverte ; 2 : Nombre de lieux de découverte en fonction de la masse de scories générées par an.

#### 4.1.3.1. Masse de scories et chronologie, une augmentation générale de la production

L'étude de la masse de scories produites par an en fonction de la chronologie est extrêmement révélatrice (Figure 80 et Annexe 2.8).

	450-300 a.C.	300-150 a.C.	150-30 a.C.	30 a.C.-40 p.C.	40-100 p.C.
moins de 10 g	8	20	24	13	10
entre 10 et 50 g	2	7	18	17	14
entre 50 et 200 g	2	5	9	15	5
entre 200 et 1000 g		4	3	7	4
plus de 1000 g				5	1

Figure 80 : Nombre de sites en fonction de leur datation et de la masse de scories produite par an.

Entre 450 et 300 a.C., aucun site ne rejette plus de 200 g de scories par an, les deux tiers en livrant moins de 10 g. A la période suivante, entre 300 et 150, le nombre de sites concernés pour chacune des catégories augmente. En quelques lieux, la production métallurgique est plus importante, avec la formation de plus de 200 g de scories par an. Cette tendance se confirme à la fin de la période gauloise avec une nouvelle augmentation du nombre de sites. La masse de vestiges métallurgiques produits augmente donc clairement tout au long de la période gauloise, ce qui permet d'affirmer qu'il existe une augmentation de la production et donc de l'utilisation d'objets en fer à cette période.

L'époque augusto-tibérienne est marquée par des changements plus contrastés. Le nombre de sites où la métallurgie génère très peu de déchets est presque divisé par deux et ceux ayant livré entre 10 et 50 g de scories par an reste stable. Au contraire, le nombre de sites ayant une production plus élevée, formant entre 50 et 200 g de scories par an, augmente fortement. De même, des sites où la forge génère plus de 1000 g de scories par an apparaissent. La période augusto-tibérienne est donc marquée par une diminution des sites ayant livré peu de scories et une augmentation de ceux en ayant livré le plus. Il faut donc en conclure qu'autour du changement d'ère la production d'objets en fer augmente et que son organisation change : elle semble se concentrer sur certains sites au détriment d'autres.

Pendant le reste du I<sup>er</sup> s. p.C., au contraire, l'activité métallurgique est nettement moins marquée : le nombre de sites de forge diminue, quelle que soit la quantité de scorie générée. Cela marque certainement un recul de l'activité métallurgique à la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., particulièrement concernant les sites produisant le plus de scories. Leur nombre est similaire à celui de la fin de la période gauloise. Les facteurs expliquant ces changements sont certainement multiples, mais, tout comme pour les nombre de scories, il est possible de vérifier s'il existe une relation entre la masse de scories et la nature des sites sur lesquels ces dernières sont découvertes.

#### **4.1.3.2. Un lien possible entre masse de scories et statut des sites**

Comme cela a été vu précédemment, les sites les plus nombreux sont ceux sur lesquels le rapport de masse de scories par année d'occupation est le plus faible ; ce sont également ceux de natures les plus variées (Figure 81, Annexe 2.9). La très grande majorité, les deux tiers, sont des habitats ruraux, sites pour lesquels la présence de vestiges liés à la métallurgie est souvent interprétée comme liée à l'entretien et au renouvellement des outils utilisés pour l'exploitation agricole<sup>477</sup>. Deux sites ruraux privilégiés appartiennent également à cette catégorie. Il est à noter que celui de Crosville-la-Vieille, Le Bout du Val (68), correspond à un seul lieu de découverte parmi d'autres, et donc que les vestiges métallurgiques sur l'ensemble du site sont plus importants, en particulier du fait de la présence de battitures, non prises en compte ici<sup>478</sup>. De même, l'*oppidum* d'Orival, Le Câtelier-La Mare aux Anglais (54) n'a été fouillé que sur une faible surface, la quantité de scories collectées n'est donc certainement pas

---

<sup>477</sup> Demarest 2011, p. 302, Zaour 2008, p. 67.

<sup>478</sup> Aubry et al. 2008.



représentative de l'intensité de l'activité métallurgique. Enfin, les derniers vestiges métallurgiques ont été identifiés au sein d'ateliers de réduction ou encore de sites dont la nature n'a pas pu être identifiée avec certitude. Les scories sont donc principalement présentes en faible quantité sur des sites liés au monde rural.

Les sites sur lesquels entre 10 et 50 g de scories ont été formées par année d'occupation sont répartis de façon très similaire aux précédents<sup>479</sup>. Les variations les plus notables viennent de la proportion plus faible d'habitats ruraux et celle plus importante de sites urbains.

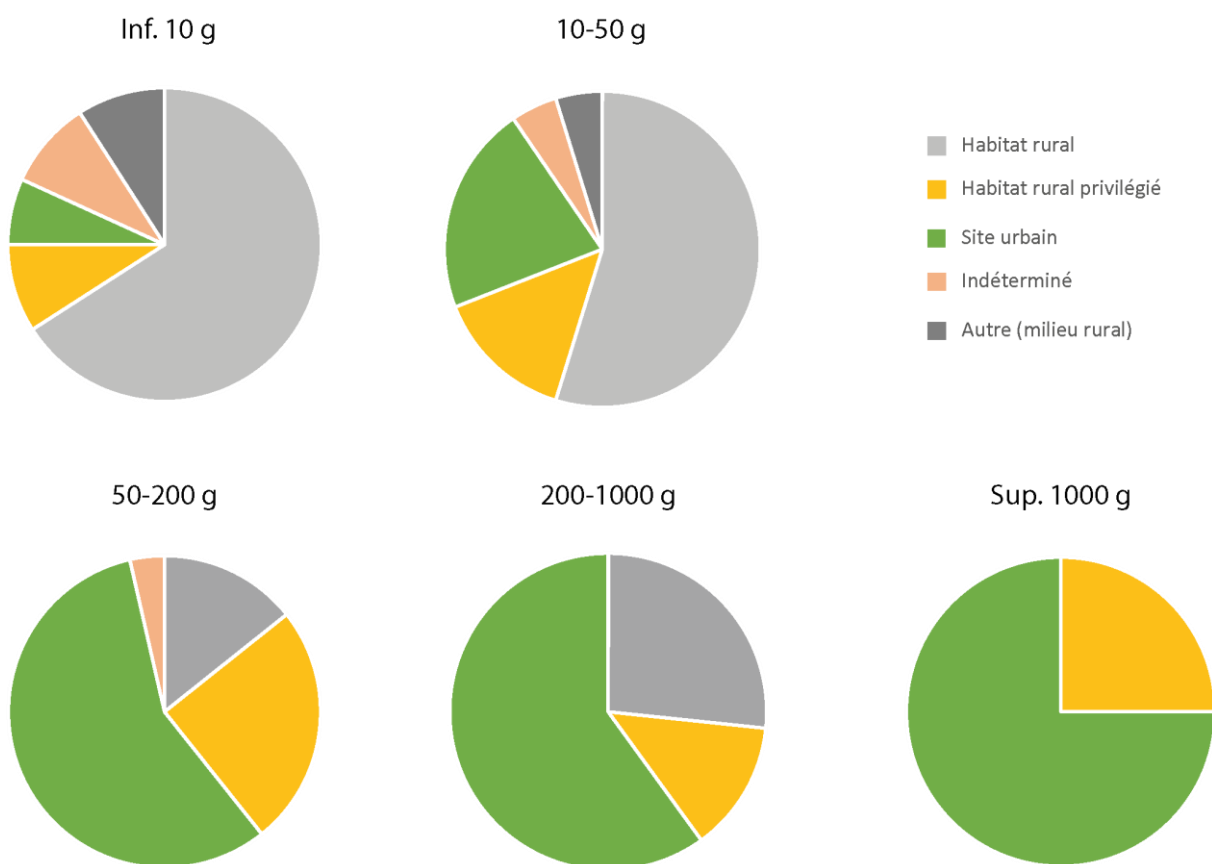


Figure 81 : Distribution des sites en fonction de leur nature et de la quantité de scories produites par an.

<sup>479</sup> Ces proportions se retrouvent, en marge de la zone d'étude, par l'habitat rural de Ronchères, Le bois de la forge (Aisne), ayant livré une dizaine de kilogrammes de scories pour environ 250 ans d'occupation, soit 40 g/an (Malrain *et al.* 2010, et en particulier la partie de S. Bauvais sur la production métallurgique).

Les sites pour lesquels le travail du fer est mieux attesté, avec entre 50 et 200 g de scories formées par an, sont principalement des sites urbains et des habitats ruraux privilégiés. Au contraire, peu d'habitats ruraux ont engendré autant de déchets de forge.

La situation est similaire pour les sites ayant généré entre 200 et 1000 g de scories par année d'occupation, à la différence que les habitats ruraux entrant dans cette catégorie sont plus nombreux que les habitats ruraux privilégiés.

Enfin, les sites ayant livré plus de 1000 g de scories par an sont tous des sites ruraux privilégiés ou urbains. Aucun habitat rural n'a eu une production métallurgique générant autant de scories.

Ces observations amènent à plusieurs conclusions. En premier lieu, la métallurgie en contexte rural est relativement peu génératrice de scories par rapport à celle pratiquée sur les sites urbains ou ruraux privilégiés. En second lieu, il semble que la majorité des forges rurales ont généré moins de 50 g de déchets par an, tandis que celles sur les sites urbains en ont formé plus.

Certains de ces cas méritent d'être commentés car la quantité de scorie par an générée par ces forges ne semble pas en accord avec le reste des vestiges métallurgiques identifiés sur ces espaces de production.

En premier lieu, étant donné de la quantité de scories rejetées, environ 31 kg, et nombre important de foyers de forge identifiés au sein et hors de l'enclos de Paule, Saint-Eloy (250), ce site était attendu parmi ceux ayant une production très importante ; or seulement 89,3 g de scories y ont été formées par an. Dans ce cas, il est probable que la chronologie influe fortement le résultat. En effet, la datation de ce site est très large, couvrant à la fois la période d'utilisation de l'enclos (La Tène finale), mais également celle d'utilisation des structures à l'extérieur de ce dernier (jusqu'à la fin du II<sup>ème</sup> s. p.C.), soit un total très important de 350 ans. De même, il est possible qu'une part des déchets ait été rejetée dans des espaces non fouillés.

Le site de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste présente la même configuration que Paule, Saint-Eloy. Plusieurs lieux de découverte (433 à 437) y ont livré des vestiges d'une métallurgie certainement très présente. Toutefois, la quantité de scories générées par année d'occupation y est assez faible, au maximum de 365 g. Dans ce cas, la durée d'occupation

n'est pas en cause, mais deux autres facteurs peuvent entrer en jeu. En premier lieu, la taille de la fouille est importante, mais mal répartie, en couloir, ne permettant pas l'observation de zones de travail complète et donc la récupération de l'intégralité des déchets associés. Le second facteur, probablement aussi important que le premier, est que les travaux représentés sur le site correspondent principalement à de la mise en forme et petits objets ou d'éléments fins (fibule et fourreaux d'épées pour ceux ayant été identifiés)<sup>480</sup>. Or, la confection de tels éléments, particulièrement à partir de demi-produits bien épurés comme celui mis au jour sur le site, ne doit produire que très peu de scories. Ainsi, dans ce cas, c'est certainement la nature des procédés de production qui explique la faible part de scories identifiées sur le site.

Le site de Vernon, Camp de Mortagne (101) est lié à un *oppidum* et a livré deux foyers de forge. La faible quantité de déchets peut ici être due à l'emplacement de l'espace de travail, à l'extérieur du rempart, près de la porte, une localisation favorable à la dispersion des scories.

L'habitat rural d'Heudebouville, Ecoparc 2, phase antique (75) voit son activité métallurgique se développer dans un enclos séparé de la zone d'habitat. Cette organisation se retrouve au sein de nombreux sites privilégiés du corpus comme Paule (244 à 250), Fontenay-le-Comte, les Genêts (372) ou encore Lamballe, ZAC de la Tourelle (237-238). Il est donc envisageable que le site d'Ecoparc 2 soit également un habitat privilégié. Si cette hypothèse était vérifiée, cela augmenterait encore le nombre de sites privilégiés où la forge est génératrice de nombreux déchets, et ce au détriment des sites ruraux, déjà peu nombreux dans ce cas.

En conclusion, les données relatives à la quantité de scories de forge produites par an permettent de distinguer deux grands ensembles :

- Les sites où la forge génère peu de scories par an (moins de 50 g) sont généralement des habitats ruraux et rarement des sites urbains ou des habitats ruraux privilégiés. Les sites les plus atypiques, les camps militaires et les ateliers de réduction, ont également livré peu de déchets de forge. Il est donc très probable que cette dernière n'ait été que peu développée en leur sein. Les sites où les déchets de forge sont peu présents sont également les plus nombreux – 86 occurrences – démontrant un travail

---

<sup>480</sup> Berranger 2012, p. 4, Nillesse 2012, p. 98.

majoritairement orienté vers une petite production, ou tout du moins une production ne produisant que peu de déchets.

- Très peu de sites ruraux ont une activité de forge où plus de 50 g de scories sont formés. Au contraire, les sites urbains et ruraux privilégiés ont souvent une activité de cette ampleur. Quantitativement, la production semble donc se concentrer sur ces deux types de sites, pourtant bien moins nombreux que les précédents – 47 occurrences.
- Les conclusions obtenues à partir de l'étude de la masse de scories pondérée par année sur les sites rejoignent totalement celles effectuées à partir du nombre de ces déchets. La même distinction chronologique se retrouve entre l'époque augusto-tibérienne et les autres périodes. De même, cela confirme l'organisation générale de l'activité, avec une distinction entre monde rural, où la forge génère peu de déchets et monde urbain/rural privilégié où les déchets sont beaucoup plus présents.

#### 4.1.4. Forges des villes et forges des champs ?

Que ce soit du point de vue du nombre ou de la masse de scories de forge formées, il existe une distinction nette entre l'activité métallurgique rurale et celle en contexte urbain. Les sites ruraux n'ont livré que peu de scories, en apparence très dispersées dans le temps (moins d'une scorie pour 10 années d'occupation). Au contraire, les sites urbains se distinguent par une activité plus régulière et plus abondante. Au sein des sites ruraux privilégiés, les forges génèrent des quantités de scories moyennes, mais des masses importantes. Ces éléments amènent à conclure à une distinction dans la nature même des activités sur ces trois types de sites : ruraux, ruraux privilégiés et urbains. Une étude plus approfondie des quelques sites où les déchets de forge ont fait l'objet d'études microscopiques permettra de vérifier si cette distinction se retrouve au niveau des procédés techniques employés.

##### *Les sites urbains*

Les quantités de scories de forge mises au jour sur les *oppida* sont largement tributaires de la recherche archéologique sur ces sites. Il est possible de comparer les valeurs

obtenues sur la façade atlantique avec celles de deux espaces de production différents de Bibracte (Figure 82). La différence de masse de rejets de forge est frappante : les quantités de scories produites par an étant multipliées par vingt entre Vernon, Camp de Mortagne (101) (un atelier intégralement fouillé) et Bibracte. Ce facteur est largement supérieur pour les sites qui n'ont été que peu fouillés (Orival et Saint-Désir), et donc où les chiffres ne sont certainement pas représentatifs de l'activité.

La comparaison entre Vernon et Bibracte est la plus appropriée. Le contexte est similaire entre Vernon<sup>481</sup> et Bibracte, Bastion sud<sup>482</sup> : ces deux sites se trouvent à l'extérieur d'un *oppidum*, près de l'entrée. Entre Vernon et Bibracte, Porte du Rebout<sup>483</sup>, c'est la production qui semble similaire : principalement des petits objets, en particulier des fibules, à partir de métal bien épuré. Au contraire, au Bastion sud, les déchets démontrent plutôt un travail d'objets massifs à partir de métal peu épuré.

Site	Lieu de découverte	Datation		Scories (g)	Masse/an (g)
Orival, Le Câtelier-La Mare aux Anglais	Plateau	-80	15	714	7,5
Orival, Le Câtelier-La Mare aux Anglais	La Mare aux Anglais	-80	15	72	0,8
Vernon, Camp de Mortagne	Plate forme extra muros	-125	-1	3962	32,0
Saint-Désir, Oppidum du Castellier	Bâtiment 1, compartiment 2	-150	-101	780	15,9
Bibracte	Porte du Rebout	-70	-50	14500	725
Bibracte	Bastion sud	-100	20	33000	275

Figure 82 : Comparaison des masses de scories mises au jour sur les oppida atlantiques et à Bibracte, Porte du Rebout et Bastion sud.

Le calcul de la masse de scories pondérée par année sur ces sites (Figure 82) démontre une très forte domination de Bibracte concernant la quantité de métal travaillé<sup>484</sup>. A travaux similaires, entre Vernon et l'atelier de la Porte du Rebout, les quantités de rejet sont très différentes. Les phases de fabrication étant similaires, les facteurs pouvant influencer sur la quantité de déchets sont les choix des forgerons et surtout la quantité de métal travaillé, partiellement relative à la durée d'occupation effective du site. Ce dernier point est estimable par le nombre de structures de travail trouvées en place. A Bibracte, l'atelier a connu deux

<sup>481</sup> Bauvais 2007, vol. 1, p. 156-161.

<sup>482</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 437-441 et Paris et Berranger 2014.

<sup>483</sup> Duval et Lacoste 2014.

<sup>484</sup> La précision de la datation de l'atelier de la Porte du Rebout explique en partie la valeur très élevée de son ratio par rapport aux autres.

états d'occupation chacun marqués par plusieurs structures de production, tandis qu'à Vernon seuls deux foyers ont été identifiés. La multiplication des structures et la plus grande quantité de déchets produits par an à la Porte du Rebout permettent d'assurer que ce site a été le siège d'une production métallurgique certainement plus durable que celle observée à Vernon.

Entre Vernon et Bastion Sud, la différence de masse de déchets produits provient certainement de la nature des travaux, beaucoup plus générateurs de déchets dans le cas du Bastion sud qu'à Vernon, car le métal travaillé est mal épuré. Cela démontre qu'à statut de site équivalent, la production n'est pas toujours de la même nature, ni de la même intensité.

### *Les sites ruraux privilégiés*

Dans les milieux ruraux, malgré le nombre de sites concernés, l'activité métallurgique est généralement moins étudiée en détail. Toutefois, les déchets métallurgiques issus de quelques habitats ruraux privilégiés ont fait l'objet d'observations microscopiques permettant l'identification des types de travaux effectués sur place. C'est en particulier le cas de Touffreville, Villa (130), où il a été démontré que les travaux pratiqués étaient très variés, allant de l'épuration de la masse brute de réduction à la mise en forme d'objets. Les techniques de mise en forme utilisées semblent relativement simples, mais sont utilisées de manière récurrente<sup>485</sup>. En ce sens, l'activité métallurgique de cette villa se rapproche de celle observée sur des ateliers comme Bibracte, Bastion Sud. Il existe donc peut-être une similitude entre les métallurgies pratiquées sur les sites ruraux privilégiés et sur les sites urbains. La quantité de scorie générée par an est supérieure à 1000 g à Touffreville, un des sites du corpus où le travail du fer semble le plus important. Cela atteste d'un dynamisme métallurgique extrêmement fort de certains sites ruraux privilégiés.

A Paule, Saint-Eloy (250), la métallurgie est caractérisée par la pratique de l'épuration et de la forge d'objets de toutes dimensions, effectuée à partir de métal bien compacté<sup>486</sup>. La quantité de scories produite par an y est assez faible, aux alentours de 89,3 g. Cela est comparable avec les vestiges de forge issus des sites de Val-de-Reuil, la Communière (95) et Lamballe, ZAC de la Tourelle (237-238), où les activités métallurgiques identifiées sont similaires : élaboration d'une large gamme d'objets avec la présence de travaux à haute

---

<sup>485</sup> Berranger *et al.* 2014a, p. 194-199.

<sup>486</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 124-128.

température – et l'utilisation d'ajouts argilo-sableux à Lamballe. Sur ces deux sites, la masse de scories produites par an est faible : 37,8 g pour Val-de-Reuil et 60 g pour Lamballe, démontrant que les habitats ruraux privilégiés ne produisent pas tous de grandes quantités d'objets en fer. Concernant les sites ruraux privilégiés, comme sur les sites urbains, il existe une diversité à la fois des pratiques métallurgiques, mais également du volume de travail de forge.

### *Les sites ruraux*

Au sein des habitats ruraux, les études à échelle microscopique sont rares. Sur la façade atlantique, seul le site d'Orval, Les Pleines (136-137-138) en a bénéficié. L'observation des déchets permet d'y restituer le travail de grosses pièces de métal, plutôt dans le cadre de la fin du processus de fabrication<sup>487</sup>. Pour les deux phases d'activité les plus marquées, ces pertes représentent environ 50 g de scories par an, mais seulement 0,8 g pour la phase intermédiaire. Ce site est interprété, comme celui de Bazoches-sur-Vesle, Les Chantraines (Aisne)<sup>488</sup>, comme un lieu où le travail du fer concerne la fabrication d'objets très variés à partir de métal bien épuré. En termes de masse de scorie produite, ces sites semblent assez représentatifs de la majorité des habitats ruraux.

Les observations macroscopiques effectuées sur d'autres sites permettent également de détailler quels types de travaux de forge y étaient effectués. A Etainpuis, la Briquetterie (45), les scories sont de tailles variées, démontrant certainement la mise en forme d'objets de dimensions diverses<sup>489</sup>. Le site de Louviers, Rue des Oiseaux (79), présente, lui aussi, des déchets de forge pouvant être associés à des travaux simples ou des travaux fins<sup>490</sup>, donc principalement à des phases d'élaboration. Cela semble confirmer l'adéquation faite entre habitats ruraux et travaux de forge variés.

Le cas particulier des sites ruraux au sein desquels ont été produites de grandes quantités de vestiges métallurgiques est intéressant. Les quatre sites de cette catégorie dont les

---

<sup>487</sup> Zaour *et al.* 2014, p. 171.

<sup>488</sup> Bauvais *et al.* 2007, p. 240-244.

<sup>489</sup> Blancquaert *et al.* 2009, p. 136-137.

<sup>490</sup> Colliou 2012.

rejets de forge dépassent une scorie par année d'occupation font également partie de ceux pour lesquels la masse de scories est la plus importante, confirmant ainsi leur caractère exceptionnel concernant la métallurgie du fer.

A Dax, rue Pascal Lafitte (442), la découverte de nombreuses amphores tarraconaises permet de supposer que cet habitat, par ailleurs mal connu, avait un statut particulier<sup>491</sup>. A Heudebouville, Ecoparc 2, phase antique (75), outre la présence de nombreuses scories, l'existence d'une zone dédiée à la métallurgie à quelques centaines de mètres de l'habitat correspond à un schéma récurrent observé par ailleurs sur les sites privilégiés. Cela suggère que le site d'Heudebouville est un habitat privilégié. A Saint-Sébastien-de-Morsent, Avenue François Mitterrand - Rue de la Garenne (92-93) du fait de réoccupations, il n'est pas possible de connaître la forme prise par l'occupation. Dans deux cas sur trois, il est probable que ces sites aient un statut particulier.

Si cette hypothèse était vérifiée, cela signifierait une augmentation du nombre de sites privilégiés au sein de la catégorie des espaces producteurs de nombreux déchets de travail du fer ; et ce au détriment des habitats ruraux. Cela renforcerait d'autant la séparation entre travaux de forge de campagne peu générateurs de scorie et production plus intense se déroulant en ville ou au sein du domaine de riches propriétaires terriens.

Il est donc possible de proposer que, de manière générale, les sites ruraux soient caractérisés par le travail relativement peu fréquent de faibles quantités de métal bien épuré. Les habitats urbains, au contraire, voient se développer une pratique métallurgique beaucoup plus intense utilisant du métal de toute qualité. Enfin, les sites ruraux privilégiés développent une activité généralement fréquente, voire très développée, fondée sur des travaux variés à partir de métal certainement épuré sur place (vestiges d'épuration observés, mais non majoritaires).

#### **4.2. Organisation inter-sites de l'activité métallurgique**

Après avoir étudié l'organisation des espaces de travail au sein des sites, il est nécessaire d'élargir le champ de vision et de se pencher sur d'éventuelles relations de

---

<sup>491</sup> Cousteaux 2014, p. 113.



complémentarité entre les sites. Seule cette échelle d'analyse permettra de comprendre les liens unissant les divers lieux de production, autour d'une succession de procédés de fabrication qui semblent géographiquement très distendus. En premier lieu, ces relations seront observées à l'échelle de la façade atlantique. Dans un second temps, l'étude se focalisera sur deux exemples – la plaine de Caen pour le monde rural et Bordeaux pour le milieu urbain – afin de porter l'analyse au sein d'ensembles plus restreints.

#### 4.2.1. Organisation générale

De nombreux sites ne présentent qu'une phase du processus de fabrication des objets en fer, ce qui démontre sa forte dislocation géographique. Il est alors nécessaire de comprendre comment s'organisent les espaces de production entre eux afin de déterminer quels liens les unissent. En ce sens, une présentation de sites liés à la métallurgie du fer par période chronologique<sup>492</sup>, tout en mettant l'accent sur les regroupements ou séparations de lieux de travail, permettra de dresser un tableau de cette organisation.

---

<sup>492</sup> Un site est associé à une période chronologique si au moins une partie de l'intervalle de datation de son occupation entre dans cette période. Par exemple, l'atelier de réduction de Tourc'h, Le Restou (309) est daté entre 320 et 200 a.C. ; il est donc inclus à la fois dans les sites appartenant à La Tène moyenne, son occupation principale, mais également à ceux de La Tène ancienne. Un des inconvénients de cette méthode est de potentiellement donner de l'importance à des sites qui n'en ont que peu pour la période. Toutefois, cela permet également de bien cerner les continuités. De plus, l'utilisation d'une valeur unique, moyenne de l'intervalle d'occupation, aurait, au contraire, favorisé les ruptures. Cette dernière solution ne semblait pas pertinente pour les sites dont l'occupation peut-être longue, comme les habitats ruraux.

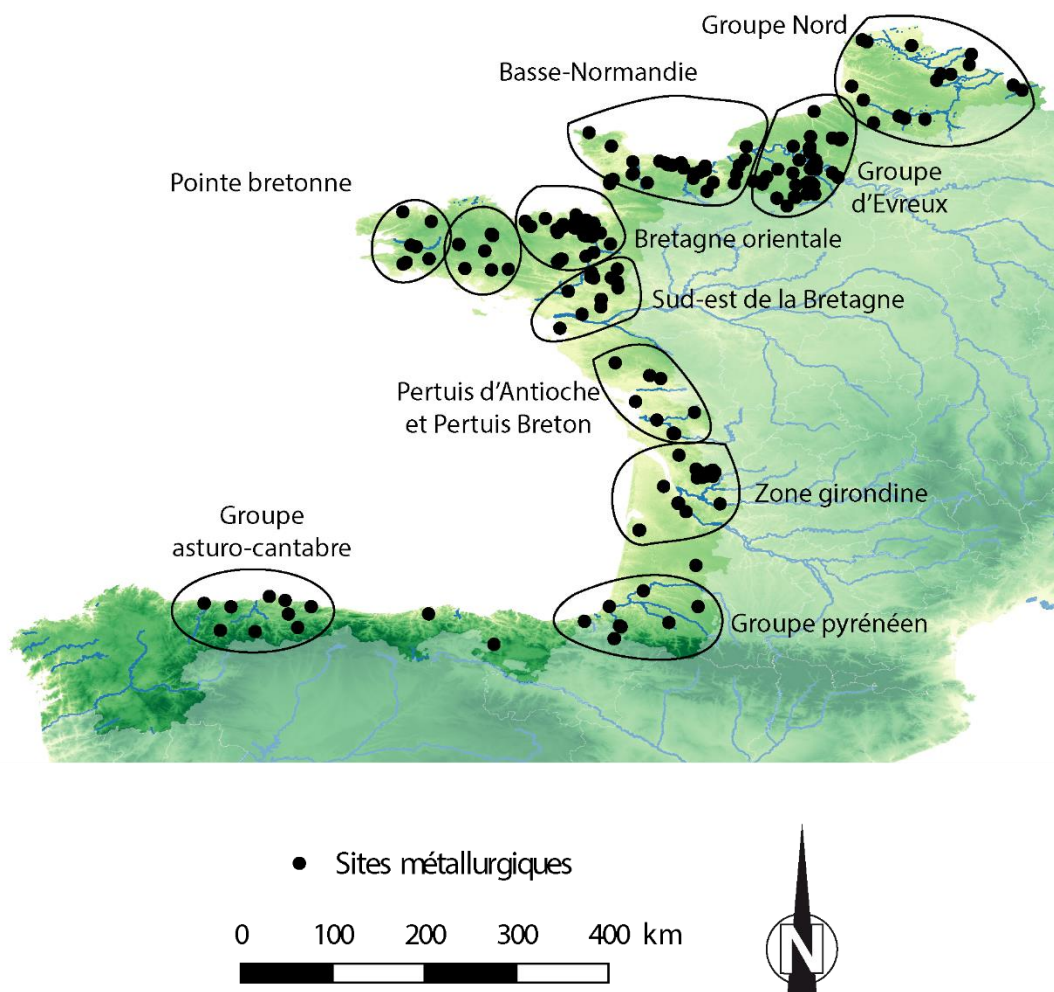


Figure 83 : Groupes de sites métallurgiques identifiés sur la façade atlantique.

Les périodes chronologiques utilisées ici sont les grands découpages conventionnels à l'échelle européenne : 450-300 a.C. ; 300-150 a.C. ; 150-30 a.C., période augusto-tibérienne et enfin le reste du I<sup>er</sup> s. p.C. Le fait de subdiviser la période romaine en deux parties permet de mieux prendre en compte l'époque augusto-tibérienne, moment potentiellement charnière, afin de pouvoir faire des comparaisons avec l'époque gauloise et le plein Haut-Empire. De plus, malgré la faible amplitude de cet intervalle chronologique, la précision des datations, en particulier céramiques, pour cette période, permet d'assurer le bien fondé des datations retenues. Le développement suivant fera appel aux groupes de sites représentés sur la carte Figure 83.

#### 4.2.1.1. Entre 450 et 300 a.C.

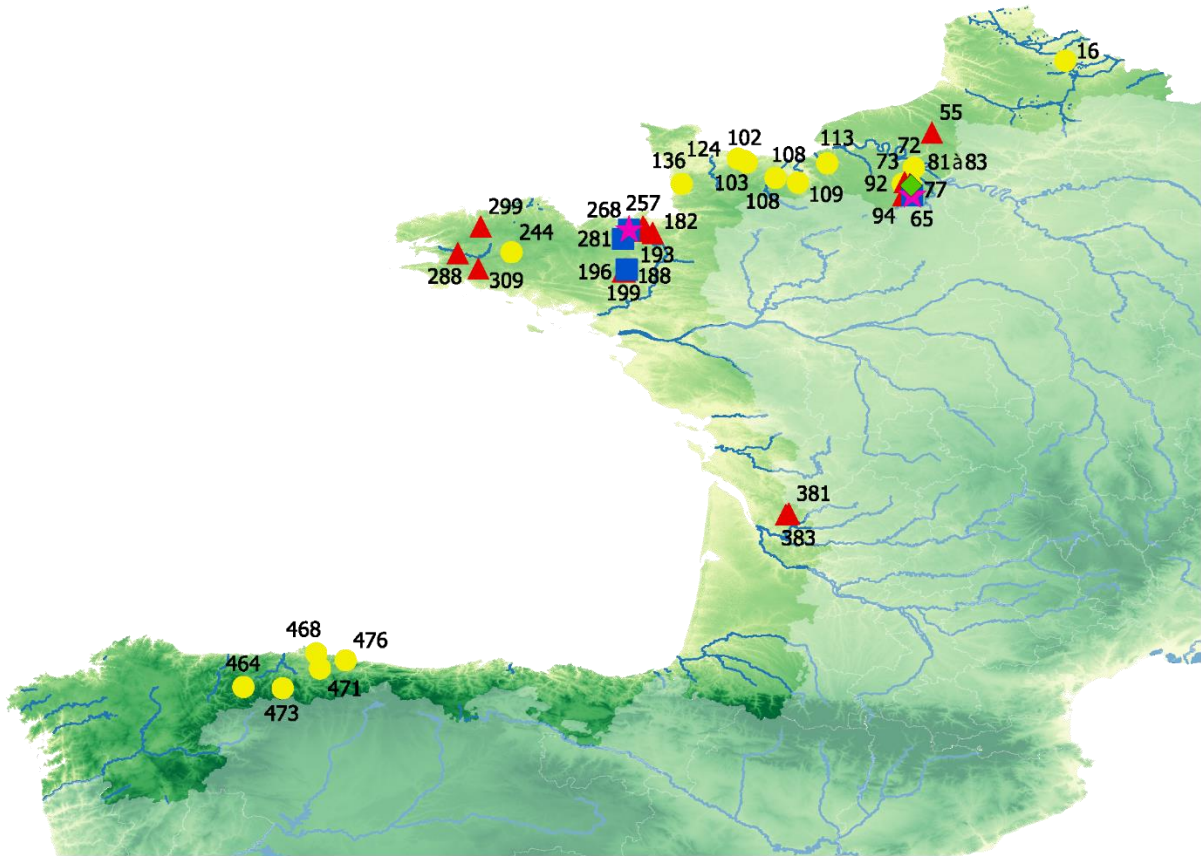
Entre 450 et 300 a.C., la majorité des sites métallurgiques connus sur la façade atlantique se concentrent en Bretagne et le long de la Manche, un autre groupe se trouve à cheval entre les Asturies et la Cantabrie, tandis que seulement deux sites occupent l'espace intermédiaire entre ces deux ensembles<sup>493</sup> (Figure 84).

### *Les sites asturo-cantabres*

Tous sites asturo-cantabres sont des habitats fortifiés de hauteur pour lesquels la datation est plus large que les V<sup>ème</sup> - IV<sup>ème</sup> s. a.C. Au sein de ces habitats, seuls des vestiges de forge ont été reconnus. Les scories y sont toujours retrouvées en quantités assez faibles, entre un individu à Cangas del Narcea, Torres de Tremao (464) et probablement une douzaine à Gijón, La Campa Torres (468). Ces sites n'ont pas tous été fouillés, ce qui peut expliquer la faible quantité de rejets métallurgiques identifiés. Toutefois, le travail du fer semble y être limité.

---

<sup>493</sup> Les deux sites de réduction mis au jour sur les communes de Bédenac et Clérac (381 et 383) n'ont pas des datations extrêmement fiables. Leur occupation est attestée pendant une période indéterminée de La Tène. Il est donc possible qu'ils n'aient pas été occupés pendant La Tène ancienne. Cela semble confirmé par le fait qu'une des structures mise au jour est un bas fourneau à scorie coulée, type n'ayant pas été identifié à La Tène ancienne sur la façade atlantique.



450-300 a.C.

- ◆ Extraction
- ▲ Réduction
- Réd et forge
- ★ Epuration
- Forge

0 100 200 300 400 km



Figure 84 : Localisation des sites liés à la métallurgie datés entre 450 et 300 a.C..

Aucun espace dédié à la réduction n'a été mis au jour dans la région asturo-cantabres pour cette période. Il est donc impossible de savoir avec exactitude où et comment était produit le fer utilisé dans ces habitats. Seul le site de Teverga, La Garba (473) apporte quelques informations à ce sujet. En effet, quelques fragments de minerai de fer y ont été mis au jour avec les scories de forge. Ce minerai, analysé, vient de deux endroits : d'une part la Sierra de Sobia, proche, et d'autre part des calcaires ferrugineux de Quirós et du port de Ventana. Le fer est donc très certainement produit localement, dans des espaces non

identifiés, mais le minerai peut avoir été importé. Au vu de la présence de minerai préparé et de scories de forge sur le site, il est presque certain que la réduction se fait dans un endroit très proche. De plus, le site de La Graba semble avoir un rôle centralisateur en ce qui concerne le travail du fer. Cela permet de supposer un contrôle de la ressource par la population, ou une partie de la population, de cet habitat fortifié.

### *La pointe bretonne*

En Bretagne, dans le Finistère, trois sites ayant livré des vestiges réduction du minerai de fer se trouvent à quelques dizaines de kilomètres les uns des autres. Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285) et Tourc'h, Le Restou (309) sont des ateliers de réduction, tandis qu'à Plourin-lès-Morlaix, Kerveguen (299), seule une scorie, probablement de réduction, a été mise au jour dans un souterrain, hors de tout contexte métallurgique. Les deux ateliers de réduction ne semblent liés à aucun habitat. Toutefois, en l'absence de vestiges liés à la forge dans ces espaces de production, il faut envisager que ces ateliers ne soient pas indépendants, mais existent en lien direct avec des forges, où le fer était épuré puis probablement mis en forme.

Dans la même région, quelques dizaines de kilomètres plus à l'est, se trouve le site de Paule, Saint-Symphorien, phase 1 (244), un habitat rural, ayant livré quelques scories de forge. Il est donc vraisemblable que le métal produit dans les ateliers de réduction était destiné à être utilisé au sein des habitats ruraux.

### *La Bretagne orientale*

Toujours plus à l'est se trouvent deux groupes de sites relativement proches et semblables. Le premier correspond à six ateliers de réduction du minerai de fer situés dans les communes de Paimpont et Saint-Pierre-de-Plesguen. Presque tous ces sites présentaient uniquement des traces de réduction. Seul l'atelier de Paimpont, Haute-Rivière II (188) a livré des vestiges de forgeage et probablement de préparation du minerai. Sa datation le rattacherait à la fin de La Tène ancienne et à La Tène moyenne. Il est donc envisageable qu'autour de

Paimpont, les ateliers de réduction de La Tène ancienne n'aient fait que produire le fer, ce dernier étant probablement travaillé dans un autre lieu.

Le second ensemble de sites est légèrement plus au nord, autour de Dinan. Il est composé de sept sites de réduction. Seule cette activité était pratiquée sur les cinq les plus à l'ouest, tandis que les deux les plus à l'ouest présentaient également des scories de forge. La datation des sites de Quévert, La Ville Pierre II (268) et Yvignac, Bas Lannouée I (281) – où le métal est travaillé après la réduction – ne faisant aucun doute, cela indique que, même si ce n'est que ponctuellement, la masse brute de réduction pouvait être travaillée directement sur le site de réduction dès La Tène ancienne.

### *Le groupe d'Evreux*

Un groupement de sites métallurgiques de nature plus variée a été identifié autour d'Evreux. La réduction de minerai de fer y est plus fréquemment associée aux habitats ruraux que dans les cas précédemment cités. En effet, sur cinq sites où la transformation de minerai est documentée, trois sont des habitats ruraux – Parville, Bois de Parville (81-82-83), Chavigny-Bailleul, La Mutrelle (65) et Guichainville, Le Long Buisson (72). Pour chacun de ces sites, la structure de réduction semble se trouver en périphérie de la zone d'occupation principale. De plus, il n'est pas fait mention, sur ces sites, de la découverte de très importantes quantités de scories. Il faut donc envisager que la production métallique n'y était pas l'activité principale. Sur les deux derniers, Guichainville, Saint-Laurent (73) et Sylvains-les-Moulins, Le Pot de Fer (94), les espaces de réduction sont isolés et n'abritent pas de travaux de forge.

La forge, elle, n'est documentée que dans des habitats ruraux ou apparentés. Elle se retrouve, au sein de l'habitat, à Saint-Sébastien-de-Morsent, Avenue François Mitterrand - rue de la Garenne, phase 1 (92), probablement en périphérie d'un habitat rural à Heudebouville, Eco parc 2, tranche 3 (77), et dans un espace séparé, dévolu aux activités productives, à Chavigny-Bailleul, La Mutrelle (65). Le site de Saint-Sébastien-de-Morsent est celui ayant livré le plus de scories ramenées à la durée d'occupation, avec une moyenne de 198 g par an. En l'absence d'une évaluation précise des phases de travail pratiquées, il est difficile de

proposer une estimation de la quantité de métal travaillée sur le site. Mais il semble que ce site entretient de liens plus étroits avec la métallurgie.

Le site de Chavigny-Bailleul, La Mutrelle présente une organisation plus complexe que les autres, avec la présence à la fois de vestiges de réduction, de forge, ainsi que de travail des alliages cuivreux, dans un enclos séparé de l'occupation domestique<sup>494</sup>. Dans le cas de ce site, unique dans la région, tout le travail du métal semble avoir été réalisé en un même lieu. Il s'agit donc du seul site de l'ensemble d'Evreux où il est possible de supposer la réalisation de l'épuration de la masse brute de réduction.

Légèrement au nord de l'ensemble d'Evreux se trouve le site de Roncherolles-en-Bray, Liffremont (55) sur lequel des scories de réduction ont été identifiées. Il est totalement isolé d'autres occupations ayant livré des vestiges métallurgiques.

#### *Le nord de la France*

Un seul site se trouve dans le Nord : l'habitat rural de Dourges, Plateforme Delta 3, phase 1 (16), où quelques scories de forge ont été mises au jour. Son isolement par rapport à tout atelier de réduction laisse envisager soit un manque de données archéologiques, soit l'existence de circuits d'échange de matière première à longue distance.

#### *La Basse-Normandie*

Les sept sites bas-normands sur lesquels des vestiges métallurgiques ont été identifiés présentent uniquement des traces de forgeage. Ce sont tous des habitats ruraux. Sur six d'entre eux, les témoins du travail du fer étaient très peu nombreux, ce qui permet de les rattacher à la catégorie des sites où l'activité métallurgique n'est que ponctuelle (Annexe 2.8). Au contraire, le septième site, Orval, Les Pleines, phase 1 (136), a livré environ 57 g de scories par année d'occupation, ce qui fait de lui un des sites avec le plus de traces de travail du fer pour cette période. L'activité métallurgique semble donc y être plus fréquente que sur les autres habitats ruraux. Cela va probablement de pair avec le statut particulier de ce site. En

---

<sup>494</sup> Honoré *et al.* 2007, p. 120-124. Bauvais 2007, p. 260.

effet, une nécropole contenant une tombe à char lui était associée, indiquant qu'il était probablement une résidence élitaires à la Tène moyenne<sup>495</sup>, et donc peut-être dès La Tène ancienne. Malgré l'importance du travail du fer sur ce site, les vestiges métallurgiques sont environ dix fois plus présents à Saint-Sébastien-de-Morsent, Avenue François Mitterrand - Rue de la Garenne, phase 1 (92) plaçant ce dernier nettement devant ses contemporains concernant la quantité de métal travaillé.

L'absence de sites de réduction au sein de cet ensemble assez important d'habitats ruraux atteste de l'existence de réseaux d'échange du fer entre le lieu de production (atelier de réduction) et le lieu de forge (les habitats ruraux). Il est possible que des sites intermédiaires viennent compléter ce schéma, mais l'épuration n'est attestée que sur deux sites à cette période, un atelier de réduction et un habitat rural sur lequel est pratiquée la réduction. Il semble donc que l'épuration était préférentiellement effectuée directement à la sortie du bas fourneau, mais l'importante quantité de sites de réduction sans indices de forge, et donc d'épuration, amène à rester prudent quant à cette hypothèse. Dans le cas présent, il est possible qu'une partie du fer produit dans les régions de Dinan et Evreux ait été échangé avec les habitats ruraux normands situés entre ces deux pôles.

L'observation de l'organisation des différents lieux de découverte de vestiges métallurgiques entre eux, pour la période de 450 à 300 a.C., amène à quelques conclusions intéressantes :

- Il existe une séparation assez stricte entre réduction et forge. La réduction du fer est menée dans des ateliers isolés, tandis que le forgeage est principalement effectué au sein des habitats ruraux.
- Une des seules exceptions est le site de Chavigny-Bailleul, La Mutrelle, sur lequel étaient pratiquées à la fois la forge et la réduction. Son organisation – avec d'une part un espace domestique et d'autre part un autre, éloigné, destiné aux activités productives – est similaire à celle des habitats aisés des périodes suivantes, comme Paule, Saint-Symphorien (244 à 250). Il est donc probable que ce soit un habitat privilégié.

---

<sup>495</sup> La tombe à char, d'abord datée de La Tène ancienne (Lepaumier et Giazzon 2007), s'avère être plus tardive, vers le milieu du III<sup>ème</sup> s. a.C. (Lepaumier *et al.* 2009).



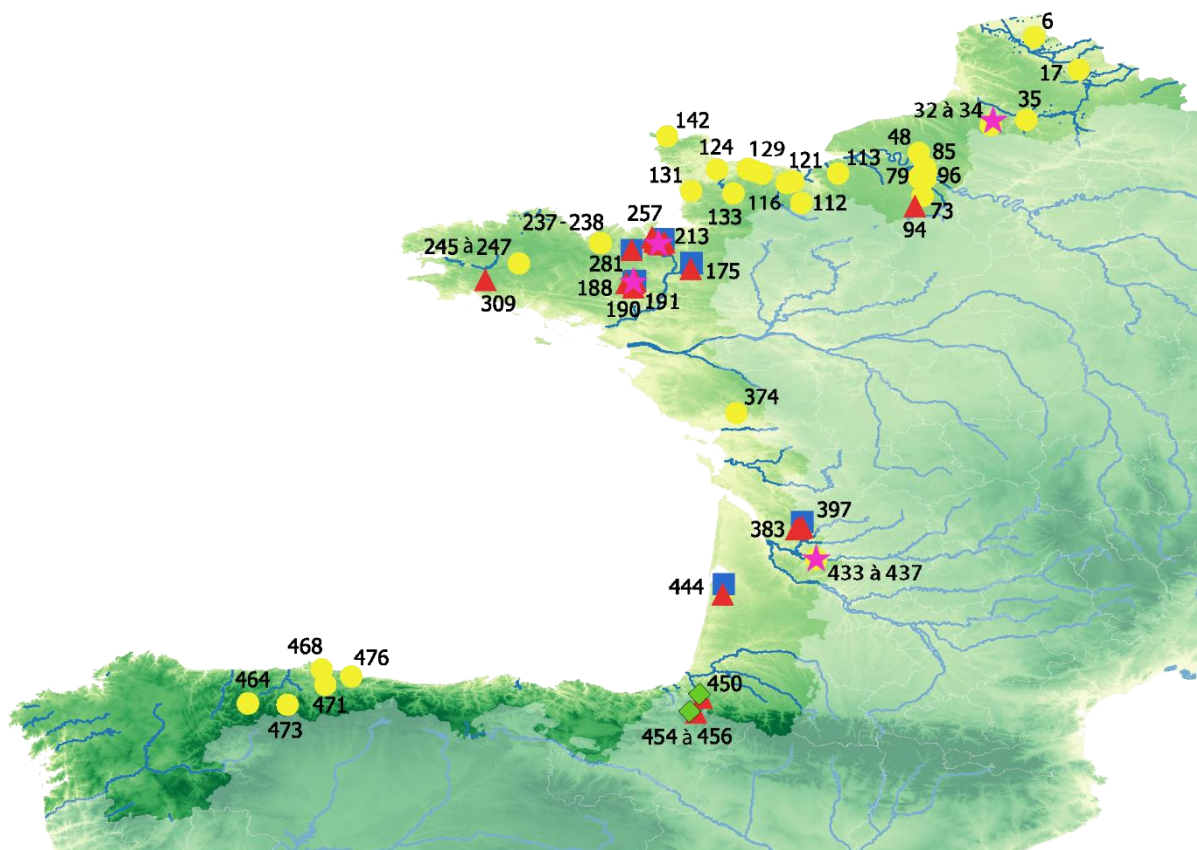
- Sur la majorité des sites ruraux, la production de fer, et donc probablement sa consommation, est assez faible. Seuls les habitats aisés livrent plus de vestiges de travail du métal. Il est probable que les élites soient beaucoup plus demandeuses en fer que le reste de la population, mais aussi que leurs domaines fonciers soient nettement plus important et nécessitent plus de métal pour être travaillés. La combinaison de ces deux facteurs peut expliquer la forte différence de quantité de métal observée en fonction du statut des sites ruraux.
- Les sites de forge et de réduction sont généralement bien séparés géographiquement. Ils ne sont proches que dans la zone d'Evreux. Il est donc probable qu'il ait existé des réseaux d'échange de fer à moyenne voire longue distance pendant cette période.
- L'épuration peut certainement être associée aux sites de réduction. En effet, même si tous ces derniers n'ont pas livré des déchets de travail de la masse brute, les deux seuls sites sur lesquels des indices d'épuration ont été repérés accueillent également une activité de réduction.

#### **4.2.1.2. De 300 à 150 a.C.**

Sur la façade atlantique, la période de 300 à 150 a.C. se caractérise par une forte augmentation du nombre de sites liés au travail du fer. Ils sont également mieux répartis sur le territoire, rendant la délimitation des ensembles moins nette qu'à la période précédente (Figure 85).

##### *Les sites asturo-cantabres*

En Espagne, l'amplitude large des datations des sites permet également de les rattacher au milieu du second âge du Fer. Aucun nouveau site ne vient s'ajouter à l'ensemble d'habitats de hauteur fortifiés asturo-cantabres. Sur ces sites les vestiges métallurgiques reconnus, tous liés à la forge, sont ténus.



300-150 a.C.

- ◆ Extraction
- ▲ Réduction
- Réd. et forge
- ★ Epuration
- Forge

0 100 200 300 400 km



Figure 85 : Localisation des sites métallurgiques en activité entre 300 et 150 a.C.

### Les Pyrénées

Dans les Pyrénées, l'exploitation des gisements de fer des massifs de Larla (450) et d'Urepel (454 à 456) commence probablement vers la fin de La Tène moyenne. Ces sites sont liés aux étapes primaires de la métallurgie : l'extraction et la réduction. Aucun atelier de forge n'a été identifié dans les alentours à cette période. Le métal devait donc être acheminé sur des distances assez longues pour être échangé.

Plus au nord, en Aquitaine, les sites identifiés sont peu nombreux et isolés les uns des autres, mais ils présentent tous des vestiges de plusieurs phases de travail du fer. Par exemple, à Sanguinet, L'Estey du Large (444) des scories de forge et de réduction ont été retrouvées en faible quantité et en différents endroits du site. Les scories de réduction mises au jour étant petites et fragmentaires, ce site a potentiellement servi de lieu d'épuration.

Deux autres sites aquitains sont plus proches l'un de l'autre. Des scories de réduction et de forge ont été découvertes à Saint-Martin-d'Ary, Le Noret (397), tout comme à Sanguinet. Ces vestiges, mélangés, indiquent une proximité forte entre les deux activités<sup>496</sup>. Il est probable que cet enclos soit proche d'un atelier de réduction et que la masse brute y était amenée afin d'être épurée. Légèrement plus au sud, se trouve l'agglomération de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437), pour laquelle une importante activité de forge, et dans une moindre mesure d'épuration, a été mise en évidence. Ce site a pour particularité de présenter également des vestiges de travail des alliages cuivreux à cette période.

Ces trois sites aquitains montrent une diversification dans la pratique de l'épuration. Comme précédemment, elle peut se faire sur les lieux de réduction, mais également être effectuée dans des agglomérations sans lien avéré avec la réduction. Cela induit le déplacement du métal sous forme peu ou pas épurée, de son lieu de production vers son lieu de transformation.

Le site de Lacoste est celui ayant livré le plus de scories ramenées à la durée d'occupation pour cette période, entre deux et trois individus par an (Annexe 2.5). Cela démontre la place importante que prennent ces agglomérations dans le circuit de la production métallique dès leur apparition. Il semble que, même à des périodes plus anciennes, il ait existé un lien étroit entre groupements de personnes et présence de métallurgistes<sup>497</sup>.

---

<sup>496</sup> En l'absence de découverte de structures de production (Rassat 2013, *in* Gasc 2013, p. 92), cette réflexion ne peut être qu'une hypothèse.

<sup>497</sup> Milcent (dir.) 2007b, p. 215.

### *Autour du pertuis d'Antioche et du pertuis breton*

En Vendée, seul le site de Pouillé, Le Grand Paisillier (374) a livré des vestiges de travail du fer. Cet habitat rural, daté de la fin de La Tène moyenne et de La Tène finale se caractérise par l'absence de scories, mais par la présence de restes de barres et de tôles présentant des traces de découpe. Cela laisse entendre que les activités métallurgiques pratiquées sur les habitats ruraux pouvaient ne pas être génératrices de déchets scorifiés. Il faut donc envisager qu'une part (importante ?) des sites où était pratiquée la métallurgie n'a pas été identifiée, faute de travaux fins de caractérisation du petit mobilier métallique.

### *La pointe bretonne*

Dans le Finistère, il n'y a que peu d'évolutions notables entre 300 et 150 a.C. par rapport à la période précédente. Seul l'atelier de réduction de Tourc'h, Le Restou (309) vient s'ajouter aux sites déjà identifiés. Le site de Paule, Saint-Symphorien évolue (245-247), mais conserve une activité de forge assez réduite. Il existe, dans cette région, une séparation assez nette entre sites de réduction et de forge, les deux activités ne se trouvant jamais sur les mêmes sites.

### *La Bretagne orientale*

A l'est, les groupes de Dinan et de Paimpont sont toujours très dynamiques. Autour de Paimpont, le nombre de sites de réduction augmente. Toutefois, le fait que l'utilisation de ces espaces de production de fer était probablement très ponctuelle, voire unique, amène à rester prudent quant à l'effet de groupe matérialisé sur la carte de répartition. L'évolution la plus notable au sein de cet ensemble est l'apparition d'un site sur lequel l'épuration est attestée : Paimpont, La Boissière, atelier B5 (191). De plus, deux autres ateliers de réduction ont également livré des vestiges de forge : Paimpont, La Boissière, atelier B2 (190) et Paimpont, Haute Rivière II (188). Même si ce n'est pas systématique, la forge est bien plus présente au sein des sites de réduction dans la région de Paimpont.

Au contraire, autour de Dinan, la forge est de moins en moins mise en évidence sur les sites de réduction, malgré l'augmentation de leur nombre. Seul l'atelier de Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213), déjà connu à La Tène ancienne, présente des scories de forge et une activité d'épuration très probable. Deux autres sites plus éloignés et isolés présentent également cette configuration : Liffré, forêt de Liffré (175) et Yvignac, Bas Lannouée I (281). Tout comme à Paimpont, aucun site où la forge est attestée seule ne se trouve au sein de cet ensemble. Ces deux zones paraissent donc exclusivement destinées à la production primaire de fer, avec parfois des travaux de forge au sein des ateliers de réduction.

Les sites les plus proches où la forge est attestée sont ceux de Lamballe, ZAC de la Tourelle. Le site 1 (237) est un habitat rural ayant livré 6 kg de déchets de travail du fer dans un enclos séparé de l'enclos principal, comme cela a déjà été observé sur le site antérieur de Chavigny-Bailleul, La Mutrelle. Le site 2 (238), un habitat rural privilégié, est, lui, caractérisé par une faible présence de déchets scorifiés, mais des petites chutes attestent d'un travail soigné sur des petits objets. Ces deux sites sont liés par la nature des ajouts argilo-sableux locaux utilisés lors des travaux de forge<sup>498</sup>. Ils sont donc probablement liés par une même pratique métallurgique, voire par un même forgeron travaillant en ces deux endroits. Il est possible que la forge du site 1, enclos 4, ait approvisionné tous les sites alentours, peut-être dans le cadre de la création et l'entretien d'outils nécessaires au déboisement et à l'exploitation agricole<sup>499</sup>.

### *La Basse-Normandie*

Sur la côte bas-normande, le nombre d'habitats ruraux où la forge est documentée augmente pendant La Tène moyenne. L'occupation de quatre de ces sites a commencé à La Tène ancienne, mais huit autres sont nouveaux. Ils se caractérisent encore par la présence de masses de scories cumulées relativement faibles, comprises entre 61 et 2700 g. Le seul habitat rural privilégié, Saint-Martin-des-Entrées, Le parc sur l'Herbage (129), a livré deux scories de forge par année d'occupation, le plaçant parmi les sites où l'activité est la plus soutenue de la période, mais pour une masse de seulement 28 g par an. S'il est possible d'en juger par ces exemples, la quantité de déchets sur les habitats ruraux privilégiés semble diminuer, tandis

---

<sup>498</sup> Le Carlier 2010, p. 469.

<sup>499</sup> Blanchet (dir.) 2010, p. 468.

que sur les habitats ruraux, la quantité semble similaire, voire supérieure. Cela peut indiquer un accès plus facile au fer pour toute la population, allant de pair avec un intérêt moindre pour ce matériau de la part des élites. Cette hypothèse semble corroborée par l'augmentation générale du nombre de sites portant des traces d'activité métallurgique.

### *Le groupe d'Evreux*

Autour d'Evreux, le nombre de sites liés à la métallurgie augmente également, cependant leur nature change. En effet, seuls deux présentent encore des vestiges de réduction du minerai de fer : Sylvains-les-Moulins, Le Pot de Fer (94) et Guichainville, Saint-Laurent (73). A Guichainville, la réduction n'est plus isolée, mais elle est associée à un habitat dans lequel la forge a été pratiquée. A Sylvain-les-Moulins, la datation lâche du site ne permet pas d'assurer son occupation à La Tène moyenne.

Légèrement plus au nord, cinq habitats ruraux ont livré de nombreux déchets de travaux de forge. Sur le site de Val-de-Reuil, Chemin des Errants (96) la forge semble n'avoir été que peu développée avec seulement trois scories identifiées. Au contraire, les quatre autres habitats ruraux ont livré entre un et une trentaine de kilogrammes de déchets scorifiés, attestant d'un dynamisme métallurgique important. L'habitat rural privilégié de Pîtres, Le Fossoin (85), présente 24 kg de scories répartis en trois lieux de découverte distincts, chacun associé à une phase d'occupation du site. Dans ce cas, l'organisation de l'activité métallurgique semble très stricte, au moins dans son développement spatial. Ce site fait également parti de ceux où l'activité métallurgique est la plus intense à cette période avec 202 g de scories produites par an. A Louviers, rue des Oiseaux (79), 29600 g de scories de forge ont été mis au jour. La taille très importante de cet habitat permet de supposer que ses occupants étaient aisés<sup>500</sup>. Les deux sites ayant livré le plus de scories sont donc, très certainement, d'un statut plus élevé que les trois autres, pour lesquels les quantités de scories sont moindres (3 scories, 1115 g et 2371 g). Toutefois, même sur ces établissements plus modestes, la production de fer (et donc son utilisation) est plus importante qu'à la période précédente.

---

<sup>500</sup> Le Saint Allain (dir.) 2012, p. 87-88.

Aucun atelier de réduction n'a été identifié au sein même de cet ensemble de sites. Les plus proches sont les deux mentionnés plus au sud : Guichainville et Sylvain-les-Moulins. Ces derniers semblent plus liés à une petite production destinées à alimenter en fer les habitats auxquels ils sont associés. Il est donc très peu probable qu'ils aient fourni du fer à d'autres sites, qui plus est en quantités importante. Cela démontre l'existence d'un circuit d'échange du fer, avec des habitats ruraux, en particulier privilégiés, fournis en fer par des ateliers de réduction non localisés – mais probablement éloignés.

Cette organisation particulière peut signifier que les élites ont un pouvoir sur la production d'objets en fer leur permettant de concentrer cette richesse. De même, elles exercent certainement un contrôle sur sa redistribution, créant ainsi une dépendance des habitants des sites de statut moins important.

La quantité de scories identifiée sur les sites aisés de cet ensemble (0,8 scories produites par an), indiquent que le travail du fer y était certainement régulier. Le déplacement de la forge de Pîtres, le Fossouin est un bon exemple de la perdurance de l'activité malgré les divers remaniements du site.

### *Le nord de la France*

Les derniers sites recensés sont des habitats ruraux très dispersés, situés au nord de l'aire d'étude. Parmi ceux-ci, l'habitat de Croixrault, l'Aérodrome (32-33-34) a pour particularité de présenter des vestiges de travail du fer à partir de demi-produits incomplètement épurés<sup>501</sup>. Le métal arrivant sur ce site a donc fait l'objet d'une épuration primaire, mais inachevée. Encore une fois, aucun atelier de réduction n'est connu dans cette région entre 300 et 150 a.C. Il semble donc y avoir une forte séparation entre réduction et forge, et donc des réseaux de circulation du fer développés dans lesquels au moins une partie de l'épuration est pratiquée hors des lieux de mise en forme.

La Tène moyenne est donc une période pour laquelle il existe une certaine continuité avec La Tène ancienne, mais plusieurs changements notables y sont observables :

---

<sup>501</sup> Bauvais 2007, vol. 1, p. 280-283.

- Le nombre de sites présentant des traces d'activité métallurgique augmente.
- La réduction du minerai de fer ne semble toujours pas être pratiquée au sein des sites d'habitat. Seuls des sites comme Guichainville, Saint-Laurent présentent un espace de réduction en lien avec un habitat rural. Toutefois, la production métallurgique y est certainement réduite, uniquement destinée à une diffusion très limitée.
- Au sein des habitats ruraux, la quantité moyenne de vestiges de travail du fer augmente également, et ce indépendamment du statut des sites (aisés ou non). Le fer semble donc être beaucoup plus couramment utilisé à La Tène moyenne qu'à la période précédente.
- Les grands ensembles de sites observés à La Tène ancienne sont toujours d'actualité à La Tène moyenne, en particulier en ce qui concerne les ateliers de réduction. Toutefois, de nouveaux sites, en particulier de forge, sont localisés dans des zones auparavant sans activité métallurgique.
- L'épuration continue à être pratiquée au niveau des sites de réduction, mais également dans certains habitats ruraux et dans la seule agglomération ouverte recensée sur la façade atlantique pour cette période.
- Il existe donc des circuits d'échange du fer. Ce dernier pouvant arriver sous forme plus ou moins épurée sur des sites comme Croixrault, l'Aérodrome, il est possible que les forgerons puissent s'alimenter auprès de plusieurs personnes proposant des fers de qualité différente.

#### **4.2.1.3. De 150 à 30 a.C.**

Entre 150 et 30 a.C., le nombre de sites liés à la métallurgie du fer continue de croître. Ces espaces de travail sont également mieux répartis sur le territoire (Figure 86).

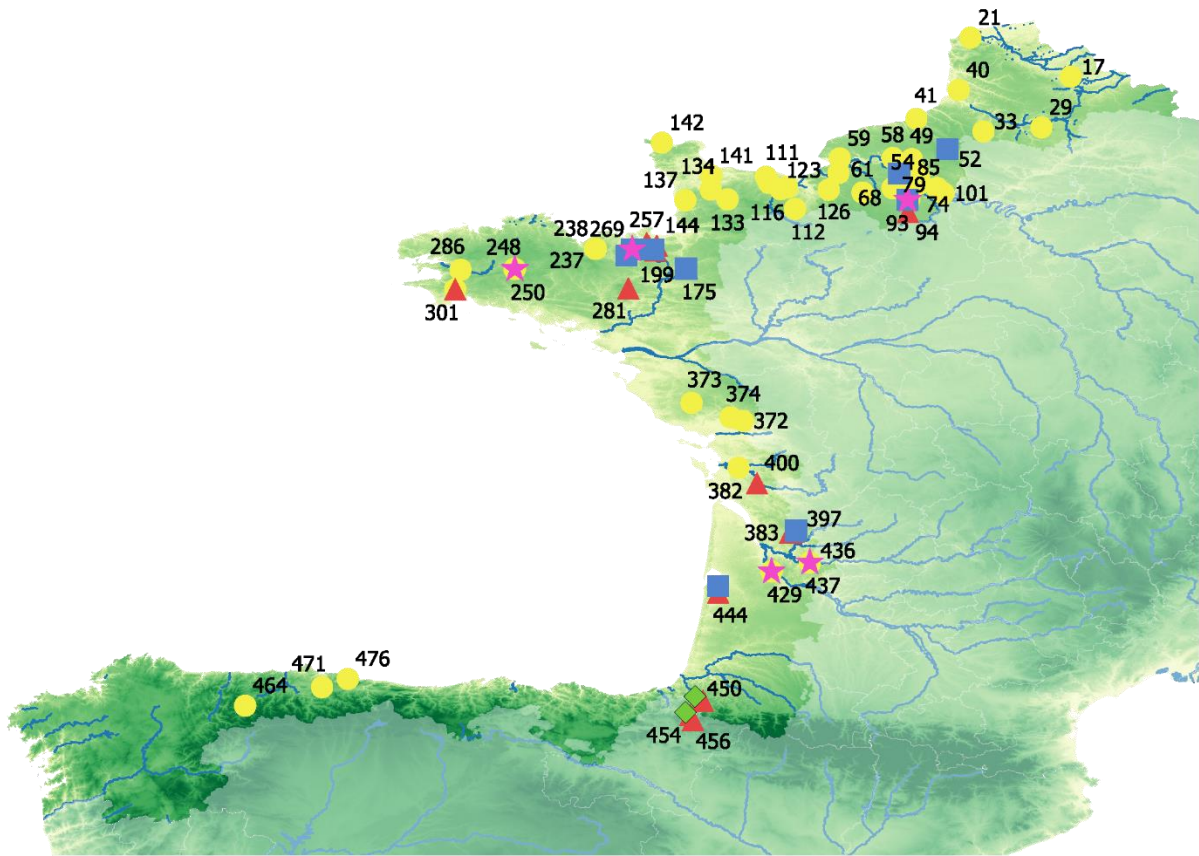
*La zone asturo-cantabres*



Trois sites Asturo-Cantabres, tous occupés pendant l'intégralité du second âge du Fer, ont livré des scories de forge. L'amplitude de leur datation ne permet pas d'assurer avec précision sa période d'activité. L'absence d'ateliers de réduction avérés démontre une séparation probablement nette entre les deux parties du processus métallurgique dans cette région.

### *Les Pyrénées*

Dans les Pyrénées, l'activité continue sur les sites miniers et métallurgiques des Massifs de Larla et Urepel. Cette métallurgie primaire ne semble toujours pas s'accompagner de sites de forge dans les environs immédiats. Tout comme dans le cas de la Cantabrie, le milieu montagneux gêne la reconnaissance de telles activités, expliquant partiellement ce manque dans un secteur très dynamique concernant la métallurgie.



150-30 a.C.

- ◆ Extraction
- ▲ Réduction
- Réd. et forge
- ★ Epuration
- Forge

0 100 200 300 400 km



Figure 86 : Localisation des sites liés à la métallurgie entre 150 et 30 a.C.

### La zone girondine

En Aquitaine, le site de Sanguinet, l'Estey du Large (444) continue à être habités pendant La Tène finale. De même, pour l'agglomération ouverte de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437), dont l'occupation décline au milieu du premier siècle a.C. Cela se ressent au niveau des quantités de déchets de fer générées, elles sont divisées par deux par rapport à l'occupation antérieure, passant à 153 g par an (Annexe 2.8). Au même moment, la métallurgie se développe dans l'agglomération ouverte, proche, d'Isle-Saint-George, Dorgès

(429-430). Sur ces deux sites, de même nature, l'activité de forge est similaire. Elle comprend des phases de travail variées allant de l'épuration de fer « sale » à des travaux de mise en forme délicats (travail de la tôle par exemple)<sup>502</sup>. Le lieu d'approvisionnement en métal de ces sites n'est pas connu, toutefois, légèrement plus au nord, sur les sites de Clérac, LGV, phase 17 (383) et Saint-Martin-d'Ary, Le Noret (397-398), la présence de nombreuses scories de réduction – avec des rejets de forge au Noret – suggère la tenue d'une activité de réduction excédentaire associée à de l'épuration primaire.

#### *Autour du pertuis d'Antioche et du pertuis breton*

Au sein de cet ensemble, les indices métallurgiques démontrent principalement la présence de forges. Le seul indice de réduction observé dans la région est la présence d'une grosse scorie de 4000 g à Saintes, 36 cours Genêt, phase 1 (400). Cet argument est toutefois bien maigre pour assurer la tenue de cette activité.

Les autres sites, principalement des habitats ruraux, ne contenaient que peu de vestiges métallurgiques, tous liés à la forge. Une distinction très nette apparaît cependant entre les deux habitats ruraux simples et un site de nature indéterminée d'une part, et l'habitat rural privilégié de Fontenay-le-Comte, les Genêts (372) d'autre part. En effet, sur ce dernier un total cumulé de 3000 g de scories de fer, ainsi que des fragments de demi-produits ont été mis au jour. Au contraire, sur les autres sites, les quantités de vestiges sont beaucoup plus faibles, seulement quelques scories ou des chutes de travail. Le site rural privilégié des Genêts a certainement été le siège d'une activité de forge régulière utilisant comme matière première des barres à douille, du métal généralement très bien épuré. Ce site se situe donc certainement en toute fin du processus métallurgique, seule la forge y est pratiquée, sans épuration. Malgré la quantité relativement importante de scories par rapport aux autres sites de la région, la production ne semble pas intensive, mais plutôt tournée vers la création, l'entretien et la réparation d'outils destinés à être utilisés sur le site<sup>503</sup>.

#### *La pointe bretonne*

---

<sup>502</sup> Berranger 2012 pour Lacoste, Valette 2016 pour Dorgès.

<sup>503</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 160-162.

Dans le Finistère, les sites en lien avec la métallurgie restent peu nombreux. A Quimper, Kermoisan (301), des structures de combustion identifiées comme étant des bas fourneaux et des foyers de forge ont été mises au jour. Si ces interprétations sont exactes, ce site serait un espace de réduction et de forge, probablement d'épuration. Assez proche, l'habitat rural de Châteaulin, Penn ar Roz (286), n'a livré, pour La Tène finale, qu'un foyer, assimilé à la forge par similitude avec des structures plus récentes du même site. La production métallurgique ne semble donc pas avoir été très importante sur ce site. Au contraire, au nord-ouest, l'habitat aristocratique de Paule a livré deux espaces de production sur lesquels des travaux métallurgiques importants ont été identifiés.

A Saint-Symphorien (248), dans le cœur historique de l'établissement, se trouvait une forge, utilisée pendant un temps assez important vu son nombre de phases d'occupation. A quelques centaines de mètres de là, à Saint-Eloy (250), un enclos dans lequel la métallurgie occupait une place importante a été mis au jour. De nombreux déplacements des zones de travail y ont été observés. L'étude menée sur le mobilier issu de ce site atteste la présence d'une forte activité d'épuration, mais également du travail du fer à partir de métal « propre »<sup>504</sup>. Ce site entretenait des liens très étroits avec un ou plusieurs ateliers de réduction dont il épurait certainement les masses brutes. De plus, au moins une partie du métal ainsi obtenu était travaillé sur place. Il est envisageable que cette activité alimentait également l'atelier de Saint-Symphorien en matière première métallique.

Il reste délicat de connaître la régularité du travail du fer sur le site de Paule : à Saint-Symphorien, l'atelier présente quelques structures successives et la production de déchets la plus élevée de la période, 683 g de scories par année d'occupation<sup>505</sup> ; au contraire, à Saint-Eloy, les structures sont très nombreuses, mais la production de scories de forge, ramenée à l'année, n'est que de 89 g (Annexe 2.7). Il est probable que les forges de Saint-Eloy aient servi à l'épuration de masses brutes de fer, par la suite soit utilisées sur place, soit dans l'atelier voisin de Saint-Symphorien<sup>506</sup>. Au total, les quantités de scories produites sur le site de Paule sont très largement supérieures à celles relevées sur les sites contemporains de la façade atlantique, démontrant ainsi que cette production ne devait certainement pas être

---

<sup>504</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 121-128.

<sup>505</sup> L'occupation métallurgique semble évoluer durant cette période, et il est possible que l'activité la plus importante soit de durée plus réduite, liée à l'occupation contemporaine de l'habitat, soit La Tène finale.

<sup>506</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 129.

destinée à la seule consommation du site, mais très certainement être au moins partiellement vouée à l'export.

L'habitat privilégié de Saint-Symphorien a donc certainement fonctionné comme d'autres sites antérieurs ou de la même période : en exploitant des ressources présentes sur son territoire. Le contrôle exercé par les occupants de cet habitat sur la production était certainement très fort, que ce soit par le biais très probable de la possession des terres où se situent le minerai, mais également probablement de la main d'œuvre et des éventuels circuits de diffusion des objets fabriqués. Il est possible de proposer un parallèle, au moins dans l'organisation, avec un site rural privilégié gallo-romain de Mont-Saint-Jean, *villa* de Roullée/La Selle (Sarthe)<sup>507</sup>. Ce dernier tire également parti des ressources métalliques de son domaine, une partie de son activité étant tournée vers la métallurgie du fer, avec très certainement plusieurs ateliers de réduction affiliés et une centralisation de l'épuration/forge au sein de la *villa*. Les quantités de scories identifiées sont de l'ordre de plusieurs tonnes concernant les scories de réduction, bien au-delà de ce qui a été observé à Paule, ce qui renforce d'autant plus l'idée d'une gestion complexe des ressources d'un territoire au sein des habitats ruraux privilégiés.

### *La Bretagne orientale*

Plus à l'est, à Lamballe, ZAC de la Tourelle, se trouvent deux habitats ruraux très proches dont un, le site 1 (237), est similaire à Paule dans son organisation. Il présente, comme Paule, un enclos d'habitat (Enclos 1) et un autre, éloigné de quelques centaines de mètres, dédié aux activités productives, dont la métallurgie (Enclos 4). Chacun de ces deux lieux de découverte ont livré respectivement 40 et 60 g de déchets de fer scorifiés par année d'occupation. L'activité porte probablement sur toutes les étapes de forgeage, d'un travail avec des pertes en métal régulières, à la mise en forme très maîtrisée, avec très peu de pertes en fer<sup>508</sup>. Le site 2 (238) a livré moins de déchets. Ces derniers sont surtout en lien avec le travail de petits objets et présentent de faibles pertes en fer. Les deux sites, pourtant très proches, présentent deux forges orientées vers des travaux différents, petits objets pour le site

---

<sup>507</sup> Sarreste 2017, en particulier p. 176-177.

<sup>508</sup> Zaour et al. 2014, p. 178.

2, éléments plus volumineux sur le site 1<sup>509</sup>. Les productions de ces deux sites sont donc certainement complémentaires. L'absence de vestiges de réduction permet toutefois de supposer que, contrairement à Paule, le fer n'était pas produit dans un endroit proche, mais arrivait sous forme au moins partiellement épurée. Les habitats ruraux aisés pouvaient donc ne pas être indépendants dans leur approvisionnement en fer.

Autour de Paimpont, le nombre de sites de réduction diminue très fortement à La Tène finale. Seul le site de Plélan-le-Grand, Etang du Perray (199) est toujours en activité à cette période. De même, le nombre de sites métallurgiques diminue également autour de Dinan où seuls deux sites métallurgiques sont documentés : Yvignac, Bas Lannouée (281), dont la datation, imprécise, recouvre tout le second âge du fer, et Quévert, Le Clos Mirette (269) où l'occupation commence à la toute fin de La Tène finale.

Le travail du fer est cependant toujours présent mais il est mieux reconnu plus à l'est, autour de Miniac-Morvan. Six sites de réduction y sont identifiés. La connaissance de ces sites est plus ou moins bonne, allant de l'atelier très bien connu de Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213), à des sites à scorie uniquement observés lors de prospections comme Miniac-Morvan, Rochambaud (187). Cette zone semble tout de même être une des plus dynamiques observées. C'est également à La Tène finale que se trouve la période d'activité la plus probable du site de Liffré, Forêt de Liffré (175), un site légèrement isolé des autres, mais ayant également livré des scories de réduction.

### *La Basse-Normandie*

Tout comme pour les périodes précédentes, le travail du fer sur les sites bas-normands concerne uniquement la forge. Ces 18 sites correspondent à 14 habitats ruraux, deux agglomérations et deux sites de nature indéterminée. Du fait de l'ancienneté de la fouille, les vestiges mis au jour dans l'agglomération d'Urville-Nacqueville, La Batterie Basse (142) sont peu nombreux et seulement des outils. A Saint-Désir, Oppidum du Castellier (126), environ

---

<sup>509</sup> Le Carlier 2010, p. 424-471.

800 g de scorie ont été mis au jour dans un bâtiment, attestant de sa probable utilisation comme espace de forgeage. Contrairement à ce qui a été observé en Aquitaine, en Normandie les agglomérations ne semblent que peu liées au travail du métal.

Les habitats ruraux ont livré des quantités de déchets de forge variables, mais toujours faibles, allant de 0,1 à 35,3 g de scories par année d'occupation. Certains de ces sites présentaient tout de même des vestiges plus particuliers, comme Mondeville, l'Etoile, site 3 (123) où une tombe à char était associée à l'habitat, et Creully, Clos de l'Épinette (111), où de la céramique de qualité a été mise au jour. L'exemple de Creully, le site ayant livré le plus de scories dans cette zone, démontre qu'il existe certainement un lien entre la richesse des occupants d'un site et la quantité de métal qui y est travaillé. A Mondeville les scories retrouvées correspondent seulement au rejet de 9,2 g de déchets par année d'occupation, mais elles sont particulièrement petites pour la région<sup>510</sup>, possiblement en relation avec des travaux particuliers.

### *Le groupe d'Evreux*

Comme aux périodes précédentes, une concentration de sites ayant livré des vestiges de travail du fer se trouve autour d'Evreux. Cet ensemble connaît, à La Tène finale une forte expansion grâce à sept sites déjà occupés entre 300 et 150 a.C. et la création de huit autres. Il s'agit principalement d'habitats ruraux, de deux *oppida*, et du site de réduction mal daté de Sylvains-les-Moulins, Le Pot de Fer (94).

La réduction, qui était très présente dans la région à La Tène ancienne, semble avoir presque disparu à La Tène finale. Toutefois, trois sites présentent quelques scories de réduction parmi des déchets de forge en plus grand nombre. Ce sont un *oppidum*, Le Câtelier-La Mare aux Anglais (54), et deux habitats ruraux. En admettant que la découverte des deux types de scories sur un site soit un indice de la pratique de l'épuration, cette activité se retrouve donc, au moins partiellement, sur les sites d'élaboration.

---

<sup>510</sup> Zaour *et al.* 2014, p. 172.

Les quantités de scories mises au jour sur les habitats de cette région sont largement supérieures à celles observées en Normandie sur des sites similaires. En effet, les habitats ruraux ont livré entre 0,7 et 248,7 g de déchets scorifiés par année d'occupation. Les vestiges de travail du fer sont donc largement plus présents dans les habitats ruraux autour d'Evreux, en particulier à Louviers, rue des Oiseaux (79) et Pîtres, Le Fossouin (85), que dans ceux d'autres régions. Ces habitats ruraux, parfois de statut privilégié, sont les sites où le travail du fer est le plus important pour la période. Cela marque l'intensité de leur implication dans les circuits de fabrication et de commercialisation du fer, au détriment des *oppida* régionaux, Vernon, Camp de Mortagne (101) et Orival, Le Câtelier-La Mare aux Anglais (54), où la masse de scorie mise au jour n'excèdent pas 32 g par année d'occupation.

### *Le nord de la France*

Enfin, comme à La Tène moyenne, les sites au nord de l'ensemble d'Evreux sont très dispersés. Le seul atelier de réduction est celui du Fossé, Les Prés de Montadet, parcelle 262 (52). Les autres sites sont des habitats ruraux, privilégiés ou non. Du point de vue de la métallurgie, ils sont très semblables aux sites de l'ensemble d'Evreux : les quantités de scories recensées y sont toujours dans le même ordre d'idée, avec un pic de 154,6 g de scories par an sur le site privilégié de Rue, Chemin des Morts (40). Ce groupe est donc très similaire à celui d'Evreux concernant la production d'objets en fer, que ce soit dans les quantités de métal forgé, ou concernant la nature des sites où est effectué ce travail.

Entre 150 et 30 a.C., les ensembles de sites en lien avec la métallurgie du fer sont toujours les mêmes. Cependant, quelques changements y sont observables :

- Globalement, la quantité de déchets de travail du fer mise au jour par site augmente, attestant d'une continuation de l'accroissement de la consommation de fer, en particulier dans les habitats ruraux<sup>511</sup>.

---

<sup>511</sup> Leur développement s'accompagne également d'un accroissement de la production agricole des fermes (au moins en Haute-Normandie). Ces excédents ont certainement permis une augmentation de la population non



- Les agglomérations prennent de plus en plus d'importance dans l'économie du fer. En Aquitaine, les agglomérations ouvertes sont très dynamiques, tandis qu'au nord traces de travail du fer relevées sur les *oppida* sont moins importantes.
- Les différences restent très notables entre les habitats ruraux ordinaires et les habitats ruraux privilégiés, mais elles ont tendance à s'amenuiser : certains sites pour lequel aucun statut particulier n'a été décelé ont livré des quantités de scories supérieures que celles des sites aisés proches. Ce constat est particulièrement vrai pour les ensembles du nord de la France et d'Evreux, mais l'est moins pour les sites normands où les quantités de déchets métallurgiques mises au jour restent faibles, au même niveau qu'à La Tène moyenne.
- Les sites de réduction présentent, en proportion, de plus en plus d'indices de pratique de la forge. Il faut envisager que cette dernière était, au moins partiellement effectuée à la sortie des bas fourneaux. Toutefois, l'épuration, quand elle est avérée par des études de laboratoire, est identifiée au sein d'habitats ruraux ou d'agglomération. Le métal n'est donc probablement que partiellement travaillé sur les sites de réduction.
- Mis à part l'exemple de Paule, il est difficile de percevoir le lien entre les sites de réduction et ceux de forge car ils forment des ensembles assez distincts. Cette séparation géographique induit la présence de réseaux d'échange du fer faisant le lien entre les ateliers de réduction et les lieux de forge.

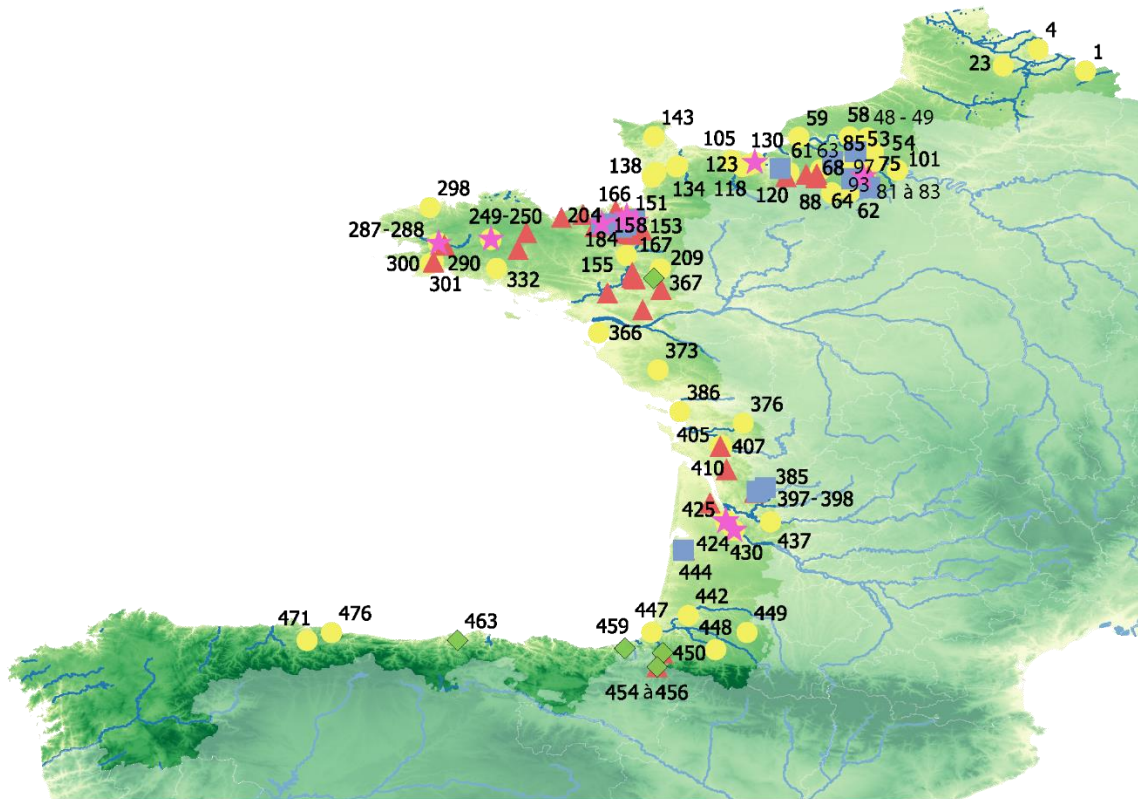
#### 4.2.1.4. La période augusto-tibérienne

La période augusto-tibérienne, correspondant aux premiers temps de la domination romaine, à la fois en France et dans le nord-ouest de la Péninsule ibérique, voit une forte augmentation du nombre de sites ayant livré des vestiges métallurgiques (Figure 87). Cela est principalement dû aux nombreux ferriers identifiés et datés de la période romaine par la

---

agricole, et donc un développement de l'activité métallurgique. Sur l'augmentation de la la production des habitats ruraux et ses conséquences, voir Fajon et Lepert 2000.

présence de *tegulae*, indices chronologiques assez vagues. Certains de ces sites, si ce n'est la majorité, sont très certainement postérieurs, mais, en l'état actuel de la recherche sur le sujet, il est impossible de les discriminer.



### Augusto-tibérien

- ◆ Extraction
- ▲ Réduction
- Réd. et forge
- ★ Epuration
- Forge

0 100 200 300 400 km



Figure 87 : Sites de travail du fer datés de la période augusto-tibérienne.

#### La zone asturo-cantabre

En Asturies, peu d'évolutions sont constatées : les sites associés à l'époque augusto-tibérienne sont des lieux dont la datation est peu précise et couvre également le second âge du Fer. Ainsi, Villaviciosa, El Picu Castiellu de Moryon (476) et Siero, Castiellu de Fozana (471) ont pu connaître une occupation du tout début de la période romaine. Comme pour les

périodes précédentes, seule la forge est documentée, et uniquement dans des habitats fortifiés de hauteur.

### *Les Pyrénées*

Au contraire, dans les piémonts pyrénéens, l'activité semble se diversifier. Les sites d'extraction des massifs de Larla (450) et Urepel (454 à 456) sont toujours en activité, complétés par le site d'Oiartzun, Massif de la Peña de Aia, où seule l'extraction est documentée. L'augmentation du nombre de sites d'extraction atteste d'un réel dynamisme de cette région montagneuse concernant les travaux métallurgiques.

Plus au nord, au pied des Pyrénées quatre sites ayant livré des vestiges de forge viennent s'ajouter à cet ensemble. Deux de ceux-ci, les plus proches de lieux d'extraction – Bayonne, cathédrale Notre-Dame (447) et Dogen-Saucède, Ruisseau de Rigas (448) – sont de nature indéterminée. Les deux autres : Dax, rue Pascal Lafitte (442) et Lalouquette, villa (449) sont des habitats ruraux. A Dax, les scories représentent une masse de 112,8 g par an et sont issues de travaux de forge. Ce site est un des habitats ruraux de la période ayant livré le plus de scories. Il est difficile de caractériser une telle activité métallurgique, mais, si elle n'était pas continue, elle était probablement fréquente ou intense<sup>512</sup>.

### *La zone girondine*

Autour de la Garonne, le nombre de sites augmente également. Le fait le plus marquant est le développement de *Burdigala*, s'accompagnant, dès la dernière décennie avant notre ère, de l'utilisation de plusieurs forges. Ce dossier sera traité plus en détail plus loin (4.2.3.), mais il est intéressant de noter que l'épuration est avérée sur ces sites, tout comme dans les agglomérations ouvertes antérieures (Mouliets-et-Villemartin, Lacoste) ou contemporaines (Isle-Saint-Georges, Dorgès). Dans la région, l'épuration semble être spécifiquement effectuée au sein des habitats groupés.

---

<sup>512</sup> Valette 2014.

Les autres découvertes de vestiges métallurgiques de la région concernent principalement la réduction, accompagnée ou non de vestiges de forge. Les sites de Saint-Martin-d'Ary, Le Noret (397-398) et La Génétouze - Le Fouilloux, Pôle Sécurité et Sports Mécaniques (385) sont deux sites où les déchets métallurgiques proviennent principalement de réduction, mais où des scories de forge ont également été identifiées. Il est possible que ces sites, sur lesquels aucun bas fourneau n'a été mis au jour, soient en lien direct avec des lieux de réduction du minerai de fer et servent au premier traitement du métal.

#### *Autour du pertuis d'Antioche et du pertuis breton*

Autour du pertuis d'Antioche et du pertuis Breton les sites recensés sont toujours les mêmes. S'y ajoute le camp militaire d'Aulnay-de-Saintonge, Rocheroux (376), sur lequel la forge, mais également le travail des alliages cuivreux sont documentés. Malheureusement, malgré des fouilles d'envergure, la zone où devait se situer la forge n'a pas été explorée. Les scories et chutes de travail démontrent que les procédés de fabrication utilisés sur ce site étaient probablement standardisés. Ils semblent avoir été effectués à partir de barres de faible section, donc du métal déjà épuré. Tout comme à Bordeaux, la ville de Saintes se développe à la période romaine, concentrant un nombre de sites de forge élevé durant la période augusto-tibérienne.

#### *Le sud-est de la Bretagne*

Plus au nord, un nouvel ensemble de sites se développe entre la Loire Atlantique et le sud de l'Ille et Vilaine. Ces sites sont essentiellement tournés vers les premières phases du processus métallurgique. Une exploitation du fer en galerie, a été identifiée à Rouge, La Minière (367), dans une zone située à une cinquantaine de kilomètres du Mans, où des extractions semblables ont été reconnues, même pour des périodes antérieures<sup>513</sup>. Des scories ont été découvertes à proximité, mais l'exploitation étant datée des périodes romaines et médiévales, il est impossible à quelle époque appartiennent ces vestiges.

---

<sup>513</sup> Langlois 2008.

Huit autres sites de cet ensemble sont des espaces de réduction. Aucune zone d'extraction du minerai de fer n'a été identifiée en lien direct avec ces derniers. Cinq de ces ateliers sont concentrés autour de la commune de Bain-de-Bretagne, montrant un développement important de la métallurgie du fer dans la région.

Enfin, des scories de forge ont été découvertes sur trois sites situés en périphérie de cette concentration d'espaces de production de métal. Tous sont des habitats ruraux, dont un, Pornic, ZAC du Clos de Bocage (366), a livré 27,8 g de scories par année d'occupation.

Dans cet ensemble de sites les étapes du processus métallurgique semblent bien séparées et ordonnées : un site d'extraction, des zones de réduction et des lieux de forge/utilisation. Toutefois, les nombreux sites de réduction identifiés par le biais de ferriers étaient certainement alimentés en minerai par d'autres centres d'extraction, peut-être plus proches. L'organisation autour d'un centre alimentant une économie que fer périphérique, que pourraient suggérer les vestiges archéologiques, n'est probablement pas le strict reflet de la réalité

### *La pointe bretonne*

La pointe bretonne reste assez peu représentée concernant les vestiges métallurgiques. Deux ateliers de réduction (dont celui de Quimper, Kermoisan (301), qui n'est pas assuré) et deux sites de forge y sont recensés pour la période augusto-tibérienne. Malgré la faible présence de scories à Châteaulin, Penn ar roz (287-288), l'existence d'un individu de 1,5 kg y démontre une activité ponctuelle génératrice de beaucoup de déchets, peut-être de l'épuration. Le site de réduction de Gouézec, Moguérou (290), proche de Châteaulin, était peut-être le lieu de production du fer utilisé. L'habitat rural de Pluguffan, Ti Lipig, phase 2 (300), n'a livré que deux scories de fer, quantité très faible par rapport aux autres sites de la période.

### *La Bretagne centrale*

En Bretagne centrale, un nouveau groupe de sites peut être individualisé. Il est composé de deux ferriers, d'un probable habitat rural marqué par la présence de scories et de

tuiles, ainsi que par le site de Paule, sur lequel la métallurgie conserve une place apparemment importante malgré la baisse d'activité générale. Cet ensemble montre une région assez dynamique, où des sites de réduction et d'autre de forge sont répartis de façon assez lâche. Paule garde probablement un lien étroit avec un atelier de réduction, alors que l'habitat rural de Plouay, Kerlidec (332) n'a, pour sa part, livré que des scories de forge. Il existe donc probablement différentes modalités d'accès aux ressources métalliques, même dans un ensemble de sites de taille réduite et géographiquement assez proches.

### *La Bretagne orientale*

Autour de Miniac Morvan, l'activité métallurgique, et en particulier la réduction, se renforce considérablement<sup>514</sup>. Environ 25 sites se trouvent dans une zone assez peu étendue, démontrant la perdurance, et même le renforcement, de ce pôle de métallurgie primaire. Ces ferriers ont, pour l'essentiel, seulement été prospectés. Leur datation n'est donc pas des plus précises, de même que les données relatives à leur structuration. Toutefois, quelques autres sites permettent d'approcher l'organisation de cette vaste zone. Plusieurs de ces découvertes sont des sites à tuiles et scories, marquant un lien entre probable lieu de vie et activité métallurgique. Le site de Plesder, La Colombière, La Sourcinière (204) est un ferrier ayant livré des scories de réduction et de forge, sur lequel l'épuration de la masse brute de réduction est donc probable. De plus, la découverte d'éléments d'hypocauste au sein du ferrier permet de le lier à une villa, un habitat rural privilégié certainement très proche. A Meillac, La Ville David (184), un autre ferrier contenant également des scories de forge a été repéré. Ici, aucune autre occupation n'est mentionnée aux alentours, ce qui suggère que les ferriers, même ceux avec des traces de forge, ne sont pas tous liés à des *villae*. Toutefois, l'exploitation minière, déjà présente à la l'époque gauloise, est largement renforcée dans la région à la période augusto-tibérienne.

Les trois sites de Combourg, La Jeanpetitière (158), Broualan, La Touche aux Vaidis (153) et Epiniac, Le Rocher aux Bœufs (167), sont des sites à tuiles et scories où des scories de forge ont été découvertes. Ce sont probablement les vestiges d'habitats ruraux, des sites à la fois de production et de d'utilisation d'objets en fer. Il en va de même sur le site de Dol-de-

---

<sup>514</sup> Il faut toujours avoir à l'esprit le biais de la datation très large de ces sites, les incluant dans des intervalles chronologiques dépassant certainement la durée de leur activité.

Bretagne, Cardequin (166) et sur la villa de Bonnemain, les Caves (151), à ceci près que sur ces deux derniers sites, les scories sont très rares, seuls un à deux individus y ont été identifiés.

Il existe donc un accès différencié au fer, ou des besoins en métal différents entre les divers habitats ruraux de la région. La présence de nombreux sites de réduction permet d'envisager un approvisionnement local en fer sur ces sites, et donc l'existence de circuits de circulation du métal sur de courtes distances.

### *La Basse-Normandie*

A la période augusto-tibérienne les sites où des vestiges de travail du fer ont été identifiés sont moins nombreux en Basse-Normandie. Ce sont essentiellement des habitats ruraux, dont une villa. La quantité de déchets de forge mis au jour est très variable, allant de 0,6 g par an à Fleury-sur-Orne, Parc d'activité, phase 6 (118), à 2152,8 g par an à Touffreville, Villa (130). Ce site a d'ailleurs livré beaucoup plus de déchets de travail du fer que l'agglomération de Valognes, Alleaumes, La Victoire (143), qui n'a généré que 15,2 g de scories de forge par année d'occupation.

La villa de Touffreville a pour particularité d'avoir livré de très importantes quantités de scories (182 kg estimés), dans un espace dédié à la métallurgie, séparé du reste de l'occupation. Le métal travaillé sur ce site était incomplètement épuré et il semble qu'un large panel d'objets était fabriqué sur place. Dans le corpus, la villa de Touffreville est un de sites ayant livré le plus de scories, plus que de nombreux ateliers urbains, pourtant réputés fabriquer des objets pour le commerce. Il faut en conclure que cette villa avait une production excédentaire, destinée à l'export, et que le métal était donc une des ressources de l'exploitation. Ici, l'absence de scories de réduction ne permet pas d'envisager un parallèle strict avec le cas de Paule (244 à 250) ou la villa de Roullée/La Selle. Le lien avec la réduction est beaucoup moins présent à Touffreville, tout du moins sur le site même de la villa. Il s'agit probablement d'une forme d'organisation légèrement différente, où le métal arrive majoritairement épuré sur un site où l'activité principale est la mise en forme sur place.

Entre l'ensemble normand et celui d'Evreux se trouvent quelques sites, relativement groupés, et plutôt orientés vers la réduction. C'est notamment la période pendant laquelle l'activité métallurgique commence sur le site de réduction de Livarot, Boulevard South Molton (120). Ce grand centre de production métallique comprend à la fois une structure de réduction et un espace de forge, probablement dévolu à l'épuration du métal produit sur place, mais également à la mise en forme d'objets à partir de fer dont l'origine ne semble pas locale. Cet exemple, exceptionnel, démontre très clairement l'existence de réseaux très complexes de circulation du fer, dans lesquels le métal utilisé n'est pas forcément celui provenant de la source la plus proche.

### *L'ensemble d'Evreux*

Légèrement à l'est, l'ensemble d'Evreux comprend plus de sites en lien avec la métallurgie du fer qu'à La Tène finale. Deux de ces sites sont des *oppida* : Orival, Le Catelier (54) et Vernon, Camp de Mortagne (101). Les déchets de travail du métal, uniquement composés de déchets de forge sont en quantités modestes sur ces sites, entre 1 et 4 kilogrammes. L'agglomération d'Evreux présente également des vestiges de travail de forge. L'épaisseur de la stratigraphie des niveaux d'activité, 0,70 m, permet de supposer une activité soutenue, mais non caractérisée.

Trois habitats ruraux privilégiés appartiennent également à l'ensemble d'Evreux. A Crosville, La Vieille, Le Bout du Val (68), la production de déchets est modeste, de 16,4 g par an, répartis entre deux lieux de découverte ; à Pîtres, Le Fossouin (85), seules quelques scories appartiennent à cette dernière phase d'occupation, tandis qu'au Mesnil-Esnard, Route de Darnétal, site IV (53), la quantité de scories n'est pas connue. L'activité métallurgique se maintient sur ce type de sites, mais elle ne semble plus y avoir une place plus développée qu'ailleurs.

A Heudebouville, Ecoparc 2, phase antique (75), environ 50 kg de scories ont été recensées, dans une organisation similaire à celle observée à Paule ou à Touffreville, dans un enclos dédié, à distance de l'occupation principale. Cette organisation, très spécifique, permet d'assimiler ce site à un habitat privilégié, au moins concernant la métallurgie du fer. De plus,



l'importante quantité de vestiges de travail du fer indique que ce site entretient une relation très étroite avec la métallurgie.

Quatre autres sites autour d'Evreux sont des habitats ruraux simples. Deux d'entre eux, Parville, Bois de Parville (81-82-83) et Val-de-Reuil, Le Clos Saint-Cyr (97), n'ont livré que quelques vestiges relatifs au travail du fer. A Isneville-Saint-Martin du-Vivier, ZAC de la Plaine de la Ronce (48-49) le travail du fer a généré 44,2 g de scories par année d'occupation. La métallurgie y était donc bien plus développée que dans les deux premiers sites. Enfin, à Saint-Sébastien-de-Morsent, Avenue François Mitterrand - Rue de la Garenne, phase 2 (93), ce ne sont pas moins de 12 kg de scories de forge et plus de 1,1 kg de scories de réduction qui ont été mis au jour. La production métallurgique a formé 63,9 g de scories par an, ce qui représente une activité importante pour un habitat rural de l'époque (Annexe 2.8). L'association entre ces vestiges de forge et de réduction permet de supposer un lien entre les deux phases de travail, et donc la pratique de l'épuration, ce qui n'est pas démenti par les observations microscopiques effectuées sur ces déchets.

Ces sites démontrent de très fortes différences dans le travail du fer, et ce malgré un statut similaire. Comme il semble peu probable que les sites les moins pourvus en déchets de forge (et tous ceux n'ayant livré aucun vestige de travail du fer) n'aient pas utilisé d'outils en fer, il faut supposer que certains obtenaient directement les outils, ou tout autre objet en fer nécessaire, tandis qu'ailleurs ces outils, ou une partie de ceux-ci, étaient fabriqués sur place. La forte variation des quantités de scories mises au jour permet également de proposer que les sites ayant livré le moins de scories de fer s'approvisionnent pour partie en objets finis et pour partie en métal à transformer. Si les habitants de ces sites s'approvisionnent en métal non mis en forme, ils doivent également faire appel à un forgeron afin de travailler ce dernier. Cela suppose que les métallurgistes soient à même de se déplacer pour effectuer certaines tâches.

Les sites métallurgiques de l'ensemble d'Evreux comprennent également sept lieux de nature indéterminée. Les scories y semblent bien présentes, avec un minimum de 10 individus à Saint-Pierre-de-Varengeville, rue de la Paix (58). Sur une partie des sites les scories n'ont pas été dénombrées ou pesées, mais elles sont signalées en quantités importantes. Certains de ces sites, en particulier Brionne, rue Lemarrois (63), présentent à la fois des scories de forge et des scories de réduction en quantité plus réduite. Il est donc possible qu'ils soient liés à

l'épuration de petites quantités de fer. Cela permet d'envisager la circulation, peut-être réduite et locale, de métal sous la forme de masses brutes pas ou très peu épurées.

Un glissement d'activité est visible dans l'ensemble de sites d'Evreux. La zone de production de fer est toujours active, mais la très forte majorité des sites sont des habitats ruraux, non producteurs de fer. Il est possible que ce soit du fait de la modification de circuits d'échanges de la matière première, provenant peut-être de sites plus spécialisés dans la réduction, moins nombreux et plus éloignés qu'aux périodes précédentes. L'important atelier de réduction de Livarot, Boulevard South Molton, en marge de l'ensemble d'Evreux, pourrait être un de ces lieux d'approvisionnement. De même, il est possible qu'il existe des sites de production de fer autour de l'habitat d'Heudebouville.

#### *Le nord de la France*

Seuls quelques sites métallurgiques ont été découverts dans le Nord-Pas-de-Calais pour la période augusto-tibérienne. L'agglomération de Bavay (1) abritait un atelier de forge contenant des scories. Sur l'habitat rural de Cysoing, Le Clos de l'Abbaye (4) la production métallurgique est très importante, avec 328,4 g de scories produites par année d'occupation, faisant de ce site l'habitat rural le plus producteur de déchets de fer de la période, au même niveau que des sites urbains de la zone girondine par exemple. Enfin, des scories sont mentionnées sur l'habitat rural de Vimy, RN 17, déviation Thélus-Vimy (23). Malgré la faible quantité de sites où des vestiges métallurgiques sont attestés dans la région, leur diversité démontre que la métallurgie est largement présente au sein du territoire. Tout comme dans d'autres secteurs et à d'autres périodes, les habitats ruraux (privilegiés ?) semblent avoir centralisé une part importante de l'activité de forge, en tout cas de l'activité génératrice de déchets.

La période augusto-tibérienne possède plusieurs caractéristiques propres concernant la métallurgie du fer :

- Le nombre de sites augmente assez fortement, particulièrement concernant la réduction.
- Comme aux périodes précédentes, les sites de réduction (et donc certainement d'extraction) sont généralement regroupés. De plus, il existe une continuité de l'activité entre la Protohistoire et l'Antiquité. Ces espaces sont donc de bassins miniers bien connus dont l'exploitation s'intensifie.
- Les indices de travail du métal sont de plus en plus nombreux au sein des agglomérations. Ce phénomène semble se développer en parallèle à l'accroissement de l'occupation des villes.
- Le travail du fer sur les habitats ruraux est beaucoup plus important qu'entre 150 et 30 a.C. Cette augmentation est particulièrement nette concernant les habitats ruraux privilégiés. De ce point de vue, la période augusto-tibérienne se rapproche beaucoup du début du second âge du Fer, moment pendant lequel les habitats privilégiés produisaient beaucoup plus de vestiges de travail du fer que les habitats ruraux simples. Cependant, les quantités de métal travaillées entre ces deux périodes n'ont rien en commun : elles sont bien supérieures pour la période romaine.

#### **4.2.1.5. La seconde moitié du premier siècle : une stricte continuité dans la répartition**

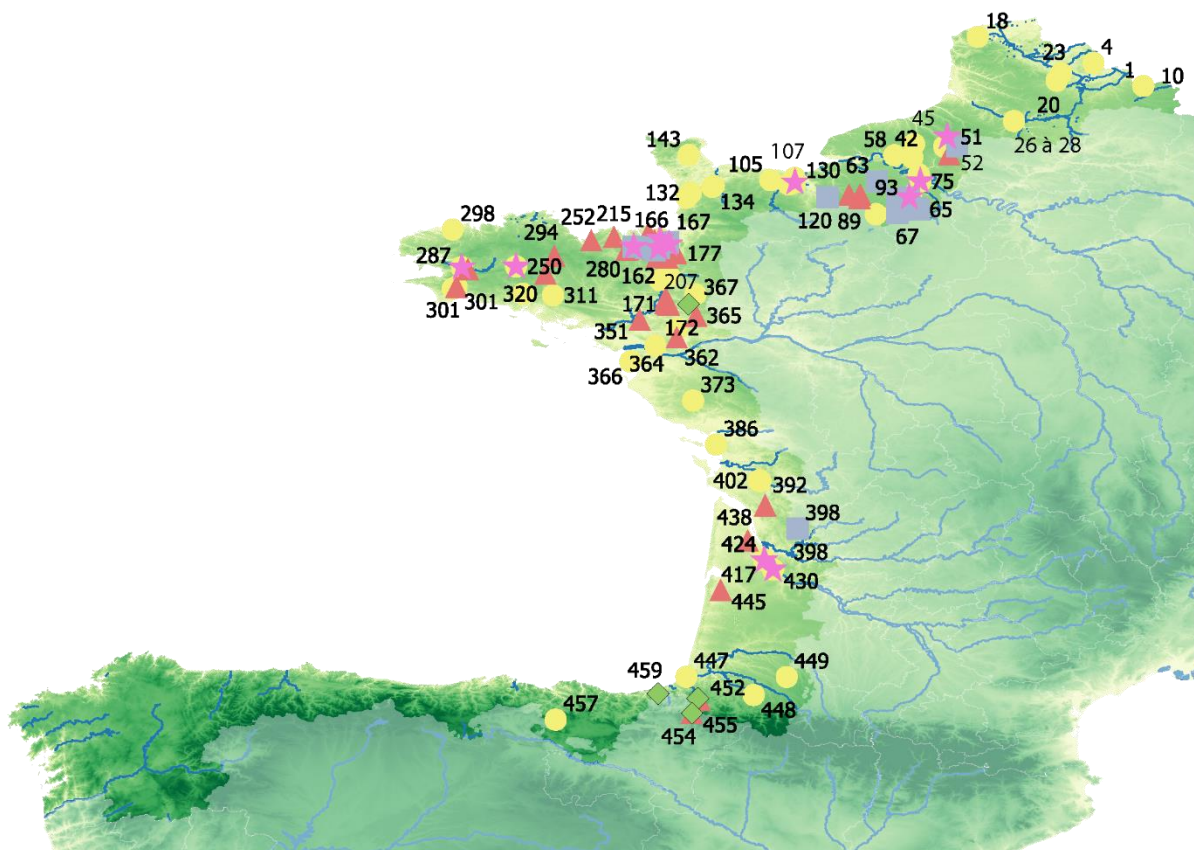
La seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C. peut être considérée comme la fin de la transition entre la Protohistoire et la période romaine. Il est donc intéressant de comparer l'organisation des sites liés à la métallurgie avec l'époque augusto-tibérienne (Figure 88).

##### *Le Pays-Basque*

En Asturies, plus aucun site ayant livré des vestiges de travail du fer n'est recensé. Cependant, au Pays Basque, une activité de forge est attestée à la villa d'Amurrio, Aloria (457).

##### *Les Pyrénées*

Légèrement plus au nord-est, le groupe pyrénéen présente exactement les mêmes sites qu'à la période précédente, à l'exclusion de l'habitat rural de Dax, rue Pascal Lafitte. La seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C. correspond même probablement à une période d'activité plus marquée sur ces sites.



40-100 p.C.

- ◆ Extraction
- ▲ Réduction
- Réd. et forge
- ★ Epuration
- Forge

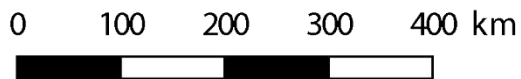


Figure 88 : Localisation des sites métallurgiques de la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C.

Du nord de l'Aquitaine au Finistère, l'activité métallurgique reste similaire à celle de la période augusto-tibérienne. Les sites de réduction et de forge sont toujours les mêmes. Au sein des agglomérations, cependant, la localisation de certains espaces de production change. Sur ces sites, dont la stratigraphie est plus marquée que celle des habitats ruraux, il est possible d'observer que les ateliers de travail du fer sont relativement mobiles. Ils changent de place ou d'organisation environ à chaque génération, voire plus rapidement.

### *La Bretagne centrale*

En Bretagne centrale, les sites métallurgiques n'évoluent que peu. Les quatre présents à la période précédente sont toujours actifs. Seul le camp militaire de Baud, Kervin (311) s'ajoute à cet ensemble. Comme à celui d'Aulnay-de-Saintonge, Rocheroux (376) pour la période précédente, seules des scories de forge y ont été identifiées. Ces sites militaires sont assurément des sites de d'utilisation du métal, au même titre que les habitats ruraux. Le fer semble y avoir été forgé en quantité limitée, probablement pour répondre à des besoins ponctuels.

A cette période, le site de Paule, Saint-Eloy (250), connaît toujours une activité métallurgique, mais cette dernière n'est plus incluse dans le fonctionnement de l'habitat rural privilégié. Elle semble indépendante, et a peut-être évolué comme tend à le montrer le changement de la forme des structures de combustion mises au jour.

### *La Bretagne orientale*

Entre la région de Dinan et celle d'Evreux, peu de changements sont observables. Autour de Dinan, les mêmes sites sont toujours en activité. La réduction est l'activité la plus marquée, tandis que la forge est recensée sur des sites étant très certainement des habitats ruraux. Au sud, isolés entre l'ensemble de Dinan et celui de Loire-Atlantique, se trouvent deux sites ayant livré des vestiges de forge. Chavagne, Les Evignés (155) est un habitat rural sur lequel seules quelques scories ont été identifiées. Au contraire, la forge se développe

considérablement au sein de l'agglomération de Rennes, avec la présence de nombreux ateliers de forge sur le site du 3-4 rue de Saint-Malo (207). Ce site, se trouve à mi-distance entre le groupe de sites de réduction de Loire-Atlantique et celui de Dinan, profitant peut-être ainsi d'échanges facilités par la présence de l'Ille et de la Vilaine.

### *La Basse-Normandie*

En Basse-Normandie, l'activité métallurgique cesse définitivement sur l'habitat rural de Fleury-sur-Orne, parc d'activité (116 à 118), mais elle se développe dans la nouvelle agglomération de Breville-lès-Monts, La Belle Etoile (107) avec la présence d'une probable forge, non fouillée lors du diagnostic ayant mené à sa découverte<sup>515</sup>. Toujours plus à l'est, l'activité se poursuit sur l'ensemble de sites de réduction autour de Livarot. Cette zone reste, en l'état actuel des connaissances, surtout orientée vers la production de fer, et non sa transformation.

### *Le groupe d'Evreux*

Autour d'Evreux, les sites où des vestiges métallurgiques ont été reconnus sont plus nombreux à la fin du I<sup>er</sup> s. a.C. La majorité de ces sites étaient déjà en activité à la période augusto-tibérienne.

Quelques scories de fer ont été identifiées à Condé-sur-Iton, fanum (67) mais, dans ce sanctuaire, les déchets de travail du fer se trouvent en position secondaire dans des remblais et des axes de circulation, mettant plutôt en avant la réutilisation des vestiges d'une activité proche – ou antérieure – plutôt que le travail du fer directement au sein du site.

C'est au nord de cet ensemble que trois nouveaux sites sont documentés. Le Fossé, les Pré du Montadet, parcelle 261 (51) correspond très certainement aux alentours d'un atelier de réduction sur lequel était également pratiquée l'épuration (découverte de « gromps »). L'occupation de ce site fait suite à celle de la parcelle 262 (52) voisine, et démontre une continuité dans la production. L'habitat rural d'Etampuis, La Briquetterie (45) a livré 505,1 g

---

<sup>515</sup> Flotté et al. 2005, p. 28-30.

de scories par année d'occupation, le plaçant parmi les sites ayant produit le plus de déchets métallurgiques à cette période. L'habitat rural privilégié, relativement proche, de Bois-Guillaume, ZAC de la Plaine de la Ronce, tranche II (42) n'a, lui, livré que 30,1 g de scories, suggérant une diminution de l'intérêt pour le fer sur les sites ruraux privilégiés.

### *Le nord de la France*

Dans le Nord-Pas-de-Calais, la métallurgie du fer semble plus présente qu'aux périodes antérieures, avec la mise au jour de trois nouveaux sites de forge. L'habitat rural de Guînes, route d'Andrés (18) n'a livré que 12 g de déchets métallurgiques par année d'occupation. Le travail du fer semble donc n'y avoir été que ponctuel. A Lens et Loison-sous-Lens, Les Oiseaux (20), un autre habitat rural, les vestiges métallurgiques sont également rares, mais leur diversité est notable (scories, battitures, chutes de travail et clous en cours de fabrication)<sup>516</sup>. Sur ces deux sites le travail du métal ne semble pas très développé. Au contraire, dans l'agglomération d'Amiens, tout comme à Rennes, de nombreux ateliers de forge ont été observés sur le site de la ZAC Cathédrale-Université (26-27-28). L'importante quantité de lieux portant des traces de travail du fer au sein du site démontre un très fort dynamisme de cette activité à partir du milieu du I<sup>er</sup> s. p.C. Cela est peut-être à mettre en lien avec la concentration de l'activité de forge au sein des agglomérations, comme cela a été repéré en Gironde.

La fin du I<sup>er</sup> s. p.C. ne comprend pas de nombreuses évolutions concernant les relations entre sites liés à la métallurgie du fer :

- La majorité des sites en activité à la période augusto-tibérienne le sont toujours dans la seconde moitié du I<sup>er</sup> s.p.C.
- L'activité de forge se développe sur quelques sites ruraux. Ceux-ci sont très similaires aux autres du point de vue de la quantité des déchets identifiés.
- La forge se développe extrêmement dans les agglomérations, en particulier à Rennes et à Amiens, comme cela était déjà le cas à Bordeaux lors de la période précédente.

---

<sup>516</sup> Pouriel et al. 2007, p. 127.

- Les agglomérations semblent être de nouveaux pôles attractifs pour l'activité métallurgique, et en particulier la forge. La réduction, elle, reste toujours cantonnée aux zones rurales, et toujours dans les mêmes secteurs.

#### 4.2.2. La métallurgie en contexte rural : l'exemple des sites bas-normands

La Basse-Normandie est un territoire bien exploré par l'archéologie, en particulier du fait des nombreux aménagements de grande ampleur qui y ont été effectués et des fouilles préventives en résultant : Heudebouville, Ecoparc<sup>517</sup>, Fleury-sur-Orne, Parc d'Activité<sup>518</sup>, Fleury-sur-Orne, Les Mézerettes<sup>519</sup>, Fleury-sur-Orne, Enclos ZL7 / Cd 120<sup>520</sup>, Mondeville, l'Etoile<sup>521</sup>. De plus, dans cette région, N. Zaour a fait l'étude de la majorité des vestiges métallurgiques identifiés. La précision de la documentation sur cet ensemble de sites fait qu'il constitue une zone d'étude privilégiée.

Entre le second âge du Fer et la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., les sites bas-normands sur lesquels le travail du fer est documenté sont principalement des habitats ruraux, avec entre 8 et 17 occurrences, en fonction de la période considérée. La métallurgie du fer n'est documentée que sur quatre agglomérations de la zone. A La Tène, sur celle d'Urville-Nacqueville, La Batterie Basse (142), les vestiges sont peu éloquents du fait de l'ancienneté de leur découverte. De même, à La Tène finale, l'*oppidum* d'Orival, Le Catelier-La Mare aux Anglais (54), n'a livré que 801 g de scories de forge et des battitures. A partir de la conquête romaine, deux nouvelles agglomérations sont également présentes sur le territoire normand : Valognes, Alleaumes (143) et Breville-lès-Monts, La Belle Etoile (107).

Quelle que soit la période considérée, les sites bas normands apparaissent plutôt dispersés. Le seul regroupement observé est au niveau de la plaine de Caen, où les nombreuses opérations archéologiques ont permis la mise au jour de plusieurs fermes formant

---

<sup>517</sup> Dartois 2013 et Lukas (dir.) 2013.

<sup>518</sup> Demarest *et al.* 2010 et Demarest 2011.

<sup>519</sup> Lepaumier (dir.) 2012.

<sup>520</sup> Lepaumier (dir.) 2012.

<sup>521</sup> Besnard-Vauterin (dir.) 2009.



un réseau d'aspect dense. Cela suggère que le reste de la région était également assez abondamment peuplée.

### *La Tène ancienne*

A La Tène ancienne, les habitats ruraux normands n'ont généré que de faibles quantités de vestiges métallurgiques : entre 0,3 et 10,3 g de scories par année d'occupation. A Clinchamps-sur-Orne, Liaison D562A D41 (108), la quantité de scories par an est très faible, 0,3 g, démontrant que l'activité métallurgique ne devait pas être régulière, mais servait plutôt à satisfaire des besoins très ponctuels. Les 4,1 g de scories par an provenant du le site de Fierville-les-Parcs, Le Pré de la Val (113), peuvent faire penser à une petite activité de forge régulière, mais le dénombrement des scories, 13 individus pour 185 ans d'occupation estimée, vient contredire cette hypothèse. Ici aussi, la métallurgie du fer, ou tout du moins la métallurgie produisant des scories, n'a été qu'une activité occasionnelle.

L'habitat rural d'Orval, Les Pleines, phase 1 (136) se démarque nettement des autres par la quantité élevée de scories identifiées lors de sa fouille. En effet, ce sont, en moyenne, 57,1 g de scories de fer qui ont été produites par an sur ce site. Le nombre de scories, lui, atteste, en moyenne, une phase de travail tous les trois ans. De plus, ce site possède une nécropole dont une des tombes contient un char, ce qui démontre qu'il s'agit d'un habitat aristocratique. Le site ayant livré le plus de vestiges de travail du fer est donc également celui avec le statut le plus élevé. Le fer semble donc largement plus utilisé au sein de cet habitat rural privilégié. Cela peut être lié à la taille du domaine agricole, dont l'exploitation nécessite plus d'outils en fer, soit que ce métal ait été destiné aux besoins des habitants (hors agriculture) ou aux échanges.

En Basse-Normandie, la forge est bien représentée, mais la production même du fer, la réduction, elle, semble totalement absente. Cette dernière est plutôt concentrée aux marges, en Bretagne ou en Haute-Normandie, ce qui implique l'existence de réseaux de circulation du métal entre les espaces de réduction et ceux de forge. Il est alors envisageable que les élites, en tant qu'utilisateurs importants d'objets en fer, soient des acteurs majeurs de ces échanges.

### *La Tène moyenne*

A La Tène moyenne, le nombre de sites présentant des vestiges de travail du fer augmente en Basse-Normandie. Cependant, le travail du métal se fait toujours dans des quantités similaires sur les habitats ruraux. Sur la majorité d'entre eux, il a été retrouvé entre 0,1 et 5,7 g de scories par année d'occupation. Ces chiffres sont du même ordre de grandeur que ceux de la période précédente.

Sur deux sites le travail du fer semble avoir été plus intense : Falaise, Expansia, phase 3 (112) et Saint-Martin-des-Entrées, Le Parc sur l'Herbage (129). Le premier est un habitat rural sans statut particulier où, malgré la présence d'un four de potier, un type de structure rare dans la région, aucun élément marquant n'a été identifié lors de la fouille. Les 18,1 g de scories formées par an sur ce site permettent de supposer que l'activité métallurgique y était ponctuelle et tournée vers la réponse à des besoins internes<sup>522</sup>. A Saint-Martin-des-Entrées, un habitat privilégié, une moyenne de 28,3 g de scorie ont été formés par année d'occupation. La production d'objets en fer y est donc réduite, comme sur la majorité des sites ruraux. Elle n'était certainement pas excédentaire, tout du moins si elle était régulière.

La quantité moyenne de scories formées par an sur les habitats ruraux augmente très légèrement pendant La Tène moyenne, passant de 4 à 5 g. Sur les habitats ruraux privilégiés, au contraire, elle diminue environ de moitié. Ces chiffres ne sont qu'indicatifs, particulièrement du fait du faible nombre de sites pris en compte, mais ils vont dans le sens d'une continuité dans les quantités d'objets en fer produits entre La Tène ancienne et La Tène moyenne avec, potentiellement, un recul de la consommation sur les sites aisés.

### *La Tène finale*

---

<sup>522</sup> Zaour 2008, p. 67.

A La Tène finale le nombre de sites ayant livré des vestiges de travail du fer continue à augmenter. De même, la masse moyenne de scories générée par an au sein des habitats ruraux double, passant à 11 g. Cette forte augmentation est principalement due à la présence de deux sites, Creully, Le Clos de l'Épinette, phase 3 (111) et Quetteville, Les Heurtries II (125), pour lesquels il est possible de restituer une activité de forge ayant généré de plus de 20 g de scories par an. Sur les autres habitats ruraux, la quantité de vestiges métallurgiques découverts est plus faible, entre 0,1 et 18 g de scories par année d'occupation, comme lors des périodes précédentes.

L'habitat rural privilégié de Sandouville, Route du Vachat (59) n'a, lui, livré que peu de scories : 7,2 g par an. Quatre habitats contemporains pour lesquels aucun statut privilégié n'a été mis en évidence avaient une forge plus génératrice de déchets que Sandouville, Route du Vachat, attestant ainsi la poursuite du déclin du travail de forge au sein des sites aisés dans la région.

La période de La Tène finale est marquée par un nivellement des activités métallurgiques. Ces dernières n'ont bien entendu pas la même ampleur entre les sites, mais les différences de quantités de déchets par an ont tendance à s'amenuiser.

### *La période augusto-tibérienne*

La période augusto-tibérienne correspond à une diminution du nombre de sites ayant livré des vestiges métallurgiques en Basse-Normandie. La quantité de scories issue de ces forges, pondérée par année d'occupation, est en légère augmentation, avec une moyenne de 13 g. Les chiffres bas sont toujours similaires, à moins de 1 g, mais les chiffres hauts, eux sont en forte augmentation, avec 44,8 g de scories produites par an, en moyenne, sur le site d'Orval, Les Pleines, phase 3 (138). Cette quantité est importante par rapport aux autres habitats ruraux simples, mais elle ne semble pas l'être assez pour correspondre à autre chose que de l'entretien ou la fabrication de quelques objets.

Au contraire, dans l'habitat rural privilégié de Touffreville, Villa (130), la forge génère 2152,8 g de scories par an! Un chiffre très largement supérieur à tous les autres. Cela induit le travail du fer n'était probablement pas destiné à répondre aux seuls besoins du domaine<sup>523</sup>.

La seule agglomération connue ayant livré des vestiges de travail du fer dans la région est Valognes, Alleaume, La Victoire (143). L'activité de forge y engendre 15,2 g de scories par an, soit autant que ce qui a été relevé sur les habitats ruraux. Même si ce site n'est que partiellement exploré, il ne semble pas être un centre de travail du fer majeur comme peuvent l'être d'autres agglomérations de la même époque.

Juste après la conquête romaine, la pratique de la métallurgie du fer n'évolue que très peu en Basse-Normandie. La forge continue à être principalement pratiquée dans les habitats ruraux, la réduction n'est pas documentée dans la région et les quantités de vestiges identifiées semblent majoritairement relever d'une activité de faible ampleur, qu'elle soit régulière (sur un cycle annuel par exemple) ou ponctuelle. La plus importante évolution est l'apparition d'un site, une villa, sur lequel la forge semble excédentaire et dont la production était certainement destinée au commerce.

### *La seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C.*

Entre le début du règne de Claude et la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., la situation reste identique à celle de la période augusto-tibérienne. Cela est en partie dû au fait que l'activité des sites du début du siècle se poursuit.

### *Synthèse*

La Basse-Normandie, une zone principalement rurale entre le second âge du Fer et la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., voit le développement d'une activité métallurgique relativement faible mais constante. Sur la plupart des sites, les quantités de scories mises au jour, ramenées à une

---

<sup>523</sup> Berranger *et al.* 2014a, p. 200-201.

production annuelle, sont faibles, elles ne dépassent probablement pas le cadre d'une production destinée à satisfaire les besoins de l'habitat. Ce constat général ne change pas en fonction de la chronologie, mais la quantité de métal travaillée, elle, est en constante augmentation au cours du temps, démontrant que l'utilisation du fer est de plus en plus courante.

Malgré la quantité de sites de forge relativement importante identifiés<sup>524</sup>, la métallurgie concerne exclusivement les travaux postérieurs à la réduction, l'extraction et la réduction n'y sont pas documentées. Des circuits d'échange du métal devaient donc exister à l'échelle extrarégionale, en particulier avec les régions de Dinan et d'Evreux, productrices de fer. Il est impossible de connaître avec certitude la forme sous laquelle circulait le métal. De même, il ne semble pas y avoir de concentration de l'activité en un lieu ou site de statut particulier. Le fer semble avoir été accessible à tous, même si, à La Tène ancienne et moyenne, les habitats privilégiés ont livré plus de scories que les autres.

La majorité des sites de la région sont ruraux, mais le travail du fer est également documenté également en contexte urbain. Par exemple, sur l'*oppidum* de Saint-Désir, Oppidum du Castellier (126) où quelques scories ont été identifiées, attestant d'une activité de forge générant 15,9 g de déchets scorifiés par an. Ce chiffre est similaire à ceux obtenus pour les habitats ruraux. En l'état actuel de la recherche sur ce site, du point de vue métallurgique, il ne se différencie pas des autres occupations contemporaines. Toutefois, il faut souligner que le travail du fer n'est que peu documenté sur les habitats groupés de hauteur de la région à la Protohistoire. Des déchets de travail du fer n'ont été observés qu'à Saint-Désir, et ce malgré la fouille de huit autres sites. La proportion d'habitats groupés, urbains, ayant livré des restes de travail du fer est donc nettement plus faible que celle des sites ruraux<sup>525</sup>. Pour une période plus récente, des déchets de travail du fer ont également été découverts à Vieux, où deux forges ont été fouillées<sup>526</sup>.

---

<sup>524</sup> 67 % des habitats ruraux de la région ont livré des déchets de forge (Zaour *et al.* 2014, p. 171) ; 60 % pour Vauterin *et al.* 2010 (p. 214-216).

<sup>525</sup> Ce résultat doit cependant être remis en perspective avec la faible surface fouillée sur les habitats de hauteur fortifiés (moins de 1 % de la surface totale), tandis que les sites ruraux sont nettement mieux connus (Giraud *et al.* 2010).

<sup>526</sup> Schütz 2010, p. 101.

### 4.2.3. La métallurgie en contexte urbain, l'expansion de *Burdigala*

L'étude de la métallurgie en contexte urbain permet de proposer un pendant à celle en contexte rural. Pour ce faire, l'agglomération la plus riche en ateliers métallurgiques de la façade atlantique est Bordeaux. Son occupation protohistorique, bien qu'avérée<sup>527</sup>, est peu connue du fait de nombreux remaniements postérieurs. Ainsi, seuls les niveaux augustéens et plus récents ont livré des vestiges de travail du fer. Malgré cette limite chronologique, la richesse des contextes de découvertes, mais aussi la très grande précision de la datation de certains ensembles, permettent d'envisager une étude fructueuse.

Entre la fin du I<sup>er</sup> s. a.C. et la fin du I<sup>er</sup> s. p.C. une quinzaine de sites liés à la métallurgie du fer se succèdent à *Burdigala*. Les plus anciens voient le jour à la période augustéenne, après de très importants remaniements au sein de l'agglomération. En effet, de grands travaux de nivellement général et d'assainissement des zones humides périphériques changent la morphologie de *Burdigala*<sup>528</sup>. Les sites métallurgiques sont installés sur ces terrains nouvellement aménagés, au centre de la ville antique ou dans sa périphérie sud.

#### 4.2.3.1. La période augustéenne, moment déclencheur

La période augustéenne voit la mise en place de six sites métallurgiques distincts. Quatre de ces derniers sont concentrés au cœur de l'agglomération protohistorique, tandis que les deux autres se trouvent au sud (Figure 89).

#### *Avant le changement d'ère*

Le site métallurgique le plus ancien, Grand Hôtel, phase 1a (423) se situe au niveau du centre supposé de l'agglomération antique. Il commence à être occupé vers 15 a.C., juste après que l'agglomération ait été presque entièrement nivelée. Du fait de son isolement, le

---

<sup>527</sup> En particulier sur le site de Bordeaux, Grand Hôtel (Sireix et Boccacino 2007, p. 149 et suivantes).

<sup>528</sup> Sireix et Boccacino 2007, p. 62, Chuniaud et Sireix 2006, p. 52.

contexte de la forge est mal connu, mais le reste de la fouille fait état de la présence d'éléments domestiques, et peut-être militaires, à proximité<sup>529</sup>. La plus grande concentration de vestiges métallurgiques sur le site correspond à l'Ensemble 11 : un foyer comblé par le nettoyage des sols de forge et une fosse de travail accolée. Cet espace de travail se caractérise par la pratique de l'épuration et la mise en forme d'objets divers. De plus, au sein du reste de l'occupation se trouvaient plusieurs foyers en fosse allongée pouvant être utilisées dans des procédés de cémentation. Néanmoins le lien entre ces structures est très distendu et aucun indice de travail du métal ne se trouve aux alentours.

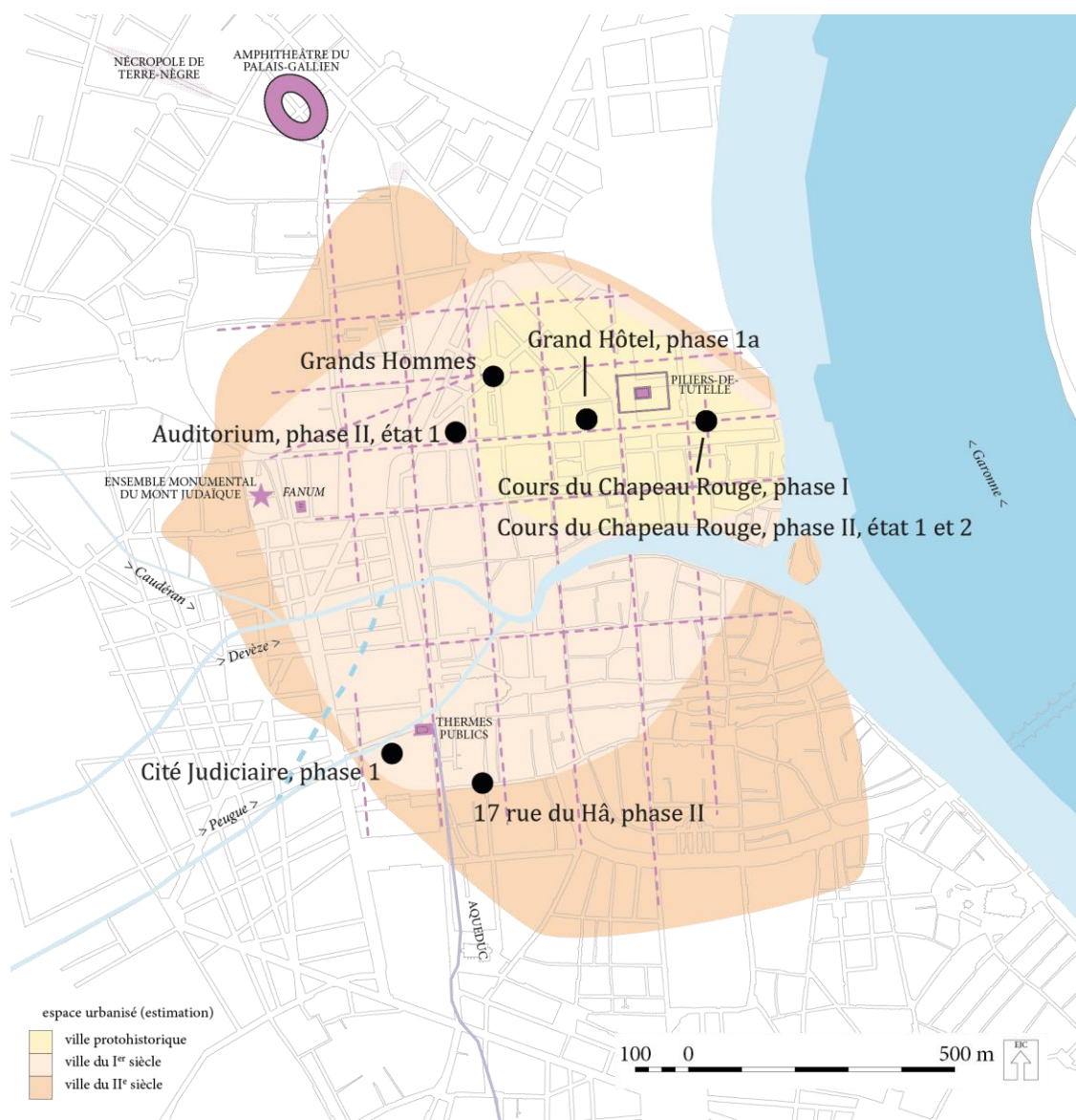


Figure 89 : Sites de travail du fer à Bordeaux à l'époque augustéenne (fond de carte E. Jean-Couret, Ausonius).

<sup>529</sup> Sireix et Boccacino 2007, p. 82.

Les scories représentent un peu plus de 14 kg de vestiges sur ce site dont la fourchette d'occupation est d'une vingtaine d'année, soit 712 g de scories par an. Ce chiffre peut sembler faible pour un espace de travail urbain, mais il est probable que la durée d'utilisation de ces structures soit (beaucoup) plus courte. En effet, en l'absence de contexte précis, il est difficile d'assurer que l'occupation de cet espace de travail se soit faite dans la durée. De plus, quelques indices comme le remaniement récent de toute la zone, le nettoyage des niveaux et le comblement du foyer avec ses déchets, ainsi que la présence, au milieu du I<sup>er</sup> s. p.C., d'une activité de bronzier très ponctuelle ayant, elle aussi, été soigneusement nettoyée<sup>530</sup>, permettent de supposer que la forge du Grand Hôtel pouvait être en relation avec des chantiers de construction alentours.

La forge AT1 du site 17 rue du Hâ (412-413) est également mise en place avant le changement d'ère, mais elle se trouve au sud de l'agglomération, probablement dans un secteur périphérique. Tout comme celle du Grand Hôtel, elle à été repérée dans des sondages limitant la vision en plan de l'espace. Les observations effectuées dans plusieurs sondages attestent que le premier état de la zone de forge était assez étendu. Il s'y trouvait des niveaux de scories et un foyer placés directement sur un remblai de nivellement. Les déchets de travail du fer y formaient des niveaux individualisés du sol de circulation<sup>531</sup>, ce qui démontre leur constitution en nombre, et donc une activité métallurgique importante.

Que ce soit à la rue du Hâ ou au Grand Hôtel, il est difficile de savoir dans quel cadre se déroule l'activité métallurgique. Les fenêtres de fouille réduites ne permettent pas de connaître l'environnement immédiat des espaces de travail. Toutefois, si la forge ne s'effectue pas au sein même des habitats, elle semble en être proche. Ces deux sites n'appartiennent donc probablement pas à des quartiers artisanaux<sup>532</sup>, mais s'insèrent dans la trame de l'agglomération.

---

<sup>530</sup> Sireix et Boccacino 2007, p. 107.

<sup>531</sup> Hénique (dir.) 2013, p. 71-72.

<sup>532</sup> Dans le sens de regroupement de diverses activités artisanales (travail du métal, de l'argile, mais aussi du bois, de la corne, du cuir, les métiers de bouche, etc.) à l'exclusion de tout autre forme d'occupation.



## *Le début du I<sup>er</sup> s. p.C.*

A partir du début du I<sup>er</sup> s. p.C., la métallurgie se développe directement au sein de d'« ensembles architecturaux »<sup>533</sup> sur le site du cours du Chapeau Rouge (421-422). Ils correspondent vraisemblablement à des cellules d'habitation, souvent marquées par la présence d'un foyer central. Cette organisation est également connue au sein d'autres sites urbains, en particulier ceux où les fenêtres de fouille ont permis l'observation d'îlots complets, comme par exemple à Olbia de Provence (Hyères, Var), où les espaces de production métallique se trouvent dans une des pièces des lieux de vie<sup>534</sup>.

Il est intéressant de noter que la première phase de l'occupation de cette portion de l'agglomération débute aux alentours de 50 a.C., mais que l'activité métallurgique n'y est recensée que pour la période la plus récente, dans la première décennie de notre ère. Cela démontre un développement de la métallurgie synchrone ou presque avec les autres sites. Il existe donc probablement un facteur déclencheur du développement de cette activité, mais la reconnaissance de ce dernier est malaisée. Une des pistes les plus sérieuses est celle de la fourniture de matériaux pour les aménagements liés à l'expansion de la ville. Toutefois, principalement dans le cas du cours du Chapeau Rouge, le développement du travail du fer est postérieur à l'implantation des bâtiments. Si l'activité métallurgique suit le développement de l'agglomération, elle ne sert probablement pas directement à celui du quartier.

Les quantités de déchets mis au jour pour cette phase d'occupation démontrent une activité soutenue au sein de l'ensemble architectural MSN 14, avec 31,450 kg de scories représentant environ 3,5 kg de pertes métalliques par an. Les autres lieux de découverte sont moins prolifiques, mais la découverte d'une dizaine de kilogrammes de scories dans une ruelle démontre que certains espaces de production étaient nettoyés, et les déchets déplacés. Cela induit que les vestiges restés en place ne correspondent très certainement qu'aux déchets liés à l'activité métallurgique effectuée depuis le dernier nettoyage des sols et non à l'activité totale. Les quantités de déchets mises au jour doivent donc, encore plus que pour les autres sites, être prises pour des minimas. Quoi qu'il en soit, les volumes de rejets de travail sont largement supérieurs à ceux observés dans les habitats ruraux de la même période, où le total

---

<sup>533</sup> Pour le choix de l'expression « ensemble architectural », voir Chuniaud et Sireix 2006, p. 62.

<sup>534</sup> Pagès *et al.* 2012.

de scories ne dépasse que très rarement la dizaine de kilogrammes, et ce pour des durées d'occupation bien plus longues.

Durant le règne d'Auguste, le site du Chapeau Rouge connaît une seconde phase d'aménagements (422). Tout comme pour l'occupation précédente, de nombreux témoins d'activité métallurgique ont été mis au jour en plusieurs endroits du site. Il s'agit généralement de zones assimilables à des pièces de bâtiments, mais également de rejets dans les rues démontrant, également pour cette phase, que les sols des espaces de travail étaient nettoyés. Malgré ces similitudes et l'augmentation du nombre de lieux de découverte, la quantité totale de déchets de travail du fer mis au jour pour cette occupation diminue, avec un total de 40 kg de scories.

La dispersion apparente de l'activité métallurgique pourrait être expliquée par les contextes de découverte des scories, parfois secondaires (des niveaux de remblais). Toutefois, la présence d'une masse de métal importante dans la pièce PCE 30 démontre certainement la tenue d'une activité métallurgique en ce lieu. De même, la présence de foyers dans trois autres lieux de découverte accrédite l'hypothèse d'un travail du fer dans ces espaces, en particulier l'état 2 des pièces 71-78<sup>535</sup>. La diminution de la quantité de déchets indentifiés lors de cette phase suggère une gestion spécifique de l'espace de travail, avec des nettoyages de sols et le rejet des scories dans des zones non fouillées.

A la période augustéenne les forges de la rue du Hâ (412) sont modifiées par la mise en place d'un second espace de travail du fer au sud-est d'AT1. Ce nouvel atelier, dénommé AT2, n'a pas livré de foyer de forge, mais des niveaux directement à l'extérieur de ce bâtiment contenaient de nombreuses scories et des recharges de sol couvrant ces déchets. Ce second atelier, très probable, est contemporain d'AT1. La création d'un nouvel espace de travail est certainement un marqueur du fort dynamisme de l'activité métallurgique dans ce secteur.

Près de la rue du Hâ se trouve le site de la Cité Judiciaire (419). L'occupation métallurgique semble commencer après la construction d'une voie d'accès au Peugue – un petit affluent de la Garonne – et aucun habitat n'est observé dans les alentours. L'activité de la

---

<sup>535</sup> Chuniaud et Sireix 2006, p. 98-101 ; Dunikowski et Coustures 2006, p. 20-22.

partie sud du site est donc principalement marquée par la métallurgie<sup>536</sup>. Lors de la première phase d'occupation, le secteur a pour caractéristique de présenter de nombreux foyers, dont une partie est certainement destinée à des travaux de cémentation d'objets longs. Une des particularités de ces espaces de travail est qu'ils empiètent assez largement sur la voie qu'ils bordent. Cela soulève de multiples questions, dont celle de la fréquence de l'activité métallurgique, et celle de l'utilisation de cet axe de circulation.

Concernant la fréquence du travail du fer, les indices sont faibles. La multiplication des structures peut être vue à la fois comme le témoin d'un travail intense et durable, mais également comme les vestiges d'activités ponctuelles, cycliques, comme cela a été démontré pour certains sites de réduction (3.1.2.1.). En ce sens, certains niveaux associés aux foyers de forge de la Cité Judiciaire étaient composés de plusieurs séquences de travail avec des indices d'interruptions de durée indéterminées entre ces dernières<sup>537</sup>.

La question de l'emprise de l'espace de travail sur la voie, et de la gestion des déchets<sup>538</sup>, se pose également pour d'autres sites de la ville (rue du Hâ, Chapeau Rouge) dont les rejets ont été retrouvés hors des lieux de production. De nombreuses villes antiques possèdent des lois visant à gérer la présence de déchets dans les rues, que ce soit en contraignant les habitants ou en instaurant un service public destiné au nettoyage<sup>539</sup>. Dans certaines de ces villes, comme Lyon, la propreté des espaces publics évolue au fur et à mesure de l'aménagement urbain. Dans un premier temps, les ordures s'amoncellent dans les fossés bordiers des voies, puis, lors de la construction de canalisations, il semble qu'un système de collecte soit mis en place, conduisant à la création d'une décharge en périphérie de la ville, relevant certainement d'une gestion publique de la propreté<sup>540</sup>. Dans d'autres cas cependant, la gestion des déchets semble plus relever de la sphère privée, ce qui se traduit par la multiplication des espaces de rejets en périphérie des habitats<sup>541</sup>. Les déchets empiètent alors sur la rue et dans les fossés bordiers des voies, tout comme c'est le cas à Bordeaux. Il est donc probable que le débordement des activités métallurgiques sur les axes de circulation à Bordeaux soit un signe d'une absence de législation sur la gestion des déchets, ou d'une faiblesse de l'application de cette dernière.

---

<sup>536</sup> Sireix (dir.) 2008, p. 26.

<sup>537</sup> Leblanc 2002, p. 138-140.

<sup>538</sup> Ce sujet a été traité sous de nombreux aspects (juridique, archéologique, historique, etc.) lors d'un colloque à Poitiers en 2002 (Ballet *et al.* (dir.) 2003).

<sup>539</sup> Saliou 2003.

<sup>540</sup> Desbat 2003.

<sup>541</sup> Dieudonné-Glad et Rodet-Belarbi 2003.

Le dernier site ayant livré des vestiges métallurgiques pour cette période appartient à l'ensemble nord, avec le Grand Hôtel et le cours du Chapeau Rouge. Il s'agit des Grands Hommes (425). Un bâtiment qualifié d'habitation, situé en bordure de voie, est identifié grâce à la présence six sols successifs portant chacun des scories de fer. Il est très probable que ce bâtiment ait accueilli une activité de forge. De plus d'autres scories se trouvaient sur la voie, comme dans le cas du cours du Chapeau Rouge, démontrant un rejet des déchets hors des ateliers. La présence de résidus d'autres activités productives (alliages cuivreux et os) dans les niveaux de l'axe de circulation démontre que ce dernier servait de façon générale d'espace de rejet.

### *Synthèse sur la période augustéenne*

Les débuts de la métallurgie bordelaise coïncident avec le grand réaménagement de l'agglomération à la période augustéenne. Cette activité se développe principalement au nord, dans des espaces nouvellement conquis sur les marais, au sein de quartiers apparemment dévolus à l'habitat. Deux ateliers se trouvent également à la limite sud de la ville. Il n'y a donc pas de zone dédiée à la métallurgie du fer, ou encore de relégation presque systématique dans les faubourgs comme cela a pu être observé dans l'agglomération de Reims (Marne)<sup>542</sup> ou à Jublains (Mayenne)<sup>543</sup>. Au contraire, les nombreux espaces de travail identifiés dans la partie nord de l'agglomération se trouvent probablement au sein de zones d'habitat, les ateliers étant circonscrits à une seule pièce<sup>544</sup>.

Ces espaces de travail sont généralement repérables par les déchets qu'ils ont laissés. Ces derniers se retrouvent dans plusieurs contextes différents marquant une hétérogénéité de leur gestion. Au Grand Hôtel, les sols, même s'ils n'ont pas été mis au jour, ont assurément été nettoyés avant l'abandon de l'espace de travail et les scories et battitures entassées dans le foyer de forge, ce qui marque une volonté de garder les niveaux propres, probablement en vue de nouveaux aménagements sur ces derniers. Le nettoyage des sols est également visible au sein des diverses forges du cours du Chapeau Rouge, où la quantité faible de scories mises au jour au sein des espaces de production, ainsi que la présence de déchets métallurgiques hors

---

<sup>542</sup> Schütz 2005, p. 120-121 pour l'agglomération pendant l'antiquité.

<sup>543</sup> Bocquet 2010, p. 130-133.

<sup>544</sup> Pour une réflexion large sur la place de l'artisanat à la fois au sein des agglomérations et dans la dualité habitat/atelier, voir généralement Chardon-Picault (dir.) 2010, et plus particulièrement Morel 2010.

de ces derniers va dans le sens d'une gestion des rejets. Au contraire, en périphérie de la ville, dans les ateliers de la rue du Hâ, les sols sont simplement refaits lorsque de trop nombreux déchets les encombrent.

Ces ateliers métallurgiques voient leur occupation commencer à la période augustéenne, mais elle se prolonge généralement au-delà, pendant le règne de Tibère, voire plus tard. Il faut donc tenir compte de leur présence pour les périodes postérieures.

#### **4.2.3.2. La période tibérienne, un pic d'activité**

La période tibérienne se caractérise par une augmentation du nombre de sites liés à la métallurgie du fer à Bordeaux. Les nouveaux espaces de travail se concentrent principalement dans la partie sud du site (Figure 90).

Entre 10 et 30 p.C., la forge continue à être pratiquée au nord de l'agglomération, dans le secteur de l'Auditorium, phase II, état 1 (416). La métallurgie est présente dans trois bâtiments dont au moins une partie est dédiée à l'habitat. La configuration est donc similaire à celle du cours Chapeau Rouge dont il a été question précédemment. Une des particularités de l'Auditorium est que les déchets ne se retrouvent qu'en quantités limitées au sein des bâtiments (moins de 1 kg), mais sont beaucoup plus nombreux (presque 26 kg) au niveau de la rue. Cela démontre sans ambages que les sols des espaces de production étaient régulièrement nettoyés et que les rejets des déchets se faisaient au niveau de la zone non habitée la plus proche : la rue. Ce schéma, déjà observé au niveau du cours du Chapeau Rouge, semble récurrent pour les forges situées dans des zones densément habitées.

Légèrement plus tard, à partir de 20 p.C., les installations métallurgiques du site de la rue du Hâ évoluent (413). Cette troisième phase d'occupation est marquée par la disparition de la *domus* située à l'est de la fouille, par l'évolution de l'atelier AT1 l'abandon d'AT2 avant le milieu du I<sup>er</sup> s. p.C. L'état 3.1 de l'espace de travail AT1 est peu connu, mais il est marqué, sur toute sa surface, par un niveau de rejet de déchets de forge. La présence d'une plus forte concentration de scories et de fragments de parois dans la partie nord-ouest indique certainement l'emplacement de l'espace de travail. Comme pour les autres ateliers non inclus

dans des habitats, la gestion des rejets semble sommaire, ces derniers étant simplement éparpillés sur les sols de circulation.

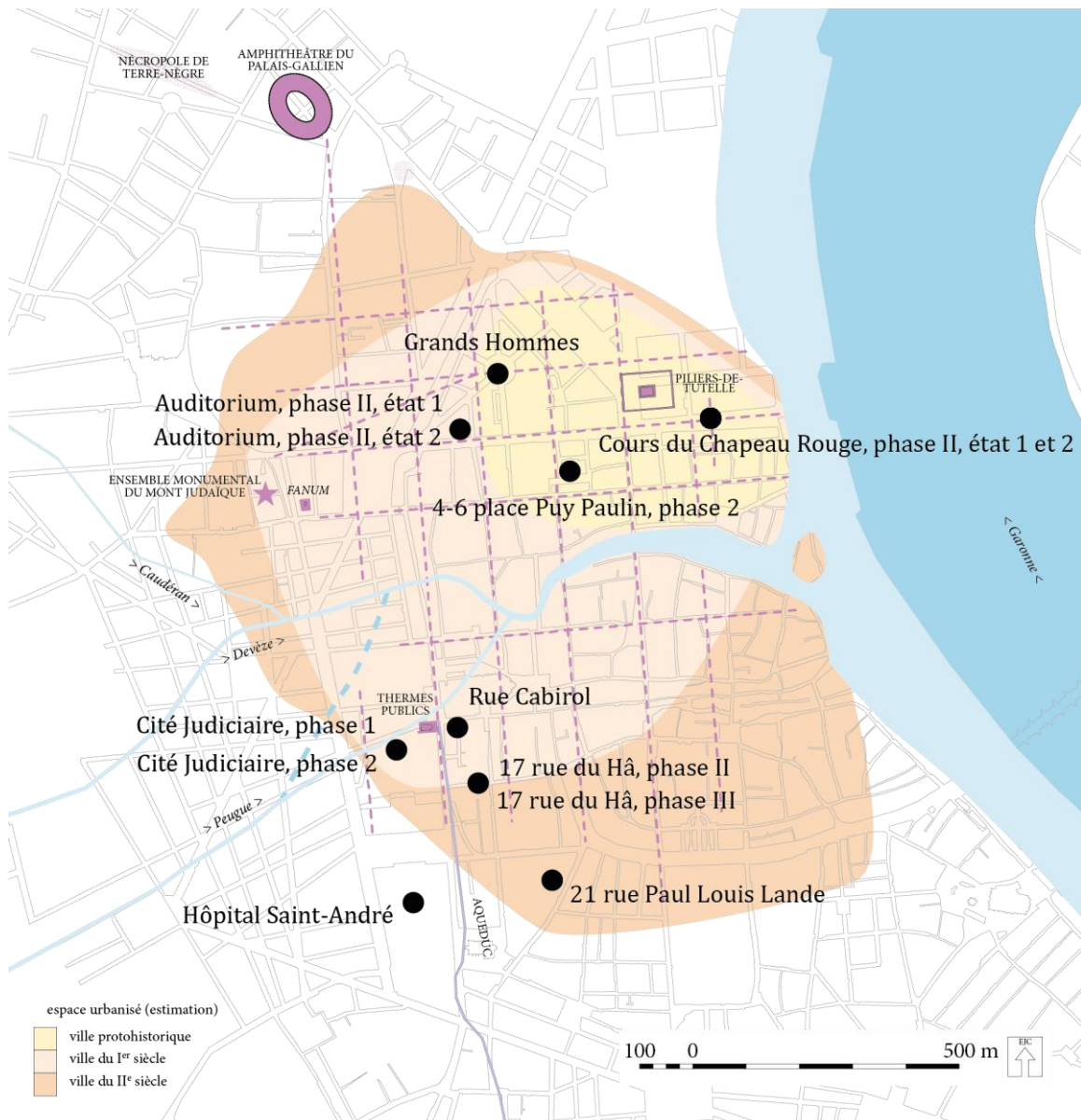


Figure 90 : Sites de travail du fer à Bordeaux à l'époque tibérienne (fond de carte E. Jean-Couret, Ausonius).

A proximité de la rue du Hâ, sur le site de l'Hôpital Saint-André (424) un nouvel espace de travail du fer est identifié pour cette période. Ses sols sont mis en place rapidement. Deux espaces, un probablement intérieur et un autre certainement extérieur ont été distingués<sup>545</sup>. Seul le dernier comprenait des traces de métallurgie du fer, en particulier

<sup>545</sup> Mille 1998, p. 9-10.

plusieurs foyers. Pendant une seconde phase d'occupation, l'activité est déplacée, mais reste présente dans le secteur. De plus, la céramique mise au jour démontre la présence d'une zone de vie proche. Il est donc probable que l'espace de travail du fer de l'Hôpital Saint-André soit un cas intermédiaire entre ceux observés à la Cité Judiciaire qui étaient, au moins en apparence, « indépendants », et d'autres intégrés à un habitat, comme au Cours du Chapeau Rouge ou à l'Auditorium. Là, il semble que le travail du métal prenne place en périphérie immédiate de l'espace de vie.

La fin du règne de Tibère, à partir des années 30 p.C., est marquée par une forte continuité de l'activité métallurgique à Bordeaux. De nouvelles phases d'occupation sont identifiées sur les sites de l'Auditorium (phase II état 2) (417), la Cité Judiciaire (phase 2) (420) et la rue du Hâ (phase 3, état 2) (413). Ces forges sont dans la continuité des précédentes, avec, principalement, des reconstructions sur des espaces déjà occupés lors des phases précédentes. C'est en particulier le cas de la restructuration de l'atelier AT1 sur le site de la rue du Hâ, et de la seconde occupation métallurgique du bâtiment BAT 40 à l'Auditorium.

A la Cité Judiciaire, phase 2, état 1, les changements sont plus importants. L'espace occupé par la métallurgie est toujours le même (la zone 3 du site), mais le nombre de structures augmente, en particulier les foyers en fosse allongée. De plus, l'espace semble mieux structuré, en particulier avec la création de deux bâtiments bordant la voie, dont un, au nord, servant très certainement de forge. La structuration de l'espace est également visible au travers d'une organisation plus stricte des structures. Elles sont alors alignées perpendiculairement ou parallèlement à la voie, sans empiéter sur cette dernière comme pendant la phase précédente. Il est probable que des garants de l'autorité aient contraint les forgerons à mieux respecter l'espace public.

La fin de la période tibérienne voit également la création de nouveaux espaces de travail du fer. Au nord, le site de la Place Puy-Paulin (415) voit le développement, dès le début de son occupation, d'une métallurgie des alliages cuivreux, et dans une moindre mesure, du fer. Il est notable que, malgré une fenêtre de fouille étroite, des espaces de travail des alliages cuivreux et du fer aient été repérés. La stratification des espaces de rejet démontre que, dans un premier temps, seul le fer est travaillé sur le site. Dans un second temps, la

métallurgie concerne principalement les alliages cuivreux, bien que quelques scories ferreuses soient associées à ces déchets. Les rejets de forge sont peu nombreux, de l'ordre d'un kilogramme. Le travail du fer peut avoir été ponctuel sur ce site. Toutefois, le lien éventuel avec la métallurgie du bronze suggère des travaux à basse température, et donc peu générateurs de scories. Sur ce site il est envisageable que les deux métallurgies soient pratiquées par une même personne.

Au sud de Bordeaux, un autre espace de travail alliant métallurgie du fer et des cuivreux a été identifié dans la rue Cabirol (426). Encore une fois, l'absence de fouille en extension ne permet que d'avoir un aperçu de l'activité métallurgique, mais cette dernière est caractérisée par trois niveaux successifs ayant chacun livré des déchets spécifiquement liés au travail d'un métal : alliages cuivreux, puis fer, puis à nouveau alliages cuivreux<sup>546</sup>. Cette succession peut être un indice révélateur de l'existence d'espaces dédiés à la métallurgie, quelle que soit cette dernière. Ces indices peuvent également suggérer que certains métallurgistes maîtrisaient le travail de divers métaux et mobilisaient leurs compétences de façon successive, peut-être en fonction d'un carnet de commandes.

Toujours au sud de l'agglomération, un dernier espace de travail du fer, très mal connu car observé uniquement dans un sondage, a été mis au jour 21 rue Paul Louis Lande (414). Ce site s'intègre dans un espace déjà dense en vestiges métallurgiques, appuyant le très fort dynamisme de cet espace périphérique de la ville.

La fin du règne de Tibère se clôt par un remaniement de l'atelier AT1 sur le site de la rue du Hâ (AT1 état 3.2). Ce dernier voit plusieurs séquences d'occupation successives correspondant à autant de réfections, parfois ponctuelles, des sols de travail. Les déchets, eux, sont toujours partiellement laissés sur les sols tandis que certains sont évacués à proximité directe, dans les fossés bordant la voie sur laquelle ouvre l'espace de travail. A partir de la dernière séquence, l'atelier commence à s'étendre et à empiéter sur la venelle.

La période tibérienne correspond à la continuité de l'occupation d'un bon nombre de lieux de travail du fer créés à la période augustéenne, mais aussi à l'ouverture de nombreux

---

<sup>546</sup> Béhague (dir.) 2014, p. 38-42.



nouveaux ateliers. Il est remarquable que ces derniers se trouvent toujours dans les mêmes zones, permettant probablement d'identifier une politique d'aménagement urbain allouant aux forgerons la possibilité de s'installer uniquement dans certains secteurs de la ville<sup>547</sup>. Les caractéristiques de ces espaces de travail sont similaires à celles des premières occupations : des ateliers intégrés à l'habitat au nord, dans la zone la plus urbanisée, d'autres sans lien évident avec la sphère domestique au sud, dans un secteur en cours d'urbanisation.

#### **4.2.3.3. Du milieu à la fin du I<sup>er</sup> s. p.C., l'absence de renouvellement de l'activité métallurgique**

Durant la seconde partie du I<sup>er</sup> s. p.C. aucun atelier métallurgique n'est fondé au sein de l'agglomération bordelaise. Toutes les occupations métallurgiques sont déjà en activité à l'époque tibérienne (Figure 91). Les plus grands changements se font au sud de la ville. Une nouvelle phase d'occupation datée à partir de 40 p.C. a été identifiée à l'Hôpital Saint-André (424). Elle est marquée par la construction de deux foyers de forge successifs confirmant la pérennisation de la fonction de l'espace métallurgique.

A la rue du Hâ (412-413) deux nouveaux états d'aménagement ont été observés. Chacun correspond à de nouveaux sols de l'atelier AT1 (états 3.3 et 3.4). Peu à peu l'atelier déborde sur la rue, d'abord seuls les déchets envahissent le passage et les structures de production restent à l'intérieur de l'atelier. La dernière séquence d'occupation voit l'édification de foyers directement sur la rue, où une concentration de battitures atteste la présence d'une enclume. Ces deux éléments indiquent clairement que le ou les forgeron(s) se sont appropriés cet espace<sup>548</sup>.

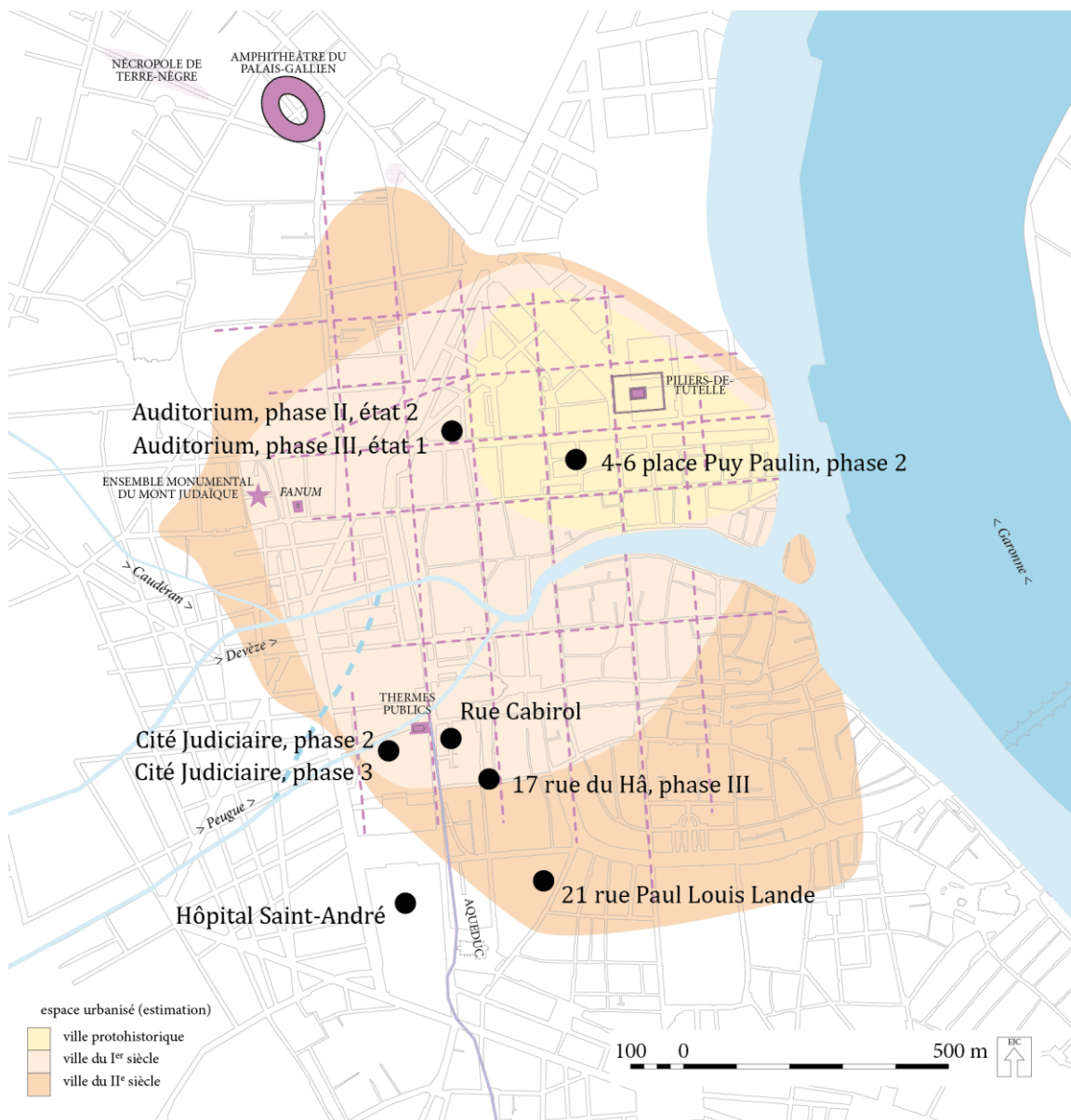
Le site de la Cité Judiciaire, proche, est également marqué par deux nouvelles séquences d'occupation. La séquence 2 de la phase 2 (420), se développant entre 50 et 70 p.C., est caractérisée par plusieurs changements importants par rapport à la séquence précédente. Les foyers évoluent et le nombre de structures allongées diminue tandis que le

---

<sup>547</sup> Un phénomène similaire a été observé à Jublains (Mayenne), où, en l'état actuel des connaissances, les métallurgistes sont cantonnés à une zone périphérique, non habitée (Bocquet 2010).

<sup>548</sup> Hénique (dir.) 2013, p. 101. Beyrie et Kammenthaler 2013, p. 173.

nombre de petits foyers circulaires augmente très fortement. Cela peut être révélateur d'un changement dans l'activité pratiquée sur le site. De plus, au niveau même de l'organisation spatiale des structures, de nouveaux éléments sont visibles. La partie ouest de la voie est totalement abandonnée, tous les foyers se concentrent à l'est de cette dernière. Le bâtiment sud-est est remanié et accueille dorénavant plusieurs structures métallurgiques. Quelques-unes sont construites directement sur la bande de circulation, fermant de fait la voie. Cette période correspond aux travaux de déviation du Peugue et donc à une possible condamnation temporaire de la route le temps des travaux<sup>549</sup>. Cela aurait peut-être incité les métallurgistes à occuper l'espace vacant pour y installer leurs grandes structures de production.



<sup>549</sup> Sireix (dir.) 2008, p. 35-37.

*Figure 91 : Sites de travail du fer à Bordeaux entre 41 et 70 p.C. (fond de carte E. Jean-Couret, Ausonius).*

La dernière séquence d'occupation, entre 70 et 90 p.C. (420), est marquée par un très net recul de l'activité. En effet, seuls quatre à cinq foyers allongés sont recensés, le bâtiment au sud-est n'est apparemment plus utilisé. Les foyers se trouvent toujours à l'est de l'axe de circulation, quelques-uns empiétant sur la voie, mais beaucoup plus discrètement qu'à la période précédente.

Au nord de la ville, seul le site de l'Auditorium (416 à 418) voit une restructuration marquée par un renouveau de l'activité métallurgique. Cette dernière est cependant plus réduite que lors des phases précédentes, avec seulement deux lieux de découverte, deux bâtiments. Le plus notable est BAT 42, le plus grand bâtiment de cette nouvelle phase. Une des six pièces, qui donne sur la voie, semble dédiée au travail du fer. Une configuration similaire a été observée, dans un état antérieur, à l'intérieur de la pièce 7 de la maison MSN 4. Au sein de cet espace donnant sur la voie, des traces de métallurgie du fer, en particulier une grande quantité de battitures ont été retrouvées. Cela confirme l'importance de la métallurgie dans cette partie de la ville où, même lors d'une restructuration complète de l'espace suite à un incendie, et une très forte modification de la morphologie de l'occupation, de nouveaux espaces de travail du métal sont aménagés dans la continuité des anciens.

La seconde partie du I<sup>er</sup> s. p.C. à Bordeaux est caractérisée par une stagnation du nombre de sites métallurgiques, voire une diminution après 70 p.C. (Figure 92). En effet, aucune nouvelle création d'atelier de métallurgiste n'est observée pour cette période et c'est vers 70 p.C. que les ateliers du 21 rue Paul Louis Lande, de la place Puy Paulin, de l'Hôpital Saint André et de la rue du Hâ sont abandonnés. Seuls deux sites métallurgiques continuent leur activité dans le dernier quart du I<sup>er</sup> s. p.C. : la Cité Judiciaire et l'Auditorium. Toutefois, le site de la Cité Judiciaire est presque abandonné par les forgerons à cette période. La métallurgie du fer semble donc presque disparaître de l'agglomération à l'époque flavienne alors qu'elle était très dynamique quelques années auparavant.

La question des causes de cette forte diminution du nombre de forges se pose. Plusieurs hypothèses peuvent l'expliquer. En premier lieu, comme souvent, il est possible d'évoquer le biais archéologique, l'intégralité de l'espace urbain n'est pas connue. Toutefois, le nombre d'opérations archéologiques effectuées dans l'agglomération bordelaise permet de

supposer une certaine fiabilité de l'échantillonnage. L'explication a donc certainement trait à des évènements contemporains. La mise en relation avec les grandes phases de chantier de la ville est tentante, surtout au vu de l'expansion de cette dernière au cours du premier siècle de notre ère. Toutefois, les grands bâtiments publics sont construits à partir de la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C.<sup>550</sup>, au moment du début du déclin de l'activité métallurgique. Il n'y a donc apparemment pas de corrélation entre construction publique<sup>551</sup> et développement de la métallurgie.



<sup>550</sup> Barraud *et al.* 2009, p. 27.

<sup>551</sup> La construction privée, elle, est certainement beaucoup plus régulière et toujours demandeuse d'éléments en fer, il est donc possible de supposer que sa consommation est globalement constante. De plus, la ville continue de s'étendre, même au II<sup>ème</sup> s. p.C. (Barraud *et al.* 2009, p. 25).

Figure 92 : Sites de travail du fer à Bordeaux entre 71 et 100 p.C. (fond de carte E. Jean-Couret, Ausonius).

Les autres facteurs possibles de la diminution de l'activité métallurgique à la fin du I<sup>er</sup> s. p.C. sont moins facilement abordables. S'agit-il d'une politique spécifique à la ville ? Cela est envisageable sans pouvoir être confirmé. Il est cependant remarquable que, dans d'autres centres urbains de la façade atlantique, au contraire, cette période correspond au plein développement des ateliers de travail du fer. C'est particulièrement le cas à Amiens<sup>552</sup> et à Rennes<sup>553</sup>. Est-ce la concurrence de produits manufacturés provenant d'autres sites ? Cela ne peut être assuré. Le site d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), situé à une vingtaine de kilomètres en amont de la Garonne, a bien livré des vestiges d'une activité métallurgique, mais cette dernière semble suivre la même évolution qu'à Bordeaux, à savoir un développement à partir de la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. a.C. et un essoufflement, voire un arrêt vers la fin du I<sup>er</sup> s. p.C.<sup>554</sup>. Les autres sites proches ne sont pas connus pour leur production de fer, rendant ainsi peu probable un phénomène de glissement de l'activité vers la périphérie éloignée de la ville. Il faut alors envisager une influence croissante du commerce à longue distance, peut-être favorisé par l'aménagement des quais de la ville tout au long du I<sup>er</sup> s. p.C.<sup>555</sup>

### **4.3. Synthèse chronologique**

#### **4.3.1. Entre 450 et 300 a.C. : une métallurgie discrète**

De tous points de vue, entre 450 et 300 a.C., la métallurgie se caractérise principalement par sa discrétion. En effet, peu de sites de cette période présentent des vestiges de travail du fer, que ce soient des déchets ou des structures de production.

Une seule zone d'extraction de minerai de fer est clairement identifiée à cette période, à Guichainville, Saint-Laurent (73), et elle n'est que de faible ampleur. Toutefois, la

---

<sup>552</sup> Amiens, ZAC Cathédrale-Université (26-27-28) (Buche et Gemehl 1996).

<sup>553</sup> Rennes, 3-4 rue de Saint-Malo, phase IV (207) (le Cloirec 1995, p. 173-192) ; Rennes, Place Hoche, phases 3 et 4 (208) (Pouille (dir.) 2008).

<sup>554</sup> Colin (dir.) 2016 ; Valette 2016.

<sup>555</sup> Gerber 2010, p. 86.

concentration de sites de réduction en quelques ensembles assez bien circonscrits permet de restituer la présence des zones d'extraction du minerai de fer en plusieurs points : le sud-est de la Charente-Maritime, à la pointe bretonne, au niveau des groupes de Paimpont et Dinan à l'est de la Bretagne et enfin autour d'Evreux auquel appartient le site de Guichainville.

Hormis au sein de l'ensemble d'Evreux, les sites de réduction et de forge sont bien séparés. Aucun vestige de réduction n'a été mis au jour au sein d'habitats ruraux, les sites où la forge est majoritaire. De plus, l'éloignement des zones de réduction de celles de forge laisse penser à une forte segmentation des diverses phases du processus métallurgique.

Les ateliers de réduction sont principalement composés de bas fourneaux à scorie piégée et utilisation unique. Dans quelques cas – Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285) et Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué (195) – le regroupement de plusieurs bas fourneaux démontre que les quantités de fer produites y sont plus importantes qu'au sein des autres ateliers. L'organisation de certains de ces ateliers, et en particulier la répétition d'ensembles de structures comme le couple charbonnière/bas fourneau, démontre une occupation cyclique de ces lieux de réduction, donc l'existence de campagnes de travail.

L'épuration n'est que rarement recensée à cette période. Toutefois, deux cas principaux semblent pouvoir être distingués. Des ateliers de réduction, principalement dans le secteur de Dinan et celui de Paimpont, ont livré quelques scories de forge. Il est donc probable que ces sites aient accueilli une activité de forge ponctuelle, très certainement destinée à un premier travail d'épuration de la masse brute de réduction. Un autre groupe de sites, autour d'Evreux, a livré des vestiges similaires, mais au sein d'habitats ruraux, ce qui démontre encore la particularité de cet ensemble vis-à-vis des autres identifiés sur la façade atlantique.

Les travaux pratiqués à cette époque sont généralement peu producteurs de déchets, donc certainement de faible intensité. Cela se ressent aussi bien en prenant en compte le nombre de scories sur le site le plus prolifique, Saint-Sébastien-de-Morsent, Avenue François Mitterrand - Rue de la Garenne, phase 1 (92), où seulement 3,2 scories ont été produites par an

durant son occupation, et la masse de ces vestiges – 198 g par an. Ces chiffres semblent relativement faibles, seules trois à quatre sessions de travail du fer auraient été effectuées, chaque année, sur ce site pourtant le mieux doté de sa période. Le fer semble donc avoir été une ressource peu produite et peu utilisée. La majorité des sites ruraux livrent des vestiges peu fréquents de cette activité, attestant très certainement de la rareté de la pratique de la forge, en général une fois tous les dix ans ou moins. Une telle fréquence peut correspondre à des travaux ponctuels ayant pour but l'entretien ou le renouvellement des outils et peut-être des bâtiments.

#### 4.3.2. De 300 à 150 a.C. : un développement quantitatif

Entre 300 et 150 a.C. le nombre de sites ayant livré des vestiges liés au travail du fer augmente fortement. Les ensembles de sites décrits pour la période précédente subsistent et trois nouveaux viennent les compléter : la zone pyrénéenne, la zone girondine et les ensembles du pertuis d'Antioche et du pertuis breton.

En premier lieu, le groupe pyrénéen est lié à l'extraction et à la réduction du minerai de fer. Ces sites, dont l'exploitation commence entre la fin du III<sup>ème</sup> et le début du II<sup>ème</sup> s. a.C. forment un district métallurgique où la réduction s'effectue dans des bas fourneaux à scorie coulée. Ces éléments sont les plus anciens signes d'exploitation minière et de réduction organisés à grande échelle sur la façade atlantique. Ils témoignent d'une spécificité, probablement due à l'environnement montagnoux, qui ne se retrouve pas plus au nord.

En Aquitaine, peu de sites de travail du fer sont recensés, toutefois ils ont tous pour particularité de présenter les vestiges de plusieurs procédés métallurgiques. Certains sites présentent à la fois des vestiges de forge et de réduction, permettant d'y restituer une activité de traitement primaire de la masse brute. L'observation microscopique de scories atteste également l'épuration de la masse brute de réduction au sein de l'agglomération ouverte de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437), le plus ancien habitat groupé du corpus. Ce site est également celui ayant livré le plus de vestiges de forge entre 300 et 150 a.C. (Annexes 2.4 et 2.7). Il atteste, dès cette période, un lien fort entre présence de métallurgistes et site urbain.

Plus au nord, la réduction et la forge restent bien différenciées spatialement. La première se déroule au sein d'ateliers organisés avec une séparation marquée des postes de travail (charbonnage, préparation du minerai, réduction et éventuellement forge). Comme à Saint-Pierre-de-Plesguen, Le Rocher Abraham I (213), ces espaces de production utilisent de plus en plus les bas fourneaux à scorie piégée réutilisables. Les vestiges de forge, et donc d'éventuelle épuration, sont bien présents sur les sites de réduction des groupes de Dinan et de Paimpont, ce qui met en exergue le développement de l'épuration sur les sites de réduction dans cette région.

Au contraire, la région d'Evreux se caractérise toujours par des liens différents entre les lieux de travail du métal. Bien que le nombre de sites de réduction y ait fortement diminué par rapport à la période précédente, la production de fer semble encore en lien avec des habitats ruraux, en particulier à Guichainville, Saint-Laurent (73).

Plus au nord, la réduction n'est pas attestée, mais l'épuration est pratiquée au sein de l'habitat rural privilégié de Croixrault, L'Aérodrome, phase 1 (32-33-34), seul site rural où cette activité est documentée avec certitude.

Entre 300 et 150 a.C., la forge reste une activité essentiellement rurale. Toutefois, elle se développe et concerne de plus en plus de sites. Les sites privilégiés font partie des lieux où le plus de scories ont été identifiées. Ils représentent la moitié des sites où la forge semble pratiquée au moins une fois tous les dix ans, tandis que les habitats ruraux en forment un tiers et les habitats urbains un quart (Annexe 2.5). Les sites sur lesquels la forge est la moins présente restent majoritairement des habitats ruraux et des ateliers de réduction avec, le plus souvent, moins d'une scorie de forge pour dix années d'occupation. Il est possible que la quantité de fer utilisée sur les habitats ruraux privilégiés soit à mettre en relation avec l'entretien ou le renouvellement d'une quantité d'outils proportionnelle à la surface exploitée, probablement plus importante que sur les autres habitats ruraux. De même, il est probable que les occupants de ces sites aient utilisé plus de fer que des agriculteurs, que ce soit pour la fabrication d'armes, de parures, de mobilier, d'harnachement, dans le cadre de banquets ou d'autres cérémonies. Il est également envisageable que cette production relativement élevée



soit liée à la fabrication d'éléments en fer supplémentaires, soit pour la consommation directe du site, soit en vue d'être échangé avec d'autres sites plus ou moins proches. Une activité de forge qui semble excédentaire est attesté à Saint-Martin-des-Entrées, Le Parc sur l'Herbage (129), où la quantité de déchets de travail du fer est similaire à celle mise au jour sur le site urbain de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437).

Enfin, dans trois ensembles de sites, en Asturies-Cantabrie, en Basse-Normandie et dans le Nord-Pas-de-Calais, les sites sont uniquement liés à la forge et, comme à la période précédente, aucun atelier de réduction n'a été identifié à proximité de ces derniers. L'approvisionnement en fer de ces régions devait donc certainement se faire par échanges à longue distance du métal.

#### 4.3.3. La fin de l'âge du Fer, une constance dans les liens entre les sites métallurgiques

La période de 150 à 30 a.C. correspond encore à une augmentation du nombre de sites sur lesquels la métallurgie est pratiquée, et en particulier la forge. Dans les grandes lignes l'organisation des sites de travail du fer reste la même, toutefois, la quantité de sites de plus en plus importante permet d'en proposer une vision plus précise.

Le nord-ouest de la péninsule Ibérique le nombre de sites concernés par la métallurgie du fer diminue, mais cela est très probablement dû à la faiblesse des données connues pour cette région. Dans les Pyrénées la situation reste la même qu'à la période précédente : les massifs miniers de Larla et d'Urepel sont toujours exploités. De même, en Aquitaine, la situation n'évolue que peu. Seule la diminution de l'activité de forge à Mouliets-et-Villemartin Lacoste (433 à 437), et son début dans l'agglomération d'Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), sont notables. Ces deux agglomérations ouvertes sont les sites d'habitat les plus importants de la région à cette période, mais également ceux où l'activité métallurgique est la plus importante. Il existe donc très certainement un lien entre nombre d'habitants d'un site et ampleur du travail du fer. La localisation de ces deux villes, la première en lien avec la Dordogne et la seconde avec la Garonne, suggère que les conditions, favorables aux échanges

(acquisition de la matière et expédition d'objets) ont également participé au développement de l'activité métallurgique<sup>556</sup>.

Au nord, dans une région jusque-là mal pourvue de sites en relation avec le travail du fer, quelques forges rurales sont documentées. Comme cela a pu être observé dans d'autres régions, les vestiges de forge sont peu nombreux sur ces sites.

Dans l'est de la Bretagne, malgré un déplacement du centre principal de réduction, l'organisation de l'activité métallurgique ne semble pas être modifiée. Les sites ne comptent toujours qu'un nombre réduit de structures, mais une séparation des postes de travail relativement marquée. Toutefois, l'organisation générale ne change pas, et la séparation entre forge et réduction semble même se confirmer par la diminution très forte – pour ne pas dire la disparition – des sites de réduction autour d'Evreux, où ils étaient le plus proches des habitats ruraux.

Sur l'habitat rural privilégié de Paule (248-250), au contraire, une partie de la production semble tournée vers le traitement de masses brutes de réduction probablement obtenues dans des espaces de production proches, appartenant certainement au domaine du site.

Entre la Bretagne et le Nord, l'organisation de la métallurgie semble se faire autour de sites ruraux et en particulier les sites privilégiés, qui, pour certains, présentent plus de vestiges de travail du métal que les agglomérations locales, et même que celles d'Aquitaine. Il est donc très probable que ces sites agissent comme des centres de transformation de la masse brute, tout comme les agglomérations d'Aquitaine. Le cas de Paule permet de supposer un lien très fort entre certains habitats ruraux privilégiés et les sites de réduction. Les habitats ruraux sans statut particulier ne semblent avoir accueilli que très occasionnellement une activité d'épuration. Le travail du fer y concerne presque uniquement l'élaboration d'objets, certainement à partir d'une matière première déjà travaillée.

---

<sup>556</sup> Il faut rappeler que sur ces deux sites le fer n'est pas le seul métal travaillé. Les vestiges de mise en forme d'objets en alliage cuivreux sont également bien représentés.

Malgré une homogénéité apparente dans les départements bordant la Manche, le groupe de sites bas-normands se distingue par la faible quantité de vestiges de travail du fer qu'ils ont livré, largement inférieure à ce qui a été observé sur le reste de cette zone. Cette faible production d'objets en fer est difficilement justifiable. Trois hypothèses sont envisageables pour expliquer ce phénomène. En premier lieu, il est possible que les centres de production majeurs n'aient pas été identifiés. Toutefois, au vu du nombre important de sites fouillés, cette hypothèse semble peu vraisemblable. Il est également possible que les habitants des sites acquièrent plus régulièrement des objets déjà mis en forme, réduisant de fait la quantité de scories produites. Enfin, le métal travaillé peut déjà être bien épuré et donc avoir moins contribué à la création de scories. Cette hypothèse peut être accréditée par le fait que les demi-produits circulant dans cette région sont des barres à douilles, ne contenant généralement que peu d'inclusions de scories<sup>557</sup>.

La fin de l'âge du Fer est donc marquée par une augmentation du nombre de sites liés à la métallurgie du fer, mais également à une augmentation globale de la quantité de métal travaillée, dans la continuité de la période précédente. De plus, une polarisation nette de l'activité a été observée autour de sites d'importance : les habitats urbains en Aquitaine, les sites ruraux privilégiés plus au nord, le long de la Manche, ce qui permet de différencier deux grands « bassins d'organisation ». La Basse Normandie se distingue également en un sous-ensemble du bassin de la Manche.

Les sites ruraux privilégiés d'une part, et les agglomérations d'autre part, semblent centraliser une part importante de l'activité de forge, et en particulier l'épuration<sup>558</sup>. Cette organisation permet, par l'appropriation d'une part conséquente de la matière brute, et probablement des savoir-faire concernant son traitement, une emprise très forte sur les circuits de distribution du métal, profitant très certainement à la richesse de ces sites.

Ces sites ont également livré des espaces de travail dont l'organisation est complexe, avec des structures différentes et des foyers de forme variée, très spécifique. Cette diversité est un argument en faveur de la reconnaissance d'une activité productive de plus en plus

---

<sup>557</sup> Berranger 2014, fig. 31, p. 89.

<sup>558</sup> Fait déjà observé par S. Bauvais pour le nord de la France (Bauvais 2007, vol. 1, p. 514).

spécialisée, utilisant des structures de production particulières pour des travaux déterminés et probablement peu courants.

#### 4.3.4. La période augusto-tibérienne : changement d'ère et ère de changements

La période faisant directement suite aux conquêtes romaines en Gaule et dans le nord-ouest de la péninsule Ibérique possède des points communs, mais également de nombreux points de divergence avec la fin de l'âge du Fer.

Les points communs se retrouvent essentiellement au niveau des regroupements de sites métallurgiques : les grands ensembles observés lors des périodes précédentes n'évoluent que peu. En Asturies seuls quelques sites semblent concernés par le travail du fer, tandis que dans les Pyrénées et au niveau de leur piedmont, le nombre de vestiges métallurgique augmente et surtout se diversifie, avec la présence d'activités de forge dans les plaines jusqu'aux Landes. Le groupe girondin est marqué par le développement des agglomérations, en particulier de *Burdigala* (Bordeaux) et de *Mediolanum Santonum* (Saintes), où les ateliers de forge sont nombreux. Une des caractéristiques de ces sites, en particulier à Bordeaux et Isle-Saint-Georges, Dorgès (429-430), est la présence de forges où le fer est épuré. Cela démontre la continuité de cette pratique dans les centres urbains, avec, peut-être, une première phase de travail de la masse brute de réduction au plus près de leur lieu de production comme à La Genétouze - Le Fouilloux, Pôle Sécurité et Sports Mécaniques (385), où la découverte de scories de forge et de réduction associées permet de supposer que l'épuration primaire du métal était effectuée sur place.

Un nouveau groupe de sites apparaît au sud-est de la Bretagne. Il est caractérisé, comme pour les autres, par une séparation assez stricte entre la réduction, dans des espaces dédiés, et la forge, dans des habitats ruraux. Dans l'ouest breton, le site de Paule (249-250) voit son activité diminuer à Saint-Symphorien et le déplacement des forges de Saint-Eloy. Malgré cela, il reste le site métallurgique le plus actif de la région. En Bretagne orientale, l'activité de réduction, marquée par de nombreux ferriers, s'intensifie. Cela se ressent autant dans le nombre de sites que par la nature des structures de production, de plus en plus

fréquemment à scorie coulée, ce qui permet un nombre de réductions plus important, allant jusqu'à la formation de ferriers.

En Basse-Normandie, l'organisation des sites semble toujours être la même, avec une absence de sites de réduction et une forte présence de sites ruraux. Dans cette région, le site ayant livré le plus de vestiges de travail du fer est Touffreville, Villa (130), un habitat rural privilégié faisant suite à une occupation gauloise<sup>559</sup>, un enclos situé à quelques centaines de mètres de l'habitat principal abrite une activité de forge intensive (2152,8 g de scories par an). Les masses de métal travaillées, elles, sont sans communes mesures avec ce qui a été observé à la période précédente, même au sein des sites les mieux pourvus en la matière comme Paule. Il est certain qu'ici, le fer, ou tout du moins sa mise en forme, est une des ressources économique du domaine.

L'augmentation de la quantité de scories de fer est une des caractéristiques majeures de la période augusto-tibérienne. Outre l'augmentation de la masse générale de scories produites, la production semble se centraliser en quelques sites principaux, au détriment des autres. Par exemple, la métallurgie est très présente à Touffreville, mais en parallèle, moins de sites ruraux de la région ont livré des vestiges de travail du fer. De plus, la quantité de fer produite à Touffreville dépasse largement celle « perdue » sur les autres sites régionaux, attestant probablement d'une destination extrarégionale de la production de la villa.

Après la conquête quatre sites de forge ont une production suffisante pour former plus d'un kilogramme de scories par an, alors qu'aucun site antérieur n'avait généré autant de déchets pour cette activité. Tous, hormis Touffreville, sont localisés à Bordeaux, ce qui met en avant le dynamisme de ce centre urbain. L'importante quantité de déchets de forge issus de ces sites indique qu'une grande quantité de métal y était travaillée. Il est donc probable que ces sites aient drainé une importante partie de la production de fer. Au sud, la fonction de centre métallurgique (de forge) semble remplie par les agglomérations, tandis qu'au nord, ce sont principalement les habitats ruraux privilégiés et quelques habitats ruraux qui remplissent cette fonction.

---

<sup>559</sup> Coulthard 2010.

Dans un même temps, les sites ruraux présentant des vestiges de travail du fer diminuent, attestant très certainement de modification dans les modes d'approvisionnement en matériau. Il était probablement devenu plus simple de se procurer des outils dans les centres de forge que de se procurer la matière première et de les fabriquer (ou plus probablement de les faire fabriquer) sur place.

Ce déplacement de l'activité métallurgique peut s'expliquer par deux facteurs principaux. En premier lieu, les centres urbains sont certainement de grands demandeurs d'éléments en fer, que ce soit pour la construction ou encore pour l'outillage, l'ameublement, la parure (monumentale ou personnelle). Les grands travaux entrepris, en particulier à Bordeaux avec le spectaculaire agrandissement de la ville, ont dû demander beaucoup de main d'œuvre et de matériaux. Les forgerons y trouvaient donc certainement de nombreux débouchés pour leur production. En second lieu, les forges semblent avoir entretenu un lien avec les élites, comme cela a été observé avec la récurrence de zones spécifiquement dédiées au travail du fer sur les habitats ruraux privilégiés. Les élites possédant les habitats ruraux privilégiés concentrant la production de fer aux périodes antérieures sont les mêmes que celles qui dirigent les villes<sup>560</sup>. Le déplacement de l'activité de forge des campagnes vers les centres urbains pourrait donc être du fait de leur volonté de conserver une influence sur cette activité. De plus, les agglomérations pouvaient offrir de nouvelles perspectives pour une partie de la production de fer sous leur contrôle.

#### 4.3.5. Entre 40 et 100 p.C. : continuité et replis

Les deux derniers tiers du I<sup>er</sup> s. p.C. ne présentent que peu de changements quant à la répartition des sites métallurgiques le long de la façade atlantique. Au nord-ouest de la péninsule ibérique, les sites asturiens ne livrent plus de vestiges de travail du fer. Au contraire, plus à l'est, dans le Pays Basque, quelques sites de forge voient le jour, principalement au sein d'habitats ruraux. Entre l'Aquitaine et la Bretagne, la majorité des sites

---

<sup>560</sup> Fichtl 2004, p. 115-119.

occupés à la période augusto-tibérienne continuent leur activité. Le cas de Bordeaux démontre des reconstructions, voire des déplacements d'espaces de travail assez fréquents.

Un des faits notables est l'émergence d'une activité de forge très dynamique à Rennes, et à Amiens alors que, jusqu'à présent, dans les régions côtières de la Manche, les agglomérations n'étaient pas de grands centres de travail du métal. La quantité de déchets de forge mis au jour au sein des divers ateliers identifiés sur le site – autour de 200 g de scories par année d'occupation (tableau annexes) – ainsi que l'organisation générale des espaces de travail entre eux, est similaire à celle observée dans l'agglomération bordelaise. Cela laisse penser au développement d'une activité de forge similaire et de même ampleur, une des plus importantes de la période. La présence de deux zones riches en sites de réduction en amont et en aval de la ville suggère que ces forges utilisaient principalement du fer produit localement. Il apparaît que toutes les agglomérations où la forge est bien documentée sont des chefs-lieux de cité. Il est possible qu'un cadre spécifique (économique ? juridique ?) ait favorisé l'implantation de forgeron dans ces lieux

En Normandie, l'organisation des sites métallurgiques semble différente, plus conforme à ce qui a été observé pour les périodes précédentes. En effet, les sites ayant livré le plus de scories dans cette région sont des habitats ruraux (privilegiés ou non), attestant d'un réel attachement à une production locale du fer. Somme toute, la Normandie semble être la seule région à conserver un particularisme dans sa production, très majoritairement implantée en milieu rural, mais également la plus génératrice de déchets de toutes. Il s'agit donc potentiellement d'une des zones où le plus d'objets en fer sont fabriqués, ou au sein de laquelle le métal forgé est le moins bien épuré.

Malgré le nombre de sites où le travail du fer semble important, la fin du I<sup>er</sup> s. p.C. est marquée par un recul de l'activité métallurgique, principalement du fait de la quasi-absence de sites ayant livré de grandes quantités de déchets. En effet, les sites ayant produit plus d'1 kg de fer passent de quatre à la période augusto-tibérienne à un seul (également actif au changement d'ère). Ce recul est particulièrement marqué en Gironde où une grande partie des sites de forge (Bordeaux et Isle-Saint-Georges) voient leur activité diminuer, voire s'arrêter à

partir du troisième quart du I<sup>er</sup> s. p.C. Au contraire, le long de la Manche des agglomérations comme Rennes et Amiens se développent à cette période, de même que leur activité métallurgique. Il est donc envisageable que cette dernière soit partiellement conjoncturelle, profitant des grands chantiers d'aménagement des villes pour se développer.

#### **4.4. Derrière le métal, le métallurgiste**

##### **4.4.1. Une spécialisation de plus en plus affirmée**

La place des métallurgistes dans la société n'est pas simple à saisir. En effet, des exemples ethnologiques, notamment africains, démontrent qu'en fonction des sociétés les artisans peuvent être très bien intégrés ou, au contraire, être partiellement exclus de la vie communautaire<sup>561</sup>. Concernant la façade atlantique, la place des métallurgistes dans la société peut être abordée par le biais d'indices plus ou moins directs, le plus clair étant le lien entre le statut d'un site, la présence d'une activité métallurgique et l'intensité de cette dernière. De même, le domaine funéraire peut être révélateur du statut des défunts.

Les sites de réduction sont, au début du second âge du fer, relativement peu nombreux et principalement destinés à produire de faibles quantités de fer. L'activité semble y être ponctuelle, correspondant à une campagne de réduction, avec, dans certains cas, plusieurs réoccupations. La production de métal semble donc limitée et possiblement tournée vers la réponse à des besoins immédiats en fer. Toutefois, la rigueur de l'organisation de certains de ces espaces de réduction démontre une grande maîtrise des procédés employés. Ces réductions sont donc certainement conduites par des métallurgistes professionnels. Pour le peu d'occurrences connues, l'épuration semble de faire principalement au niveau des sites de réduction, ce qui suggère une maîtrise à la fois des procédés de réduction et de forge.

Entre 300 et 150 a.C., la réduction suit toujours les mêmes principes, bien que l'utilisation de bas fourneaux réutilisables démontre une probable augmentation de la quantité de métal produite sur certains sites. L'épuration continue à être pratiquée dans certains ateliers

---

<sup>561</sup> Situation pouvant évoluer dans le temps au sein d'une même communauté (Kiethega 1995, p. 132-133).



de réduction, en particulier en Bretagne, mais ailleurs elle s'effectue également dans des habitats ruraux et au sein des premières agglomérations recensées. Cela démontre un déplacement des compétences vers ces sites, et certainement une fragmentation des connaissances sur les divers procédés du travail du fer entre plusieurs individus, ce qui renvoie à une première forme de spécialisation.

Ce phénomène continue de s'amplifier dans les périodes suivantes avec l'augmentation de la masse de fer produite sur les sites de réduction, visible par la présence de plus en plus fréquente de ferriers. Dans certaines zones, l'activité de réduction devient de plus en plus régulière, jusqu'à être très certainement quotidienne sur des sites comme Livarot, Boulevard South Molton (120). L'accroissement de la régularité de la réduction du minerai de fer est un phénomène qui se retrouve également hors de la façade atlantique, par exemple aux Martys (Aude) ou aux Clérimois (Yonne). Une telle production nécessite l'intervention constante de métallurgistes, ne devant certainement se consacrer qu'à cette activité, assurément des professionnels. Des forges ont également été mises au jour au sein de ces grands centres de réduction, démontrant qu'une partie du fer était certainement épurée sur place. De même, il y existait une production non quantifiée d'objets en fer. Le lien entre réduction et forge y est donc toujours présent, mais il est impossible de savoir si les mêmes personnes s'occupent des deux activités où si ces postes de travail sont séparés.

Dans le même temps, la part de travail de forge au sein des agglomérations augmente, avec la réalisation de travaux de plus en plus spécialisés dans des espaces de production dédiés. C'est le cas à Rennes, Place Hoche (208), où deux types d'ateliers différents ont été mis au jour, certains produisant de grosses scories, tandis que les autres n'en ont livré que des plus modestes. A Vernon, Camp de Mortagne (101), le travail est orienté vers la réalisation de petites pièces métalliques et de tôles, tout comme dans les ateliers de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437).

La spécialisation des forges urbaines se retrouve également hors de la façade atlantique, par exemple à Bibracte, Porte du Rebut, caractérisé par la fabrication de petits objets à partir de métal bien épuré<sup>562</sup>. Au contraire, à Bibracte, Bastion Sud, le travail du fer

---

<sup>562</sup> Duval et Lacoste 2014, p. 268.

était tourné vers la réalisation de grandes pièces à partir d'un métal peu ou pas épuré<sup>563</sup>. Cela démontre bien l'existence de degrés de spécialisation différents entre les forgerons d'un même site. Le cas le plus extrême est probablement celui d'Autun, Lycée Militaire, où certains forgerons étaient spécialisés dans la fabrication de clochettes en fer destinée à être bronzées dans d'autres ateliers.

Dans certains cas, la spécialisation transparait directement au niveau des structures employées. Cela se retrouve particulièrement à Rennes, Place Hoche (208), où la présence de bacs de trempe dans certains espaces de travail vient compléter la distinction entre deux types d'ateliers effectuée à partir des scories. L'utilisation de structures spécifiques pour un travail précis est également restituable lorsque deux types de foyers distincts se trouvent au sein d'un même espace de travail. Le cas le plus évident est à Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420), avec la présence de foyers en fosses allongées, probablement à lier à la cémentation d'objets longs. D'autres sites, comme Paule Saint-Eloy, présentent plusieurs types de foyers, dont certains très particuliers (de très grandes structures quadrangulaires) très certainement dédiés à une production spécifique, l'assèchement de masses brutes de réduction<sup>564</sup>. Cette spécialisation accrue s'observe principalement à partir de 150 a.C. sur toute la façade atlantique, et déjà vers 200 a.C. à Moullets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437).

Malgré la connaissance de procédés de travail très spécifiques, dans le monde rural, la forge semble toujours être pratiquée dans une optique généraliste, sans spécialisation de la production. A Paule (249-250), malgré le haut degré de spécialisation de structures et des procédés utilisés, la production semble correspondre à un large panel d'objets. Il en va de même dans les habitats ruraux privilégiés de Val-de-Reuil, La Comminère (95)<sup>565</sup>, contemporain de la phase 5 de Paule, ou encore Touffreville, Villa (130), plus tardif.

La distinction entre spécialisation de la production urbaine et une forge rurale plus polyvalente est certainement du fait d'une différence de modalités d'approvisionnement et d'échange du métal. En effet, à Paule, en contexte rural, les quantités de déchets permettent de

---

<sup>563</sup> Paris et Berranger 2014.

<sup>564</sup> Berranger 2009, vol. 2, p. 128.

<sup>565</sup> Beurion (dir.) 2012b, p. 81 et 98.

supposer que le métallurgiste vivait sur le site, y travaillait très régulièrement et à partir de métal produit localement. La production devait certainement s'orienter vers les besoins très diversifiés d'un domaine agricole probablement large. Une partie de la production était certainement destinée aux consommations particulières des élites, tandis qu'une autre pouvait alimenter des échanges, probablement en partie avec les habitats ruraux de statut moindre. Un schéma similaire (si ce n'est que l'origine de la matière première utilisée n'est pas connue) est également attesté à Touffreville pour la période romaine.

Les espaces de production urbains, eux, devaient essentiellement être orientés vers les échanges. Toutefois, leur nombre favorise une division des productions et donc la spécialisation<sup>566</sup>. De plus, l'approvisionnement en métal semble y être plus varié, avec pour partie du métal relativement brut, mais également l'utilisation de métal déjà très épuré, attestant l'existence de sites très certainement dédiés au travail de la masse brute, donc de spécialistes de l'épuration du fer.

Le métallurgiste, très probable détenteur d'un savoir complet sur le processus métallurgique et ses divers procédés au début du second âge du Fer, est très certainement devenu entre la fin de la Protohistoire et la période romaine, un spécialiste dont l'activité se concentrait sur l'utilisation de certains procédés. Cela ne signifie pas qu'il ne maîtrisait pas les autres (pour faire une tôle, il faut savoir étirer une barre de métal), mais qu'il les utilisait moins, voire pas du tout. La distinction la plus claire est certainement celle à faire entre les spécialistes de la réduction et ceux de la forge, les deux activités ne se trouvant que très rarement au sein des mêmes sites.

#### 4.4.2. Dépendance, interdépendance et indépendance

##### *Contrôle de la production et sites ruraux privilégiés*

---

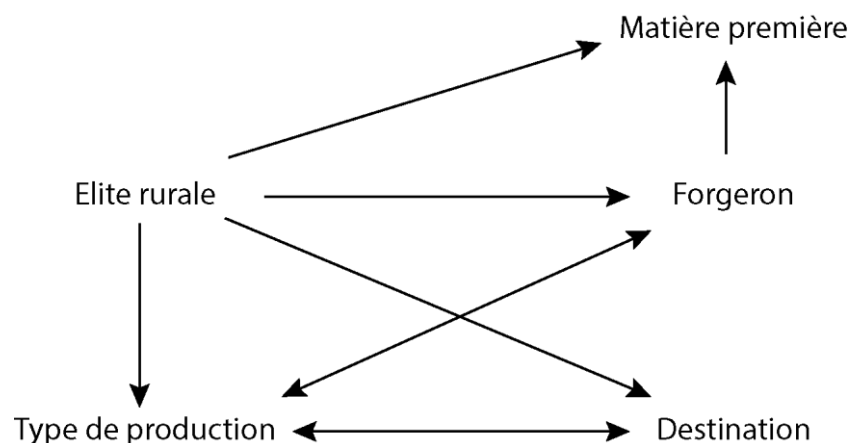
<sup>566</sup> Xénophon, *La Cyropédie*, VIII, 2, 5 « Dans les grandes villes, du fait que beaucoup de gens ont besoin de chaque objet, chaque spécialité suffit à elle seule pour faire vivre son artisan, et souvent même une simple branche de la spécialité [...] »

Les liens les plus facilement observables entre un métallurgiste et une personne extérieure sont certainement ceux visibles au sein des sites de Paule et Touffreville. Le ou les métallurgiste(s) y officiant produisent au sein du domaine, certainement à partir de métal réduit localement. Tout le procédé de production se déroule alors très certainement dans un espace possédé par un même propriétaire, donc assurément sous son contrôle. Il est difficile de savoir si le propriétaire avait une affinité particulière avec la métallurgie, voire s'il la pratiquait lui-même, ou si l'intérêt pour le métal n'était qu'économique et certainement opportuniste. Toutefois, dans le cas des habitats ruraux privilégiés, tout au long de la Protohistoire puis à la période romaine, le développement de l'activité métallurgique se fait généralement dans un enclos séparé ou en marge de l'occupation principale.

Les élites pouvaient intervenir de deux manières sur la production : soit directement, en pratiquant elles même la métallurgie – qui serait alors certainement une des origines de leur statut – soit indirectement, en établissant des conditions de production. Dans ce dernier cas, les conditions peuvent intervenir à quatre niveaux, interdépendants :

- Le choix de la matière première utilisée
- Le recrutement du forgeron
- Le choix du type de production
- La destination de cette production

Les relations entre ces divers niveaux peuvent être synthétisées dans un schéma (Figure 93). Celui-ci met en avant la très forte interdépendance de tous les niveaux de la production, et même postérieurs à celle-ci.



*Figure 93 : Relations entre les divers éléments liés à la forge d'objets en fer dans cas d'une forge de site privilégié où le forgeron serait un exécutant.*

Dans le cas présenté, les élites ont un pouvoir décisionnaire sur tous les éléments, avec une exclusivité sur la destination de la production, ce qui a des répercussions sur le reste des interventions. En effet, la destination d'une production peut influencer son type, et donc les compétences recherchées chez le forgeron, et ce jusqu'à la catégorie de matière première utilisée. De même, un type particulier de production définira à la fois la destination de cette dernière, mais également les compétences nécessaires au forgeron pour la réalisation des objets.

Au sein des habitats ruraux privilégiés où la production métallurgique était la plus importante, cette dernière est certainement généraliste dans le cas de Touffreville, et également généraliste, probablement partiellement tournée vers le travail de grands objets à Paule. Ce type de production, certainement variée, recouvre de nombreux besoins. En premier lieu se trouve très certainement les demandes propres des élites qui utilisent de très nombreux objets en fer, que ce soit pour l'armement, l'harnachement, le transport, ou pour certains biens de prestige<sup>567</sup>. En second lieu, la production d'objets variés pouvait être conditionnée par des destinations d'échange diverses ou demandeuses d'objets divers. Dans un contexte local, ce profil correspond très bien à la fois au domaine agricole lui-même, mais également aux sites ruraux alentours où le stock d'outils devait être régulièrement renouvelé. La production de ces centres ruraux est considérable par rapport aux besoins des habitats ruraux tels qu'ils apparaissent dans la masse de déchets aux mêmes périodes ou antérieurement. Il faut donc en conclure que soit les élites absorbaient une très grande part de la production d'objets en fer des habitats ruraux privilégiés, soit les objets forgés étaient échangés à échelle régionale ou suprarégionale. La forge étant généraliste, produisant certainement des objets très divers, les possibilités d'échange devaient être très variées et, sans caractérisation plus avancée de la production<sup>568</sup>, il n'est pas possible de proposer une destination spécifique pour cette dernière.

Pour les forges rurales dont il est question ici, il est probable qu'au moins une partie du fer travaillé ait été produit au sein du domaine. De plus, tout le processus de forge

---

<sup>567</sup> La tombe de Boé est un exemple extrêmement parlant de la masse très importante de fer dont disposaient les élites, même après leur mort (Schönfelder 2000).

<sup>568</sup> Caractérisation fine pour l'heure très difficile, en particulier en l'absence de chutes bien conservées et identifiables.

(épuration et mise en forme) se déroulait au même endroit, laissant un total contrôle de la qualité du métal au forgeron. Ce fonctionnement semble particulièrement pertinent dans le cadre de travaux généralistes pour lesquels le forgeron pourra plus aisément adapter la qualité du métal à l'objet à produire.

Il ne faut pas proposer un raisonnement circulaire et en conclure que le forgeron possède une liberté des procédés techniques dans un carcan établi par le propriétaire. Mais les diverses conclusions sur le type de production, ainsi que sur la quantité de métal travaillé entrent parfaitement dans ce modèle, lui donnant une légitimité. A cela doit certainement s'ajouter une part de dialogue entre décisionnaire et forgeron, tout du moins sur les capacités de production de la forge, et leur éventuelle adaptation.

#### *Les forges urbaines, des indices ambivalents*

Concernant les forges urbaines, les productions sont plus variées, allant de la forge généraliste, produisant des objets très divers, (Bibracte, Bastion Sud ou Isle-Saint-Georges, Dorgès [429-430]), à des activités beaucoup plus spécialisées comme la fabrication de fibules et de fourreaux d'épées à Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437) ou encore à Bibracte, Porte du Rebout. Deux type de productions (ou façons de travailler) distinctes sont également avérées à Rennes, Place Hoche (208). La spécialisation de la production ne doit pas cacher la réalisation d'opérations diverses dans ces espaces de travail, en particulier l'épuration, la soudure ou la trempe du métal, démontrant que les forgerons maîtrisent un large panel de techniques.

Malgré la précision des connaissances sur les productions, très peu d'éléments sont connus sur le statut des forgerons urbains, en particulier vis-à-vis de leur lien avec une classe dirigeante. Quelques indices contextuels peuvent cependant être rapidement examinés. Le point étant certainement le plus important est la localisation de la forge. A ce propos, deux cas de figure principaux sont observés : elle peut être dans une ou plusieurs pièces d'un bâtiment portant des traces autres que la forge, ou encore être totalement indépendantes, que ce soit dans un édifice isolé, ou encore sans bâtiment attesté.

De nombreux sites présentent des espaces de production intégrés dans une pièce de bâtiments plus importants : Bordeaux, Cours du Chapeau Rouge (421-422), Bordeaux Auditorium (416 à 418), Amiens, ZAC Cathédrale-Université (26-27-28). Dans certains cas, il est difficile de distinguer des groupes d'habitats simples, composés d'une ou quelques pièces, de maisons de plan plus complexe<sup>569</sup>, ce qui peut poser des difficultés d'interprétation vis-à-vis du lien physique entre les zones de production et celles de vie. Toutefois, dans ces cas, la présence d'une activité domestique dans les espaces liées aux forges est au moins supposée, que ce soit par la présence de céramique, ou des vestiges plus atypiques comme des latrines contenant de nombreux rejets domestiques<sup>570</sup>. A Amiens, les forges semblent dépendre de bâtiments à vocation domestique auxquels elles sont accolées<sup>571</sup>. L'absence, ou du moins la faible présence, de mobilier remarquable dans ces contextes démontre un niveau de vie des habitants relativement modeste, plus probablement celui du forgeron que des éventuelles élites contrôlant la production. Dans ces cas, les forgerons semblent être relativement indépendants, au moins dans la gestion de l'organisation des structures de leur espace de travail. Il est également possible que ces forgerons aient un lien de dépendance qui ne transparaît pas dans le registre archéologique, par exemple celui entre un affranchi et son ancien patron.

D'autres sites présentent des forges urbaines détachées d'activités domestiques : Vernon, Camp de Mortagne (101), Rennes, Place Hoche (208), Bordeaux, Cité Judiciaire (419-420), Bordeaux, Rue du Hâ (416-418). Pour d'autres sites dans le même cas, en particulier à Bibracte, Porte du Rebut où la forge se trouve dans un bâtiment formaté de type bien connu sur le site ; il a été proposé que les forgerons soient au service d'une élite possédant le bâtiment et pouvant influencer la production<sup>572</sup>. L'organisation de l'activité à Rennes, Place Hoche, où plusieurs bâtiments, apparemment uniquement dédiés au travail du fer ont été identifiés, pourrait entrer dans un cadre similaire. De même à Bordeaux, Cité Judiciaire, où un bâtiment ayant fait l'objet d'une reconstruction est associé à des structures de production<sup>573</sup>. Cette hypothèse ne peut cependant pas être étendue à des espaces de travail

---

<sup>569</sup> Chuniaud et Sireix 2006, vol. 1, p. 62.

<sup>570</sup> Chuniaud et Sireix 2006, vol. 1, p. 69-73.

<sup>571</sup> Buchez et Gemehl 1996, p. 36.

<sup>572</sup> Duval et Lacoste 2014, p. 272.

<sup>573</sup> Sireix (dir.) 2008, p. 34-35.

urbains comme celui de Vernon, Camp de Mortagne, où aucun édifice n'a été clairement mis au jour.

Dans de nombreux cas, l'exiguïté des fouilles urbaines, ainsi que la conservation des sols en lambeaux épars, ne permettent pas d'assurer le lien entre la forge et d'autres parties d'un bâtiment (Bordeaux, Rue Cabirol (426), Bordeaux, Grand Hôtel (423), Bavay, îlot au sud-ouest du forum, phase 1 (1), Saintes, 52 cours Genet (401), Pîtres, Extension du cimetière (84) pour ne citer que quelques exemples). Dans d'autres cas, comme celui de Mouliets-et-Villemartin, Lacoste (433 à 437), la localisation de l'activité, en extérieur, mais proche d'un bâtiment avec de déchets nombreux et divers tout autour ne permet pas non plus de conclure à un lien avec une structure domestique. La forge semble même s'en séparer, vu qu'elle est placée à l'extérieur de tout bâtiment. Ces sites, largement majoritaires, n'apportent que peu d'informations quant au statut des forgerons et à leurs relations avec d'autres individus.

Les quelques indices reconnus sur les sites urbains ne permettent pas de se prononcer de façon claire sur la méthode de gestion des ateliers et de la production dans ces contextes.

### *Qui est le forgeron dans les habitats ruraux ?*

Les forges rurales, ayant produit peu de déchets, amènent des questions sur l'identité des forgerons. L'association des forges avec l'habitat peut sembler évidente, mais les espaces de travail du métal se trouvent généralement hors de ce dernier, voire nettement relégués en périphérie. C'est le cas des nombreux sites où les vestiges métallurgiques ont été mis au jour dans des fossés et près des entrées, renforçant spatialement l'idée que travail du fer n'est pas central au sein de ces habitats. De plus, la quantité de scories identifiées sur ces sites, très rarement supérieure à un individu par année d'occupation, permet d'identifier des travaux ponctuels – voire très ponctuels. Le rapport à la chronologie, bien que primordial dans l'interprétation, est difficile à percevoir. L'utilisation d'une moyenne estimée à tendance à uniformiser les chiffres et à faire penser à des travaux très discrets sur le long terme, masquant partiellement la possibilité d'un forgeage plus concentré dans le temps, en une ou plusieurs campagnes plus intenses.



Ces deux cas de figure pourraient être relatifs à des types de travaux différents. Une production régulière peut être identifiée comme résultant de l'entretien d'outils ou d'éléments liés à l'habitat. Au contraire, une production plus intense et simultanée d'objets en fer serait plus en faveur d'une activité répondant à un besoin important et ponctuel, par exemple pour la réfection de bâtiments ou le renouvellement complet de l'outillage<sup>574</sup>. Ces travaux, qu'ils soient étalés dans le temps ou non posent la question de l'identité du forgeron : habitant du lieu ou forgeron de passage ?

Le passage d'un forgeron sur un site peut être mis en évidence par l'identification de déchets peu nombreux mais résultant de travaux faisant appel à un savoir-faire complexe. Dans ce cas, une production chronologiquement distendue pourrait être un indice de récurrence de l'activité, et donc de passages du forgeron sur le site, que ce soit à intervalle régulier ou en fonctions de besoins particuliers. Malheureusement, sur la façade atlantique, les scories provenant de sites où la production est faible n'ont pas bénéficié d'études microscopiques pouvant donner des indications sur le degré de spécialisation du forgeron. Les connaissances actuelles ne permettent donc pas d'assurer l'existence de forgerons itinérants. Toutefois, le nombre important de sites ruraux ayant livré des vestiges de travail du fer suggère soit une diffusion assez large des connaissances métallurgiques dans le milieu rural, soit le déplacement fréquent de forgerons au sein de ces habitats. Les connaissances métallurgiques nécessitant un travail régulier et un temps d'apprentissage pouvant être long, la seconde hypothèse doit probablement être privilégiée.

#### *Des relations variables en fonction des contextes*

Des relations sont donc avérées entre des forgerons et des élites, particulièrement dans le cas des habitats ruraux privilégiés. Un centre urbain de la façade atlantique, Rennes, Place Hoche, pourrait également entrer dans la catégorie des espaces de production entretenant une forme de dépendance directe envers des élites. Pour la majorité des espaces de travail urbains, il est difficile de proposer une interprétation définitive. Certains semblent être sous le contrôle du forgeron car ils sont associés à son lieu de vie, ou ne nécessitant pas d'investissement

---

<sup>574</sup> Le renouvellement complet de l'outillage d'un site est une hypothèse parfois rejetée (Bauvais 2007, vol. 1, p. 508).

(immobilier) particulièrement important. Les forges au sein des habitats ruraux, elles, semblent relativement autonomes.

La chronologie ne semble pas influencer sur la présence ou l'absence de liens entre le forgeron et les plus hautes sphères de la société. A toutes les époques étudiées des sites présentent des indices de contrôle de la production métallurgique, tandis que d'autres n'en ont livré aucun.

### *Quel(s) lien(s) entre la réduction et la forge ?*

Le cas de Paule permet également d'assurer un lien entre les élites et la production primaire de fer, phénomène également mis en évidence au sein d'autres habitats ruraux privilégiés<sup>575</sup>. De même, comme cela a déjà été mis en avant (2.1.5.5.), le regroupement d'activités minières en districts démontre très certainement un contrôle efficace pour coordonner les diverses activités.

Les ateliers de réduction isolés présentent également des caractéristiques permettant une réflexion sur les métallurgistes. Dès La Tène ancienne et moyenne, les sites de Châteaulin, Penn ar Roz, La Tène ancienne (285) ou Paimpont, Ligne de la Fenderie au Gué (195), présentent des réoccupations successives d'un même lieu afin d'y effectuer des réductions, à chaque fois dans des conditions similaires. Cela transcrit une possibilité d'accès aux ressources de ces lieux, et donc soit leur possession directe par les métallurgistes, soit une autorisation d'exercer en ce lieu. Aux périodes plus récentes, l'utilisation de bas fourneaux réutilisables permet également de supposer des réoccupations régulières, voire continues d'espaces de production, pour lesquelles se posent les mêmes problèmes de propriété.

Certains sites, comme Guichainville, Saint-Laurent (73) ou La Gravelle, ZAC de Loiron (Mayenne)<sup>576</sup> présentent un lien entre habitat rural et atelier de réduction. Sur ces sites, la réduction semble avoir été ponctuelle, peut-être principalement orientée vers la satisfaction

---

<sup>575</sup> Villa de Roullée/La Selle (Sarreste 2017). Toutefois, le lien entre habitat rural privilégié et réduction n'est pas systématique, la majorité de ces sites ayant principalement livré des vestiges de forge.

<sup>576</sup> Bonaventure 2014.

des besoins de l'habitat. Toutefois, cette association pose la question de l'identité des métallurgistes. Les expérimentations récentes ont bien montré qu'il était difficile de produire des déchets de réduction similaires à ceux observés sur les sites de production anciens. Cela induit une maîtrise particulière des conditions thermiques dans le bas fourneau, ce qui assure que les métallurgistes étaient qualifiés. Mais l'habitat lié à ces sites de réduction était-il leur lieu de vie ? Il est possible que ce soit le cas, mais alors les compétences acquises, probablement du fait d'une expérience relativement longue, n'auraient été que peu employées. Il est alors envisageable que, comme il a certainement existé des forgerons itinérants, certains métallurgistes l'étaient également, se déplaçant au gré des demandes. Dans ce cas, le métallurgiste et le forgeron pourraient être une seule et même personne.

Contrairement au forgeron, le métallurgiste est en permanence tributaire du possesseur de la terre sur laquelle se trouvent les ressources qu'il utilise. A toutes les périodes, il semble y avoir une préférence dans l'installation sur certains lieux, qu'elle soit marquée par la répétition de structures temporaires ou l'installation de bas fourneaux pérennes. Cela traduit certainement l'existence d'accords privilégiés avec les possesseurs de ces terres<sup>577</sup>, voire la possession de la terre par les métallurgistes.

#### 4.4.3. Les positions de travail<sup>578</sup>

##### **4.4.3.1. L'extraction**

Assez peu de sites d'extraction sont connus sur la façade atlantique. Toutefois, certains livrent des indices intéressants sur la position de travail des mineurs. A Guichainville, Saint-Laurent (73) ou l'exploitation de minerai de fer pisolithique se faisait à ciel ouvert, en fosses, supposent une position penchée des mineurs travaillant probablement à l'aide d'outils destinés à ameubler le sol.

---

<sup>577</sup> Cela pouvait relever du même type de contrats que les concessions minières pendant l'Antiquité (2.1.5.1.).

<sup>578</sup> Ce paragraphe reprend principalement des éléments déjà mis en avant dans des parties précédentes du développement.

A Urepel, Errola 4 (455) ou Laviana, El Castiello (470), d'autres exploitations à ciel ouvert, le minerai provient d'un filon exploité de front. Les traces d'outils (probablement des coins<sup>579</sup>) sur les parois de l'exploitation démontrent que les mineurs devaient se tenir debout pour exploiter les parties hautes et certainement accroupis pour les parties basses.

Les exploitations souterraines sont également variées : à Villaescusa, Moreno 1 (463), ainsi qu'à Oiartzun, Massif de Peña de Aia (459), la hauteur des galeries permet aux mineurs de se tenir debout et d'utiliser des pics ou des coins pour travailler. Dans la mine d'Oiartzun, des traces d'abatage au feu ont été identifiées. Le passage dans ces galeries devait donc être important, que ce soit pour évacuer le minerai et les stériles ou pour faire parvenir le bois nécessaire à l'abatage au feu au front de taille. La mine d'Oiartzun bénéficie d'aménagements, des marches, facilitant la mobilité au sein de l'ensemble.

Concernant le massif de Larla (450), le filon, exploité en galerie, a une puissance comprise entre une 15 et 30 m<sup>580</sup>. L'exploitation se faisait en gradins droits, successifs, à l'aide de pointerolles ou de pics de mineurs, sans abatage au feu. L'ampleur des travaux permet de supposer qu'il était possible que les mineurs s'y tiennent debout.

Les mineurs, que ce soit dans les exploitations à ciel ouvert ou en galerie, semble principalement travailler debout. Les gestes et postures ne sont pas toujours restituables de façon précise, mais il est certain que cette position, probablement majoritaire si l'extraction se fait principalement en fosses – en particulier en Bretagne<sup>581</sup> – n'est cependant pas exclusive. En effet, des travaux engagés sur l'A28 ont livré des vestiges de travail à partir de puits avec des galeries rayonnantes de faible hauteur, obligeant le mineur à être allongé<sup>582</sup>. Il existe également des exploitations en puits sans galeries rayonnantes, mais ces dernières sont connues dans des contextes datés du haut Moyen Âge, retrouvés en nombre (2500 puits sur 2 ha) à Vert-Saint-Denis (Seine-et-Marne)<sup>583</sup>.

---

<sup>579</sup> Fanjul et Maron 2006, p. 122.

<sup>580</sup> Beyrie 2008.

<sup>581</sup> Des zones d'extraction du minerai en surface ont été identifiées sur quelques communes bretonnes (Vivet 2013, p. 12).

<sup>582</sup> Langlois 2008.

<sup>583</sup> Daveau et Goustard 2001.

#### 4.4.3.2. La réduction

La hauteur de la cheminée des bas fourneaux est souvent considérée comme étant comprise entre la nécessité d'un bon tirage et d'un accès facile au gueulard afin de charger la structure de réduction en minerai et en charbon<sup>584</sup>. La charge du bas fourneau se fait donc principalement debout.

La découverte de nombreux événements lors de la fouille des bas fourneaux démontre également l'importance de la ventilation dans la conduite de la réduction. Cette dernière peut être soit naturelle et donc ne pas demander d'intervention humaine, soit forcée, où elle requiert au moins une personne activant un soufflet. Des procédés mixtes utilisant par exemple la ventilation forcée au début de l'opération et la ventilation naturelle pendant la majeure partie du travail sont également envisageables. Même si les soufflets étaient en matériaux périssables, aucune trace de leur implantation en bordure de bas fourneau n'a été identifiée sur la façade atlantique, ne permettant pas d'assurer leur utilisation. Au contraire, la découverte de bouchons d'argile associés aux bas fourneaux de La Tène moyenne en Bretagne<sup>585</sup>, permet de supposer que dans certains cas la ventilation des structures de réduction devait être modérée et non augmentée. Cela peut par exemple correspondre à des moments précis comme la fin de la réduction, où fermer le fourneau permet de conserver une atmosphère réductrice. La position de ces ouvertures, au niveau du sol, indique que les métallurgistes devaient être accroupis afin les ouvrir ou de les fermer.

Lors de l'utilisation d'un bas fourneau à scorie coulée, l'opération consistant à évacuer la scorie de la cuve de la structure de réduction est primordiale. Cette opération s'effectue alors que la réduction est toujours en cours. Elle se fait généralement dans la fosse d'accès à la structure ou, dans le cas de fourneaux comme ceux des Martys, sur le niveau de circulation inférieur<sup>586</sup>. La coulée de scorie empêche l'intervention directe de l'opérateur à l'avant du bas fourneau. Toute modification de l'avant du bas fourneau (élargissement ou rétrécissement du

---

<sup>584</sup> Cabboi *et al.* 2007, p. 40 ; Domergue (dir.) 1993, p. 354 ; Leroy et Merluzzo 2004, p. 35.

<sup>585</sup> Vivet 2007, p. 80.

<sup>586</sup> Fabre *et al.* (dir.) 2016, p. 251.

trou de coulée, obturation d'éventuels évents frontaux, etc.) ne peut se faire qu'à l'aide d'un outil à emmanchement long. L'utilisation de tels outils a été démontrée, pour des opérations plus simples, l'entretien d'un feu, pour des fours de cuisson de céramique ibérique possédant également une fosse frontale servant d'alandier et donc inaccessible pendant la cuisson<sup>587</sup>. Comme dans le cas de l'utilisation de ventilation forcée, aucun vestige matériel ne vient attester l'utilisation de tels outils.

En ne prenant pas en compte la fabrication du bas fourneau, mais seulement son utilisation, il apparaît que les métallurgistes travaillaient principalement debout et qu'ils devaient être assez mobiles pour vérifier le bon déroulement de l'opération, mais également charger la structure de minerai et de combustible.

#### **4.4.3.3. La forge**

La majorité des forges connues archéologiquement ont exclusivement livré des vestiges métallurgiques de travail près du sol<sup>588</sup> : foyers, enclumes ou bacs de trempe, etc. La très forte majorité des éléments utilisés dans ces espaces sont peu élevés, voire creusés dans les niveaux de circulation. Cela oblige le forgeron à se tenir assis ou accroupi pour travailler, position déjà maintes fois commentée dans la bibliographie<sup>589</sup>. Cette position de travail pouvant aujourd'hui sembler atypique, est pourtant largement documentée par l'ethnologie, que ce soit en Afrique<sup>590</sup> ou au Népal<sup>591</sup>.

Une question intéressante est celle du choix des positions de travail – et donc de l'implantation des structures. Ce dernier est-il culturel ou se fait-il à la convenance du forgeron ?

---

<sup>587</sup> Gorgues 2017, p. 78.

<sup>588</sup> Cette remarque semble être une lapalissade du fait de la seule conservation des sols dans le registre archéologique (dans le meilleur des cas). Toutefois, elle fait également sens car très peu de traces d'encrages de structures surélevées ont été identifiées. Les seules mises au jour concernent généralement des bases d'enclumes, probablement assez basses et peu à même de modifier grandement la position d'un forgeron travaillant dans un foyer creusé dans le sol.

<sup>589</sup> Par exemple Serneels 1998, p. 29.

<sup>590</sup> Echard 1968.

<sup>591</sup> Demierre 2014, p. 306.

L'iconographie fournit des éléments de réponse. Comme cela a déjà été remarqué (paragraphe 2.6.1.5.), plusieurs représentations d'ateliers de forge romains (quelque peu tardifs par rapport à la chronologie de cette étude) montrent des foyers installés à hauteur de bassin, des forgerons travaillant debout ou assis sur un élément mobilier de la hauteur d'une chaise ou d'un tabouret. De même, d'autres forgerons étaient représentés devant de petites enclumes (similaires à des exemplaires retrouvés lors de fouilles) fichées dans une table ou un établi. Ces quelques représentations démontrent que pendant l'Antiquité, la forge pouvait se pratiquer assis ou debout.

Malgré les problèmes de reconnaissance de telles structures dans le registre archéologique, quelques indices attestent de la présence de mobilier en matériaux périssables ont pu être relevés dans des forges de la façade atlantique. Ces structures sont repérables par des trous de piquet formant des ensembles de « pieds » attestant de l'ancrage dans le sol d'éléments en hauteur. L'existence de ces établis atteste que le forgeron ne travaillait pas forcément tout le temps au niveau du sol. Toutefois, dans les trois cas recensés<sup>592</sup>, ces établis sont associés à des foyers au niveau du sol. Cela démontre une mobilité assez forte du forgeron. Il est possible, comme semble le montrer le cas de Paule, que les foyers soient associés à certaines enclumes et servent pour les travaux de mise en forme nécessitant une chauffe, la posture assise ou accroupie étant alors la plus probable pour le forgeron. L'établi, lui, pourrait être utilisé pour d'autres procédés, en particulier la réalisation de travaux fins, ne nécessitant pas de chauffe du fer, possiblement effectués sur des enclumettes fichées dans le bois comme cela est attesté dans l'iconographie. La posture de travail pourrait alors être debout. Il est également envisageable que l'établi serve aux travaux de finition comme l'emmanchement de lames et soit un poste de travail privilégié pour les matériaux non ferreux (corne, bois, etc.). Il sert aussi certainement au stockage des divers outils du forgeron. Il est également nécessaire de souligner que des activités « légères » peuvent avoir eu lieu sur des établis non ancrés dans le sol, et n'ayant donc laissé aucune trace archéologique, les faisant totalement disparaître au regard des fouilleurs.

Une autre série de structures, plus atypiques, démontre également la variété des positions que pouvait adopter un forgeron. Il s'agit de grandes fosses, creusées dans le sol

---

<sup>592</sup> Paule, Saint-Symphorien, phase 5 (248) ; Amiens, ZAC Cathédrale-Université, état IV, phases 1-2, bâtiment 5155, pièces E et F (28) et Bordeaux, 17 rue du Hâ, phase II, atelier AT 1, état 2 (412).

près des foyers de forge. Le forgeron pouvait avoir accès à la structure de combustion construite au niveau du sol de circulation tout en étant debout dans la fosse. Sur la façade atlantique, seules celles de Notre-Dame-de-l'Isle, La Plaine du Moulin à Vent (80) et de Bordeaux, Grand Hôtel, phase 1a (423) sont connues.

Des espaces de travail en fosse se retrouvent sur quelques autres sites hors de la façade atlantique, en France comme en Europe<sup>593</sup>. C'est le cas, bien connu, de la forge de Sévaz-Tudinges (Canton de Fribourg, Suisse)<sup>594</sup>, datée du V<sup>ème</sup> s. a.C. et organisée autour de deux fosses-atelier circulaires. Une organisation similaire y est perceptible, avec un forgeron travaillant debout dans la fosse et les structures de production, en particulier les foyers, situées au niveau du sol de circulation ou légèrement encaissés, en périphérie des fosses. Dans les environs de ces fosses, des déchets de travail des alliages cuivreux ont été identifiés. Cela permet de supposer que les métallurgies des métaux fusibles et non fusibles étaient pratiquées dans le même environnement. Une organisation en tous points identique a été identifiée à Grandailat, La Grande-Borne (Puy-de-Dôme)<sup>595</sup>, site daté de la seconde moitié du II<sup>ème</sup> s. a.C. démontrant la perdurance de l'utilisation de ces fosses de travail.

Un autre type de fosses de travail existe également, comme le montre l'exemple de Gergovie, Porte Ouest, site occupé pendant la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. a.C.<sup>596</sup>. Une fosse a pu être identifiée comme espace de travail suite à la découverte de deux aménagements spécifiques : une pierre plate située contre un bord fait penser à une enclume, hypothèse accréditée par la présence de battitures aux alentours, et une zone rubéfiée et charbonneuse peut être assimilée à un foyer de forge. Dans ce cas, le travail est effectué directement au sein de la fosse, qui sert d'atelier et non simplement de lieu de station du forgeron.

A Bâle, Gasfabrik (Suisse)<sup>597</sup>, la fosse « 258 », datée de la fin de la période laténienne, a livré à la fois deux foyers successifs et des déchets de production. Dans ce cas, les foyers se trouvaient au fond de la structure, voire encore légèrement encaissés, obligeant à travailler près du sol. De plus, cette fosse était ceinte de trous de poteaux permettant de restituer la présence d'une couverture, faisant de cet espace une probable annexe du bâtiment voisin, lui dévolu à l'habitat. La présence de vestige de travail des alliages cuivreux, mis au jour dans les

---

<sup>593</sup> Le compte rendu des deux journées d'étude des 2 et 3 avril 2009 à Bibracte en donne un bon aperçu (Berranger *et al.* 2014).

<sup>594</sup> Mauvilly *et al.* 2007 ; Mauvilly *et al.* 2014.

<sup>595</sup> Orengo et Vermeulen 2014.

<sup>596</sup> Deberge et Pertlweisser 2014.

<sup>597</sup> Jud 2014.



mêmes contextes que les scories de fer, suggère que le bâtiment « 258 » a abrité les deux activités.

Ces fosses de travail ne semblent pas liées à une chronologie particulière. En effet, Elles sont connues dès le V<sup>ème</sup> s. a.C. en Suisse, à Sévaz-Tudinges, et perdurent au moins jusqu'au début du I<sup>er</sup> s. p.C. à Bordeaux, Grand Hôtel (423).

La contemporanéité de deux postures de travail distinctes, avec des structures similaires (foyers au niveau du sol) démontre que la posture de travail est un choix du forgeron et non un impératif technique lié aux structures utilisées. Les raisons de ce choix peuvent être diverses, culturelles (religieuses, sociales, liées à l'apprentissage) ou personnelles (préférence technique pour certains travaux, problèmes physiques du forgeron, etc.). La très faible part de sites où de telles positions de travail sont attestées, ainsi que la diversité géographique et chronologique de ces occurrences permet de supposer que ces choix relèvent principalement de facteurs liés au forgeron et ne pas culturels. Le forgeron, malgré des habitudes de travail très strictes, comme le montre les reconstructions d'ateliers à l'identique sur toute la façade atlantique, sait aussi faire preuve d'originalité pour s'adapter à des situations précises.

## Conclusion

### *Des facades atlantiques*

Cette étude avait pour objectif de déterminer s'il existait, à la fin de la Protohistoire et au début de l'Antiquité, une homogénéité de cette pratique sur un vaste territoire dont la cohésion était reconnue pour des périodes antérieures – zone du bronze atlantique. La métallurgie du fer, par la quantité de vestiges qu'elle a fourni dans cette région et son imbrication avec les sphères économiques et sociales, est un marqueur important pour caractériser ces périodes.

Les travaux précédemment menés sur les sites atlantiques avaient amené à faire la distinction entre forge généraliste et forge spécialisée. L'établissement d'une classification des foyers de forge et leur mise en relation systématique avec les déchets a permis de mettre en avant que la distinction entre les deux catégories de forge était dans de nombreux cas visible par l'originalité des structures de combustion des sites spécialisés.

De même, les sites ont pu être classés en fonction de l'estimation de l'intensité de leur production. Le type et l'intensité de la production ne sont pas liés entre eux, mais semblent corrélés au statut des sites sur lesquels se déroule l'activité. Par exemple, les habitats ruraux se démarquent par la faible présence de scories, tandis que les sites ruraux privilégiés et les habitats urbains présentent généralement de grandes quantités de vestiges de travail du fer.

A l'échelle des ateliers, l'organisation générale de l'espace de travail est maintenue lors des réfections ou réoccupations, marquant la présence d'un traditionalisme apparent. Toutefois, il est rare que des espaces de production proches soient identiques. Seules quelques forges dans des agglomérations romaines sont semblables. Ces similitudes, sont rares et relatives à des zones peu étendues. Elles démontrent la perpétuation de façons de travailler, et l'existence de lignées techniques au sein de ces espaces. Le cas d'une lignée technique de plus grande ampleur – aussi bien spatiale que culturelle – est identifiable grâce aux bas fourneaux de type Martys. Des structures similaires à ces derniers sont attestées antérieurement en Espagne et dans les Pyrénées, ce qui démontre le déplacement d'idées et de personnes sur de

grandes distances dans le cadre de l'activité métallurgique. Ce constat ne doit cependant pas masquer l'hétérogénéité générale de l'organisation des espaces de travail du fer à l'échelle de la façade atlantique.

La diversité concerne également la répartition des sites métallurgiques et les liens qu'ils pouvaient entretenir entre eux. Le nord-ouest de la péninsule ibérique était marqué par la présence de forges au sein d'habitats groupés de hauteur. Le sud-ouest de la France se distingue par l'adoption précoce – par rapport au reste de la façade atlantique -- du bas fourneau à scorie coulée, ainsi que par la présence du travail du fer dans les agglomérations. Il est d'ailleurs possible d'y observer une des premières formes de spécialisation dans la mise en forme d'objets (fibules et fourreaux). Le reste de la côte atlantique française était marquée par une forte prédominance du travail du fer dans les habitats ruraux à période laténienne, et l'intensification des productions au sein des sites privilégiés et des agglomérations à partir de la période romaine. Ce découpage reste peu précis géographiquement, en particulier à cause de la très faible présence de données entre le bassin de la Garonne et la Bretagne, cependant, il semble reprendre, dans ses grandes lignes, les distinctions culturelles traditionnelles, mentionnées par les auteurs antiques, entre la zone asturo-cantabre, l'Aquitaine<sup>598</sup> et le reste de la Gaule à la fin de la Protohistoire.

Tout au long de la période étudiée, une augmentation du nombre de déchets et de structures de travail a pu être décelée à tous les niveaux du processus métallurgique. L'adoption de nouveaux types de fourneaux, permettant de traiter des volumes de plus en plus importants de minerai en une seule opération, décuple la capacité des sites de réduction. Le nombre de sites de forge connaît également une augmentation régulière. Un très fort accroissement du nombre de déchets et de structures de forge est observé à la période augusto-tibérienne, démontrant un dynamisme extrêmement fort de l'activité métallurgique autour du changement d'ère. Ce phénomène est très certainement en lien avec le développement urbain sans précédent, en particulier en Gaule, à cette période.

---

<sup>598</sup> Dans le cas de la métallurgie, l'Aquitaine correspond à une zone allant des Pyrénées (massifs miniers de Larla et Urepel) jusqu'au sud de la Charente-Maritime (sites sidérurgiques de Bédénac et de Clérac). Elle ne correspond donc pas strictement à l'Aquitaine définie par César, dont la limite est plus au sud.

Cette transformation s'accompagne également d'une plus forte spécificité de la production et de la segmentation du processus métallurgique ; mis à part sur deux sites très particuliers (Paule et Livarot), les liens directs entre réduction et forge sont extrêmement rares. Les deux activités se déroulent dans des espaces séparés, et donc avec une temporalité différente.

Les sites de forge eux-mêmes présentent des signes de spécialisation de plus en plus distincts, que ce soit par la présence de structures ou de déchets de production très spécifiques, permettant de supposer une fragmentation des activités au sein des travaux suivant la réduction. Cela reste une tendance observée sur la façade atlantique et ne signifie donc pas que l'évolution des pratiques métallurgiques est linéaire. Par exemple, la multiplication du nombre de foyers de forge, et de déchets de cette activité, observée à la période augusto-tibérienne, est suivie d'une diminution apparente du travail du métal à partir de la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. p.C.

A toutes les périodes, les élites paraissent jouer un rôle important dans le contrôle de l'activité métallurgique. Ce rôle a pu s'exercer au niveau de l'accès aux ressources primaires, par le biais de la possession du sol (domaines liés aux habitats ruraux privilégiés) ou à l'investissement et à l'organisation nécessaire pour une activité d'envergure (district minier de Larla et Urepel). De plus, les élites ont certainement exercé une pression sur la distribution du métal, comme semblent l'indiquer les masses de fer, parfois importantes, sorties du circuit économique par la pratique du dépôt<sup>599</sup> ou dans le domaine funéraire. Plus en amont du processus de fabrication, un contrôle peut également s'exercer par la possession d'espaces de travail, ainsi que par des commandes spécifiques comme celles d'épées et de leurs fourreaux.

D'un point de vue général, concernant la métallurgie du fer et son développement, la façade atlantique ne présente pas d'homogénéité particulière. Au contraire, elle s'intègre bien au reste de la France et de la péninsule Ibérique. Par exemple, l'existence de zones de réduction privilégiées liées à la présence de matière première se retrouve dans la concentration et la pérennité des ateliers de réduction de la région du Mans, mais également aux Clérimois ou aux Martyrs pour des périodes plus récentes. La participation des régions côtières à un mouvement général se manifeste également par la concentration des activités

---

<sup>599</sup> Berranger 2014, p. 197-198.

métallurgiques au sein des agglomérations dès la création de ces dernières, qu'elles soient protohistoriques (Lacoste, Vernon), ou romaines (Bordeaux, Rennes, Amiens). Le même phénomène est observé dans des régions relativement éloignées de la façade atlantique, en Bourgogne (Bibracte puis Autun), mais également en Méditerranée (Lattes). La diffusion des bas fourneaux à scorie coulée du centre de la péninsule Ibérique en Gaule, en passant par le Pays Basque, montre la pleine participation de la façade atlantique aux réseaux d'échanges continentaux<sup>600</sup>.

### *Quelques pistes de réflexion*

Malgré le caractère très spécifique d'une étude sur les procédés de production d'un métal, l'objectif de ce travail est resté l'approfondissement de la connaissance des sociétés du passé : voir les hommes derrière les outils. En ce sens, deux types de données ont été essentielles au développement de l'argumentaire : des contextes archéologiques précis et fiables, ainsi qu'une bonne connaissance des vestiges mobiliers. Dans l'optique d'un développement des problématiques sur la métallurgie du fer, la recherche doit se structurer autour de ces deux axes.

La recherche en archéométaballurgie a, depuis plusieurs années, développé des approches très diverses de son matériel d'étude : observations macroscopiques, microscopiques, analyses chimiques, expérimentation, ethno-archéologie, etc. Ces domaines ont tous apporté des résultats maintenant validés par le nombre d'études effectuées. Ces méthodes peuvent donc toutes être appliquées à un corpus de plus en plus vaste, et donc de plus en plus représentatif des sociétés anciennes.

Ces résultats ont permis une large diffusion de l'information et des techniques employées sur le terrain, rendant la documentation de plus en plus précise. Toutefois, certains sites mériteraient une nouvelle lecture au vu des connaissances actuelles. Ce type d'étude permettrait d'affiner les interprétations sur des sites pour lesquels les données obtenues à

---

<sup>600</sup> Des conclusions similaires ont précédemment été mises en évidence par des travaux effectués dans le bassin parisien, zone recoupant quelques peu la façade atlantique et attestant de l'homogénéité de l'évolution de la pratique métallurgique (Bauvais 2007, partie 3.4. ; Berranger *et al.* 2017b).

partir du mobilier ne sont pas certaines<sup>601</sup>, et donc de mieux replacer les espaces de travail dans le processus métallurgique. Par exemple, l'identification des types de scories présents sur les sites repérés en prospection pourrait apporter des informations pertinentes quant à la distinction entre sites de réduction et de forge, voire l'existence d'espaces de travail mixtes, pour lesquels il faudrait quantifier la part de chaque type de production.

Le second axe de recherche consiste en une meilleure connaissance des contextes. Pour cela, il est nécessaire de procéder à de nouveaux travaux de terrain, que ce soit pour apporter des précisions sur des sites déjà connus par ailleurs ou pour compléter le corpus par l'ajout de nouveaux espaces de travail.

Il serait également extrêmement intéressant de travailler de nouveau sur des ensembles déjà identifiés. Par exemple afin de préciser la datation de l'activité métallurgique des sites par le biais de techniques utilisant le carbone contenu dans les objets ou les scories<sup>602</sup>. Cette approche permettrait une meilleure précision de la datation des sites, en particulier ceux de réduction dits d'époque romaine, pour lesquels les datations sont généralement fondées sur la présence de tuiles.

A partir de ces données, nouvelles ou revisitées, deux axes de recherche complémentaires sont envisageables. En premier lieu, il est possible d'étendre l'étude, que ce soit par la chronologie ou la géographie. Par exemple, une comparaison avec les Iles Britanniques serait un bon point de départ afin d'approfondir les connaissances sur les sites se trouvant le long de la Manche, actuellement un des ensembles de gisements liés au travail du fer les plus denses observés en France.

L'option chronologique, quant à elle, pourrait orienter la recherche vers le premier âge du Fer, permettant de comprendre l'organisation de la production à ses débuts. Ce sujet a déjà été abordé par plusieurs angles différents<sup>603</sup>, mais jamais par une approche globale de

---

<sup>601</sup> C'est particulièrement le cas d'un certain nombre de sites fouillés il y a 20 ou 30 ans, période à laquelle la distinction entre déchets de réduction et de forge n'était pas nécessairement bien ancrée dans la recherche, ce qui a pu aboutir à des interprétations imprécises, voire fausses.

<sup>602</sup> Berranger 2014, p. 207-208.

<sup>603</sup> Dubreucq 2013 pour les objets, Berranger 2014 pour les demi-produits.

l'organisation des espaces de production. Il serait également intéressant de voir si l'augmentation générale de la production de fer se poursuit aux II<sup>ème</sup> et III<sup>ème</sup> s. p.C.

Un second aspect d'intérêt majeur est l'interaction entre les sites où la métallurgie est avérée et ceux où elle n'a pas pu être mise en évidence. Cette approche pourrait permettre de trouver la place des sites métallurgiques dans les réseaux d'habitats de l'époque, et donc d'étudier les liens entretenus entre le travail du fer et les autres secteurs de l'économie, apportant des informations de premier plan sur le nombre, l'organisation, et donc la place des métallurgistes dans la société.

## Bibliographie

**César**, *Guerre des Gaules*, Texte établi et traduit par L.-A. Constans, deuxième tirage de la quatorzième édition revue et corrigée, Les Belles Lettres, Paris, 2002.

**Pline l'ancien**, *Histoire Naturelle*, texte établi, traduit et commenté par Hubert Zehnacker, Les Belles Lettres, Paris, 2015.

**Strabon**, *Géographie*, Texte établi et traduit par Fr. Lasserre, Les Belles Lettres, Paris, 1966.

**Tacite**, *Annales*, texte établi et traduit par H. Goelzer, Les Belles Lettres, Paris, 1958.

**Xénophon**, *Cyropédie*, Texte établi et traduit par E. Delebecque, Les Belles Lettres, Paris, 1978.

**Adrian (dir.) 2011** : Adrian, Y.-M. : *Isneauville – Saint-Martin-du-Vivier (76)*, « ZAC de la Plaine de la Ronce », Vol. 2 : Zone A, *Une ferme gauloise puis gallo-romaine et une nécropole antique*, Rapport Final d'Opération de Fouilles Archéologiques, 2 tomes, 2011.

**AFEAF 2009** : *L'âge du Fer dans la boucle de la Loire. Les Gaulois sont dans la ville. XXXII<sup>e</sup> colloque de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer, Bourges 2008*, Revue Archéologique du Centre de la France, Supplément 35, 2009.

**Agache et Bréart 1975** : Agache, R. et B. Bréart : *Atlas d'archéologie aérienne de Picardie, 1, Le Bassin de la Somme à l'époque protohistorique et romaine*, Amiens, Société des Antiquaires de Picardie, 1975.

**Alkain 2005** : Alkain Sorondo, P. : « Mina de Arditurri 10 (Oiartzun) », *Arkéoeuska*, 19, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz, 2005, p. 126-128.

**Almagro-Gorbea et al. 1999** : Almagro-Gorbea, M., Blásquez-Martínez, J., Reddé, M., González Echegaray, J., Ramírez Sábada, J. L. et E. Peralta Labrador : *Las guerras cántabras*, Fundación Marcelino Botín, Santander, 1999.

**Amarger 2009** : Amarger, M.-P. : « « *Le meilleur et le pire serviteur de l'humanité* ». Fer, forges et forgerons à Pompéi », in Brun (éd.) 2009, p. 135-168.

**Ambert 1995** : Ambert, P. : « Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : quinze ans de recherches. Etat de la question », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, Tome 92, n°4, p. 499-508.

**Ancel et Py 2003** : Ancel, B. et V. Py : « L'abattage par le feu : une technique minière ancestrale », *Archéopages*, p. 34-41.



- Anderson et al. 2003** : Anderson, J., Agustoni, C., Duvauchelle, A., Serneels, V. et D. Castella : *Des artisans à la campagne. Carrière de meules, forge et voie gallo-romaines à Châbles (FR)*, Academic Press Fribourg, Fribourg, 2003.
- Andrieux et al. 1989** : Andrieux, J.-Y., Brule, A., Herbaut, Cl., Larcher, G. et J. Plaine : *Plélan-le-Grand « Le Perray » Sondage 1989*, Rapport de sondage archéologique, 1989.
- Andrieux et al. 1989** : Andrieux, J.-Y., Brule, A., Herbaut, Cl., Larcher, G. et J. Plaine : *Plélan-le-Grand « Le Perray » Sondage 1989*, Rapport de sondage archéologique, 1989.
- Aquitaine 2005** : *L'aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque julio-claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux, Colloque Aquitania, Saintes 11-13 septembre 2003*, Aquitania Supplément 13, Bordeaux, 2005.
- Aubry (dir.) 2012** : Aubry, B. : *Notre-Dame-de-L'Isle, La Plaine du Moulin à Vent Les Vasseaux (Eure, Haute-Normandie) Du silo à la mort ou la vie d'une ferme à la fin de l'âge du Fer*, Rapport de fouilles archéologiques, INRAP, 2012.
- Aubry et al. 1994** : Aubry, Br., Paez-Rezende, L., Cliquet, D. et J.-P. Lautridou : *Déviations de Breteuil-sur-Iton R.D. 840*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 1994.
- Aubry et al. 2008** : Aubry, Br., Lepinay, D. et D. Breton : *Croville-la-Vieille « Le Bout du Val » (Heure – 27 Haute-Normandie)*, Rapport Final d'Opération, SRA, 2 vol. 2008.
- Aubry et Lépinay 2000** : Aubry, Br. et D. Lépinay : *Déviations routières R.D. 840 – R.D. 61 Conches / Claville (Eure)*, Rapport de Prospections Archéologiques, 2000.
- Baigl 1999** : Baigl, J.-Ph. : *Saintes, 36, cours Genêt (Charente-Maritime)*, DFS de Sauvetage Urgent, 1999.
- Ballet et al. (dir.) 2003** : Ballet, P., Cordier, P. et N. Dieudonné-Glad : *La ville et ses déchets dans le monde romain : rebuts et recyclages : actes du colloque de Poitiers, 19-21 septembre 2002*, Monique Mergoïl, Montagnac, 2003.
- Bardot 2012a** : Bardot, X : « La zone IV », in Sireix (dir.) 2012, p. 171-183.
- Bardot 2012b** : Bardot, X : « La zone VII », in Sireix (dir.) 2012, p. 272-312.
- Bardot et al. 2012** : Bardot, X., Bilbao, M. et M. de Muylder : « Les zones 0 et I », in Sireix (dir.) 2012, p. 81-126.
- Barral et al. (dir.) 2010** : Barral, Ph., Dedet, B., Delrieu, F., Giraud, P., Le Goff, I., Marion, St. et A. Villard-Le Tiec : *L'âge du Fer en Basse-Normandie. Gestes funéraires en Gaule au Second âge du Fer. Actes du XXXIII<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF ; Caen, 20-24 mai 2009*, Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon, 2010, 2 vol.
- Barral et al. 2007** : Barral, Ph., Daubigney, A., Dunning, C., Kaenaël, G. et M.-J. Roulière-Lambert (dir.) : *L'âge du Fer dans l'arc jurassien et ses marges. Dépôts, lieux sacrés et territorialité à l'âge du Fer. Actes du XXIX<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF ; Bienne, 5-8 mai 2005*, Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, 2007, 2 vol.

- Barraud et al. 2009** : Barraud, D., Dominique, S., Maurin, L. et Chr. Sireix : « Les origines de Bordeaux : de la Protohistoire jusqu'à la fin du VI<sup>e</sup> siècle », in Lavaud (coord.) 2009, vol. II, p. 17-40.
- Basset 2014** : Basset, C. : *Le site de hauteur fortifié d'Orival « La Câtelier-La Mare aux Anglais » (76)*, Rapport d'opération d'archéologie programmée, 2014.
- Bauvais 2007** : Bauvais, S. : *Evolution de l'organisation des activités de forge dans le nord du Bassin parisien au second Age du fer. Etudes pluridisciplinaires de la chaîne opératoire en métallurgie du fer*, Thèse de doctorat soutenue à l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 2007, 3 vol.
- Bauvais 2014** : Bauvais, S. : « Les activités de forge dans les agglomérations du nord du Bassin Parisien à La Tène finale », in Berranger et al. 2014b, p. 289-291.
- Bauvais et al. 2007** : Bauvais, S., Gaudefroy, St., Gransar, Fr., Malrain, Fr. et Ph. Fluzin : « Premières réflexions sur l'organisation des activités de forge en contexte rural à La Tène finale en Picardie », in Milcent (dir.) 2007a, p. 239-261.
- Bauvais et Fluzin 2006a** : Bauvais, S. et Ph. Fluzin : « Réflexions sur l'organisation technico-sociale des activités de forge à La Tène finale dans l'Aisne », *ArchéoSciences, revue d'archéométrie*, 30, 2006, p. 25-43.
- Bauvais et Fluzin 2006b** : Bauvais, S. et Ph. Fluzin : « Analyse de la masse de fer du site de Chapeau Rouge », in Dunikowski et Coustures 2006, annexe 5, p. 53-58.
- Beaussart 1987** : Beaussart, Ph. : *Patrimoine archéologique du valenciennois*, Musée de Valenciennes, Valenciennes, 1987.
- Bedon 1999** : Bedon, R. : *Les villes des trois Gaules, de César à Néron, dans leur contexte historique, territorial et politique*, Picard, Paris, 1999.
- Béhague (dir.) 2014** : Béhague, B. : *Aquitaine – Gironde, Bordeaux, 14 rue Cabirol*, Rapport de diagnostic archéologique, SRA Aquitaine, 2014.
- Bellanger 1998** : Bellanger, P. : *Rapport de prospection-inventaire*, Rapport de Prospection-inventaire, 1998.
- Bellanger 2002** : Bellanger, P. 2002 : *Blain, 40 rue de Nantes*, Document Final de Synthèse de Fouille Préventive, 2002.
- Bellanger 2008** : Bellanger, P. : *Pays de la Loire (Loire-Atlantique), Blain, 16-18 rue Aristide Briand*, Rapport de diagnostic archéologique, 2008.
- Benharoun 1969** : Benharoun, A. : « Site gallo-romain au Terrefort-Gaillan », *Cahiers Méduiliens*, 2, 1970, p. 21-24.
- Benoit et Fluzin 1995** : Benoit, P. et Ph. Fluzin éd. : *Paléoméallurgie du fer et Cultures, Actes du Symposium international du Comité pour la sidérurgie ancienne de l'Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques, Belfort-Sévenans, 1-2-3 novembre 1990*, Vulcain, Belfort, 1995.

- Berranger 2009** : Berranger, M. : *Le fer, entre matière première et moyen d'échange, en France du VII<sup>e</sup> au I<sup>er</sup> s. av. J.-C. Approches interdisciplinaires*, thèse de doctorat, document dactylographié, 2009.
- Berranger 2012** : Berranger, M. : *Etude interdisciplinaire des déchets de travail du fer issus du site de Lacoste. Caractérisations macroscopiques des chutes métalliques et analyses métallographiques d'un échantillon de déchets scorifiés et métalliques*, rapport d'expertise, 2012.
- Berranger 2014** : Berranger, M. : *Le fer, entre matière première et moyen d'échange, en France, du VII<sup>e</sup> au I<sup>er</sup> siècle avant J.-C. Approches interdisciplinaires*, Editions Universitaires de Dijon, Dijon, 2014.
- Berranger et al. 2014a** : Berranger, M., Coulthard, N., Demarest, M., Dieudonné-Glad, N. et Ph. Fluzin : « L'artisanat du fer dans la villa de Touffréville (Calvados) à l'époque augusto-claudienne : approches archéométallurgique et archéométrique », *ArchéoSciences, revue d'archéométrie*, 38, 2014, p. 183-203.
- Berranger et al. 2014b** : Berranger, M., Duval, A. et V. Serneels : « L'organisation spatiale des ateliers de travail du fer (VII<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> s. av. J.-C.) », in Guichard (dir.) 2014, p. 275-314.
- Berranger et al. 2017a** : Berranger, M., Bauvais, S., Boukezzoula, M., Leroy, St., Dissier, A., Vega, E., Aubert, M., Dillmann, Ph. et Ph. Fluzin : « Analyse technologique, étude de provenance et datation par le radiocarbone du dépôt de demi-produits ferreux de Durrentzen (Haut-Rhin, France) : une vision renouvelée de l'économie du fer au premier âge du Fer », *Archéoscience*, 41, 1, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2017.
- Berranger et al. 2017b** : Berranger, M., Zaour, N., Leroy, M., Bauvais, S., Cabboi, L., Dunikowski, Chr. et Ph. Fluzin : « Organisation des productions sidérurgiques en Gaule (VII<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> s. a.C.) : de la réduction du métal à l'élaboration des demi-produits », in Marion et al. (dir.) 2017, p. 301-334.
- Berranger et Fluzin 2009a** : Berranger, M. et Ph. Fluzin : *Premiers résultats des analyses métallographiques réalisées sur le demi-produit de type « fer plat à extrémité roulée » (currency bar) provenant de : Cormelles-le-Royal (Calvados)*, in : Lepaumier 2009, p. 167-172.
- Berranger et Fluzin 2009b** : Berranger, M. et Ph. Fluzin : « Le village celtique de Levroux (Indre) : nature et organisation des activités sidérurgiques (II<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> s. av. J.-C.) », in AFEAF 2009, p. 19-37.
- Bertrand et al. (dir.) 2009** : Bertrand, I., Duval, A., Gomez de Soto, J. et P. Maguer : *Habitats et paysages ruraux en Gaule et regards sur d'autres régions du monde celtique. Actes du XXXI<sup>e</sup> colloque international de l'Association Française pour l'Etude de l'Age du Fer, 17-20 mai 2007, Chauvigny (Vienne, F)*, Association des Publications Chauvinoises, Mémoire XXXV, 2009, 2 vol.
- Bertrand et Maguer 2007** : Bertrand, I. et P. Maguer : *De pierre et de terre, les Gaulois entre Loire et Dordogne. Catalogue de l'exposition présentée par les musées de la*

*ville de Chauvigny (Vienne), 15 mai au 14 octobre 2007*, Association des publications chauvinoises, Chauvigny, 2007.

**Besnard-Vauterin (dir.) 2008** : Besnard-Vauterin, Chr.-C. : *Falaise « Expansia » (Calvados) Un habitat du second âge du Fer et des vestiges de l'Antiquité et du Haut Moyen-Age*, Rapport final de fouille archéologique préventive, 2008.

**Besnard-Vauterin (dir.) 2009** : Chr.-C. Besnard-Vauterin : *En Plaine de Caen, une campagne gauloise et antique. L'occupation du site de l'Etoile à Mondeville*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2009.

**Besnard-Vauterin et al. 2014** : Besnard-Vauterin, Chr.-C., Besnard, M., Boulogne, N., Manson, A.-L., Savary, X., Séhier, E, et N. Zaour : « Un réseau de fermes du second âge du Fer au nord de Falaise (Calvados) : les enclos d'habitat de « L'Attache » et « Expansia » », *Revue archéologique de l'Ouest*, 31, 2014, p. 107-149.

**Besnard-Vauterin et al. 2015** : Besnard-Vauterin, Chr.-C., Besnard, M., Boulogne, N., Manson, A.-L., Savary, X., Séhier, E, et N. Zaour : « Un réseau de fermes du second âge du Fer au nord de Falaise (Calvados) : les enclos d'habitat de « L'Attache » et « Expansia » », *Revue archéologique de l'Ouest*, 31, 2014, p. 107-149.

**Besnard-Vauterin et al. 2016** : Besnard-Vauterin, Chr.-C., Auxiette, G., Besnard, M., Deloze, V., Fiant, Cl., Giazon, S., Le Puil-TeXier, M. et E. Sehier : « L'occupation d'un micro-terroir de la protohistoire à l'Antiquité : Le site d'Hérouvillette « Les Pérelles » (Calvados) », *Revue archéologique de l'Ouest*, 32, 2015, p. 129-176.

**Beurion (dir.) 2007** : Beurion, Cl. : *Val-de-Reuil « Le Raquet » (Eure – Haute-Normandie)*, Rapport de Diagnostic, 2007.

**Beurion (dir.) 2009** : Beurion, Cl. : *Val-de-Reuil « Le Chemin aux Errants » (Eure – Haute-Normandie)*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 2009.

**Beurion (dir.) 2012a** : Beurion, Cl. : *Val-de-Reuil, La Clos-Saint-Cyr – La Ceriseraie, ZAC des Portes (Eure, Haute-Normandie), Une succession d'occupations rurales du néolithique au Haut-Empire*, Rapport de Fouille, 2 vol., 2012.

**Beurion (dir.) 2012b** : Beurion, Cl. : *Val-de-Reuil, La Comminière, ZAC des Portes (Eure, Haute-Normandie) Un établissement rural de La Tène finale et une nécropole gauloise et gallo-romaine (II<sup>e</sup> s. av. – IV<sup>e</sup> s. ap. notre ère)*, Rapport de Fouille, 3 vol., 2012.

**Beurion et al. 2007** : Beurion, Cl., Grancha, L. et Ch. Lourdeau : *Val-de-Reuil « ZAC des Coteaux » « Rue de la Nation » (Eure – Haute-Normandie)*, Rapport de Diagnostic, 2007.

**Beurion et Beugnet 2006** : Beurion, Cl. et L. Beugnet : *Val-de-Reuil « Le Clos Saint-Cyr » ZAC des Portes 3<sup>e</sup> tranche (Eure – Haute-Normandie)*, Rapport de Diagnostic, 2006.

**Beurion et Rapine 2006** : Beurion, Cl. et C. Rapine : *Pullay « La Gande Vallée » (Eure – Haute-Normandie)*, Rapport de Diagnostic, 2006.

- Beyrie 2003** : Beyrie, A. : *Mines et métallurgies antiques au Pays Basque, un vecteur de romanisation ?*, Thèse de doctorat sous la direction de R. Sablayrolles, soutenue à l'université Toulouse 2, 2003.
- Beyrie 2008** : Beyrie, A. : « Extraction et exploitation du fer sur le site antique de Larla », *Archéopages*, 22, 2008, p. 32-33.
- Beyrie et al. 2003** : Beyrie, A., Galop, D., Monna, F. et V. Mougin : « La métallurgie du fer au Pays Basque durant l'Antiquité. Etat des connaissances dans la vallée de Baigorri (Pyrénées Atlantiques) », *Aquitania*, 19, 2003, p. 49-66.
- Beyrie et Kammenthaler 2005** : Beyrie, A. et E. Kammenthaler : « Le centre sidérurgique antique de Larla (Saint-Martin d'Arrossa) », *Bulletin du musée Basque*, 165, 2005 ? p. 21- 38.
- Beyrie et Kammenthaler 2008** : Beyrie, A. et E. Kammenthaler : « Aux origines de l'activité minière dans les Pyrénées occidentales. L'exploitation du cuivre, du fer, de l'or et de l'argent », *Archéopages*, 22, 2008, p. 28-31.
- Beyrie et Kammenthaler 2013** : Beyrie, A. et E. Kammenthaler : « Etude des ateliers de forge de la rue du Hâ », in Henique (dir.) 2013, p. 141-176.
- Bidart et Sculler 1996** : Bidart, P. et Chr. Sculler : Bayonne, Cathédrale Notre-Dame, sauvetage urgent, 15/10/95 - 15/12/95, Document Final de Synthèse, 1996.
- Bielenin et al. 1998** : Bielenin, K., Mangin, M., Orzechowski, S., Fluzin, P., et A. Ploquin : « La sidérurgie ancienne et l'exploitation minière dans les montagnes de la Sainte Croix (Petite Pologne). III : Archéométrie et histoire : les Montagnes Sainte-Croix et les régions productives européennes (fin de l'Âge du fer-début du Moyen Âge) », *Dialogues d'histoire Ancienne*, 24/1, 1998, p. 139-193.
- Bilbao 2012** : Bilbao, M. : « La zone VI », in Sireix (dir.) 2012, p. 225-272.
- Bizien-Jaglin 1995** : Bizien-Jaglin, C. : « Chroniques de prospection 1995 en Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 23, 1995, p. 91-115.
- Bizien-Jaglin 2001** : C. Blizien-Jaglin : « Chronique de prospection 2000 dans le nord de la Haute-Bretagne et dans le sud de la Basse-Normandie », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 29, 2001, p. 41-58.
- Bizien-Jaglin 2002** : Bizien-Jaglin, C. : « Chroniques de prospection 2001 dans le nord de la Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 30, 2002, p. 58-78.
- Bizien-Jaglin 2003** : C. Blizien-Jaglin : « Chronique de prospection 2002 dans le nord de la Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 31, 2003, p. 53-72.
- Bizien-Jaglin 2005** : Bizien-Jaglin, C. : « La prospection archéologique 2004 dans le nord de la Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 33, 2005, p. 23-38.
- Bizien-Jaglin 2011** : Bizien-Jaglin, C. : « Chronique de prospection archéologique dans le nord de la Haute-Bretagne en 2010 », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 39, 2011, p. 39-64.
- Bizien-Jaglin et al. 1994** : Bizien-Jaglin, C., Faguet, G., Langouët, L., Huck, T., Duval, H. et L. Andlauer : « Chronique de prospection archéologique 1994 en Haute-Bretagne et dans le Trégor », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 22, 1994, p. 81-91.

- Bizien-Jaglin et Bliard 2000** : Bizien-Jaglin, C. et V. Bliard : « Chronique de prospection 1999 dans le nord de la Haute-Bretagne et dans le sud de la Basse-Normandie », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 28, 2000, p. 47-74.
- Bizien-Jaglin et Duval 1996** : Bizien-Jaglin, C. et J.-Fr. Duval : « Chronique de prospection 1996 dans le nord de la Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 24, 1996, p. 85-119.
- Bizien-Jaglin et Wyart 1998** : Bizien-Jaglin, C. et V. Bliard : « Chronique de prospection 1997 dans le nord de la Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 26, 1998, p. 29-53.
- Blanchet (dir.) 1996** : Blanchet, St. : *Retiers « Les Ogodières », (Ille-et-Vilaine), Déviation de Retiers – (R.D. 41 - -R.D. 94)*, Rapport de fouille préventive, 1996.
- Blanchet (dir.) 2010** : Blanchet, St. : *Lamballe, Côtes-d'Armor, ZAC de la Tourelle. Une occupation de longue durée sur le plateau de la Tourelle*, Rapport de fouilles archéologiques, INRAP, 2010.
- Blancquaert 2000** : Blancquaert, G. : « Les fossés : barrières et signalisation quelques exemples normands », *Revue archéologique de Picardie*, 1/2, 2000, p. 105-112.
- Blancquaert (dir.) 2007** : Blancquaert, G., D. Bossut, V. Clavel, L. Deschodt, S. Desoutter, A. Henton et B. Leriche, avec la collaboration de G. Auxiette, M. Boullen, C. Cammas, S. Coubray, M. Derreumaux, C. Dunikowski, K. Fechner, R. Langohr, G. Laperle, M. Lebailly, I. Le Goff, V. Matteredne et P. Vidal : *La plate-forme multimodale Delta3 à Dourges. Le site LA1 du « Marais de Dourges »*, Rapport final d'Opération, 2007, 3 vol.
- Blancquaert et Adrian 2006** : Blancquaert, G. et Y.-M. Adrian : « Les occupations multiples de la Plaine du Bosc Renault à Hautot-le-Vatois (Seine-Maritime) : la zone de stockage du premier âge du Fer et les vestiges antiques funéraires et domestiques », *Revue archéologique de l'Ouest*, 23, 2006, p. 9-44.
- Blancquaert et al. 2009** : Blancquaert, G., Adrian, Y.-M. et Chr Colliou : « L'occupation gallo-romaine d'Etampuis « La Briquetterie » (Seine-Maritime) et sa forge. », *Revue archéologique de l'ouest*, 26, Presses universitaires de Rennes, Rennes, 2009, p. 135-152.
- Blancquaert et Desfossés (dir.) 1994** : Blancquaert, G. et Y. Desfossés : *L'âge du Fer en Pays de Caux. L'apport des sites gaulois fouillés sur la section Le havre – Yvetot de l'Autoroute A29*, Document Final de Synthèse de Sauvetage Urgent, 1994.
- Blancquaert et Malrain (dir.) 2016** : Blancquaert, G. et Fr. Malrain : *Evolutions des sociétés gauloises du Second âge du Fer, entre mutations internes et influences externes, Actes du 38<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF – Amiens du 29 mai au 1<sup>er</sup> juin 2014*, *Revue Archéologique de Picardie* numéro spécial 30, Amiens, 2016.
- Bocoum 2002** : Bocoum H. dir. : *Aux origines de la métallurgie du fer en Afrique. Une ancienneté méconnue*, UNESCO, Paris, 2002.
- Bocquet 2010** : Bocquet, A. : « Données nouvelles sur un quartier à vocation artisanale, son évolution et son impact sur l'urbanisme de Jublains (*Noviodunum*), Mayenne », in Chardon-Picault (dir.) 2010, p. 123-134.

- Bonaventure (dir.) 2014** : Bonaventure, B. : *Pays de la Loire/département de la Mayenne (53). La Gravelle. ZAC de Loiron*, Rapport de fouilles d'archéologie préventive, Archéodunum, 2014.
- Bonnenfant 2018** : Bonnenfant, J. : *Les Grands Bois (Saint-Vincent-sur-l'Isle, Dordogne) Rapport des fouilles programmées de la campagne annuelle de 2016*, Rapport de fouilles programmées, SRA, 2018.
- Bost (dir.) 2012** : Bost, J.-P. : *L'eau : usages, risques et représentations dans le Sud-Ouest de la Gaule et le Nord de la péninsule Ibérique, de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive (III<sup>e</sup> s. a.C. - VI<sup>e</sup> s. p.C.)*, Aquitania, Supplément 21, Bordeaux, 2012.
- Bost et al. 2005** : Bost, J.-P., Bueno, M. et J.-M. Roddaz : « L'Aquitaine et le nord de l'Hispanie sous les empereurs Julio-Claudiens. », *Aquitaine*, 2005, p. 17-50.
- Bost et Fabre 2016** : Bost, J.-P. et G. Fabres : « L'envers du décor : les villes de l'Aquitaine méridionale sous le Haut-Empire », *in* Bouet (éd.) 2016, p. 221-251.
- Bouïard 1972** : Bouïard, M. de : « Informations archéologiques », *Gallia*, 30, 2, 1972, p. 340-344.
- Bouchain 2013** : Bouchain, M. : *L'Aquitaine et ses marges (III<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> av. J.-C.) : Peuplements et Cultures*, Mémoire de master 2 soutenu à l'Université de Pau et des pays de l'Adour en 2013.
- Boucly 1965** : Boucly, J.-L. : « Découverte de traces d'exploitation de minerai de fer à l'époque gallo-romaine sur le territoire de la commune de Saint-Rémy-du-Nord », *Revue d'histoire de la sidérurgie*, 6, 1965, p. 7-14.
- Boucly et Jolin 1974** : Boucly, J.-L. et R. Jolin : « L'exploration archéologique de la voie Bavay-Trèves », *Revue du Nord*, 56, 1974, p. 461-465.
- Boudet 1987** : Boudet, R. : *L'âge du fer récent dans la partie méridionale de l'estuaire girondin*, Editions Vesuna, Périgueux, 1987.
- Boudet 1989-1990** : Boudet, R. : « (Fouilles à) Saint-André-de-Cubzac, L'Oustalot », *Archéologie en Aquitaine*, 8, 1989-1990, p. 25-27.
- Bouet 2015** : Bouet, A. : *La Gaule Aquitaine*, Picard, Paris, 2015.
- Bouet (dir.) 2011** : Bouet, A. : *Barzan III. Un secteur d'habitat dans le quartier du sanctuaire du Moulin du Fâ à Barzan*, Aquitania, Bordeaux, 2 vol., 2011.
- Bouet (éd) 2016** : Bouet, A. : *MONUMENTAL. La monumentalisation des villes de l'Aquitaine et de l'Hispanie septentrionale durant le Haut-Empire. Actes du colloque de Villeneuve-sur-Lot, 10-12 septembre 2015*, Aquitania, supplément 37/1, Bordeaux, 2016.
- Bouet et Tassaux 2005** : Bouet, A. et Fr. Tassaux : « Les agglomérations secondaires d'Aquitaine à l'époque julio-claudienne », *in* *Aquitaine* 2005, p. 267-283.
- Bousquet 1969** : Bousquet, J. : « Circonscription de la Bretagne et Pays de la Loire », *Gallia*, XXVII-2, 1969, p. 241-258.
- Bretagne (dir.) 1999** : Bretagne, P. : *Onnaing (59). Rapport de fouilles archéologiques réalisées sur le site de Toyota*, Document Final de Synthèse, 1999.

- Breton (dir.) 2010** : Breton, D. : *Bois-Guillaume (Seine-Maritime), Haute-Normandie, ZAC de la Plaine de la Ronce, Tranche II : De nouvelles découvertes*, Rapport de Diagnostic, 2010.
- Breton et Calderoni 2008** : Breton, D. et P. Calderoni : *Forges-les-Eaux « Route d'Argueil » (Seine-Maritime)*, Rapport de Diagnostic, 2008.
- Brule-Garçon et al. 1993** : Brule-Garçon, A.-Fr., Andrieux, J.-Y., Coignard, J., Fontugne, M., Herbaut, C., Larcher, G., Loyer, S., Moinerais, M. et J. Plaine : « Fouilles d'un bas fourneau et de ses structures annexes à l'étang du Perray en Plélan-le-Grand (Ille-et-Vilaine) », *Revue Archéologique de l'Ouest*, 10, 1993, p. 101-114.
- Brun 1986** : Brun, P. : *La civilisation des Champs d'Urnes. Etude critique dans le Bassin parisien*, Documents d'Archéologie Française, 4, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1986.
- Brun (éd.) 2009** : Brun, J.-P. : *Artisanats antiques d'Italie et de Gaule Mélanges offerts à Maria Francesca Buonaiuto*, Centre Jean Bérard, Naples 2009.
- Brunaux 2000** : Brunaux, J.-L. : *Les religions gauloises. Nouvelles approches sur les rituels celtiques de la Gaule indépendante*, Edition Errance, Paris, 2000.
- Brunaux (éd.) 1999** : Brunaux, J.-L., Amandry, M., Brouquier-Reddé, V., Delestrée, L.-P., Duday, H., Fercoq du Leslay, G., Lejars, Th., Marchand, Chr., Méniel, P., Petit, B. et B. Rogéré : « Ribemont-sur-Ancre (Somme). Bilan préliminaire et nouvelles hypothèses », *Gallia*, 56, Editions du CNRS, Paris, 1998, p. 177-283.
- Buchez et Gemehl 1996** : Buchez, N. et D. Gemehl : *ZAC de la Cathédrale-Université Parking et bibliothèque universitaire (Amiens, Somme)*, Document final de synthèse de sauvetage urgent, 1996.
- Buchsenschutz 2000** : Buscenschutz, O. : « Les oppida celtiques un phénomène original d'urbanisation », in Guichard *et al.* 2000, p. 61-64.
- Buchsenschutz et al. 2000** : Buchsenschutz, O., Colin, A., Firmin, G., Fischer, B., Guillaumet, J.-P., Krausz, S., Levéry, M., Marinval. Ph., Orellana, L., Pierret, A. et M.-P. Horard : *Le village celtique des Arènes à Levroux. Synthèses*, Revue Archéologique du Centre de la France, Supplément 19, Levroux 5, FERAC-ADEL, Tours, 2000.
- Cabboï et al. 2007** : Cabboï, S., Dunikowski, Chr., Leroy, M. et P. Merluzzo : « Les systèmes de production sidérurgique chez les Celtes du Nord de la France », in Milcent (dir.) 2007a, p. 35-62.
- Cabuy 1994** : Cabuy, Y. : « Temples et sanctuaires de tradition indigène en Belgique romaine », in Goudineau *et al.* (dir.) 1994, p. 24-32.
- CAG 14** : Delacampagne, Fl. : *CAG 14 : Le Calvados*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1990.
- CAG 17/1** : Maurin, L. : *CAG 17/1. La Charente-Maritime*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1999.
- CAG 17/2** : Maurin, L., Robin, K. et L. Tranoy : *CAG 17/2. Saintes*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 2007.



- CAG 22** : Bizien-Jaglen, C., Galliou, P. et H. Kerébel : *CAG 22. Côtes-d'Armor*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 2002.
- CAG 27** : Cliquet, D. : *CAG 27 : L'Eure*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1993.
- CAG 29** : Galliou, P. : *CAG 29. Le Finistère*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 2010.
- CAG 33/1** : Sion, H. dir. : *CAG 33/1 Gironde*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1994.
- CAG 35** : Leroux, G. et Provost, A. : *CAG 35 : L'Ille-et-Vilaine*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1990.
- CAG 40** : Boyrie-Fénié, B. : *CAG 40. Les Landes*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1994.
- CAG 44** : Provost, M. : *CAG 44. La Loire-Atlantique*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1988.
- CAG 50** : Pilet-Lemière, J. et D. Levalet : *CAG 50 : La Manche*, Académie des inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1989.
- CAG 56** : Galliou, P., Daré, S., Naas, P., Gautier, M. et A. Triste : *CAG 56 : Le Morbihan*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 2009.
- CAG 59** : Delmaire, R., Leman-Delerive, G., Seillier, Cl. et P. Thollard : *CAG 59. Le Nord*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1996.
- CAG 62** : Delmaire, R., Jacques, A., Leman-Delerive, G. et Cl. Sellier : *CAG 62. Le Pas-de-Calais*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1993, 2 vol.
- CAG 64** : Fabre, G. : *CAG 64. Pyrénées-Atlantiques*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1994.
- CAG 76/1** : Rogeret, I. : *CAG 76/1. La Seine-Maritime*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1997.
- CAG 76/2** : Lequoy, M.-Cl. et B. Guillot : *CAG 76/2. Rouen*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 2004.
- CAG 80/1** : Pichon, Bl. : *CAG 80/1. Amiens*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 2009.
- CAG 80/2** : Ben Redjeb, T. : *CAG 80/2. La Somme*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 2012.
- CAG 85** : Provost, M., Hiernard, J., Pascal, J., Bernard, E. et D. Simon-Hiernard : *CAG 85. La Vendée*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 1994.
- Camino 1995** : Camino, J. : « Excavaciones arqueológicas en los castros de Villaviciosa: apuntes para una sistematización de la Edad del Hierro », *Excavaciones Arqueológicas en Asturias*, 3, p. 117-126.

- Camino 1999** : Camino, J. : « Excavaciones arqueológicas en castros de la ría de Villaviciosa. Precisiones cronológicas », *Excavaciones Arqueológicas en Asturias*, 4, p. 151-161.
- Carpentier et al. 1997** : Carpentier, V., Fr. Delahaye, E. Ghesquière, H. Lepaumier, C. Marcigny, V. Renault et J.-M. Richard : *Contournement Ouest de l'agglomération de Saint-Lô, Liaison entre RN 174 et RD 972, Communes d'Agneaux, Hébécrevon, Pont Hébert et Cavigny*, Document final de synthèse de diagnostic archéologique, 1997, non paginé.
- Carpentier et al. 2002** : Carpentier, V., Marcigny, C. et X. Savary : « Enclos et souterrain du second âge du fer dans la plaine de Caen, l'exemple de Cormelles-le-Royal (Calvados). », *Revue archéologique de l'Ouest*, 19, 2002, p. 37-60.
- Carpentier et al. 2006** : Carpentier, V., Ghesquière, E. et C. Marcigny : *Selset salines du Littoral bas-normand (Préhistoire-XIX<sup>ème</sup> siècle). Entre Archéologie et Histoire*, Dossiers du Centre Régional d'Archéologie d'Alet, supplément 2006, Rennes, 2006.
- Carrara 2014** : Carrara, St. : « Une forge du V<sup>e</sup> s. av. J.-C. rue des Tuileries à Lyon », in Guichard (dir.) 2014, p. 279-282.
- Caruel 2016** : Caruel, M.-S. : « L'attitude des artisans gallo-romains à l'égard du travail manuel. Étude de l'iconographie lapidaire funéraire », *Kentron*, 32, 2016.
- Cauuet et al. 2005** : Cauuet, B., Domergue, C. et M. Urteaga : « Mines et métallurgies en Aquitaine et en Hispanie septentrionale sous les julio-claudiens. », in *Aquitaine 2005*, p. 423-460.
- Censier (dir.) 2013** : Censier, D. : *Nord-Pas-de-Calais/Nord (59) Cysoing, Clos de l'Abbaye*, Rapport final d'opération de fouilles archéologiques, 4 vol., 2013.
- Cepeda 2001** : Cepeda, J. J. : *La romanización en los valles cantábricos alaveses. El yacimiento arqueológico de Aloria*, Exposiciones, Museo de arqueología de Alava, Vitoria-Gasteiz, 2001.
- Chardon-Picault 2010** : Chardon-Picault, P. (dir.) : *Aspect de l'artisanat en milieu urbain : Gaule et occident romain. Actes du colloque international d'Autun, 20-22 septembre 2007*, *Revue Archéologique de l'Est*, supplément 28, Dijon, 2010.
- Chardon-Picault et Pernot 1999** : Chardon-Picault, P. et M. Pernot : *Un quartier antique d'artisanat métallurgique à Autun, Saône-et-Loire : le site du Lycée militaire*, Documents d'Archéologie Française, 76, éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1999.
- Chauvel et Vivet 2001** : Chauvel, J.-J. et Vivet, J.-B. : « Le bassin paléosidéurgique de l'est de la Rance ; caractérisation et étude comparative des ressources minières et des minerais de fer grillés à l'Age du Fer et à l'époque gallo-romaine. », *Les dossiers du Ce.R.A.A.*, 29, 2001, p. 59-72.
- Chauvel et al. 1999** : Chauvel, J.-J., Vivet, J.-B. et C. Bonniol-Jarrier : « Etude minéralogique préliminaire du mobilier sidéurgique dans le nord de la Haute Bretagne. », *Les dossiers du Ce.R.A.A.*, 27, 1999, p. 87-100.
- Cholet et al. 2009** : Cholet, L. : *Berneval-le-Grand (Seine-Maritime – 76)*, « Les Basses Fosses » Rue du 8 Mai, Parcelles ZK 41 et 45, Document Final de Synthèse, 2009.

- Chuniaud 2009** : Chuniaud, K. (dir.) : *Aquitaine, Bordeaux, Auditorium. Un quartier urbain antique*, Rapport final d'opération, 2009, 2 vol.
- Chuniaud et Sireix 2006** : Chuniaud, Kr. et Chr. Sireix : *Cours du Chapeau Rouge*, Rapport Final d'Opération, Vol. 1, 2006.
- Cid et al. 2009** : Cid, R., González, M. et G. Adán : « El castro de Caravia y la edad del hierro en la asturias oriental: Caravia – Diadema de Moñes – Vadinienses », *Entemu*, 16, Gijon, 2009.
- CITOP 2008** : *IV Congreso de la Obras Públicas en la Ciudad Romana. Lugo-Guitiriz 2008*, Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, Madrid, 2008.
- Clarke (éd.) 1972** : Clarke, D. L : *Models in archaeology*, Methuen & Co, Oxford, 1972.
- Clotuche et Favier 2002** : Clotuche, R. et J.-M. Favier : *R.N.455. Somain-Escudain. Tranche1*, Rapport de fouille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2002.
- Coffyn 1986** : Coffyn, A. : « Recherches sur les Aquitains », *Revue des Etudes Anciennes*, 88, 1-4, p. 41-61.
- Colin (dir.) 2016** : Colin, A. : *L'Isle-Saint-Georges, Dorgès (Gironde)*, Rapport de troisième année de programmation triennale (2014), Rapport de fouille archéologique programmée, SRA, 2016.
- Colin 1998** : Colin, A. : *Chronologie des oppida de la Gaule non méditerranéenne. Contribution à l'étude des habitats de la fin de l'âge du Fer*, Documents d'Archéologie Française, 71, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1998.
- Colin 2013** : Colin, A. : *L'Isle-Saint-Georges, Dorgès, Napias (Gironde)*, Rapport de Fouilles programmées, 2013.
- Colin et al. (éd.) 2011** : Colin, A., Siriex, Chr et Fl. Verdin : *Gaulois d'Aquitaine, exposition tenue à l'Archéopôle d'Aquitaine du 6 mai au 8 juillet 2011*, Ausonius Editions, Bordeaux, 2011.
- Colin et al. 2013** : Colin, A., Verdin, Fl. et A. Dumas : « Dynamiques du peuplement dans le nord de l'Aquitaine : quelques pistes de réflexion », in Colin et al. (éd.) 2013, p. 34-55.
- Colin et Sassi 2014** : Colin, A. et M. Sassi : *L'Isle-Saint-Georges, Dorgès, Napias (Gironde)*, Rapport de deuxième année de programmation triennale, 2014.
- Colin et Verdin 2011** : Colin, A. et Fl. Verdin : « Aquitains, Celtes, Gaulois », in Colin et al. (éd.) 2011, p. 5-8.
- Colin et Verdin (dir.) 2013** : Colin, A. et Fl. Verdin : *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilité des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace Européen à l'âge du Fer, Actes du 35<sup>e</sup> Colloque international de l'AFEAF (Bordeaux, 2-5 juin 2011)*, Aquitania, supplément 30, Bordeaux, 2013.
- Colliou 2003** : Colliou, Chr : *Recherche archéométrique sur la métallurgie par réduction directe en pays de Bray*, 2003.

- Colliou 2004** : Colliou, Chr : *Recherche archéométrique sur la métallurgie par réduction directe en pays de Bray*, 2004.
- Colliou 2012** : Colliou, Chr. : « Etude du matériel lié à la métallurgie », in Le Saint Allain (dir.) 2012, p. 93-107.
- Colliou 2014** : Colliou, Chr. : « L'activité métallurgique », in Dartois (dir.) 2014, p. 133-148.
- Colliou et al. 2009** : Colliou, Chr., G. Bonnamour, S. Painsonneau et Chr. Marconnet : 2007 – *Livarot (14) – Extension de la Zone Artisanale Nord – Parcelle AI211, Bld South Molton, un centre de production métallurgique des Ier et IIème siècles, Un site potentiel d'extraction de la glauconie*, Rapport final d'opération, 2 vol., 2009.
- Colliou et Peyrat 2012** : Colliou, Chr. et Fr. Peyrat : « Expérimentation d'un bas fourneau réutilisable fonctionnant en ventilation naturelle », in Tereygeol (dir.) 2012, p. 22-36.
- Collis et al. 2000** : Collis, J., Krausz, S. et V. Guichard : « Les villages ouverts en Gaule centrale aux II<sup>e</sup> et I<sup>e</sup> siècles av. J.-C. », in Guichard et al. (dir.) 2000, p. 73-82.
- Congreso 1985** : *VI congreso internacional de aqueologia submarina, Cartagena 1982*, Direccion general de bellas artes y archivos, Madrid, 1985.
- Conophagos** : C. Conophagos : *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent*, Athènes, 1980, 2 vol.
- Coquillas 1990** : Coquillas, D. : *Etude sur l'occupation du sol en Blayais-Bourgeois*, mémoire de maîtrise, Université de Bordeaux III, 1990, 4 vol.
- Costa Caramé 2008** : Costa Caramé, E. : « Estado actual de la investigación arqueometalúrgica en españa: una aproximación bibliométrica », in Rovira et al. (éd.) 2008, p. 398-409.
- Coulthard 2010** : Coulthard, N. : « L'établissement rural de Touffreville (Calvados) à La Tène finale », in Barral et al. (éd.) 2010, p. 175-183.
- Coulthard et al. 2005** : Coulthard, N., Demarest, M. et K. Jardel : « Deux forges de la cité des Viducasses. », in Hervieu et al 2005, p. 228-257.
- Cousteaux (dir.) 2014** : Cousteaux, J. : *Rue Pascal Lafitte. Dax. Landes*, Rapport de Diagnostic archéologique, Hadès, 2014, 3 vol.
- Coutelas et al. 2010** : Coutelas, A., Bonnamour, G., Colliou, Chr, Leleu, Fl., Marconnet, Chr et B. Prat : « Pipat » - *Roquefort – Landes*, Rapport final d'opération, 2010, 2 vol.
- Coutil 1917** : Coutil, L. : *Archéologie gauloise, gallo-romaine, franque et carolingienne. III Arrondissement de Bernay*, Evreux, 1917.
- Coutil 1921** : Coutil, L. : *Département de l'Eure. Archéologie gauloise, gallo-romaine et franque, IV arrondissement d'Evreux*, Leroux, Paris, 1921.
- CRESS 2001** : Centre de Recherches et d'Etudes Scientifiques de Sanguinet : *Site archéologique sublacustre de Sanguinet, rapport d'activité 2001*, CRESS, 2001.
- Crochet 1977** : Crochet, H. : « Fond de cabane antique découvert sur la commune de Vayres (Gironde) », *Revue Historique et Archéologique du Libournais*, 45, 1977, p. 23-29.

- Czarneka 2000** : Czarneka, K. : « Iron smelting in the Pre-Roman and Roman periods in central Poland », in Feugère et Guštin (eds.) 2000, p. 89-91.
- Dabas et al. 2002** : Dabas, M., Dieudonné-Glad, N. et N. Poirier : « Caractérisation des structures d'une forge antique : approche archéologique, géologique et anthracologique », *Revue d'archéométrie*, 26, 2002, p. 141-154.
- Dartois (dir.) 2013** : Dartois, V. : *Heudebouville (27)*, « *Ecoparc 3* », Rapport Final d'Opération e Diagnostic Archéologique, 2013.
- Dartois (dir.) 2014** : Dartois, V. : *Pîtres (27) « Le Fossouin »*, Rapport Final d'Opération de Fouille Archéologique, 2 vol. 2013.
- Daveau et Goustard 2001** : Daveau, I. et V. Goustard : « Un complexe métallurgique et minier du haut Moyen Age. Le site des Fourneaux à Vert-Saint-Denis (Seine-et-Marne) », in Domergue (éd.) 2001, p. 77-99.
- de Muylder 2012a** : de Muylder, M. : « La zone III », in Sireix (dir.) 2012, p. 136-171.
- de Muylder 2012b** : de Muylder, M. : « La zone V », in Sireix (dir.) 2012, p. 183-225.
- de Muylder et Sireix 2012** : de Muylder, M. et Chr. Sireix : « La zone II », in Sireix (dir.) 2012, p. 126-136.
- Deberge et Pertlwieser 2014** : Deberge, Y. et Th. Pertlwieser : « Vestiges mobiliers et immobiliers liés au travail du fer sur les oppida arvernes de Gergovie et Gondole (Puy-de-Dôme) : découvertes récentes », in Berranger et al. 2014b, p. 300-302.
- Déchelette 1927** : Déchelette, J. : Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine, IV, second âge du Fer ou époque de La Tène, Picard, Paris, 1927.
- Dechezleprêtre 1995** : Dechezleprêtre, Th. : *Camp de Mortagne, Vernon (Eure), Fouilles Programmées*, Document Final de Synthèse, 1995.
- Dechezleprêtre 1998** : Dechezleprêtre, Th. : *La porte Nord de l'oppidum de Vernon (Eure) « Le Camp de Mortagne »*, Document Final de Synthèse de Fouilles Programmées, 1998.
- Dechezleprêtre (dir.) 1996** : Dechezleprêtre, Th. : *Une porte monumentale d'époque gauloise, Vernon (Eure) « Le Camp de Mortagne »*, Document Final de Synthèse de Fouilles Programmées, 1996.
- Decombeix et al. 1998** : Decombeix, P.-M., Fabre, J.-M., Tollon, Fr. et Cl. Domergue : « Evaluation du volume des ferriers romains du domaine des Forges (Les Martyrs, Aude), de la masse de scories qu'ils renferment et de la production de fer correspondante », *Revue d'archéométrie*, 22, 1998, p. 77-90.
- Dehn 1962** : Dehn, W. : « Aperçu sur les oppida d'Allemagne de la fin de l'époque celtique », *Actes du Second Colloque International d'Etudes Gauloises, Celtiques et Protoceltiques tenu à Chateaufort (Cher) du 28 au 31 juillet 1961*, Celticum, III, Rennes, 1962.
- Delhoofs et Willerval 2014** : Delhoofs, H. et St. Willerval : « Un atelier de forge au Petit Archevilliers (Chartres, Eure-et-Loir) », in Berranger et al. 2014b, p. 292-294.

- Delrieu (dir.) 2009** : F. Delrieu : *Les gaulois et la mort en Normandie. Les pratiques funéraires à l'âge du Fer (VII<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> siècles avant J.-C.)*, Catalogue d'exposition, Caen Musée de Normandie, OREP éditions, Cully, 2009.
- Demarest 2011** : Demarest, M. : *Fleury-sur-Orne, « Parc d'activité, parcelle ZL 13 »*, 2008, Rapport final d'opération d'archéologie préventive, 2 vol., 2011.
- Demarest et al. 2010** : Demarest, M., Manson, A.-L., Marie, G., Monnier, A. et A. Poirier : « Fleury-sur-Orne (Parc d'Activités, parcelle ZL13), contribution à l'analyse spatiale et fonctionnelle d'un établissement rural laténien situé sur la Plaine de Caen (Calvados) », in Barral et al. 2010, p. 167-173.
- Demarly-Creps 2013** : Demarly-Creps, Fl. : *Nord-Pas-de-Calais, Guînes, Route d'Andres, section AS 8-10p-58p*, Rapport de diagnostic archéologique, 2013.
- Demierre 2014** : Demierre, M. : « L'organisation interne des forges au Népal », in Berranger et al. 2014b, p. 306-307.
- Derbois 1996** : Derbois, M. : *Forest-Montiers – Bernay-en-Ponthieu « Le Fond de Bernay » « Le Fond de Forest-Montiers »*, Rapport de diagnostic archéologique, 1996.
- Derion 2006** : Derion, B. : *Objets métalliques gaulois du site de Lacoste, Mouliets-et-Villemartin (Gironde)*, Musée d'Aquitaine, Bordeaux, 2006.
- Deroin et Benoît 2008** : Deroin, J.-P. et P. Benoît : « Industries extractives : du pouvoir à l'autarcie », *Archéopages*, 22, 2008, p. 54-59.
- Desbat 2003** : Desbat, A. : « La gestion des déchets en milieu urbain : l'exemple de Lyon à la période romaine », in Ballet et al. 2003, p. 117-120.
- Dhennequin 2007** : Dhennequin, L. : « Les ateliers de travail du fer au Mont Beuvray : présentation des fouilles récentes effectuées dans la zone artisanale du Champlain sur l'oppidum de Bibracte », in Milcent (dir.) 2007a, p. 291-298.
- Dieudonné-Glad 2017** : Dieudonné-Glad, N. : « La production du fer au tournant des VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> s. a.C. Des changements techniques, économiques et sociaux ? », in Marion et al. (dir.) 2017, p. 365-382.
- Dieudonné-Glad et Rodet-Belarbi 2003** : Dieudonné-Glad, N. et I. Rodet-Belarbi : « La gestion des déchets artisanaux et domestiques : actions individuelles ou concertées ? L'exemple d'une agglomération secondaire de Gaule romaine », in, Ballet et al. 2003, p. 181-196.
- Digan 2012** : Digan, M. : *Bedenac, Clérac, Charente-Maritime (17). LGV SEA – Phase 118*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 2012.
- Djindjian 2013** : Djindjian, Fr. : « Us et abus du concept de “chaîne opératoire” en archéologie », in Krausz et al. (dir.) 2013, p. 93-107.
- Domergue 1983** : Domergue, Cl. : *Les mines antiques d'Aljustrel (Portugal) et les tables de bronze de Vipasca*, De Brocard, Paris, 1983.
- Domergue 1990** : Domergue, Cl. : *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*, Ecole Française de Rome, Rome, 1990.

- Domergue 2008** : Domergue, Cl. : *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecques et romaines.*, Picard, Paris, 2008.
- Domergue et al. 2006** : Domergue, Cl., Serneels, V., Cauuet, B., Pailler, J.-M. et S. Orzechowski : « Mines et métallurgies en Gaule à la fin de l'âge du Fer et à l'époque romaine », in Paunier (dir.) 2006, p. 131-162.
- Domergue (dir.) 1993** : Domergue, Cl. : *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire. Le domaine des Forges (Les Martyrs, Aude)*, Revue archéologique de Narbonnaise, Supplément 27, CNRS Editions, Paris, 1993.
- Domergue (éd.) 2001** : Domergue, Cl. : *Mines et métallurgies en Gaule : recherches récentes*, Gallia, 57, CNRS Editions, Paris, 2001, p. 1-158.
- Doyen 2010** : Doyen, D. : *Pornic, Loire-Atlantique (44), ZAC du Clos du Bocage – Tranche 2, Occupations protohistorique, gallo-romaine et médiévale*, Rapport final d'opération de diagnostic archéologique, 2010.
- Doyen 2013** : Doyen, D. : *Pays de la Loire, Loire-Atlantique, Châteaubriant, Lotissement les coteaux de la Borderie*, Rapport d'opération de diagnostic archéologique, 2013.
- Dron (dir.) 2008** : Dron, J.-L. : *La Bruyère du Hamel, Condé-sur-Ifs, Calvados, Rapport de la 19<sup>e</sup> campagne (août 2008)*, Rapport de fouille programmée, 2008.
- Dron et al. 2010** : Dron, J.-L., Baudry, A., Clément-Sauleau, St., Gâche, D., Marcigny, C. et N. Zaour : « Le Bruyère du Hamel à Condé-sur-Ifs : un site de La Tène ancienne dans la plaine de Caen », in Barral et al. (dir.) 2010, p. 159-166.
- Dubos et Maurin 1985** : Dubos, B. et B. Maurin : « Losa, village gallo-romain, site archéologique sublacustre », *Aquitania*, 3, 1985, p. 71-89.
- Dubreucq 2013** : Dubreucq, E. : *Métal des premiers celtes. Productions métalliques sur les habitats dans les provinces du Hallstatt centre-occidental*, Editions Universitaires de Dijon, Dijon, 2013.
- Ducasse 1973** : Ducasse, B. : « Fouilles de sauvetage dans le sol Libournais. I. – Chantier de l'ancienne prison », *Revue Historique et Archéologique du Libournais*, 149, p. 81-93.
- Ducasse 1974** : Ducasse, B. : « Fouilles de sauvetage dans le sol Libournais. Chantier de l'Ancienne Prison », *Revue Historique et Archéologique du Libournais*, 154, p. 145-160.
- Dumasy et al. 2010** : Dumasy, Fr., Dieudonné-Glad, N. et L. Laüt : *Travail de la terre, travail du fer. L'espace rural autour d'Argentomagus (Saint-Marcel, Indre)*, Ausonius éditions, Mémoires 23, Bordeaux, 2010.
- Dunikowski 2009** : Dunikowski, Chr. : « Les déchets métallurgiques du site de l'Auditorium », in Chuniaud 2009, vol. 2, p. 191-216.
- Dunikowski 2012** : Dunikowski, Chr. : « Etude des déchets métallurgiques », in Sireix (dir.) 2012, vol. 3, p. 173-190.
- Dunikowski et Cabboi 1995** : Dunikowski, Chr. et S. Cabboi : *La sidérurgie chez les Sénons : Les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne)*, DAF 51, éd. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1995.

- Dunikowski et Coustures 2006** : Dunikowski, Chr et M.-P. Coustures : « Etude des ateliers de forge du site de Chapeau Rouge à Bordeaux », in Chuniaud et Sireix 2006, vol. 9.
- Duprat 2007** : Duprat, Chr. : *Hazebrouck (59). Rue de Sercus. Tranche 1*, Rapport de fouille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2007.
- Duval 1989** : Duval, P.-M. : « Les peuples de l'Aquitaine d'après la liste de Pline », in : *Travaux sur la Gaule (1946-1986)*, Collection de l'École Française de Rome, 116, Rome, 1989, vol. II, p. 721-737.
- Duval et Lacoste 2014** : Duval, A. et D. Lacoste : « L'atelier de forge à la Porte du Rebut », in Guichard (dir.) 2014, p. 231-274.
- Duvauchelle 2005** : Duvauchelle, A. : *Les outils en fer du Musée Romain d'Avenches*, Association Pro Aventico, Avenches, 2005.
- Duvauchelle et Agustoni 2002** : Duvauchelle, A. et Cl. Agustoni : « Couper du fer : outils et gestes des forgerons d'hier et d'aujourd'hui », *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 85, 2002, p. 261-266.
- Duvivier et Tourneau 2011** : Duvivier, H. et F. Tourneau : *Hardifort, Nord (59), « Muelen Veld »*, *Le Peckel*, Rapport d'opération d'archéologie préventive, 2 vol., 2011.
- Echard 1967** : Echar, N. : *Noces de feu*, CNRS audiovisuel diffusion, Paris, 1967 (document audiovisuel).
- Elizagoyen (dir.) 2012** : Elizagoyen, V. : 21, *rue Paul-Louis Lande, Bordeaux*, Rapport de Diagnostic, INRAP, 2012.
- Eschenlohr et Serneels 1991** : Eschenlohr, L. et V. Serneels : *Les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt, Les Boulies (Ju/Suisse)*, Cahiers d'archéologie jurassienne, 3, Porrentruy, 1991.
- Eschenlohr et Serneels 2004** : Eschenlohr, L. et V. Serneels : « Le fourneau de type Bellaires », in Mangin (dir.) 2004, p. 66-67.
- Espérandieu 1911** : Espérandieu, E. : *Recueil général des bas-reliefs, statues et bustes de la Gaule romaine*, The Gregg Press Incorporated, Ridgewood, 1911, 13 tomes.
- Esteban Delgado 1990** : Esteban Delgado, M. : *El País Vasco atlántico en época romana*, Cuadernos universitarios, San Sebastian, 1990.
- Etkezarraga 2004** : Etkezarraga, I. : « Paleometalurgia del hierro en el País Vasco Cantábrico : las *haizeolak*. Un estado de la cuestion », *Munibe (Anthropologia – Arkeologia)*, 2004, p. 97-104.
- Eveillard 2006** : Eveillard, J.-Y. : « Une statuette en bronze de l'Epona (?) gallo-romaine dans le sud-Finistère », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 135, 2006, p. 29-36.
- Fabre 2016** : Fabre, J.-M. : *Sidérurgie ancienne au Sahel. Archéologie d'un district métallurgique de la fin de l'âge du Fer (Markoye, province de l'Oudalan, Burkina Faso)*, Thèse dactylographiée, Université Toulouse Jean-Jaurès, 2016.



- Fabre et al. 2012** : Fabre, J.-M., Polo Cutando, C., Rico, Chr. Villargordo Ros, C. et M.-P. Coustures : « Minería y siderurgia antigua en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara). Nuevos avances de la explotación del hierro en época antigua (siglos II a. C. – II d. C.) », in Orejas et Rico (éds.) 2012, p. 43-62.
- Fabre et al. (dir.) 2016** : Fabre, J.-M., Domergue, Cl. et Fr. Dabosi : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martyrs 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Revue Archéologique de Narbonnaise, Supplément 43, Montpellier, 2016.
- Fajon 1997** : Fajon, Ph. : *R.N. 27 Totes – Manehouville, Crosville-sur-Scie « La Plaine de Crosville »*, Rapport de Fouilles, 1997.
- Fajon et Lepert 2000** : Fajon, P. et T. Lepert : « Mutation agricole à la fin de l'âge du Fer. », in Marion et Blancquaert (éd.) 2000, p. 427-443.
- Fanjul (coord.) 2007** : Fanjul, A. : *Estudios varios de arqueología castreña. A propósito de las excavaciones en los castros de Teverga (Asturias)*, Instituto de Estudios Prerromanos y de la Antigüedad, Santander, 2007.
- Fanjul et al. 2007** : Fanjul, A., Fernández, C., López M. C., A. Alvarez : « Excavaciones en el castro de La Garba (Teverga), Asturias. Promeros trazos arqueológicos del poblamiento castreño en la alta montaña », in Fanjul (coord.) 2007, p. 49-67.
- Fanjul et al. 2009** : Fanjul, A., Fernández, C., López M. C., A. Alvarez : « Excavaciones en los castros de La Cogollina y La Garba (Teverga). Pautas del poblamiento castreño en un valle de montaña », *Excavaciones arqueológicas en Asturias 2003-2006*, Gobierno del Principado de Asturias, Editions Trables, 2009, p. 465-472.
- Fanjul et Maron 2006** : Fanjul, A. et C. Maron : « La metalurgia del hierro en la Asturias Castreña : nuevos datos y estado de la cuestión », *Trabajos de Prehistoria*, 63, n°1, 2006, p. 113-131.
- Fanjul et Menéndez 2004** : Fanjul Peraza, A. et L. R. Menéndez Bueyes : *El complejo castreño de los astures transmontanos*, Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, 2004.
- Fauduet 2010** : Fauduet, I. : *Les temples de tradition celtique*, Editions Errance, Paris, 2010.
- Favier 2002** : Favier, J.-M. : *Breières – (62) rue Aristide Desobry*, Rapport de fouille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2002.
- Favre 1991** : Favre, M. : « En suivant les travaux de la déviation de Saint-Agnant », *Roccafortis*, 3<sup>ème</sup> série, 8/09/1991, 1991, p. 11-14.
- Favre 1996** : Favre, M. : « Le site gallo-romain des Moutiers, commune de Rochefort », *Roccafortis*, 3<sup>ème</sup> série, 17/01/1996, 1996, p. 12-16.
- Febvre 1935** : L. Febvre : « Une enquête : la forge de village », *Annales d'histoire économique et sociale*, T. 7, No. 36, p. 603-614.
- Fernández Ibáñez et Ruiz Cobo (éd.) 2003** : Fernández Ibáñez, C. et J. Ruiz Cobo : *La arqueología de la bahía de Santander*, Fundación Marcelino Botín, Santander, 3 vol., 2003.

- Fernández Ochoa et Morillo Cerdán 2005** : Fernández-Ochoa, C. et A. Morillo Cerdán : « Ciudades y aglomeraciones secundarias en el norte y noroeste de Hispania en época julio-claudia », in *Aquitaine* 2005, p. 157-167.
- Fernández Uriel 2007** : Fernández Uriel, P. : « Conquista de la península Ibérica pro Roma », in Morillo (éd.) 2007, p. 39-54.
- Feugère 1993** : Feugère, M. : « L'évolution du mobilier non céramique dans les sépultures antiques de Gaule méridionale (IIe siècle av. J.-C. – début du Ve s. ap. J.-C.), in Struck (éd.) 1993, p. 119-165.
- Feugère et Guštin (éds.) 2000** : Feugère, M. et M. Guštin : *Iron, Blacksmiths and Tools. Ancient European Crafts. Acts of the Instrumentum Conference at Podsreda (Slovenia) in April 1999*, Monographies Instrumentum, 12, Editions Monique Mergoïl, Montagnac, 2000.
- Feugère et Serneels (dir.) 1998** : Feugère, M. et V. Serneels : *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monographies Instrumentum 4, éd. Monique Mergoïl, Montagnac, 1998.
- Février et al. 1980** : Février, P. A., Fixot, M., Goudineau, Chr. et V. Kruta : *La ville antique des origines au IX<sup>e</sup> siècle*, Seuil, 1980.
- Fichtl 2004** : Fichtl, St. : *Les peuples gaulois, III<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> siècles av. J.-C.*, Editions Errances, Paris, 2004.
- Fichtl 2005** : Fichtl, St. : « La ville celtique (les oppida de 150 av. J.-C. à 15 ap. J.-C.). » Errance, Paris, édition revue et augmentée, 2005.
- Fichtl 2012** : Fichtl, St. : *Les peuples gaulois. IIIe-Ier av. J.-C.*, Errance, Paris, 2012.
- Flotté (dir.) 2011** : Flotté, D. : *Saint-Laurent-de-Condol, Calvados, « Le Grand Jardin »*, Rapport final d'opération de diagnostic archéologique, 2011.
- Flotté et al. 2005** : Flotté, D., L. Le Gaillard, L. Ménager, J.-M. Palluau, L. Simon, L. Vipard et O. Ménard : *Breville lès Monts, « La Belle Etoile »*, Cadastre AB 133, Rapport de diagnostic archéologique, 2005.
- Flouest 2014** : Flouest, J.-L. : « Les installations métallurgiques de Bargny-sur-Saône », in Guichard (dir.) 2014, p. 282-283.
- Fluzin 2002** : Fluzin, Ph. : « La chaîne-opératoire en sidérurgie : matériaux archéologiques et procédés. Apport des études métallographiques » in Bocoum 2002, p. 59-91.
- Fluzin et al. 2000** : Fluzin, Ph., Ploquin, A. et V. Serneels : « Archéométrie des déchets de production sidérurgique. Moyens et méthodes d'identification des différents éléments de la chaîne opératoire directe », *Gallia*, 57, 2000, p. 101-121.
- Fourloubey (dir) 2009** : Fourloubey, Chr. : Arancou. Phase 2 – Quartier Lauga, Las Courrèges, Au Casteigt, Bourouilla, Rapport Final d'Opération, 2009.
- Gaillard 1981** : Gaillard, J. : « Plassac », *Direction Régionale des Antiquités Historiques de la région Poitou-Charentes, Bulletin de liaison et d'information*, 10, 1981, p. 24-25.
- Gaillard et Gustiaux 2003** : Gaillard, D. et M. Gustiaux : *RN 17, Déviation de Thélus-Vimy*, Rapport de diagnostic, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2003.

- Gallien et Langlois 2001** : Gallien, V. et J.-Y. Langlois : « Les mines de fer du nord de la Sarthe, bilan des fouilles sur l'A 28. », Archéopages, 5, AFAN, 2001, p. 12-19.
- Galliou et Le Bihan 1990** : Galliou, P. et J.-P. Le Bihan : « Chronique d'archéologie antique et médiévale », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 119, 1990, p. 85-124.
- Gasc 2013** : Gasc. J. : *Le Noret, Saint-Martin-d'Ary, Charente-Maritime*, Rapport Final d'Opération Archéologique, 3 vol., 2013.
- Gaudefroy et al. 2000** : Gaudefroy, St., Le Goff, I. et P. Méniel : *Glisy « Les Terres de Ville », Z.A.C. de la Croix-de-Fer, L'occupation du Premier âge du Fer et l'établissement agricole de La Tène moyenne*, Document Final de Synthèse, 2 vol. 2000.
- Gerber 2010** : Fr. Gerber : « *Burdigala*, port d'estey, port de Garonne », in Hugot et Tranoy (éds.) 2010, p. 83-94.
- Ghesquière et al. 1997** : Ghesquière, E., C. Marcigny et L. Ménager : *Contournement Ouest de l'agglomération de Saint-Lô, Hébécrevon, « La Couesnnerie », « La Roque »*, Document final de synthèse, 1997.
- Giot 1964** : Giot, P.-R. : « Les lingots de fer bipyramidaux de Bretagne. », *Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest*, Tome 71, n°1, 1964, p. 51-60.
- Giot 1980** : Giot, P.-R. : « Aperçus sur l'âge du fer du Nord-est de la Bretagne. », *Dossiers du Ce. R.A.A.*, suppl. n°100, 1980, p. 99-112.
- Giot et Mazeas 1962** : Giot, P.-R. et G. Mazeas : « Observations sur les lingots de fer de Belle Etoile, en Saint-Connan (Côtes-du-Nord). », *Mémoires de la société d'émulation des Côtes du Nord*, Saint-Brieuc, 1962, p. 3-7.
- Giraud et al. 2007** : Giraud, P., S. Pillault, J. Boudeau, H. Duval, N. Coulthard et X. Savary : *Basse-Normandie, Calvados, Saint-Désir (14200) « oppidum du Castellier »*, Rapport final d'opération de fouille programmée, 2007.
- Giraud et al. 2010** : Giraud, P., Marcigny, C., Lefort, A., Coupard, Fr. et X. Bernardeau : « Les sites fortifiés de hauteur de La Tène finale en Basse-Normandie », in Barral et al. (dir.) 2010, vol. 1, p. 73-94.
- Girond 2012** : Girond, S. : *4-6 Place Puy-Paulin, Bordeaux (Gironde)*, Rapport Final d'Opération, 2012, 3 vol.
- Gómez Ramos 1996** : P. Gómez Ramos : « Análisis de escorias férreas: nuevas aportaciones al conocimiento de la siderurgia prerromana en España », *Trabajos de Prehistoria*, 53 (2), p. 145-155.
- Gondouin 1996** : Gondouin, M.-N. : *R N 174 de Villeneuve à l'A 84 (Manche)*, Document final de synthèse de diagnostic archéologique, 1996.
- González Echegaray 1999** : González Echegaray, J. : « Las guerras catabras en las fuentes », in : Almagro-Gorbea et al. 1999, p. 147-169.

- Gorgues 2010** : Gorgues, A. : *Economie et société dans le Nord-Est du domaine Ibérique (III<sup>e</sup> - I<sup>er</sup> s. av. J.-C.)*, Anejos de AEspA, 52, Madrid, 2010.
- Gorgues 2017** : Gorgues, A. : « Wherever I lay my tools. Workplace morphology and temporality in the Northern Iberian world (sixth-first centuries BC), in Gorgues *et al.* (éd.) 2017, p. 67-96.
- Gorgues *et al.* (éd.) 2017** : Gorgues, A., Rebay-Salisbury, K. et R. Salisbury : *Material chains in late prehistoric Europe and the Mediterranean. Time, space and technologies of production*, Ausonius éditions, Mémoires 48, Pessac, 2017.
- Gorrochategui 1984** : Gorrochategui, J. : « Estudio sobre la onomastica indigena de Aquitania », Service éditorial de l'Université du Pays Basque, Salamanque, 1984.
- Gorrochategui 2013** : Gorrochategui, J. : « Linguistique et peuplement en Aquitania », in : Colin et Verdin (dir.) 2013, p. 17-32.
- Goudineau *et al.* (dir.) 1994** : Goudineau, Chr., Fauduet, I. et G. Coulon : *Les sanctuaires de tradition indigène en Gaule romaine. Actes du colloque d'Armentomagus (Argenton-sur-Creuse/Saint-Marcel, Indre), 8, 9 et 10 octobre 1992*, Editions Errance, Paris, 1994.
- Goudineau et Kruta 1980** : Goudineau, Chr et V. Kruta : « Les antécédents : y a-t-il une ville protohistorique ? » in : Février *et al.* 1980, p. 137-231.
- Grands Hommes 1988** : *Bordeaux (Gironde), Les Grands Hommes*, Rapport de fouille de sauvetage programmé, 1988.
- Guennou 1991** : Guennou, G. : *La Cité des coriosolites*, Dossiers du Ce.R.A.A., suppl. D, Centre régional d'archéologie d'Alet, Alet, 1991.
- Guérisse 1993** : Guérisse, P. : *Site sidérurgique ancien, Plélan-le-Grand (35)*, Rapport de fouille, 1993.
- Guichard (dir.) 2014** : Guichard, V. : *Etudes sur Bibracte – 2*, Bibracte, 24, Glux-en-Glenne, 2014.
- Guichard *et al.* (dir.) 2000** : Guichard, V., Sievers, S. et O. H. Urban : *Les processus d'urbanisation à l'âge du Fer. Eisenzeitliche Urbanisationsprozesse. Actes du colloque de Glux-en-Glenne, 8-11 juin 1998*, Bibracte, 4, Glux-en-Glenne, 2000.
- Guillaumet 1996** : Guillaumet, J.-P. : *L'artisanat chez les Gaulois*, Errance, Paris, 1996.
- Guillaumet 1998** : Guillaumet, J.-P. : « Les pinces dites « de forgeron » », in Nicolini et Dieudonné-Glad 1998, p 1-6.
- Guillaumet 2000** : Guillaumet, J.-P. : « Le mobilier métallique » in Buchsenschutz *et al.* 2000, p. 101-121.
- Guillaumet et Labaune 2011** : Guillaumet, J.-P. et Y Labaune : « Les activités artisanales de Bibracte et d'Autun : une pérennité des savoir-faire », in : Reddé *et al.* 2011, p. 895-906.
- Guillon et Tieghem 1992** : Guillon, Ph. et A. Tieghem : *Route départementale 700. Beaulieu-Martelotte*, Rapport de fouilles, 1992.
- Guillot 2009** : Guillot, B. : *Brionne, Rue Lemarrois (27 – Eure)*, Rapport Final d'Opération, 2009.

- Halbaut et Leman-Delerive 1985** : Halbaut, H. et G. Leman-Delerive : « Notes de géographie historique : l'habitat celtique dans l'arrondissement de Lille », *Revue du Nord*, 67, 1987, p. 165-176.
- Hamon (dir.) 2014** : Hamon, A.-L. : *Quévert, Côtes d'Armor, Le Clos Mirette, La Lande Close, La Lande Gâtée, Charbonnage et métallurgie du fer de la protohistoire à l'antiquité*, Rapport final d'opération de diagnostic archéologique, 2014.
- Hamon (dir.) 2015** : Hamon, A.-L. : *Aulaleuc et Quévert, Côtes d'Armor, ZAC de Bel-Air, Charbonnage et bas fourneaux, Deux incinérations antiques*, Rapport final d'opération de diagnostic archéologique, 2015.
- Haselgrove 2006** : Haselgrove, C. : « *Celtes et Gaulois, l'archéologie face à l'histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer. Actes de la table ronde de Cambridge, 7-8 juillet 2005* », Bibracte, Glux-en-Glenne, 2006, p. 91-104.
- Henderson 2007** : Henderson, J. C. : *The atlantic Iron Age : settlement and identity in the first millennium BC*, Routledge, Londres, 2007.
- Henique (dir.) 2013** : Henique, J. : *17 rue du Hâ, Bordeaux, Gironde*, Rapport de fouille, SRA Aquitaine, 2013.
- Hérard 2001** : Herard, A. : *Giéville (Manche) « La Bigne »*, Document final d'évaluation archéologique, 2001.
- Hervé-Jegeard 1998** : Hervé-Legeard, C. : *Visseiche (Ille-et-Vilaine), Station d'épuration*, Rapport de diagnostic archéologique, 1998.
- Hervieu et al. 2005** : Hervieu, J.-P., Désiré dit Gosset, G. et E. Barré : *Arts du feu en Normandie. Actes du Colloque tenu à Eu 21-24 octobre 2004*, Congrès des Sociétés Historiques et Archéologiques de Normandie, 10, Annales de Normandie, 2005.
- Hill et Evans 1972** : Hill, J. et R. Evans : « A model for classification and typology », in Clarke (éd.) 1972, p. 231-273.
- Hillairet 1995** : Hillairet, J.-L. : *L'artisanat Antique à Saintes*, Société d'Archéologie et d'Histoire de la Charente-Maritime, Saintes, 1995.
- Hincker 2000** : Hincker, V. : *Déviation d'Hérouvillette R.D. 513 Calvados*, Document final de synthèse de diagnostic et d'évaluation archéologique, 2000.
- Hinguant et al. 2007** : Hinguant, S. Morzadec, H., Labaune-Jean, Fr. et R. Colleter : *Baud « Kervin » (Morbihan – Bretagne), Un camp militaire romain ?*, Rapport de diagnostic archéologique, 2007.
- Honoré et al. 2007** : Honoré, D., Léon, G. et N. Roudié : « Deux sites de réduction et de forge de l'âge du Fer en Normandie. », in Milcent (dir.) 2007a, p. 117-124.
- Hugot et Tranoy 2010 (éd.) 2010** : Hugot, L. et L. Tranoy : *Les structures portuaires de l'arc atlantique dans l'Antiquité, Journée d'études, Université de La Rochelle, 24 janvier 2008*, Aquitania, Supplément 18, Bordeaux, 2010.

- Hulin et Jagou 2014** : Hulin, G. et B. Jagou : « Reconnaître et caractériser les zones de forge sur surfaces décapées. Apport de la géophysique à l'étude paléométallurgique », *Archéopages*, 39, 2013-2014, p. 92-99.
- Hunter et Ralston (éd.) 2015** : Hunter, Fr. et I. Ralston (éd.) 2015 : *Scotland in Later Prehistoric Europe, actes de la conférence internationale d'Edimbourg, 19-21 septembre 2008*, Society of Antiquaries of Scotland, 2015.
- Jacques 1981** : Jacques, A. : « La villa gallo-romaine d'Hamblain-les-Prés », *Bulletin de la commission départementale d'histoire et d'archéologie du Pas-de-Calais*, 11, 1, 1981, p. 25-32.
- Jahier (dir.) 1994** : Jahier, Y. : *Fierville-lès-Parcs (Calvados), Suppression du passage à niveau n°11, Déviation du CD 280, Sauvetage urgent, Parcelle AC 112.*, Rapport de sauvetage urgent, 1994.
- Jahier (dir.) 2012** : Jahier, Y. : *L'habitat du second âge du Fer de Creully « Le Clos de l'Épinette » (Calvados), Note de synthèse sur les premiers résultats de la fouille de sauvetage conduite de novembre 2005 à avril 2006*, Rapport final d'opération de fouille archéologique, 2012.
- Jahier et al. 2002** : Jahier, I., Méniel, P. et J.-Cl. Ozouf, San Juan, G., Coutard, J.-P. Lautridou, J.-P., Larsonneur, B., Levant, M., Clet-Pellerin, M., Ghesquière, E., Cabboï, S., Le Gaillard, L. et M.-A. Rohmer: « La petite ferme de La Tène ancienne au « Pré de la Val » à Fierville-les-Parcs (Calvados), *Revue Archéologique de l'Ouest*, 19, 2002, p. 15-36.
- Jouanet-Aldous 2011** : Jouanet-Aldous, N. : *Prospection thématique : Prospection paléométallurgique en Centre Ouest Bretagne, Campagne 2011 : Secteur de Morlaix : Pleyber-Christ, Plourain-lès-Morlaix, Saint-Martin-des-Champs ; Secteur de Gouarec : Gouarec, Laniscat, Lescouët-Gouarec, Perret, Plélauff, Cléguérec, Séglien, Silfiac et Sainte-Brigitte*, Rapport de prospection archéologique, 2010.
- Jouanet-Aldous 2013** : Jouanet-Aldous, N. : *Châteaulin, Finistère, Penn ar Roz, Un site d'activité métallurgique protohistorique et antique, Rapport complémentaire : le mobilier sidérurgique*, Rapport final d'opération de fouille archéologique, 2 vol., 2009.
- Jouanet-Aldous en cours** : Jouanet-Aldous, N. : *La métallurgie du fer en Centre Ouest Bretagne à l'Age du Fer*, Thèse à l'Université Rennes 1, sous la direction de M.-Y. Daire et C. Le Carlier.
- Jud 2014** : Jud, P. : « Un atelier métallurgique dans le village gaulois de Bâle-Gasfabrik » in Berranger *et al.* 2014b, p. 297-298.
- Kasprzyk et Nouvel 2011** : Kasprzyk, M. et P. Nouvel : « Les mutations du réseau routier de la période laténienne au début de la période impériale. Apport des données archéologiques récentes », in Reddé *et al.* (dir.) 2011, p. 21-42.
- Kastowski et al. 2007** : Kastowski, K., Mehofer, M. et P. C. Ramsel : « Analyses métallographiques d'objets en fer laténiens autour du massif de la Leitha », in Milcent (dir.) 2007a, p. 305-317.

- Kiethega 1995** : Kihetega, J.-B. : « Le travail du fer au Burkina Faso à l'époque précoloniale », in Benoit et Fluzin 1995, p. 131-141.
- Krausz *et al.* (dir.) 2013** : Krausz, S., Colin, A., Gruel, K., Ralston, I et Th. Dechezleprêtre : *L'âge du Fer en Europe. Mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*, Ausonius, Mémoires, 32, Bordeaux, 2013.
- Labandera Campoamor 1969** : J. A. Labandera Campoamor : « Identificación y estudio del Castelo del Esteiro », *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos*, 68, 1969, p. 475-496.
- Labaune et Kasprzyk 2015** : Labaune, Y. et M. Kasprzyk : « Autun/*Augustodunum*, Cité des Eduens », in Reddé et Van Andringa (dir.) 2015, p. 195-215.
- Lacalmontié 2016** : Lacalmontié, A. : « L'occupation du second âge du Fer à Brebières (Pas-de-Calais) un habitat rural standardisé ? » in Blancquaert et Malrain (dir.) 2016, p. 133-146.
- Langlois 2008** : Langlois, J.-Y. : « Le minerai de fer et son extraction de la Protohistoire au XIX<sup>e</sup> siècle dans l'ouest de la France. Présentation de quatre mines fouillées sur le tracé de l'A28 », *Archéopages*, 22, 2008, p. 24-27.
- Langouët (dir.) 1984** : Langouët, L. : *La prospection archéologique en Haute-Bretagne, ses apports à l'Histoire du milieu rural dans l'Antiquité*, Dossiers du Ce.R.A.A., G, Centre Régional d'Archéologie d'Alet, Alet, 1984.
- Langouët *et al.* 1979** : Langouët, L., Faguet, G. et L.-R. Vilbert : « Chroniques de prospections archéologiques dans les arrondissements de Dinan et Saint-Malo », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 7, 1979, p. 75-138.
- Langouët *et al.* 1980** : Langouët, L., Faguet, G. et L.-R. Vilbert : « Chroniques de prospections archéologiques dans les arrondissements de Dinan et Saint-Malo », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 8, 1980, p. 63-86.
- Langouët *et al.* 1981** : Langouët, L., Faguet, G. et L.-R. Vilbert : « Chroniques de prospections archéologiques dans les arrondissements de Dinan et Saint-Malo », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 9, 1981, p. 33-60.
- Langouët *et al.* 1982** : Langouët, L., Faguet, G. et L.-R. Vilbert : « Chroniques de prospections archéologiques dans les Côtes-du-Nord et l'Ille-et-Vilaine », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 10, 1982, p. 3-40.
- Langouët *et al.* 1983** : Langouët, L., Faguet, G. et L.-R. Vilbert : « Chroniques de prospections archéologiques dans les Côtes-du-Nord et l'Ille-et-Vilaine », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 11, 1983, p. 3-28.
- Langouët *et al.* 1989** : Langouët, L., Faguet G. et L. Andlauer : « Chroniques de prospections archéologiques 1989 en Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 17, 1989, p. 99-123.
- Langouët *et al.* 1990** : Langouët, L., Faguet, G. et L. Andlauer : « Chroniques de prospections archéologiques 1990 en Haute-Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 18, 1990, p. 5-41.

- Langouët et al. 1991** : Langouët, L., Faguet, G. et L. Andlauer : « Chroniques de prospections archéologiques 1991 en Haute-Bretagne et Basse-Normandie », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 19, 1991, p. 65-100.
- Langouët et al. 1992** : Langouët, L., Faguet, G. et L. Andlauer : « Chroniques de prospections archéologiques 1992 en Haute-Bretagne et Basse-Normandie », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 20, 1992, p. 45-69.
- Langouët et al. 1993** : Langouët, L., Bizien-Jaglin, C., Duval, H., Faguet, G. et L. Andlauer : « Chroniques de prospections archéologiques 1993 en Haute-Bretagne et Basse-Normandie », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 21, 1993, p. 5-13.
- Langouët et Daire 1989** : Langouët, L. et M.-Y. Daire : *La Civitas gallo-romaine des coriosolites, le milieu rural*, Institut culturel de Bretagne, Rennes, 1989.
- Langouët et Faguet 1977** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1977 », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 5, 1977, p. 65-94.
- Langouët et Faguet 1977** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1977 », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 5, 1977, p. 65-94.
- Langouët et Faguet 1978** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1978 », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 6, 1978, p. 105-121.
- Langouët et Faguet 1984** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1984 dans les départements d'Ille-et-Vilaine et des Côtes-du-Nord », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 12, 1984, p. 11-40.
- Langouët et Faguet 1985** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1985 en Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 13, 1985, p. 65-83.
- Langouët et Faguet 1986** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1986 en Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 14, 1986, p. 97-110.
- Langouët et Faguet 1987** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1987 en Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 15, 1987, p. 99-107.
- Langouët et Faguet 1988** : Langouët, L. et G. Faguet : « Chroniques de prospections archéologiques 1988 en Bretagne », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 16, 1988, p. 79-90.
- Lanos 1984** : Lanos, Ph. : « La métallurgie ancienne du fer dans le nord de la Haute-Bretagne », in Langouët (dir), 1984, p. 147-170.
- Laporte (coord.) 1998** : Laporte, L. : *L'estuaire de la Charente de la Protohistoire au Moyen Age*, DAF, 72, éd. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1998.
- Larcher 1991b** : Larcher, G. : *Sites métallurgiques de la région de Paimpont*, Rapport de prospection-inventaire, partie 2, 1991.
- Larrieu 1989** : Larrieu, B. : « Repérage archéologique en prospection de surface. Club archéologie-Collège de Branne », *Mémoires des Pays de Branne*, 3, 1989, p. 127-131.
- Lascour 2009** : Lascour, V. : *Glisy, Somme, ZAC Jules Verne*, Rapport de diagnostic archéologique, INRAP, 2009.



- Lauffray et al. 1973** : Lauffray, J., Schreyeck, J. et N. Dupré : « Les établissements et les villas gallo-romains de Lalouquette (Pyrénées-Atlantiques) », *Gallia*, 31, 1973, p. 123-156.
- Laurenceau et Maurin 1988** : Laurenceau, N. et L. Maurin : « Structures, caractères et étapes de l'occupation, des origines au Bas-Empire », *Aquitania supplément*, 3, 1988, p. 7-52.
- Laüt 1990** : Laüt, L. : « L'occupation du sol dans le Vic-Bilh à l'époque gallo-romaine, prospections dans les cantons de Garlin, Lembeye et Thèze (64), *Archéologie des Pyrénées-Occidentales*, 10, 1990, p. 70-81.
- Laüt 1991** : Laüt, L. : « La survivance des sites gallo-romains du Vic-Bilh (cantons de Garlin, Lembeye et Thèze, 64) », *Archéologie des Pyrénées-Occidentales*, 11, 1991, p. 43-59.
- Laüt et al. 2005** : Laüt, L., Petit-Aupert, C. et Ph. Vergain : « Paysages et structures agraires en Aquitaine au début de l'Empire, quelques exemples régionaux », in *Aquitaine 2005*, p. 329-364.
- Lavaud (coord.) 2009** : Lavaud, S. : *Atlas Historique des Villes de France. Bordeaux volume II. Notice générale. La formation des espaces urbains des origines à nos jours*, Aquitania, Bordeaux, 2009.
- Le Bihan 1984** : Le Bihan, J.-P. : « Villages gaulois et parcellaires antiques au Braden en Quimper. Une recherche en milieu périurbain », *Cahiers de Quimper antique*, 1, 1984.
- Le Bihan 1986** : Le Bihan, J.-P. : *Aux origines de Quimper*, Quimper, 1986.
- Le Bihan et al. 2007** : Le Bihan J.-P., Guillaumet J.-P., Meniel P., Roussot-Laroque J. et J.-F. Villard : « Du Bronze Moyen à l'Antiquité, un lieu de culte inscrit dans la longue durée : Mez-Notariou – Ouessant », in *Barral et al. 2007*, p. 629-652.
- Le Bihan et Galliou 1974** : Le Bihan, J.-P. et P. Galliou : « Les forges antiques de Quimper-Keremoisan », *Archéologie en Bretagne. Bulletin d'information de la Direction des Antiquités Historiques de Bretagne*, 4, 1974, p. 7-20.
- Le Bihan et Villard 2012** : Le Bihan, J.-P. et J.-F. Villard : *Archéologie de Quimper, matériaux pour servir l'histoire. Tome 2. Au temps de l'empire romain*, Editions Cloître, Saint-Thonan, 2012.
- le Boulanger 1995** : le Boulanger, Fr. : *Chavagne « les Evignés » (Ille-et-Vilaine), Seconde Ceinture de Rennes – liaison R.D. 34 – R.D. 224*, Rapport de sauvetage urgent, 1995.
- Le Carlier 2010** : Le Carlier, C. : « Etudes morphométriques et pétrographiques des scories des sites 1 et 2 de la ZAC de la Tourelle à Lamballe », in *Mentele (dir.) 2010*, p. 424-469.
- Le Carlier et al. 2007** : Le Carlier, C., Leroy, M. et P. Merluzzo : « L'apport de l'analyse morphologique, microscopique et chimique des scories en forme de culot à la restitution des activités de forge », *Archéosciences*, 31, 2007, p. 23-37.
- Le Cloirec 1995** : Le Cloirec, G. : *3-5 rue de Saint-Malo, Rennes (Ille-et-Vilaine)*, Rapport de fouille préventive, plusieurs volumes, 1995.

- Le Cloirec 2008** : Le Cloirec, G. : « La fouille du 3-5 rue de Saint-Malo », in Pouille (dir.) 2008, p. 251-287.
- Le Gaillard 2008** : Le Gaillard, L. : *Coutances – Manche, Le Château de la Mare*, Rapport final d’opération de diagnostic archéologique, 2008.
- Le Goffic 1993** : Le Goffic, M. : « Saint-Vougay, château de Kerjean », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 122, 1993, p. 119-120.
- Le Goffic 2002** : Le Goffic, M. : « Kersaint-Plabennec, Pervern », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 131, 2002, p. 19-21.
- Le Goffic 2003a** : Le Goffic, M. : « Carhaix, rue Tour-du-Château », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 132, 2003, p. 22.
- Le Goffic 2003b** : Le Goffic, M. : « Saint Nic, Voulven », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 132, 2003, p. 52-53.
- Le Maho et al. 2007** : Le Maho, J., Deshayes, G., Le Borgne, J.-N. et J. Mouchard : *Condé-sur-Iton (Eure) L’agglomération antique de Condate : le fanum octogonal et ses environs immédiats*, Rapport de Sondages Programmés, 2007.
- Le Pennec 1998** : Le Pennec, S. : « Plouider, Créac’h-Gunval », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 127, 1998, p. 56
- Le Pesant 1951** : Le Pesant, M. : « Les fouilles de la rue de l’Horloge à Evreux », *Annales de Normandie*, I, 3, 1951, p. 236-242.
- Le Saint Allain (dir.) 2013**: Le Saint Alain, M. (dir.) : *Louviers (27), Rue de la Vacherie*, Rapport Final d’Opération de Diagnostic Archéologique, 2013.
- Le Saint Allain (dir.) 2012**: Le Saint Alain, M. (dir.) : *Louviers (27), Rue Des Oiseaux*, Rapport Final d’Opération de Fouille Archéologique, 3 vol., 2012.
- Lebeaupin 1998** : Lebeaupin, D. : « Ateliers de forgeron et témoins dispersés du travail du fer à Lattes (Hérault) (IVe s. av. - Ier s. ap. J.-C.), in Feugère et Serneels (dir.) 1998, p. 80-95.
- Leblanc 1996** : Leblanc, J.-Cl. : *Les activités paléo-sidérurgiques de la zone III du site archéologique de la Cité Judiciaire à Bordeaux. Premier siècle après J.-C.*, DFS de Sauvetage Urgent, AFAN, SRA Aquitaine, 1996.
- Leblanc 2002** : Leblanc, J.-Cl. : *Sur l’identification de la chaîne opératoire du forgeage du fer antique, associée à l’archéométrie des battitures*, Thèse inédite, Université Paul Sabatier, Toulouse III, 2002, 2 vol.
- Lehoërff 2016** : Lehoërff, A. : *Préhistoires d’Europe. De Néandertal à Vercingétorix 40000-52 avant notre ère*, Belin, Collection Mondes Anciens, Paris, 2016.
- Lemonnier 1976** : Lemonnier, P. : « La description des chaînes opératoires : contribution à l’analyse des systèmes techniques », *Techniques & Culture*, n° 1, 1976, p. 100-151.
- Lepaumier 1998** : Lepaumier, H. : *A. 29 Sud – Site 4, Quetteville, Les Heurtries II*, Document final de synthèse, 1998.

- Lepaumier 2009** : Lepaumier, H. : *Cormelles-le-Royal (Calvados), « Aire des gens du voyage », Un enclos du second âge du fer en plaine de Caen*, Document final de synthèse, 2009.
- Lepaumier 2009** : Lepaumier, H. : *Cormelles-le-Royal (Calvados), « Aire des gens du voyage », Un enclos du second âge du fer en plaine de Caen*, Document final de synthèse, 2009.
- Lepaumier (dir.) 2008** : Lepaumier, H. : *Bricqueville-la-Blouette (Manche), « La Butte au Long/La Roguerie », Un enclos et une nécropole du second âge du Fer*, Rapport final de synthèse, 2008.
- Lepaumier (dir.) 2012** : Lepaumier, H. : *Fleury-sur-Orne, Calvados, Les Mézerettes – ZL 7, Deux habitats enclos et une nécropole du second âge du Fer du réseau de fermes reconnu au sud-est de l'agglomération caennaise*, rapport final d'opération de fouille archéologique, 2 vol., 2012.
- Lepaumier et al. 1998** : Lepaumier, H., Chr.-C. Besnard-Vauterin, J.-M. Richard et C. Marcigny : *Contournement Ouest de Saint-Lô, Hébécrevon, La Couesnerie*, Document final de synthèse, 1998.
- Lepaumier et al. 2009** : Lepaumier, H., Giazzon, D., et K. Chanson : « Orval « Les Pleines » (Manche) », in Delrieu (dir.) 2009, p. 25-26.
- Lepaumier et al. 2010** : Lepaumier, H., Giazzon, D. et K. Chanson : « Orval « Les Pleines » (Manche). Habitats enclos et tombe à char en Cotentin », in Barral *et al.* (dir.) 2010, p. 315-333.
- Lepaumier et al. 2015** : Lepaumier, H., Besnard-Vauterin, Chr.-C., Chanson, K. et N. Zaour : « Fonction et statut des habitats enclos de la fin de l'âge du fer, une question de mobilier ? L'exemple du réseau d'établissements du sud-est de l'agglomération caennaise », *Revue archéologique de l'Ouest*, 32, p. 285-315, 2015.
- Lepaumier et Giazzon 2007** : Lepaumier, H. et D. Giazzon : *Orval (Manche) « Les Pleines », Habitat rural enclos du Second âge du Fer et du Haut-Empire, Tombe à char de la fin de La Tène ancienne*, Document final de synthèse, 2007.
- Lepaumier et Giazzon 2007** : Lepaumier, H. et D. Giazzon : *Orval (Manche) « Les Pleines », Habitat rural enclos du second âge du Fer et du Haut-Empire, Tombe à char de la fin de La Tène ancienne*, Document final de synthèse, 2007.
- Lepaumier et Zaour 2008** : Lepaumier, H. et N. Zaour : *Saint-Loup-Hors, « Les jardins de Saint-Loup », « R.D. 572 b, C.R. 8 et V.C. 3 », Document final de synthèse de diagnostic archéologique, 2008.*
- Lepert et Paez-Rezende 2002** : Lepert, Th. et L.Paez-Rezende : « Reflet de l'occupation sur le plateau de Saint-André-de-l'Eure (Eure) du Ier siècle avant J.-C. au IIIè siècle après J.-C. (R.N. 154 - section nord) », *Revue archéologique de l'Ouest*, 19, 2002, p. 87-116.
- Leroux 1989** : Leroux, G. : *La Civitas gallo-romaine des Riedones, le milieu rural*, Patrimoine archéologique de Bretagne, Rennes, 1989.

- Leroy 1997** : Leroy, M. : *La sidérurgie en Lorraine avant le haut-fourneau. L'utilisation du minerai oolithique en réduction directe*, Paris, CNRS, 1997.
- Leroy et al. 2000** : Meroy, M., Merluzzo, P., Fluzin, Ph., Leclère, D., Aubert, M. et A. Ploquin : « La restitution des savoir-faire pour comprendre un procédé technique : l'apport de l'expérimentation en archéologie du fer », *in* Petrequin et al. (dir.) 2000, p. 37-51.
- Leroy et al. 2015** : Leroy, M., Merluzzo, P. et C. Le Carlier : *Archéologie du fer en Lorraine. Minette et production du fer en bas fourneaux dans l'Antiquité et au Moyen-Age*, Frensch Vallée, Knutange, 2015.
- Leroy et Merluzzo 2004** : Leroy, M. et P. Merluzzo : « La réduction : du minerai au métal », *in* Mangin (dir.) 2004, p. 49-80.
- Lesca-Seigne 1984** : Lesca-Seigne, A. : « Biganos », *Bulletin d'information de la Direction des Antiquités Historiques*, 3, 1984, p. 28-30.
- Lesca-Seigne 1985** : Lesca-Seigne, A. : « Le littoral gascon dans l'Antiquité : le site de Lamothe de Biganos en Gironde », *Bulletin de la société d'archéologie de Bordeaux*, 76, 1985, p. 9-28.
- Llanos et Medrano 1968** : Llanos, A. et D. Medrano : « Necropolis de hoyos de incineración en Alava », *Estudios de Arqueologia Alavesa*, III, p. 45-72.
- Lorin 2007** : Lorin, Y. : *Wittes (Pas-de-Calais), Rue Cornet*, Rapport de diagnostic, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2007.
- Lourdeau (dir.) 2008** : Lourdeau, Ch. : *Heudebouville, Ecoparc2, « tranche 2 » (Eure)*, Rapport de Diagnostic, 2008.
- Lukas (dir.) 2010** : Lukas, D. : *Parville (Eure) « Bois de Parville », De la ferme Gauloise à la villa gallo-romaine*, Rapport Final d'Opération de Fouille Archéologique, 4 vol., 2010.
- Lukas (dir.) 2013** : Lukas, D. : *Haute-Normandie, Eure, Heudebouville, Ecoparc 2. Les établissements protohistorique et gallo-romain de la « Butte Colas »*, Rapport d'Opération de Fouille Archéologique, 3 vol. 2013.
- Maître 1893** : Maître, L. : *Géographie historique et descriptive de la Loire-Inférieure. I, Les villes disparues de Namnètes*, Grimaud, Nantes, 1893.
- Maître 1919** : Maître, L. : « Géographie industrielle de la Basse-Loire. Les forges et les ateliers fortifiés », *Revue archéologique (Paris)*, 5<sup>e</sup> série, 9, 1919, p. 234-273.
- Malrain et al. 2007** : Malrain, F., Blondiau, L. et G. Chaidron : « Les enclos laténiens sont-ils toujours des fermes ? », *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 2007, p. 17-54.
- Malrain et al. 2010** : Malrain, Fr., Bauvais, S. Hénon, B., Legros, V., Sorel, M. et V. Pissot avec les contributions de Boulen, M. et K. Fechner : « Le site artisanal de la tène finale et du gallo-romain de Ronchères (Aisne) "le Bois de la Forge" », *Revue Archéologique de Picardie*, 1-2, 2010, p. 41-166.

- Manfrini et Strawczynski 2007** : Manfrini, I. et N. Strawczynski : « *Une forge ambiguë* », in : *Dossier : Tekhnai/artes* [en ligne]. Paris-Athènes : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 2007 <<http://books.openedition.org/editionsehess/2222>>
- Mangin (dir.) 1994** : Mangin, M. : *La sidérurgie de l'Est de la France dans son contexte européen. Archéologie et archéométrie : colloque de Besançon, Besançon, 10-13 novembre 1993*, Editions Les Belles Lettres, Paris, 1994.
- Mangin (dir.) 2004** : Mangin, M. dir. : *Le fer*, Editions Errance, Paris, 2004.
- Maniez 2013** : Maniez, J. : *Nord/Pas-de-Calais, Théroouanne (Pas-de-Calais)*, « *Chemin de Bomy* », Rapport final de diagnostic archéologique, 2013.
- Mantecón 2000** : Mantecón, L. : « La mineria romana en Cantabria », *Nivel Cero*, 8, Santander, 2000, p. 37-58.
- Mantecón 2003** : Mantecón, L. : « Evidencias de minería romana en el arco de la Bahía de Santander », in Fernández Ibáñez et Ruiz Cobo (éd.) 2003, p. 649-680.
- Marcigny (dir.) 2000** : Marcigny, C. : *Déviation de Bayeux R.N. 13 Saint-Martin-des-Entrées (Calvados)* « *Le Parc sur l'Herbage* », Document final de synthèse, 2000.
- Marcigny et al. 1999** : Marcigny, C., Ghesquière, E., Leclerc, E., Matteredne, V., Ménager, L., Clément-Sauleau, St. et J.-M. Richard : « Un établissement agricole du IVE siècle avant notre ère à Mosles « La pièce du Pressoir » (Calvados) », *Revue Archéologique de l'Ouest*, 16, 1999, p. 97-130.
- Marcigny et al. 2004** : Marcigny, C., Lepaumier, H., Carpentier, V. Clément-Sauleau, St., Matteredne-Zeck, V. Gaumé,E., Ghesquière, E. et D. Giazon : « Un établissement agricole à caractère « aristocratique » du second âge du Fer à Saint-Martin-des-Entrées (Calvados) », *Revue Archéologique de l'Ouest*, 21, 2004, p. 63-94.
- Maret et Breton 2005** : Marret, Chr. et D. Breton : *Saint-Pierre-de-Varengeville, Rue de la Paix (Seine-Maritime – Haute-Normandie)*, Rapport de Diagnostic, 2005.
- Marion 2004** : Marion, St. : *Recherches sur l'âge du Fer en Ile-de-France. Entre Hallstatt final et La Tène finale. Analyse des sites fouillés. Chronologie et société*, BAR International serie, 1231, Hadrian Books, Oxford, 2004.
- Marion et Blancquaert (éd.) 2000** : Marion, S. et G. Blancquaert : *Les installations agricoles de l'Age du Fer en France septentrionale*, Rue d'Ulm, Paris, 2000.
- Marion et al. (dir.) 2017** : Marion, St., Deffressigne, S., Kaurin, J. et G. Bataille : *Production et proto-industrialisation aux âges du Fer, perspectives sociales et environnementales. Actes du 39<sup>e</sup> colloque international de l'Association Française pour l'Etude de l'Age du Fer, Nancy 2015*, Ausonius Editions, Mémoires, 47, 2017.
- Marlière 2002** : Marlière, E. : *L'outre et le tonneau dans l'occident romain*, Monographies Instrumentum, 22, Editions Monique Mergoïl, Montagnac, 2002.
- Martín-Bueno 1981** : Martín-Bueno, M. : « Análisis de mineral en cargamento de Pecio Romano », *Bajo Aragon Prehistoria*, 3, 1981, p. 87-88.

- Martín-Bueno et al. 1985** : Martín-Bueno, M., Izaguirre, M., Casado, J. L., Mejuto, R. et F. Senén López : « La arqueología subacuática en las costas del Norte y Noroeste peninsular : Estado de la cuestión », in Congreso 1985, p. 33-58.
- Martínez Fernández 1970** : J. Martínez Fernández : « Castro de Mohías. Nuevos hallazgos y descubrimientos », *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos*, 69, 1970 p. 125-140.
- Massé et al. 2011** : Massé, A., Panloups, E., Tachet, N., Meurisse-Fort, M., Lachaud, C. et G. Guidi-Rontani : *Nord/Pas-de-Calais, Saint-Tricat (Pas-de-Calais), « RD 304 »*, Rapport final d'opération de fouille archéologique, 2011.
- Mata Perelló et al. 2011** : Mata Perelló, J., Torró y Abat, L. et M. N. Fuentes Prieto : *Actas del quinto congreso internacional sobre minería y metalurgia históricas en el suroeste europeo (Léon – 2008). Hommage à Claude Domergue*, Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, 2011.
- Maurel 2006** : Maurel, L. : *La Genetouze-Le Fouilloux (Charente-Maritime), Pôle Sécurité et Sports Mécaniques*, Document final de synthèse de diagnostic archéologique préventif, 2 vol. 2006.
- Maurin 1978** : Maurin, L. : *Saintes antique, des origines à la fin du VIème siècle*, Société d'Archéologie et d'Histoire de la Charente-Maritime, Saintes, 1978.
- Maurin 1981** : Maurin, L. : *Recherches archéologiques à Saintes en 1979 et 1980*, Société d'Archéologie et d'Histoire de la Charente-Maritime, Saintes, 1980.
- Maurin 1989** : Maurin, L. : « Le Médoc antique, note préliminaire », *Soulac et les pays Médocains. Actes du XLI<sup>e</sup> congrès d'études régionales de la fédération historique du Sud-Ouest, Soulac – Pauillac – Saint-Germain-d'Esteuil (16 et 17 avril 1988)*, Bordeaux 1989.
- Maurin et al. 1979** : Maurin, L., Laurenceau, N. et G. Vienne : « 52 cours Genet », *Recherches archéologiques à Saintes en 1978*, Saintes, 1979, p. 108-131.
- Maurin et al. 1998** : Maurin, B., Dubos, B. et R. Lalanne : « L'enceinte protohistorique de l'Estey du Large. Site archéologique sublacustre du lac de Sanguinet », *Aquitania*, XV, 1997-1998, p. 73-107.
- Maurin et al. 2015** : Maurin, L., Bouet, A., Hiriart, E., Landreau, G., Sireix, Chr. et D. Tardy : « Saintes/Mediolanum, cité des Santons et Bordeaux/Burdigala, cité des Bituriges Vivisques », in Reddé et Van Andringa (dir.) 2015, p. 53-77.
- Mauvilly et al. 2007** : Mauvilly, M., Serneels, V., Ruffieux, M. et E. Garcia Cristobal : « Le travail du fer dans un atelier du V<sup>e</sup> s. a.C. à Sévaz/Tugings (canton de Fribourg, Suisse) », in Milcent (dir.) 2007a, p. 271-278.
- Mauvilly et al. 2014** : Mauvilly, M., Serneels, V. et M. Ruffieux : « Sévaz-Tugings (canton de Fribourg, Suisse), un atelier métallurgique du V<sup>e</sup> s. a.C. », in Berranger et al. 2014b, p. 286-287.
- Maya González et Cuesta Toribio (éds.) 2001** : Maya, J. L. et F. Cuesta : *El castro de la Campa Torres. Periodo prerromano*, VTP Editorial, Gijón, 2001.

- Maya González et Cuesta Toribio 2001** : Maya González, J. L. et F. Cuesta Toribio : « Excavaciones arqueológicas y estudio de los materiales de La Campa Torres », in Maya González et Cuesta Toribio (éds.) 2001, p. 11-277.
- Menez 2009** : Menez, Y. : *Le Camp de Saint-Symphorien à Paule (Côtes d'Armor) et les résidences de l'aristocratie du second âge du Fer en France septentrionale*, thèse de l'Université de Paris I – Panthéon Sorbonne, sous la direction d'O. Buchsenschutz soutenue en février 2009.
- Menez et al. 2007** : Menez, Y., Vivet, J.-B., Chanson, K. et M. Dupré : « La forge de Paule (Côtes-d'Armor) », in Milcent (dir.) 2007a, p. 213-237.
- Méniel 1987** : Méniel, P. : *Chasse et élevage chez les gaulois (450-52 av. J.-C.)*, Editions Errance, Paris, 1987.
- Mentele (dir.) 2010** : Mentele, S. : *Bretagne, Côtes d'Armor, Lamballe, ZAC de la Tourelle. La mise en valeur agraire du terroir du plateau de la Tourelle aux II<sup>e</sup> et I<sup>er</sup> s. av. J.-C.*, Rapport de fouilles archéologiques, INRAP, 2010.
- Merlat 1951** : Merlat, P. : « V<sup>e</sup> circonscription », *Gallia*, 9, 1951, p. 92-93.
- Merleau (dir.) 2000** : Merleau, M.-L. : *Pîtres (Eure) Extension du cimetière communal*, Rapport d'Opération d'Evaluation Archéologique, 2000, non paginé.
- Michel 2008** : Michel, M. : *Saint-Sébastien-de-Morsent « Avenue François Mitterrand – Rue de la Garenne »*, Haute-Normandie – Eure (27), Rapport de Fouille Archéologique Préventive, 2 vol., 2008,
- Michel 2009** : Michel, M. : *Sandouville « Route du Vachat »*, Rapport Final d'Opération d'Archéologie Préventive, 2 vol., 2008.
- Milcent 2015** : Milcent, P.-Y. : « Bronze objects for Atlantic Elites in France (13th-8th century BC) », in : Hunter Fr., Ralston I. (éd.) 2015, p. 19-46.
- Milcent 2017** : Milcent, P.-Y. : « Valeurs d'usage et d'échange. La dimension prémonétaire des dépôts en Gaule atlantique du XIII<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> s. av. J.-C. », *Bulletin de la société préhistorique française*, 114, 4, Paris, 2017, p. 711-737.
- Milcent (dir.) 2007a** : Milcent, P.-Y. : *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal*, Actes du XXXIII<sup>e</sup> colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004, Aquitania supplément 14/2, Bordeaux, 2007.
- Milcent (dir.) 2007b** : Milcent, P.-Y. : *Bourges Avaricum. Un centre proto-urbain celtique du V<sup>e</sup> siècle av. J.-C. Les fouilles du quartier Saint-Martin-des-Champs et les découvertes des Etablissements militaires*, Bituriga, Bourges, 2007, 2 vol.
- Mille 1998** : Mille, P. : *Bordeaux (Gironde). Réhabilitation de la colonne 5 de l'Hôpital Saint-André. Des activités métallurgiques spécialisées implantées dans la trame urbaine de Burdigala au I<sup>er</sup> s. après J.-C.*, Document Final de Synthèse de sauvetage urgent, AFAN, 1998.
- Minon 1895** : Frères Minon : *Hautmont et son abbaye. Les environs : Boussières, Vieux-Mesnil, Hargnies, Pont-sur-Sambre, Saint-Rémy-Mal-Bâti, Limont-Fontaine*,

- Louvroil, Ferrière-la-Grande, Ferrière-la-Petite, Mairieux, Cognies-Chaussée, Vieux-Reng, Grand-Reng, Givry, etc.*, A. Laffineur et Cie, Hautmont, 1895.
- Moreau (dir.) 2011** : Moreau, Cl. : *Région Haute-Normandie – Département de l'Eure, Val-de-Reuil, « Le Chemin aux Errants »*, Rapport Final d'Opération d'Archéologie Préventive, 3 vol., 2011.
- Morel 2010** : Morel, J.-P. : « Topographie de l'artisanat et organisation du travail en Gaule méridionale et en Méditerranée occidentale jusqu'au début de l'empire », in Chardon-Picault (dir.) 2010, p. 135-146.
- Morillo (éd.) 2007** : Morillo, A. : *El ejército romano en Hispania. Guía arqueológica* », Universidad de León, León, 2007.
- Morzadec (dir.) 1998** : Morzadec, H. : *R.N. 13 – Déviation de Bayeux, Barbeville, L'entretenant*, Document final de synthèse, 1998.
- Naas 2000** : Naas, P. : *Le milieu rural des Vénètes. Le corpus des sites (prospections et fouilles) du V<sup>e</sup> s. av. J.-C. au III<sup>e</sup> s. ap. J.-C.*, Centre régional d'archéologie d'Alet, Rennes, 2000.
- Naizet 2003** : Naizet, F. : « Les déchets et leur traitement : éléments de terminologie à l'usage des archéologues », in : Ballet *et al.* 2003, p. 13-17.
- Nicolas (dir.) 2013** : Nicolas, E. : *Châteaulin, Finistère, Penn ar Roz, Un site d'activité métallurgique protohistorique et antique*, Rapport final d'opération de fouille archéologique, 2 vol., 2009.
- Nicolini (dir.) 1979** : Nicolini, G. : « Circonscription Poitou-Charentes », *Gallia*, 37, fascicule 2, CNRS, Paris, 1979, p. 383-406.
- Nicolini et Dieudonné-Glad 1998 (dir.)** : Nicolini, G. et N. Dieudonné-Glad : *Les métaux antiques : travail et restauration*, Actes du colloque de Poitiers, 28-30 septembre 1995, Monographies Instrumentum 6, Eds Monique Mergoïl, Montagnac, 1998.
- Nillesse 2007a** : Nillesse, O. : « Note à propos des armes de trois établissements ruraux de l'ouest de la France. », in Milcent (dir.) 2007a, p. 355-363.
- Nillesse 2007b** : Nillesse, O. : « L'établissement rural du Grand-Paisilier à Pouillé (Vendée). », in Bertrand et Maguer 2007, p. 72-74.
- Nillesse 2007c** : Nillesse, O. : « La résidence aristocratique des Genêts à Fontenay-le-Comte (Vendée). » in Bertrand et Maguer 2007, p. 83-85.
- Nillesse 2012** : Nillesse, O. : « Activités, métiers et vie quotidienne à Lacoste à travers l'*instrumentum* : approche préliminaire », in Sireix (dir.) 2012, p. 89-174.
- Nillesse et al. 2017** : Nillesse, O., Guillaumet, J.-P., et Chr. Sireix : « Les productions métalliques de Lacoste aux III<sup>ème</sup>-II<sup>ème</sup> s. a.C. : approche préliminaire », in Marion *et al.* (dir.) 2017, p. 431-444.
- Nozek 1994** : Nozek, E. : « The metallography of gromps » in Mangin (dir.) 1994, p. 65-73.
- Ontañón Peredo (coord.) 2000** : Ontañón Peredo, R. : *Actuacines arqueológicas en Cantabria 1984-1999*, Gobierno de Cantabria, 2000, p. 357-358.



- Orejas et Rico (éds.) 2012** : Orejas, A. et Chr. Rico : *Minería y metalurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velásquez, Madrid, 2012.
- Orengo 2003** : Orengo, L. : *Forges et forgerons dans les habitats laténiens de la Grande Limagne d'Auvergne. Fabrication et consommation de produits manufacturés en fer en Gaule à l'Âge du Fer*, Monographies Instrumentum, 26, éd Monique Mergoïl, Montagnac, 2003.
- Orengo et Vermeulen 2014** : Orengo, L. et Chr. Vermeulen : « Un atelier de forge dans l'agglomération laténienne de Grandailat, La Grande Borne (Puy-de-Dôme) », in Berranger *et al.* 2014b, p. 298-300.
- Paez-Rezende (dir.) 1998a** : Paez-Rezende, L. : *R.N. 154 Evreux-Nonancourt. Section Nord. Eure, communes des Grosseuvre, Thomer-La Sogne et Chavigny-Bailleul. Evaluations complémentaires*, Document Final de Synthèse, 2 vol., 1998.
- Paez-Rezende (dir.) 1998b** : Paez-Rezende, L. : *R.N. 138 – Déiation de Broglie ; Commune de Saint-Aubin-du-Thenney. L'établissement rural gallo-romain de « La Garenne Nord »*, Document Final de Synthèse, 1998.
- Paez-Rezende (dir.) 2010** : Paez-Rezende, L. : *Bretteville-L'Orgueilleuse « Le Bas des Prés – Résidence du Parc » Saction ZA, Parcelles n° 160 et 668p*, Rapport final d'opération de diagnostic archéologique, 2010.
- Paez-Rezende (dir.) 2011** : Paez-Rezende, L. : *Saint-Pellerin & Les Veys (50), R.N.174 (Section Porte Verte-R.N.13), La formation et l'évolution d'un établissement rural laténien et gallo-romain (IIIe s. av. J.-C. et le IIIe s. ap. J.-C.) et d'un axe de circulation antique*, rapport final d'opération de fouille archéologique, 2011.
- Paez-Rezende (dir.) 2013** : Paez-Rezende, L., Jeanne, L. et C. Duclos : *Valonges (50), Agglomération antique d'Alleaume, La Victoire, Sondages programmés, 1<sup>ère</sup> année*, Rapport de sondages programmés, 2013.
- Pagès 2010** : Pagès, G. : *Artisanat et économie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen-Age. Une approche interdisciplinaire*, Monographies Instrumentum, 37, éd. Monique Mergoïl, Montagnac, 2010.
- Pagès 2014** : Pagès, G. : « Productions, commerces et consommation du fer dans le Sud de la Gaule de la protohistoire à la domination romaine », *Gallia*, 71.2, CNRS éditions, Paris, 2014, p. 47-67.
- Pagès et al. 2012** : Pagès, G., Roure, R. et V. Salle : « Forgerons à travers les générations ? La mtallurgie dans l'îlot VI d'Olbia de Provence (Hyères, Var) de 325 av. J.-C. à 20 ap. J.-C. », in Esposito et Sanidas (éds.) 2012, p. 355-371.
- Pape 1978** : Pape, L. : *La civitas des Osismes à l'époque gallo-romaine*, Klincksieck, Paris, 1978.
- Paris et Berranger 2014** : Paris, P. et M. Berranger : « Un autre atelier de forge à Bibracte, au pied du bastion sud de la Porte du Rebut », in Berranger *et al.* 2014b, p. 302-304.

- Parra-Prieto et Duval 2013** : Parra-Prieto, Cl. et H. Duval : *Basse-Normandie, Calvados, Clinchamps-sur-Orne (14320), Boulon (14220), Laize-la-Ville (14320) « Liaison D562A D41 »*, Rapport final de diagnostic archéologique, 2013.
- Pascal 2010** : Pascal, J. : *Saint-Herblain, Loire-Atlantique, Bagatelle (Tranche 1)*, Rapport Final d'Opération de diagnostic Archéologique, 2010.
- Pascal et Bonnin 2009** : Pascal, J. et N. Bonnin : *Rocheservière (Vendée) Les Corbes*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 2009.
- Passelac 1998** : Passelac, M. : « Installations pour le travail du fer dans le *Vicus Ebromagus* (Bram, Aude), *in* Feugère et Serneels (dir.) 1998, p. 129-141.
- Paunier (dir.) 2006** : Paunier, D. : *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. La romanisation et la question de l'héritage celtique. Actes de la table ronde de Lausanne, 17-18 juin 2005*, Bibracte, 12/5, Glux-en-Glenne, 2006.
- Peralta Labrador 2000** : Peralta Labradoe, E. : *Les Cántabros antes de Roma*, Real Academia de la Historia, Madrid, 2000.
- Perrin 2006** : Perrin, F. : « La hiérarchie sociale en Gaule à la fin de l'âge du Fer, entre histoire et archéologie. », *in* Haselgrove 2006, p. 155-168.
- Petrequin et al. (dir.) 2000** : Petrequin, P., Fluzin, Ph., Thiriot, J. et P. Benoit : *Arts du feu et productions artisanales. Actes des XXe rencontres internationales d'Archéologie et d'histoire d'Antibes, tenues les 21-22-23 octobre 1999*, Editions APDCA, Antibes, 2000.
- Pieters 2017** : Pieters, M. : « Outillage lithique et métallurgie de transformation en Gaule des âges du Fer à l'époque romaine », *in* Marion et al. (dir.) 2017, p. 335-350.
- Pillault et Le Carlier 2008** : Pillault, S. et C. Le Carlier : « Etude métallurgique », *in* Michel 2008, p. 55-94.
- Pinel 1993** : Pinel, C. : *R.N. 138 Déviation de Bernay*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 1993.
- Pirault 2010** : Pirault, L. : *Marsac-sur-Don, Loire-Atlantique, Le Verger 1 et 2*, Rapport Final d'Opération de Fouilles Archéologiques, 2010.
- Pleiner 2006** : Pleiner, R. : *Iron in archaeology, early european blacksmiths*, Archeologický ústav AVČR, Prague, 2006.
- Poirier 2008** : Poirier, Ph. : *Saintes (17), Clinique Richelieu – 22, rue Montlouis*, Rapport de Fouille d'Archéologie Préventive, 2 vol., 2008.
- Polfer (dir.) 2005** : Polfer, M. : *Artisanat et économie romaine : Italie et provinces occidentales de l'Empire Actes du 3<sup>e</sup> colloque international d'Erpeldange (Luxembourg) sur l'artisanat romain — 14-16 octobre 2004*, Monographies Instrumentum, 32, éditions Monique Mergoïl, Montagnac, 2005.
- Pouille (dir.) 2008** : Pouille, D. : *Rennes antique*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2008.

- Pouille 1995** : Pouille, D. : *Les fouilles archéologiques du parking de la place Hoche, Rennes, Ile-et-Vilaine, Rapport de fouille préventive, 3 vol., 1995.*
- Pouriel et al. 2007** : Pouriel, R., Gilles, N., Cense, D., Fiévet, S., Michel, M., Alonso, L., Ancel, M.-J., Barrand, H., Demarest, M. et B. Lagache : *Lens/Loison-sous-Lens, Pas-de-Calais (62), « Parc d'activités économiques des Oiseaux » Lot n°2, Rapport de fouille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2007.*
- Prodéo 1999** : Prodéo, Fr. : *Bayonvillers « Chemin d'Harbonnières », SANEF – A 29 – A 6.4, Document final de synthèse, 1999.*
- Prodéo 2000** : Prodéo, F. : « Bayonvillers “Chemin d'Harbonnières” (Somme). Un petit habitat fortifié de La Tène moyenne et finale », *Revue archéologique de Picardie*, n°1/2, 2000, p. 255-265.
- Provost 1988** : Provost, A. : *Vannes, Ecole Germaine de Staël, Habitat gallo-romain, Rapport de sondage archéologique, SRA, 1988.*
- Provost 2007** : Provost, A. : *Inventaire du patrimoine archéologique du Centre Ouest Bretagne, Rapport de prospections archéologiques, 4 vol., 2007.*
- Rassat 2012** : Rassat, G. : « Inventaire et étude macroscopique des résidus métallurgiques des bas fourneaux de Bédenac-Clérac (Charente-Maritime, 17) », *in* Digan 2012, p. 64-75.
- Rassat 2013** : Rassat, G. : « Les résidus métallurgiques : scories, minerai et parois de four », *in* Gasc 2013, vol. 1, p. 84-95.
- Rassat en cours** : Rassat, G. : *L'artisanat du fer en Charente et Dordogne avant le haut-fourneau : approche paléométallurgique et environnementale*, Université de Limoges, sous la direction de Philippe Allée et Nadine Dieudonné-Glad.
- Rebière et al. 1995** : Rebière, J., Rémy, P., Guillot, I. et P. Benoit : « Les enclumes tas gallo-romaines : le cas de Jouars-Ponchartrain. », *in* Benoit et Fluzin 1995, p. 501-508.
- Reddé et al. (dir.) 2011** : Reddé, M., Barral, Ph., Favory, Fr., Guillaumet, J.-P., Joly, M., Marc, J.-Y., Nouvel, P., Nuninger, L. et Chr. Petit (éds.) : *Aspects de la Romanisation dans l'Est de la Gaule*, Bibracte, 21, Glux-en-Glenne, 2011.
- Reddé et Van Andringa (dir.) 2015** : Reddé, M. et W. Van Andringa (dir.) : *La naissance des capitales de cités en Gaule Chevelue*, Gallia, 72-1, CNRS Editions, 2015.
- Régibus (de) 1982** : Régibus (de), J.-P. : « Saint-Georges d'Oléron, la Ribotière, sauvetage », *Direction Régionale des Antiquités Historiques, Bulletin de liaison et d'information*, 11, 1982, p. 35.
- Rétif 1998** : Rétif, M. : « Indices de métallurgie protohistorique du fer à Martigues (Bouches-du-Rhône) », *in* Feugère et Serneels (dir.) 1998, p. 96-109.
- Rico 2005** : Rico, Chr : « Vingt ans de recherches sur les mines et les métallurgies romaines en péninsule Ibérique (1985-2004). », *Pallas*, 67, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, 2005, p. 217-239.
- Rimé 2006** : Rimé, M. : *Moulis-en-Médoc, « 32 rue de la Fontaine », Gironde – Aquitaine, Rapport de diagnostic, non paginé, SRA Aquitaine, 2006.*

- Rive 1971** : Rive, P. : *Observations effectuées à l'angle des rues Buzot et Lepouzé, Evreux* (27), Rapport de Surveillance de travaux, 1971.
- Rodà 2007** : Rodà, I. : « Las guerras cántabras y la reorganización del norte de Hispania : fuentes literarias, epigrafía y arqueología », in Morillo (éd.) 2007, p. 55-66.
- Roudié (dir.) 2005** : Roudié, N. : *Guichainville et le Vieil-Evreux (27) « Saint-Laurent »*, Document Final de Synthèse, 2 vol., 2005.
- Rougier 1996** : Rougié, R. : *R.N. 138 Déviation de Broglie (27) Prospection archéologique*, Rapport de Prospection Archéologique, 1996.
- Rougier 2000** : Rougier, R. : *Rue, Le Chemin des Morts/La Garenne de Moncourt (Somme)*, Rapport d'évaluation archéologique, 2000.
- Rougier et Blancquaert 2001** : Rougier, R. et G. Blancquaert : « Un établissement rural de La Tène D1 à Rue, *Le Chemin des Morts* (Somme) », *Revue archéologique de Picardie*, 3/4, 2001, p. 81-104.
- Roulière-Lambert (coord.) 2009** : M.-J. Roulière-Lambert : *De l'âge du Bronze à l'âge du Fer en France et en Europe occidentale (X<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> siècle av. J.-C.). La moyenne vallée du Rhône aux âges du Fer. Actes du XXX<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF, co-organisé avec l'APRAB, Saint-Romain-en-Gal, 26-28 mai 2006*, *Revue archéologique de l'Est*, supplément 27, Besançon, 2009.
- Routier 2005** : Routier, J.-Cl. : *Chapelle d'Armentières, Rue du Sentier de Lille -- Rue du Bas-Chemin, Aire d'accueil des gens du voyage*, Rapport de fouille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2005.
- Rovira 1998** : Rovira, C. : « Le travail du fer en Catalogne du VII<sup>e</sup> au I<sup>er</sup> s. avant notre ère », in Feugère et Serneels (dir.) 1998, p. 65-75.
- Rovira et al. (éd.) 2008** : Rovira, S., García-Heras, M., Gener, M. et I. Montero : *Actas del VII Congreso Ibérico de Arqueometría, Madrid, 8-10 octubre 2007*, Quadro, Madrid, 2008 (publication informatique).
- Rovira Lloréns et Gómez Ramos 2001** : Rovira Lloréns, S. et P. Gómez Ramos : « La metalurgia prerromana de la Campa Torres », in Maya González et Cuesta Toribio (éd.) 2001, p. 375-384.
- Saint-Didier 2008** : Saint-Didier, G. : « Etude des déchets issus de la métallurgie du fer découverts sur la fouille préventive de Saintes – Clinique Richelieu (SCR07) (Charente Maritime) », in Poirier 2008, p. 115-121.
- Saint-Didier 2013** : Saint-Didier, G. : *La métallurgie du fer dans le Poitou de La Tène finale au Moyen Age central*, Thèse soutenue à l'Université de Poitiers, sous la direction de N. Dieudonné-Glad.
- Saliou 2003** : Saliou, C. : « Le nettoyage des rues dans l'Antiquité : fragments de discours normatifs », in Ballet *et al.* (dir.) 2003, p. 37-49.
- Salisbury and Rebay-Salisbury 2017** : Salisbury, R. et K. Rebay-Salisbury : « Processes of theory : from production sequences and process to chaînes opératoires and object biographies », in Gorgues *et al.* (éd.) 2017, p. 15-29.

- San Jose et al. 2008** : San Jose, S., Renzi, M. et S. Rovira : « Caracterización de materiales férricos procedentes del poblado protohistórico de Basagain (Gipuzkoa, Euskal Herria). Estudio preliminar », in Rovira et al. 2008 (éd.), p. 490-499.
- Sanquer 1979a** : Sanquer, R. (dir.) : « Informations archéologiques », *Gallia*, 37, 2, 1979, p. 349-381.
- Sanquer 1979b** : Sanquer, R. : « Chroniques d'archéologie antique et médiévale », *Bulletin de la société archéologique du Finistère*, 107, 1979, p. 55-90.
- Sanquer 1981** : Sanquer, R. : « Informations archéologiques de la circonscription de Bretagne », *Gallia*, 39, 2, 1981, p. 299-332.
- Sanquer 1983** : Sanquer, R. : « Informations archéologiques de la circonscription de Bretagne », *Gallia*, 41, 2, 1983, p. 273-298.
- Santrot, J. et al. 1999** : Santrot, J. ; Meuret, J.-C. et M.-H. Santrot : *Nos ancêtres les Gaulois aux marges de l'Armorique : Exposition, Musée Dobrée, Nantes, 9 mai-19 septembre 1999*, Musée Dobrée, Nantes, 1999.
- Sarreste 2008** : Sarreste, F. : *La sidérurgie ancienne dans le Bas Maine (VIII<sup>e</sup> s. av. J.-C.-XV<sup>e</sup> s. apr. J.-C.)*, Thèse de doctorat sous la direction d'A. Ferdière, Université François Rabelais, Tours, 2009.
- Sarreste 2017** : Sarreste, Fl. : « Villa et ateliers sidérurgiques à l'est de la forêt de Sillé-le-Guillaume (Sarthe) : un exemple de production domaniale du fer durant l'époque romaine ? », *Gallia*, 74.2, 2017, p. 169-182.
- Schönfelder 2000** : Schönfelder, M. : « Le mobilier métallique de la tombe à char tardoceltique de Boé (Lot-et-Garonne) », *Aquitania*, 17, 2000, p. 59-81.
- Schütz 2005** : Schütz, Gr. : « L'artisanat antique dans l'espace urbain : essai de synthèse sur l'agglomération de Reims Durocortorum (Marne, France) et première approche topographique », in Polfer (dir.) 2005, p. 111-124.
- Shütz 2010** : Schütz, G. : « L'artisanat antique dans le chef-lieu de cité de *Vieux Areguena* (Calvados) », in Chardon-Picault (dir.) 2010, p. 95-108.
- Scott 1979** : Scott, D. W. : « An optimal and data-dased histogram », *Biometrika*, 66, 3, Oxford University Press on behalf of Biometrika Trust, Oxford, 1979, p. 605-610.
- Séris 2010** : Séris, D. : *La Roche-sur-Yon, La Malboire, tranche 2, Une occupation de l'âge du fer au II<sup>e</sup> siècle de notre ère*, Rapport final d'opération de diagnostic archéologique, 2010.
- Séris 2014** : Séris, D. : *Pays de la Loire, Loire-Atlantique, Mauves-sur-Loire, Pontereau et Piletère, Tranche 1*, Rapport d'opération de diagnostic archéologique, 2014.
- Serneels 1993** : Serneels, V. : *Archéométrie des scories de fer, recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*, Cahiers d'Archéologie Romande, 61, Lausanne, 1993.
- Serneels 1995** : Serneels, V. : « Etude de l'activité sidérurgique », in Pouille 1995, p. 78-117.
- Serneels 1998** : Serneels, V. : « La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne », in Feugère et Serneels 1998, 7-44.

- Serneels 2004** : Serneels, V. : « Le fer et ses minerais », *in* Mangin (dir.) 2004, p. 25-48.
- Serneels 2009** : Serneels, V. : « Qu'est-ce qui change dans la vie quotidienne lorsque l'on remplace le bronze par le fer ? », *in* Roulière-Lambert (coord.) 2009, p. 433-439.
- Serneels et al. 2004** : Serneels, V., Merluzzo, P. et M. Leroy : « Les activités de forge : le travail du métal », *in* Mangin (dir.) 2004, p. 81-112.
- Sireix 1989** : Sireix, Chr. : « Club archéologie. Collège de Branne, repérages archéologiques en prospection de surface, II, étude du mobilier céramique », *Mémoires des pays de Branne*, 3, 1989, p. 132-138.
- Sireix 1996** : Sireix, Chr. : *Cité Judiciaire, Bordeaux*, Document Final de Synthèse, 1996.
- Sireix 2013** : Sireix, Chr. : « L'agglomération artisanale de Lacoste à Mouliets-et-Villemartin (Gironde) », *in* Colin et Verdin (dir.) 2013, p. 103-146.
- Sireix (dir.) 2008** : Sireix, Chr. : *La Cité Judiciaire, Aquitania*, supplément 15, Bordeaux, 2008.
- Sireix (dir.) 2012** : Sireix, Chr. : *Aquitaine, Gironde, Mouliets-et-Villemartin, L'agglomération artisanale de Lacoste*, Rapport d'Opération, SRA Aquitaine, 5 vol. 2012.
- Sireix et Boccacino 2007** : Sireix, Chr. et C. Boccacino : *Bordeaux, parking du Grand Hôtel, 4 et 8 à 12 rue Mautrec*, Rapport Final d'Opération, SRA Aquitaine, 2007.
- Sireix et Boccacino 2007** : Sireix, Chr. et C. Boccacino : *Bordeaux, parking du Grand Hôtel, 4 et 8 à 12 rue Mautrec*, Rapport Final d'Opération, SRA Aquitaine, 2007.
- Soullignac 2014** : Soullignac, R. : « La forge de Fiko au Pays Dogon (Mali) », *in* Guichard (dir.) 2014, p. 308-309.
- Stouvenot 1997** : Stouvenot, Chr. : Suivi archéologique de la pose d'une canalisation de gaz enterrée. Canalisation DN 100. Dognen-Saucède, Pyrénées Atlantiques, France, Document Final de Synthèse, 1997, non paginé.
- Struck (éd.) 1993** : Struck, M. : *Römerzeitliche Gräber als Quellen zu Religion, Bevölkerungsstruktur und Sozialgeschichte : internationale Fachkonferenz vom 18.-20. Februar 1991 im Institut für Vor- und Frühgeschichte der Johannes Gutenberg-Universität Mainz*, Mainz : Institut für Vor- und Frühgeschichte der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 1993.
- Tassaux et Tassaux (dir.) 1983** : Tassaux, D., Tassaux, F. : « Aulnay-de-Saintonge, un camp augusto-tibérien en Aquitaine », *Aquitania*, 1, 1983, p. 49-95.
- Tassaux et Tassaux (dir.) 1984** : Tassaux, D., Tassaux, F. : « Aulnay-de-Saintonge, un camp augusto-tibérien en Aquitaine », *Aquitania*, 2, p. 105-157.
- Tereygeol (dir.) 2012** : Tereygeol, Fl. : *Comprendre les savoir-faire métallurgiques antiques et médiévaux. L'expérimentation archéologique et archéométrique sur la plate-forme expérimentale de Melle*, Editions Errance, Paris, 2012.

- Thollard 1999** : Thollard, P. : « Fouilles sur le forum de Bavay (1993-1998. III. Habitat, voirie et stratigraphie au sud du forum. », *Revue du Nord, Archéologie de la Picardie et du Nord de la France*, 333, 1999, p. 23-64.
- Thollard et al. 1998** : Thollard, P., Denimal, Chr, Byhet, Th, Denolf, V., Fau, N. et A. Lamarche : *Bavay (Nord), l'îlot au sud-ouest du Forum*, Rapport de fouille, Université Charles de Gaule Lille 3, 1998.
- Thomas 1999** : Thomas, N. : *Saintes (Charente-Maritime), Rue Montlouis. Surveillance archéologique de terrassement et fouille de sauvetage urgent*, Document Final de Synthèse, 1999.
- Topalov et al. (dir.) 2010** : Topalov, Chr., Coudroy de Lille, L., Depaule, J.-Ch. et Br. Marin : *L'aventure des mots de la ville à travers le temps, les langues, les sociétés*, Robert Laffont, 2010.
- Torres-Martínez 2011** : Torres-Martínez, J.-Fr. : *El Cantábrico en la edad del Hierro, medioambiente, economía, territorio y sociedad*, Real Academia de la Historia, Madrid, 2011.
- Torres-Martínez 2013** : Torres-Martínez, J.-Fr. : « De l'autre côté des Pyrénées. La Navarre à l'âge du Fer », in Colin et Verdin (dir.) 2013, p. 257-273.
- Touzet 1937** : Touzet, L. : « Une villa gallo-romaine à La Réole, la villa Pontésia », *Bulletin de la Société Archéologique de Bordeaux*, 54, 1937, p. 24-28.
- Tranoy 1981** : Tranoy, A. : *La Galice Romaine. Recherches sur le nord-ouest de la péninsule ibérique dans l'antiquité*, Université Bordeaux III, Talence, 1981.
- Tronche 1994** : Tronche, P. : *Un camp militaire romain à Aulnay de Saintonge (Charente-Maritime)*, Association d'Archéologie et d'Histoire d'Aulnay et sa Région, Aulnay de Saintonge, 1994.
- Tylecote 1987** : Tylecote, R. F. : *The early history of metallurgy in Europe*, Longman Archaeology series, New York, 1987.
- Urgartechea 1967** : Urgartechea, J. M. : « Notas sobre el yacimiento de Salbatierrabide », *Estudios de Arqueología Alavesa*, II, Vitoria, 1967, p. 101-118.
- Urteaga 1996** : Urteaga M. : « Minería romana en Guipuzkoa », *1<sup>er</sup> coloquio internacional sobre la romanización de Euskal Herria*, Isturitz, 8, p. 491-515.
- Urteaga 2008** : Urteaga M. : « El asentamiento romano de Oiasso (Irun) ; red viaria, puerto y distrito minero », in CITOP 2008, p. 303-329.
- Urteaga 2012a** : Urteaga, M. : « El acueducto subterráneo, *cuniculus*, de Arditurre y otros modelos de drenaje y evacuación de agua en el distrito minero romano de Oiasso (Gipuzkoa) », in Bost (dir.) 2012, p. 153-168.
- Urteaga 2012b** : M. Urteaga Artigas : « La minería romana en Gipuzkoa y el distrito de Oiasso (Irún) », in Orejas et Rico 2012, p. 201-218.
- Urteaga et Ugalde 1986** : Urteaga M. et Tx. Ugalde : « Indicios de minería romana en Guipúzcoa. El Coto Minero de Arditurri, Oyarzun », *Munibe (Antropología y Arqueología)*, 38, 1986, p. 107-116.

- Urteaga et Ugalde 2011** : Urteaga M. et Tx. Ugalde : « El distrito minero de Oiasso ; la minería romana de Aiako Harria y el coto de Arditurri (Oiartzun, Gipuzkoa) », in Mata Perelló *et al.* 2011, p. 537-562.
- Valette 2014** : Valette, R. : « La paléoméallurgie », in Cousteaux (dir.) 2014, p. 101-104.
- Valette 2015** : Valette, R. : « Restitution des activités métallurgiques (fer), à travers l'étude des déchets de production (I<sup>er</sup> s. a.C. - I<sup>er</sup> s. p.C.). L'exemple de deux sites girondins : Dorgès (Isle-Saint-Georges) et Grand Hôtel (Bordeaux) », *Aquitania*, 31, 2015, p. 169-192.
- Valette 2016** : Valette, R. et M. Berranger : « La métallurgie », in Colin (dir.) 2016, p. 37-60.
- Valle Gómez 2000** : Valle Gómez, A. : « El poblamiento prhistorico en el arco de la bahía de Santander. El Castro de Castilnegro », in Ontañón Peredo (coord.) 2000, p. 357-358.
- Van den Bosche et al. 2010** : Van den Bosche, B., Carpentier, V. et C. Marcigny : « Evolution des formes de l'exploitation agricole dans la campagne normande (2500-30 avant J.-C.). L'exemple des fouilles préventives de la périphérie de Caen », *Revue archéologique de l'Ouest*, 26, 2009, p. 57-83.
- Varin 2003** : Varin, W. : *Sylvain-lès-Moulins « Le Pot de Fer » (Eure)*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 2003.
- Varin 2006** : Varin, W. : *Le Mesnil-Esnard (Seine-Maritime) Route de Darnétal*, Rapport de Diagnostic, 2006.
- Varin (dir.) 2004** : Varin, W. : *Forges-les-Eaux « Déviation R.D. 915 » (Seine-Maritime)*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 2004.
- Vauterin et al. 2010** : Vauterin, Chr.-C., Chanson K. Zaour, N., Féret, L. et S. Le Forestier : « La culture matérielle de l'âge du Fer : un outil de réflexion sur les sites d'habitat de Basse-Normandie », in Barral *et al.* (dir.) 2010, vol 1, p. 203-229.
- Verger 2009** : Verger, St. : « Société, politique et religion en Gaule avant la Conquête. Eléments pour une étude anthropologique », *Pallas*, 80, 2009, p. 61-82.
- Vernou 1987** : Vernou, Chr. : « Fouille de sauvetage programmé, Ecole Emile Combes, Recherches archéologiques en 1987, *Bulletin de Liaison de la Société d'Archéologie et d'Histoire de la Charente-Maritime*, 14, 1987, p. 18-19.
- Viau 2009a** : Viaud, Y. : *La Gilarderie, Ancenis, Loire-Atlantique, Pays de la Loire*, Rapport de Diagnostic archéologique, 2009.
- Viau 2009b** : Viaud, Y. : *RD 464 / RD 164 – Déviation Nord et Ouest, Ancenis, Loire-Atlantique, Pays de la Loire*, Rapport de Diagnostic Archéologique, 2009.
- Villard 2008** : Villard, J.-Fr. : *Occupations rurales du Bronze Moyen, du Second âge du Fer, de l'Antiquité précoce, du bas Moyen-Age et de l'époque Moderne à Ti Lipig 2 en Pluguffan, Finistère*, Rapport de diagnostic archéologique, 2008.
- Villes 1992** : *Villes et agglomérations urbaines antiques du Sud-Ouest de la Gaule. Histoire et archéologie. Deuxième colloque Aquitania : Bordeaux, 13-15 septembre 1990*, Aquitania, supplément 6, Bordeaux, 1992.



- Vivet 1997** : Vivet, J.-B. : « Paléométaballurgie du fer à l'est de la Rance et dans le Combournais. Bilan interprétatif des données de prospection », *Dossiers du Ce.R.A.A.*, 25, 1997, p. 57-89.
- Vivet 1999a** : Vivet, J.-B. : *Paléométaballurgie du fer dans le bassin de la Rance, vol. 1 : Le Rocher Abraham en Saint-Pierre-de-Plesguen*, Rapport de sondage archéologique, 1999.
- Vivet 1999b** : Vivet, J.-B. : *Paléométaballurgie du fer dans le bassin de la Rance, vol. 3 : caractérisation des gisements métallurgiques*, Document de synthèse, 1999.
- Vivet 2000** : Vivet, J.-B. : *Paléométaballurgie du fer dans le bassin de la Rance, La Ville Pierre II en Quévert (22)*, Rapport de sondage archéologique, 2000.
- Vivet 2001a** : Vivet, J.-B. : « Le Rocher Abraham, St Pierre-de-Plesguen (35) un témoin essentiel de l'activité sidérurgique gauloise du nord de la Haute Bretagne. », *Les dossiers du Ce.R.A.A.*, 29, 2001, p. 79-94.
- Vivet 2001b** : Vivet, J.-B. : *Paléosidérurgie dans l'inter bassin de la Rance – Du combournais à la forêt de Paimpont*, Rapport de prospections, 2001.
- Vivet 2007a** : Vivet, J.-B. : *Le Bois Jacob en Paimpont (35) : Activité minière et métallurgique de réduction directe à partir du 1<sup>er</sup> âge du Fer. Les Glyroels I et II en Paimpont (35) : Ateliers et bas fourneaux du second âge du Fer*, Rapport de fouille programmée, 2007.
- Vivet 2007b** : Vivet, J.-B. : « La production du fer protohistorique en Haute-Bretagne d'après les résultats des prospections, des fouilles d'ateliers et des analyses archéométriques. », in Milcent (dir.) 2007a, p. 63-84.
- Vivet 2008a** : Vivet, J.-B. : *Le Bois Jacob en Paimpont (35) : Activité minière et métallurgique de réduction directe 1<sup>er</sup> âge du Fer – époque contemporaine*, Rapport de fouille programmée, 2008.
- Vivet 2009a** : Vivet, J.-B. : *Site de la Ligne de la Fenderie au Gué*, Rapport de sondage archéologique, 2009.
- Vivet 2009b** : Vivet, J.-B. : *Le Bois Jacob en Paimpont (35) : Activité minière et métallurgique de réduction directe 1<sup>er</sup> âge du Fer – époque contemporaine*, Rapport de fouille programmée, 2009.
- Vivet 2009c** : Vivet, J.-B. : *Paléométaballurgie du fer en Haute-Bretagne – Secteur de Paimpont. Caractérisation des sites sites paléosidérurgiques et miniers du massif de Paimpont (35)*, Rapport de fouilles archéologiques, 2 vol., 2009.
- Vivet 2010** : Vivet, J.-B. : *Activités minières et métallurgique en Haute-Bretagne, La Boissière et Moustache, Paimpont (35)*, Rapport de prospection et de sondage archéologique, 2010.
- Vivet 2010** : Vivet, J.-B. : *Activités minières et métallurgique en Haute-Bretagne, La Boissière et Moustache, Paimpont (35)*, Rapport de prospection et de sondage archéologique, 2010.

- Vivet 2013** : Vivet, J.-B. : *Opération de prospection thématique 2013, Activités minières et métallurgiques du Sud de la Haute-Bretagne (35) Antiquité au Moyen-Age*, Rapport de prospection archéologique, 2013.
- Vivet 2014** : Vivet, J.-B. : *Opération de prospection thématique 2014, Paléométaballurgie du fer en Haute-Bretagne de la protohistoire à la période industrielle*, Rapport de prospection archéologique, 2014.
- Vivet et al. 2003** : Vivet, J.-B., Chauvel, J.-J. et F. Nicollin : « Productions de fer à La Tène ancienne en vallée de Rance : La Ville Pierre II, en Quévert (22). », *Les dossiers du Ce.R.A.A.*, 31, 2003, p. 77-99.
- Zaour 2007** : Zaour, N. : « Val de Reuil – Le Raquet – Eure Expertise des résidus métallurgiques », in Beurion (dir.) 2007, Annexe 7.
- Zaour 2008** : Zaour, N. : « L'activité métallurgique », in Besnard-Vauterin (dir.) 2008, p. 61-67.
- Zaour 2009** : Zaour, N. : « Val de Reuil – Chemin aux Errants – Eure Expertise des résidus métallurgiques », in Beurion (dir.) 2009, Annexe 15.
- Zaour 2010a** : Zaour, N. : « L'expertise des résidus métallurgiques », in Paez-Rezende 2010, p. 78-85.
- Zaour 2010b** : Zaour, N. : « le mobilier métallique et métallurgique », in Dron et al 2010, p. 19-23.
- Zaour 2012** : Zaour, N. : « La métallurgie », in Aubry (dir.) 2012, p. 74-83.
- Zaour 2013** : Zaour, N. : « Une importante activité métallurgique antique », in Lukas (dir.) 2013, p. 191-197.
- Zaour et al. 2014** : Zaour, N., Lepaumier, H., Berranger, M. et P. Fluzin : « Les activités métallurgiques dans les établissements ruraux enclos du second âge du Fer en Basse Normandie : l'exemple du site des « Pleines » à Orval (Manche) », *ArchéoSciences, revue d'archéométrie*, 38, p. 165-181, 2014.
- Zaour et al. 2014** : Zaour, N., Lepaumier, H., Berranger, M. et P. Fluzin : « Les activités métallurgiques dans les établissements ruraux enclos du second âge du Fer en Basse Normandie : l'exemple du site des « Pleines » à Orval (Manche) », *ArchéoSciences, revue d'archéométrie*, 38, p. 165-181, 2014.
- Zaour et Leblanc 2010** : Zaour, N. et J.-Cl. Leblanc : « Etude paléométaballurgique », in Lukas (dir.) 2010, p. 341-370.
- Zaour et Leblanc 2010** : Zaour, N. et J.-Cl. Leblanc : « Etude paléométaballurgique », in Lukas (dir.) 2010, p. 341-370.
- Zaour, en cours** : Zaour, N. : *La métallurgie du fer en Normandie de l'âge du fer au moyen-âge : approches interdisciplinaires, archéologique et archéométrique*, Thèse de doctorat, sous la direction de Philippe Fluzin, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard

**Zech-Matterne *et al.* 2009** : Zech-Matterne, V., Bouby, L., Bouchette, A., Cabanis, M., Derremaux, M., Durand, Fr., Marival, Ph., Pradat, B., Dietsch-Sellami, M.-Fr. et J. Wiethold : « L'agriculture du Vie au Ier s. av. J.-C. en France, Etat des recherches carpologiques sur les établissements ruraux. », *in* Bertrand *et al.* (dir.) 2009, vol. 2, p. 383-416.