

# REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE

Trimestriel - N° 1/2 - 2022

Hommages à Frédéric GRANSAR

Textes recueillis par  
Sophie DESENNE et Bénédicte HÉNON

# **HOMMAGES À FRÉDÉRIC GRANSAR**

**Textes réunis par Sophie DESENNE & Bénédicte HÉNON**

SOCIÉTÉ ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE

PRÉSIDENT : Daniel PITON

PRÉSIDENT D'HONNEUR : Jean-Louis CADOUX†

VICE-PRÉSIDENT : Didier BAYARD

VICE-PRÉSIDENT D'HONNEUR : Marc DURAND

SECRÉTAIRE : Françoise Bostyn

TRÉSORIER : Christian SANVOISIN

TRÉSORIER ADJOINT : Jean-Marc FÉMOLANT

MEMBRES DE DROIT : Jean-Luc COLLART,

*Conservateur général du patrimoine,*

*conservateur régional de l'archéologie des Hauts-de-France*

PASCAL DEPAEPE, INRAP

DANIEL PITON

SIÈGE SOCIAL

600 rue de la Cagne

62170 BERNIEULLES

ADRESSE ADMINISTRATIVE

47 rue du Châtel

F - 60 300 SENLIS

rap.sanvoisin60@orange.fr (commandes - trésorerie)

rap.daniel.piton@orange.fr (publications- questions diverses)

COTISATION

5 € de cotisation

ABONNEMENT 2022

2 numéros annuels 60 €

*Attention, les règlements doivent être libellés à l'ordre de*

REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE

LA POSTE LILLE 49 68 14 K

SITE INTERNET

<http://www.revue-archeologique-picardie.fr>

DÉPÔT LÉGAL - novembre 2022

N° ISSN : 0752-5656

# Sommaire

## SOMMAIRE

REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE - TRIMESTRIEL - 2022 - N° 1-2

### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Daniel PITON  
rap.daniel.piton@orange.fr

### ADRESSE ADMINISTRATIVE ET COMMERCIALE

47 rue du Châtel  
F - 60 300 SENLIS  
rap.daniel.piton@orange.fr  
(questions d'ordre général)  
rap.sanvoisin60@orange.fr  
(commandes - trésorerie)

LA REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE est publiée avec le concours des Conseils départementaux de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme, du Ministère de la Culture (Sous-direction de l'Archéologie ou SRA des Hauts-de-France).

### COMITÉ DE LECTURE

Alexandre AUDEBERT, Didier BAYARD,  
Tahar BENREDJEB, François BLARY,  
Françoise BOSTYN, Nathalie BUCHEZ,  
Benoît CLAVEL, Jean-Luc COLLART,  
Pascal DEPAEPE, Bruno DESACHY,  
Sophie DESENNE,  
Hélène DULAROY-LYNCH,  
Jean-Pierre FAGNART,  
Jean-Marc FÉMOLANT,  
Gérard FERCOQ DU LESLAY,  
Émilie GOVAL, Nathalie GRESSIER,  
Lamys HACHEM, Valérie KOZLOWSKI,  
Vincent LEGROS, Jean-Luc LOCHT,  
NOËL MAHÉO, François MALRAIN,  
Claire Pichard, Estelle PINARD,  
Daniel PITON, Marc TALON

### CONCEPTION DE LA COUVERTURE

Sophie DESENNE & Bénédicte HÉNON  
Carte IGN colorisée ; points oranges :  
communes sur lesquelles Frédéric  
GRANSAR est intervenu, points rouges :  
communes mentionnées dans les articles de  
ce volume (à l'exception des sites localisés en  
dehors de l'espace géographique représenté).

IMPRIMERIE : GRAPHIUS - GEERS OFFSET  
EEKHOUTDRIESSTRAAT 67 - B-9041 GAND

### SITE INTERNET

<http://www.revue-archeologique-picardie.fr>

- 5 • *Préface* par Dominique Garcia
- 7 • *Un parcours d'archéologue* par Sylvain THOUVENOT.
- 11 • *Bibliographie de Frédéric Gransar* par Sophie DESENNE, Marc GRANSAR & Nathalie GRESSIER.
- 21 • *L'archéologie de la vallée de l'Aisne, une aventure scientifique d'un demi-siècle* par Jean-Paul Demoule.

### *Autour du Néolithique dans la vallée de l'Aisne*

- 37 • *L'occupation néolithique de Menneville, "La Bourguignotte" (Aisne)* par Michael ILETT, Frédéric GRANSAR, Pierre ALLARD, Corrie BAKELS, Lamys HACHEM, Caroline HAMON, Yolaine MAIGROT & Yves NAZE.
- 79 • *Éparpillés par petits bouts, façon puzzle... Un ensemble funéraire singulier du Néolithique récent à Cuiry-lès-Chaudardes "le Champ Tortu" (Aisne)* par Corinne THEVENET, Caroline COLAS, Frédéric GRANSAR, Ginette AUXIETTE, Yolaine MAIGROT, Laurence MANOLAKAKIS, Yves NAZE.
- 99 • *Les données archéologiques de la fin du Néolithique dans la vallée de l'Aisne et ses environs* par Caroline COLAS & Richard COTTIAUX.

### *Autour de l'âge du Fer*

- 133 • *Schlitzgruben et habitat rural enclos du premier âge du Fer à Charly-sur-Marne (Aisne)* par Karin LIBERT, Frédéric GRANSAR & Pascal LE GUEN avec la contribution de Ginette AUXIETTE.
- 151 • *L'habitat de Limé "le Gros Buisson", une occasion de faire le point sur La Tène moyenne dans la vallée de l'Aisne* par Sylvain THOUVENOT, Sophie DESENNE & Ginette AUXIETTE.
- 185 • *L'établissement rural La Tène C2/D1 de Rivecourt "le Petit Pâtis" (Oise) - présentation monographique* par Denis MARÉCHAL, Benoît CLAVEL, Muriel FRIBOULET, Benjamin JAGOU, Patrice MÉNIEL & Véronique MATTERNE avec la participation de Béatrice BÉTHUNE, YVON DRÉANO, Stéphane GAUDEFROY Erick MARIETTE & Estelle PINARD.

- 263 • *Des bois conservés sur l'établissement rural de La Tène C2B/D1A de Soupir "La Pointe" (Aisne)* par Bénédicte HÉNON, Blandine LECOMTE-SCHMITT, Ginette AUXIETTE, Marie DERREUMAUX, Frédéric GRANSAR, Cécile MONCHABLON.
- 301 • *Pour un renouveau de l'analyse spatiale des établissements ruraux laténiens* par François MALRAIN, Marie BALASSE, Sammy BEN MAKHAD, Boris BRASSEUR, Anne-Françoise CHEREL, Nicolas GARNIER, Guillaume HULIN, Véronique MATTERNE & Anne-Désirée SCHMITT.
- 323 • *Paléoparasitologie de l'âge du Fer dans l'ouest de l'Europe* par Benjamin DUFOUR & Matthieu LE BAILLY.
- 331 • *Un petit ensemble funéraire gaulois découvert à Villers-Bocage "Quartier Jardin du Petit Bois" (Somme) : mise en perspective avec l'habitat et les découvertes à caractère funéraire contemporaines de la commune* par Nathalie SOUPART & Laurent DUVETTE, en collaboration avec Nathalie DESCHEYER & Gilles LAPERLE.

### ***Autour du stockage et des productions agricoles***

- 359 • *Évolution des formes d'habitat et de stockage du Hallstatt à la Tène ancienne entre Suippe et Vesle* par Vincent DESBROSSE, Stéphane LENDA & Florie SPIÈS.
- 381 • *Approche pluridisciplinaire de structures de stockage du début du second âge du Fer du site de Dourges "Le Marais de Dourges" (Pas-de-Calais)* par Geertrui BLANCQUAERT, Cécilia CAMMAS, Viviane CLAVEL, Marie DERREUMAUX & Kai FECHNER.
- 403 • *Stockage intensif en silos et métallurgie du fer en Lorraine du XI<sup>e</sup> au III<sup>e</sup> siècle avant notre ère* par Sylvie DEFFRESSIGNE.
- 417 • *Un stock céréalier en position primaire (?) découvert dans une ferme laténienne à Sainte-Honorine-la-Chardonnette (communes de Ranville et Hérouvillette, Calvados)* par Étienne JEANNESSON, Véronique Matterne & Pierre GIRAUD.
- 433 • *La pierre au service du grain dans le méandre de Bucy-le-Long (Aisne) à la Protohistoire* par Paul PIVAVET & Cécile MONCHABLON avec la collaboration du Groupe Meules.
- 457 • *Des silos et des hommes. L'éclairage des dépôts de Vénizel "Le Creulet" (Aisne) et de la région* par Valérie DELATTRE & Estelle PINARD.

### ***Varia***

- 471 • *L'archéologue, le plateau et le soldat américain* par Guy FLUCHER.



## POUR UN RENOUVEAU DE L'ANALYSE SPATIALE DES ÉTABLISSEMENTS RURAUX LATÉNIENS

François MALRAIN, Marie BALASSE, Sammy BEN MAKHAD, Boris BRASSEUR,  
Anne-Françoise CHEREL, Nicolas GARNIER, Guillaume HULIN, Véronique MATTERNE  
& Anne-Désirée SCHMITT

### INTRODUCTION

Comment rendre hommage à Frédéric Gransar, Fredo, comme on le surnommait ? Parmi les sujets que nous avons explorés ensemble, il nous a semblé que celui sur l'analyse spatiale des sites enclos nécessitait d'être réexaminé. La publication du site de Jaux "le Camp du Roi" (GRANSAR *et al.* 1997), que nous avons présenté avec la complicité de Véronique Matteredne, lors du colloque CTHS d'Amiens en 1994, puis sous forme monographique dans la *Revue archéologique de Picardie* (MALRAIN *et al.* 1996) a été un élément catalyseur des recherches sur les établissements ruraux laténiens, tout comme l'ouvrage sur les paysans gaulois (MALRAIN *et al.* 2002). Nous relaterons brièvement les apports, tant sur les pratiques de fouilles que sur les méthodes d'analyses, que ces écrits ont influencés. Mais près de 25 années plus tard, ces protocoles sont-ils toujours adaptés ? Quels autres moyens pourrions-nous mobiliser pour aller au-delà des acquis actuels ? L'échelle d'observation est-elle toujours adaptée ? Cet article ne prétend pas à l'exhaustivité, il a pour seule intention de nous interroger sur nos pratiques parfois devenues automatiques. Les délais d'intervention resserrés pour les fouilles et les budgets contraints dédiés aux analyses ne laissent ni le temps, ni les moyens, ni la volonté (?) de revoir nos questionnements. Faut-il pour autant continuer à fouiller et à étudier selon de mêmes protocoles, sous peine de devenir redondants ? À partir d'exemples puisés dans le développement de certaines techniques, d'approfondissement des sciences environnementales, ou encore d'évaluation des mobiliers en rapport avec les besoins des habitants, nous essaierons de montrer comment nous pouvons faire évoluer nos connaissances.

### BREF HISTORIQUE

Dans les années 1980, alors que les opérations archéologiques conduites dans les carrières (vallées de l'Aisne, Bassée, Oise) donnaient accès à l'intégralité des enclos protohistoriques grâce à des décapages extensifs, une réflexion sur les méthodes à mettre en place s'est rapidement engagée pour tenter d'extraire toutes informations

utiles à leurs interprétations. À Chevreières "la Plaine du Marais" (Oise) (MALRAIN 2000) une fouille manuelle avait été conduite en collectant le mobilier par unités stratigraphiques pour chacun des 400 m du fossé qui délimitait le corps de ferme. À Jaux, l'expérience acquise avait déjà modifié cette pratique trop chronophage et non adaptée à des fouilles préventives. La méthode que nous avions alors mise au point consistait à ouvrir un mètre tous les quatre mètres du fossé d'enceinte, afin de repérer les concentrations de mobiliers et d'élargir ensuite ces diagnostics aux secteurs voisins. Pour valider cette approche, nous avions, en fin de fouille, excavé d'autres tronçons à proximité de ceux n'ayant pas livré de vestiges. Ils s'étaient avérés stériles, validant la démarche. Les fossés avaient ainsi été fouillés à près de 70 %, livrant plus de 90 % du matériel du site. Une concentration importante de graines découverte dans un fossé en regard d'un grenier nous avait aussi incité à développer un protocole d'échantillonnage. Des prélèvements avaient été effectués tous les 50 cm, et par passes successives de 10 cm, dans le remplissage du fossé tandis que la surface délimitée par les poteaux du grenier était prélevée par quart de mètre carré.

C'est lors de l'exploitation scientifique de ce site que j'ai rencontré Fredo. Ensemble, et avec Véronique Matteredne, nous avons mis en évidence qu'au cours de l'occupation, les habitants génèrent des déchets de consommation ou de fabrication artisanale qu'ils rejettent dans les fossés, au plus proche des bâtiments où ils ont été produits. L'analyse de ces amas de mobilier constituait donc une source d'informations sur la fonction des constructions ou des aires de travail, et donnait des indications quant au statut social des occupants (GRANSAR *et al.* 1997). D'autres vestiges n'entraient pas dans cette catégorie, tels les nombreux restes carpologiques, dont la présence dans le fossé était liée à un incendie qui avait ravagé la totalité de l'établissement. L'analyse carpologique qui en a été faite est allée bien au-delà de nos espérances. Ce ne sont pas seulement les espèces cultivées qui ont été mises en évidence, mais aussi leurs modalités de stockage dans des contenants différenciés au sein du grenier ainsi que quelques indices sur la

manière de moissonner. Avec cette étude, ce simple grenier surélevé témoignait de son utilité dans le système agropastoral. Son contenu ouvrait sur les espaces de production, les cultures, les récoltes, leurs traitements, les outils, le mode de stockage et l'usage des produits stockés. Le bâtiment s'intégrait ainsi, au-delà de sa simple fonction, dans un système socio-économique et plus largement dans la recherche sur l'archéologie des campagnes.

Avec les résultats acquis, la méthode de fouille et l'analyse spatiale intra-site s'imposaient comme les conditions *sine qua non* de l'interprétation des gisements. Elles ont permis de poser les premiers jalons relatifs au mode de fonctionnement des fermes. Peu à peu, ces procédés ont été adoptés par une large majorité des protohistoriens et chacun s'est employé à les améliorer, par exemple en tamisant de manière systématique les terres extraites des fouilles (RIQUIER & GRISARD 2011). En moins d'une décennie, les acquis ont été fulgurants, comme nous l'avons déjà relaté dans un numéro d'*Archéopage* (BLANQUAERT *et al.* 2012).

### **L'ANALYSE SPATIALE INTRA-SITE : QUE FAIRE DE MIEUX ?**

Avant tout, il n'est pas inutile de rappeler que chaque gisement archéologique est unique et que, même si beaucoup présentent un aspect semblable, ils recèlent des informations inédites. La collecte de chaque indice permet, en les compulsant, d'approfondir les connaissances. En Hauts-de-France, mais aussi dans la plupart des autres régions, il est rare que les sites du second âge du Fer soient bien conservés. Les phénomènes naturels d'altération des occupations après leur abandon (taphonomie) doivent être évalués pour estimer le degré de conservation et apprécier le potentiel informatif. Dans le cas de niveaux de sols en place, un socle d'études s'impose. Il est d'ailleurs souhaitable de les combiner pour bénéficier d'un éventail d'arguments guidant vers l'interprétation des structures. On pourrait penser, au contraire, que les sites érodés, sans niveaux de sol, ne nécessitent pas d'investigations poussées. Il n'en est rien. La carpologie a prouvé depuis bien longtemps que ce n'est pas le cas, car les graines carbonisées se conservent bien dans les structures en creux. Depuis, les données de cette discipline sont globalement bien prises en compte. Toutefois dans la base datAfer2, à laquelle tout le monde a accès, <http://agedufer.inrap.fr> on constate que seulement 20 % des 750 sites inventoriés à l'échelle nationale ont profité de cette approche. C'est trop peu pour pouvoir aborder de manière satisfaisante le monde rural et ses productions. Si on peut considérer que les prélèvements pour la carpologie sont entrés dans la pratique, beaucoup végètent dans des dépôts et ne sont pas pris en considération. Quand ils sont tamisés pour étude, d'autres vestiges sont pris dans les mailles des tamis, comme les charbons

de bois, la micro-faune et parfois même des battitures, témoins discrets d'un travail de forge, mais les moyens alloués n'autorisent généralement pas leur étude. Les analyses palynologiques sont moins bien loties encore, car pour seulement 85 des 750 sites compilés, le paysage dans lequel ils sont implantés a pu être esquissé. Il serait souhaitable comme cela se pratique dans certaines régions de réaliser, dès l'étape du diagnostic, des tests pour parfaire les prescriptions au niveau des SRA, en gardant à l'esprit que l'absence de preuve n'est pas preuve de l'absence et qu'un minimum devrait toujours être budgétisé. Avec l'archéozoologie, ces analyses fondamentales sont connues de tous, mais dans la pratique les études conjointes restent rares. Pour 104 sites seulement (13 %) l'archéozoologie a été couplée à la carpologie et si l'on y ajoute la palynologie, les chiffres parlent d'eux-mêmes : 28 sites, soit 4 %... On est donc encore très loin de disposer des fondements pour étudier en profondeur les aspects fonctionnels d'un établissement. Le constat est encore plus cinglant pour d'autres recherches, certes pour certaines plus récentes, mais qui ont fait leurs preuves (étude des phytolithes, parasitologie, micromorphologie, approches géophysiques...). Elles pourraient produire beaucoup d'enseignements ainsi que d'autres naissantes, dont les premiers résultats sont prometteurs (géochimie isotopique, biochimie moléculaire, protéomique...). Elles ont en commun d'étudier des éléments invisibles à nos yeux, ce qui ne nous empêche pas de les ouvrir. Pour l'instant, elles sont mobilisées ponctuellement sans qu'il y ait une véritable réflexion, hormis quand elles font l'objet d'une recherche doctorale (AGUILERA *et al.* 2018, BEN MAKHAD *et al.* 2020). Or l'émergence de nouvelles questions devrait inciter à la mise en place de programmes visant à y répondre. Pierre Leveau a rappelé, dans le cadre de la programmation de la recherche archéologique, que le programme H11 a recommandé dès 1990 de « doubler la fouille d'un ensemble rural d'une politique, bien pensée, de prélèvements systématiques et d'analyses diverses, susceptibles de répondre à une problématique préalablement définie » (cité par TREMENT 2017, note 120, p. 782) et Jean Guilaine, dans un ouvrage daté de 1991, conviait de la même manière un panel de disciplines à croiser leurs regards afin de contribuer à la mise en place d'une archéologie agraire. Trente années plus tard, on ne peut qu'être songeur, aux savoirs que nous aurions acquis si ces recommandations avaient été suivies d'effets.

Les acquis de l'analyse spatiale des vestiges immobiliers et mobiliers nous enjoignent maintenant à aller plus loin. La création d'un corps de ferme suit un plan préétabli et est organisée de manière rationnelle. La maison principale est majoritairement située au fond de l'enclos, face à l'entrée, et les différentes constructions indispensables au fonctionnement de l'établissement se répartissent le long des fossés.

## À l'échelle des unités domestiques

L'un des bâtiments les mieux perçus et pour lequel les connaissances ont certainement le plus progressé est l'unité domestique. Les reliefs de consommation et les vestiges de la culture matérielle que les maisons ont générés permettent de les identifier. On sait qu'elles étaient plurielles au sein des enclos, mais que leurs habitants n'avaient pas tous le même statut social. Les travaux auxquels ils se livraient sont parfois éclairés par des indices indirects, comme des fusaïoles, des pesons... Des avancées notables ont été produites en matière d'architecture (VILLARD-LE TIEC *et al.* 2018). Les analyses de Patrick Maguer ont mis en évidence une évolution des techniques de construction qui utilise des parois rejetées (MAGUER & ROBERT 2013). Avec ce procédé, le bâtiment recouvre une surface au sol nettement plus importante, car la surface utile de la construction ne se limite plus au seul espace compris entre les poteaux porteurs. Les maisons, mais aussi d'autres édifices édifiés selon ce même mode opératoire, occupent ainsi nettement plus de place au sein de l'enclos, réduisant de manière substantielle la distance entre chaque bâti.

Les parois confectionnées en torchis ont pu être enduites, peut-être à base de lait de chaux (MAGUER & LE GALL 2018, p. 344), parfois peintes comme à Batilly-en-Gâtinais dans le Loiret (LIEGARD *et al.* 2014) où des fragments de torchis révèlent une gamme de couleurs (blanc, jaune, rouge, bleu, noir). Pour les toitures, les informations restent lacunaires ; en l'absence d'indice, le chaume et les roseaux sont proposés. Des couvertures en bardeaux de bois ont pu exister comme le suggèrent les clous, d'un même calibre, découverts sur le site "Des Gains" à Saint-Georges-lès-Baillargeaux (Vienne) (MAGUER & LE GALL, *op. cit.*). Les renseignements se rapportant à l'aménagement intérieur des maisons ne sont pas légion. À Saint-Sauveur-des-Landes (Ille-et-Vilaine), un plancher sur lambourdes, constitué de planches de différentes largeurs, recouvertes d'une chape de terre, a pu être identifié (MAGUER & LE GALL, *op. cit.* ; PEFAU 2018). Dans de rares cas, les vestiges

d'un foyer suggèrent une installation à même le sol, peut-être en terre battue. Mais dans leur majorité les niveaux de sol ne sont pas conservés, nous privant d'informations sur l'agencement intérieur qui devait se diviser en différentes aires, sans qu'elles soient nécessairement cloisonnées (aire de chauffe et de préparation culinaire, espaces de stockage, espace de repos...).

Dans le cas d'une bonne conservation des vestiges, en mobilisant le panel des sciences, on pourrait en apprendre bien davantage, mais sur des sites moins bien conservés des analyses sont néanmoins possibles. Les phytolithes se conservant dans le sol, leur géolocalisation pourrait, s'ils étaient composés de litières végétales, nous renseigner sur les espaces de couchage par exemple, car ces éléments minéraux abondants dans les tiges des végétaux témoignent d'une décomposition en place du matériau.

Au niveau de l'équipement intérieur, ce sont principalement les vestiges matériels qui permettent de progresser. La batterie de cuisine, outre les informations chronologiques et techniques qu'elle fournit, livre de nouvelles informations. Le développement des marqueurs organiques renseigne sur les préparations alimentaires. Encore peu développées, les analyses des molécules emprisonnées dans les alvéoles des pâtes céramiques dispensent des enseignements sur certaines catégories d'aliments cuisinés, ou sur un usage artisanal des céramiques (production de brai de bouleau, de poix, usage de cire, lait de chaux...). Il en est de même pour les instruments de mouture, dont l'examen optique des traces d'utilisation, complétée par l'observation des phytolithes, permet de préciser la nature des produits transformés, en référence avec des spécimens reproduits expérimentalement et utilisés pour des usages précis et connus (HAMON *et al.* 2011). Plus récemment, la découverte de grains d'amidon piégés dans les alvéoles des outils de moutures permet la mise en valeur des produits autres que des céréales, comme des tubercules (CAGNATO & PONCE 2017 ; CAGNATO 2018).

### LES ANALYSES BIOCHIMIQUES APPLIQUÉES AUX CONTENUS ORGANIQUES DES CÉRAMIQUES : UNE DÉMARCHE PLURIDISCIPLINAIRE POUR UNE MEILLEURE CONNAISSANCE DE L'ALIMENTATION GAULOISE EN BRETAGNE

(Anne-Françoise CHEREL)

La problématique relative aux aspects fonctionnels d'une céramique archéologique amène à s'interroger sur un contenant et sur son contenu. En céramologie, le contenant en tant que tel est généralement étudié à partir de critères morphométriques (volume, diamètre, hauteur, épaisseur, etc.) et visuels (traitements de surface, décors, traces d'altération, etc.). En fonction de ces paramètres, une ou plusieurs fonctions alimentaires peuvent ainsi être assignées aux céramiques domestiques découvertes au sein de rejets culinaires : stockage, présentation et cuisson. Mais cette démarche se révèle insuffisante pour connaître leurs contenus organiques. Ainsi, une seconde approche complémentaire, nouvellement appliquée en Bretagne pour l'âge du Fer, a été développée dans le cadre d'une thèse soutenue récemment (CHEREL 2020). Elle correspond aux analyses biochimiques de contenus des céramiques. Cette méthode s'intéresse ainsi aux résidus organiques piégés



dans leurs parois. Elle fait appel à la chromatographie en phase gazeuse (GC), couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). En Bretagne, les conditions environnementales sont favorables puisque les marqueurs moléculaires (appelés biomarqueurs) sont très bien conservés dans les milieux acides. Les résultats bruts des analyses nécessitent cependant d'être contextualisés pour les interpréter aux mieux, selon une démarche pluridisciplinaire. La compréhension des données biochimiques ne peut se faire qu'avec l'intégration des données archéo-environnementales (archéobotanique et archéozoologie) aux échelles locales et régionales, mais aussi celles de l'archéologie expérimentale et, selon les cas et avec prudence, les sources textuelles (par définition extérieures au monde gaulois armoricain).

Dans le cadre de cette thèse, les analyses biochimiques financées par l'ANR Magi et l'INRAP ont porté sur les contenus de vingt-huit céramiques armoricaines rigoureusement sélectionnées (contexte homogène, etc.). Les limites interprétatives apportées aux résultats bruts des analyses organiques (laboratoire LNG) sont toutefois importantes. Par exemple, il n'est pas possible de savoir si les contenus biologiques se sont succédés ou non, de même pour les usages des céramiques. Certains marqueurs sont liés au contenu de la céramique, d'autres à son traitement de surface (étanchéifiant, etc.). Les produits biologiques identifiés se sont avérés variés et parfois inattendus. Les marqueurs du jus de raisin fermenté et des corps gras animaux sont par exemple très bien représentés. Les marqueurs du jus de raisin noir fermenté (vin/vinaigre) sont majoritaires posant le problème de sa provenance. Toutefois, actuellement, seuls le raisin et quelques autres fruits peuvent être identifiés par la biochimie, les référentiels phyto-chimiques restant limités pour l'Europe nord-occidentale. Un article paru récemment fait le point sur ce sujet alors inédit dans la région (CHEREL & FRERE 2020). Les marqueurs des corps gras animaux et des produits laitiers indiquent l'importance de l'élevage. Or, la gestion du cheptel est une problématique difficile à aborder en Bretagne en raison de la rareté des données archéozoologiques due à la mauvaise conservation des ossements dans le sol acide. Les analyses biochimiques constituent une réelle opportunité pour aborder ce sujet, conjointement à l'étude des données archéologiques disponibles. Parmi les vases-filtre analysés, l'hypothèse de filtres à lait ou couloirs à lait en céramique pour éliminer les impuretés ou celle de filtres pour recueillir les graisses animales chauffées sont nouvelles. Elles s'ajoutent à celles, plus classiques, de filtre à boissons ou de faisselle, la faisselle n'étant que rarement confectionnée en céramique dans la région. La découverte d'un petit pot à laitages stocké *in situ* dans la cave de Quimper (Finistère), Kervouyec (CHEREL *et al.* 2018) contribue à mieux comprendre la fonction de ces structures excavées. Le projet Lait' Ages (<https://laitages.hypotheses.org>) financé par la MSHB, s'intéresse ainsi à la problématique des produits laitiers en Bretagne à la Protohistoire. Il a été développé au vu des résultats prometteurs apportés par les analyses biochimiques, complétées par une approche expérimentale. La multiplication des analyses biochimiques reste une priorité en Bretagne, à la Protohistoire, car cette méthode permet d'aborder des sujets jusque-là difficiles à étudier en archéologie.

### **DES ACTIVITÉS HUMAINES RÉVÉLÉES PAR LES ANALYSES ORGANIQUES DE SOL** (Nicolas GARNIER)

Le sol est un matériau poreux capable d'absorber des molécules organiques et d'en retenir une partie. Ces molécules, si elles proviennent d'activités humaines, peuvent être des marqueurs, par exemple, d'élevage et de stabulation d'animaux, de battage de céréales, de stockage de fourrage... À l'intérieur des bâtiments, il est aussi possible d'identifier des aires de travail liées à la fabrication de vin, d'huile, de *garum*, mais aussi les activités liées à la tannerie ou la teinturerie. Le champ d'exploration est très vaste, car les matériaux organiques, caractéristiques du vivant, sont liés à la production de denrées, à l'élevage, à l'agriculture, à l'alimentation, à l'habillement, à la médecine... (GARNIER 2017). Les analyses organiques sont possibles non seulement sur les sols, mais aussi sur tout matériau poreux : la pierre (structures), les enduits de chaux, de tuileau et mortiers (cuves et bassins), la céramique et même le métal ou le verre, si force est que le matériau minéral constitue un contenant qui a pu retenir, un certain temps, un contenu organique dont les molécules constitutives auront pu diffuser à l'intérieur du support minéral (le contenant).

Plusieurs étapes permettent d'évaluer si une analyse organique est adaptée et performante ou non pour une problématique archéologique donnée :

- Le support doit être de nature minérale (pierre, métal, céramique par exemple) ou, s'il est partiellement (sol) ou totalement (bois, cuir) de nature organique, les molécules recherchées ne doivent pas entrer dans la composition du support. Il est souvent nécessaire, voire indispensable (pour les sols) d'analyser des échantillons de référence, prélevés à des endroits où le support n'a pu être en contact avec le matériau organique recherché ;
- Les méthodes d'extraction doivent être adaptées à la nature des marqueurs moléculaires recherchés. Les molécules sont extraites généralement par des mélanges de solvant (cas des lipides, protéines, ADN). Pendant des décennies l'on croyait que les molécules du raisin et du vin, principalement l'acide tartrique, n'était pas conservé car il n'était jamais détecté. Le problème venait que l'acide tartrique forme un sel de calcium particulièrement insoluble dès qu'il entre en contact avec des ions  $\text{Ca}^{2+}$ , qu'aucun solvant organique

ne peut dissoudre. Ce n'est que par le développement de méthodes d'extraction spécifiques et drastiques, en milieu acide ou basique, que l'on a réussi à extraire l'acide tartrique, arrivant à la conclusion qu'il était parfaitement conservé, mais très difficile à extraire. Delà, les identifications de raisin et de vin, désormais fondées, ont déferlé sur toute l'Europe ;

- Les méthodes d'analyse doivent être adaptées à la nature des marqueurs moléculaires recherchés et pertinentes pour une identification correcte. La chromatographie est la méthode de choix pour la séparation des constituants chimiques de mélanges complexes, comme les imprégnations de sols ou de parois de céramiques. Cependant, l'identification correcte des marqueurs se fait par la spectrométrie de masse, qui permet d'identifier chaque composé, un à un, par son spectre de masse. Récemment, l'introduction de la spectrométrie de masse haute définition permet d'obtenir des détections plus sensibles, plus précises et de s'assurer de l'identité des molécules par leur spectre de masse, mais aussi par leur masse exacte, donc leur formule brute (GARNIER *et al.* 2020). Cette analyse organique plus poussée prend le nom de métabolomique, discipline qui décrit en détail les métabolites de chaque organisme ;

- La précision de l'identification des matériaux repose sur la pertinence de leurs marqueurs constitutifs. Par exemple, si l'on considérait dans les années 1970 que l'acide oléique était un marqueur de l'olive dans des amphores, cet argument est jugé comme faible aujourd'hui, car l'acide oléique est présent dans toutes les huiles, mais aussi les graisses animales, les cires... Les acides diterpéniques, comme l'acide déhydroabiétique, sont des marqueurs de résine ou de poix de conifère, mais ne permettent de déterminer l'espèce. Un excès d'acide abiétique va orienter vers les sapins (*Abies* sp.), de ferruginol vers les Cupressacées par exemple (DODINET & GARNIER 2021). Parmi les céréales, seul le millet (*Panicum miliaceum* L.) est aujourd'hui très bien détecté, avec une grande sensibilité, car seul ce végétal (à ce jour !) contient de la miliacine, et en grande quantité (BOSSARD *et al.* 2013, JACOB *et al.* 2008). C'est un excellent marqueur de cultures de millet détectées en biogéochimie à partir de carottes sédimentaires, ou de préparation à base de millet détectées en analyse chimique de contenu dans des céramiques.

- Si les méthodes analytiques actuelles sont très puissantes, certaines molécules détectées ne peuvent, dans certains cas, pas être identifiées. Nos connaissances reposent sur la littérature de phytochimie, de pharmacognosie, de chimie animale, de chimie alimentaire. Mais certaines molécules peuvent ne présenter aucun intérêt pour ces disciplines et donc ne pas être étudiées ni décrites. L'archéologie expérimentale est un outil très puissant pour pallier à ces manques de données, mais sur des problématiques très précises et bien délimitées. Tout vouloir savoir et connaître sur le monde du vivant est et restera pour longtemps, une utopie.

L'approche moléculaire fournit des informations beaucoup plus précises que les méthodes par tests colorimétriques, donnant souvent de faux positifs. Une mise en œuvre intéressante est celle proposée par Alessandra Pecci (PECCI *et al.* 2013). Les « spot tests », peu onéreux, sont très faciles et rapides en mettre en œuvre. L'auteur propose l'analyse d'échantillons de sédiment suivant un carroyage dans un bâtiment. Ainsi, elle repère les zones riches en acides gras et en phosphates, orientant ses prélèvements dans les zones les plus riches pour des analyses organiques moléculaires complémentaires. Les phosphates sont utilisés pour repérer des zones riches en excréments. Cependant, d'autres sources sont aussi riches, voire plus riches, en phosphate, notamment les ossements. Ainsi, la présence d'une faible quantité d'ossements peut augmenter rapidement la concentration en phosphates sans pour autant que le sol ait été imprégné d'excréments. L'analyse moléculaire permet d'identifier clairement les excréments par leurs coprostérols constitutifs et, de plus, d'identifier et de discriminer les espèces par les proportions relatives des coprostanols. Ainsi on peut distinguer des latrines, une écurie, une étable, une bergerie... (PROST *et al.* 2017, TYAGI *et al.* 2007).

### Un exemple de production de vin au Portugal

La villa romaine de Fonte do Mihlo (Peso da Régua, vallée du Douro au Portugal), au sommet d'une colline, a livré un bâtiment comprenant une pièce avec 6 *dolia* semi-enterrés et dans la pièce adjacente un *torcularium* destiné à presser les olives ou le raisin (fouilles et études encadrées par Javier Larrazabal). Plusieurs prélèvements ont été effectués sur le sol du chai et dans les *dolia*. Les résultats sont sans appel : le sol du chai présente les marqueurs du raisin noir, les parois du *dolium* montrant de la poix de conifère et de la cire d'abeille (mélange appelé *zopissa* par Pline et décrit pour l'imperméabilisation des conteneurs en céramique), du raisin noir et les marqueurs de la fermentation alcoolique alors qu'un échantillon neutre de sol ne montre la présence d'aucun de ces marqueurs. L'installation était donc dédiée à la production de vin. Le moût de raisin obtenu dans le *torcularium* était porté jusqu'aux *dolia* où il fermentait.

L'analyse organique, ou aujourd'hui métabolomique intégrant la spectrométrie de masse haute résolution, est un outil très puissant pour identifier une activité humaine par le biais de marqueurs chimiques organiques présents à l'état de traces, un gramme environ de sédiment analysé fournissant quelques microgrammes ou moins de matière organique nécessaire aux analyses. Si cette méthode a déjà fait ses preuves pour identifier si une structure de production de type pressoir et chai a servi à la production d'huile ou de vin, nombre

d'autres activités peuvent être détectées. La technique est d'autant puissante quand elle est couplée à d'autres approches, palynologie et recherche des phytolithes, lames minces, ou encore l'ADN sédimentaire développé récemment (GIGUET-COVEX *et al.* 2015).

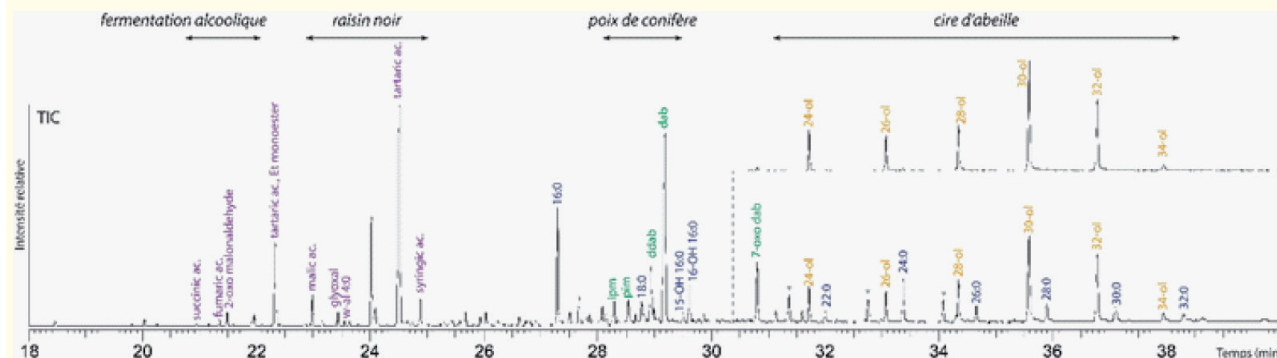


Fig. 1 - Chromatogramme de l'extrait obtenu par transestérification en milieu acide anhydre, d'un fragment de paroi de *dolium*, montrant la présence des marqueurs de la cire d'abeille et de la poix de conifère (mélange imperméabilisant des parois) et du raisin noir et de la fermentation alcoolique.

### À l'échelle des communs

Pour les unités domestiques, le bilan est globalement positif, et les recherches en cours amendent peu à peu les savoirs. Il n'en est pas de même pour les autres constructions, dont une majorité reste indéterminée. Or, les besoins d'une unité agricole s'étendent à des bâtiments et des espaces dédiés aux animaux, aux productions, au stockage, à la transformation des produits, aux activités artisanales, à la remise et réfection du matériel, voire de bâtiments publics, d'échanges de produits, de rassemblement ou d'espaces cultuels (TREBSCH 2018). Certains des bâtiments peuvent être multifonctionnels et différentes utilisations peuvent se succéder dans le temps. Même si cette liste est volontairement restreinte, car on ne loge pas de la même manière les bœufs, les chevaux, les moutons et les porcs, elle souligne avec force les progrès qu'il nous reste à accomplir. À de rares exceptions près, les archéologues de la Protohistoire ne se sont pas penchés sur ces questions, contrairement à ceux de la période antique, qui y ont consacré les actes d'un colloque (TREMONT *et al.* 2017). Pour cette même période, la publication de l'ouvrage *Outils, bâtiments et structures d'exploitation des campagnes du nord de la Gaule* (HUITOREL 2020), constitue une référence nous invitant à nourrir nos réflexions sur les établissements agricoles de la Protohistoire. La période antique profite aussi d'une littérature ancienne abondante sur ce sujet ; pour la Protohistoire, les éclairages sont rares et indirects, constituant un handicap supplémentaire, mais qui peut se transformer en atout car cela nous invite à ne pas surinterpréter en s'appuyant sur des textes.

Les données archéologiques et celles issues des sciences environnementales, des sciences du sol, de la bioarchéologie et des applications de la chimie et de la physique sont donc les seuls moyens d'appréhender les fonctions des bâtiments au sein des fermes, mais les secondes sont peu exploitées,

souvent par manque de moyens, mais aussi parce qu'elles ne font pas l'objet de véritables programmes concertés à mettre en application.

Les études archéozoologiques ont montré qu'au second âge du Fer, les animaux élevés par les Gaulois connaissent une augmentation de stature et une diversification de leurs gabarits. Ces changements ne seraient pas le fruit de sélections génétiques (car les connaissances zootechniques ignoraient ces concepts), mais pourraient être liés à la qualité de la nourriture (LEPETZ & ZECH-MATTERNE *op. cit.* 2018). La production de fourrages herbagers et l'utilisation de protéagineux et céréales dans le régime alimentaire des animaux, favorisés par la mise en place de prés de fauche et de prairies artificielles (RUAS 2008), en seraient à l'origine. Il existe différentes catégories de fourrage (forestiers, herbacés, produits de culture et dérivés, mélanges de légumineuses) qui ont fait l'objet d'une synthèse récente par V. Matterné (LEPETZ & ZECH-MATTERNE 2018, p. 375-382). L'affouragement du bétail a été facilité par le développement de la faux dont l'usage a permis la constitution de stocks de foin. En nourrissant différemment le bétail, ce dernier aurait gagné en masse pondérale. Pour l'instant on ignore si, parmi les bâtiments qui occupent le corps de ferme, certains sont destinés au logement des animaux ou de leurs réserves alimentaires, une fonction n'excluant pas l'autre. Parmi les clichés qui perdurent, celui de races rustiques restant à l'année en extérieur, demeure prépondérant (DUFOR 2012). On ne peut exclure cette possibilité, mais lors des périodes critiques hivernales ou de moments sensibles comme la mise à bat, l'engraissement, ou autres, une stabulation des animaux a pu être recherchée, de la même manière qu'elle permettait de faciliter la traite, ou la récolte du fumier. Le stockage de fourrages, volumineux, devait nécessiter des espaces non négligeables. Un entreposage à proximité du lieu où paissent les animaux est possible, mais ce stockage



de masse a pu aussi conduire à l'installation de structures adaptées dans le corps des fermes. Sur l'exploitation agricole de Poulainville, dans la Somme, deux grands bâtiments se trouvent à l'extérieur du corps de ferme. Ils pourraient correspondre à des granges et/ou des étables (MALRAIN *et al.* 2016), mais nous n'en avons pas de preuve objective. Cette proposition repose sur leur localisation, leur superficie et sur l'absence de vestiges qui caractérisent des unités domestiques dans leur environnement. Aucune analyse ne permet de l'étayer plus amplement. En 2005, la parasitologie et les analyses de phytolithes n'étaient pas monnaie courante et l'absence de niveau de sol sur un substrat crayeux n'encourageaient pas aux prélèvements. C'est un regret, des tests auraient pu être, *a minima*, réalisés.

Dans la base de données datAFer2, l'usage de grands bâtiments comme grange est supposé pour quelques constructions (nb=5) au début de la séquence chronologique au V<sup>e</sup> s. av. n. è. ; il augmente progressivement pour atteindre vingt-quatre occurrences aux II<sup>e</sup> et I<sup>er</sup> s. av. n. è. Cette attribution fonctionnelle repose sur les mêmes arguments que ceux évoqués précédemment, mais confine à la surinterprétation en l'absence d'études spécifiques. Dans cette même base de données, on constate un nombre croissant d'édifices dont la fonction n'a pas été identifiée lors de la fouille, signalés par les auteurs de fiches dans la rubrique « autre ». Ces architectures, qui ne ressemblent ni à des maisons ni à des greniers, entrent dans la grande catégorie des annexes, autrement dit des indéterminés. Cela est d'autant plus frustrant que près d'un quart des sites (nb=238), sont équipés de ces annexes dont le nombre avoisine les huit cents... Outre la nécessité de les réexaminer pour en établir une typologie, quand on ne peut répondre à la question de leurs fonctions à partir des données de la culture matérielle, il conviendra là aussi, à l'instar des supposées granges, de tenter de les identifier en ayant recours à d'autres champs disciplinaires. Comme le nombre augmente considérablement au cours du demi-millénaire qui précède notre ère, cette donnée peut être mise en relation avec les besoins des agriculteurs de construire davantage de bâtiments dans leurs exploitations pour y abriter des denrées variées, mais également pour répondre au développement de certaines spécialisations liées aux demandes du monde urbain en pleine expansion. Les animaux de petits gabarits, comme les ovins, les caprinés et les suidés, peuvent être parqués dans de petits abris, aux modules simples, comme ceux à quatre poteaux que nous interprétons de manière empirique comme des greniers. Selon Columelle, de tous les animaux de la ferme, les bœufs de trait sont les seuls à être logés à l'étable, été comme hiver « *pour les autres espèces d'animaux qu'on entretient également à l'intérieur d'une ferme, on leur ménagera pour l'hiver des retraites couvertes, et pour l'été des enceintes à découvert* » (COLUMELLE, I-VI). On

ne peut transposer ces recommandations pour une période antérieure, mais quelques indices, comme la présence de péri-nataux ou de dents de lait parmi les restes fauniques, témoignent d'élevages *in situ*. De même, le dépôt de truies âgées dans des silos ou des fossés pourrait attester l'attention dont elles bénéficiaient au titre de leur grande capacité de reproduction (BAYLE & JOSSET 2012). Aussi, même si la majorité des cheptels n'étaient pas logés à l'année dans les fermes, ils devaient l'être au moins une partie de celle-ci et par souci de commodité (traite, contrôle des naissances, monture, traction...) certains animaux devaient être gardés au sein de l'espace domestique.

Le croisement des données de diverses disciplines (analyses des phosphates, parasitologie, entomologie, chimie organique...) permettrait d'avancer sur les différentes attributions fonctionnelles des annexes. On ne peut attendre une réponse sans équivoque. Une grange peut abriter des fourrages et des animaux, et les traitements post-culturels des grain(e)s alimentaires peuvent de surcroît s'y dérouler, de même qu'il peut y avoir du fourrage stocké dans une étable avant qu'il ne soit distribué par ration aux animaux. Une étable a pour fonction première d'abriter des bovins, mais elle peut aussi servir de logement à la personne en charge de leur entretien qui aura elle-même généré ses propres déchets. La parasitologie (*cf.* article de Benjamin Dufour et Matthieu Le Bailly, ce volume), l'archéoentomologie offrent de bons espoirs pour une meilleure caractérisation des bâtiments, les parasites étant inféodés aux espèces animales et les insectes très caractéristiques d'un milieu de vie. Les marqueurs des premiers sont essentiellement les coques très résistantes de leurs œufs ; quant aux seconds, ils permettent la détection de foin ou de fourrages, avec la difficulté que les faunes impliquées sont très similaires à celles que l'on peut rencontrer dans les litières d'étable (SMITH 1998). Quand les conditions de conservation le permettent, des espaces de stabulation, l'emplacement de tas de fumier voire son épandage peuvent être perçus (BROES *et al.* 2012). Les marqueurs liés aux signatures moléculaires de matières fécales permettent de différencier, à partir d'un faisceau d'indices, les types d'animaux dont les excréments sont issus. En cas de niveaux de sols en partie conservés, la micromorphologie peut elle aussi révéler des épisodes de stabulation, par les traces de piétinement. La cartographie des éléments chimiques contenus dans le sol (azote, phosphore, carbone), même sur des surfaces érodées, permet de visualiser les variations de leur intensité et de détecter des aires d'entreposage de fumier ou de stabulation des animaux. Parmi l'important corpus des annexes, en suivant des protocoles codifiés et systématisés, un faisceau d'indices pourrait peu à peu permettre de poser des hypothèses dûment argumentées sur leurs fonctions.



De manière indirecte, la stabulation peut être déduite par l'usage du fumier pour amender les champs. L'apport de fumiers d'étable ou humains se décèle par l'intermédiaire de la géochimie isotopique appliquée aux restes végétaux, plus spécifiquement en observant le rapport entre les isotopes stables  $^{14}\text{N}$  et  $^{15}\text{N}$ . L'azote mis à disposition par le fumier sous la forme de nitrates est enrichi en  $^{15}\text{N}$  par la volatilisation d'ammoniac gazeux

(élimination préférentielle du  $^{14}\text{N}$ ). Les plantes croissant dans des sols ayant bénéficié de ces amendements se trouvent elles aussi enrichies en  $^{15}\text{N}$ . L'effet s'accroît lorsque la fumure s'intensifie ou se prolonge dans le temps (FRASER *et al.* 2011). Le signal est préservé en dépit de la carbonisation des grains de céréales, préservation la plus fréquente en contexte archéologique (AGUILERA *et al.* 2017 ; BEN MAKHAD *et al.* 2019).

## LES AMENDEMENTS DU SOL EXPLORÉS PAR LA BIOGÉOCHIMIE ISOTOPIQUE

Marie BALASSE, Sammy BEN MAKHAD, Boris BRASSEUR, Véronique MATTERNE  
& Anne-Désirée SCHMIT

Depuis le début du Néolithique, la sécurité alimentaire repose en partie sur des denrées végétales domestiques, cultivées dans des espaces dédiés, fortement contrôlés par l'homme. Les plantes puisent dans le sol différents nutriments qui n'y retournent pas une fois qu'elles ont été récoltées. À cela s'ajoutent les effets de l'érosion et du lessivage qui épuisent également les horizons superficiels des sols cultivés. Il convient donc de compenser ces pertes par des apports réguliers de matières fertilisantes qui, en outre, améliorent la structure du sol et favorisent une bonne circulation de l'eau et un développement adéquat de la microfaune. Ces mêmes apports permettent de bonifier les terres dont les capacités agronomiques se révèlent inadaptées à l'entretien des espèces les plus exigeantes. Deux grandes catégories d'amendements sont concernées : les amendements organiques et les amendements calcaires.

Les amendements organiques sont de plusieurs natures : fumiers animaux et humains, fumiers de rue, matières en décomposition recueillies à partir des litières, des jonchées, des curages de fossés, algues laminaires en zones littorales...

Les amendements minéraux alcalinisants peuvent être des cendres issues de brûlis de végétations (apport en oxydes de calcium et en potasse) ou des calcaires et marnes (apport en carbonate de calcium). Produite à partir d'un calcaire calciné et réduit en poudre, la chaux est parfois importée dans les régions géologiques pauvres en calcaire.

L'amendement aux fumiers d'étable est mis en évidence par l'analyse du rapport isotopique en azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ) des grains de céréales, suivant un protocole validé (BOGAARD *et al.* 2007, FRASER *et al.* 2011). L'azote mis à disposition par le fumier sous la forme de nitrates est enrichi en  $^{15}\text{N}$  par la volatilisation d'ammoniac gazeux. Les plantes croissant dans des sols ayant bénéficié de ces amendements s'en trouvent enrichies elles aussi, entraînant une augmentation de leur rapport isotopique en azote. L'effet s'accroît lorsque la fumure s'intensifie ou se prolonge dans le temps. La carbonisation, mode de préservation le plus souvent impliqué dans la conservation des céréales en contexte archéologique, affecte le  $\delta^{15}\text{N}$  des grains dans une mesure jugée minimale en regard des effets provoqués par la fumure de sols (NITSCH *et al.* 2015).

La diversité des pratiques de fertilisation en Gaule du Nord a connu, sur une période d'un millénaire (500 av.-500 ap. J.-C.), des évolutions majeures. Pour caractériser régionalement ces pratiques, et les comparer, des stocks céréaliers issus de 70 sites archéologiques localisés dans le Nord-Est, le centre du Bassin parisien et le Massif armoricain sont en cours d'analyse<sup>1</sup>. On observe dans ces trois régions des conditions climatiques et pédologiques contrastées, mais aussi des rythmes d'occupation du territoire et de renouvellement des unités de production qui leur sont propres. Tous ces paramètres font écho à une « géographie » des plantes cultivées qui se distribuent en grandes entités dominées par une ou deux espèces, les espèces végétales présentant par ailleurs une forte cohérence avec certaines espèces animales, au sein d'associations privilégiées. Entre l'âge du Fer et l'époque romaine, une réorganisation de ces zonations est observée. Elle n'est probablement pas étrangère aux capacités de production qui ont pu évoluer avec les moyens techniques, les choix d'élevage, l'organisation de la main-d'œuvre et des axes de circulation territoriaux. La question du transport (et donc de l'utilisation de la force animale et des performances des attelages) est centrale dans la possibilité d'utiliser le fumier pour accroître les capacités productives des sols.

1 - Projet AGROFER/ *Gestion du potentiel agronomique des sols et rythmes d'occupation au second âge du Fer (500-30 av. n.è.) en France septentrionale : témoignages directs des restes carpologiques*. Allocation doctorale financée par la région Ile-de-France à travers le dispositif DIM Matériaux Anciens et Patrimoniaux (S. BEN MAKHAD, MNHN, 2019-2021). Co-portage V. ZECH-MATTERNE/F. MALRAIN ; co-direction V. ZECH-MATTERNE/M. BALASSE. <http://www.dim-map.fr/projets-soutenus/agrofer/>

Les céréales analysées correspondent à quatre espèces sélectionnées pour leur prédominance tout au long de la séquence chronologique étudiée : l'orge polystique vêtue (*Hordeum vulgare ssp. vulgare*), le blé amidonnier (*Triticum turgidum ssp. diccicum*), l'épeautre (*Triticum aestivum ssp. spelta*) et les blés nus tendres/durs (*Triticum aestivum ssp. aestivum*/ *Triticum turgidum ssp. durum*/ *ssp. turgidum*). Des comparaisons inter-sites sont effectuées au sein d'une même entité géographique et entre les trois régions sélectionnées. Des comparaisons inter-phases et inter-céréales au sein d'un même site sont également menées. L'analyse du  $\delta^{15}\text{N}$  est conduite sur des échantillons de 10 grains, et de 3 à 5 mesures sont réalisées par espèce et par contexte (soit 30 à 50 grains analysés). La valeur moyenne de  $\delta^{15}\text{N}$  de plantes ayant poussé dans des sols non amendés est estimée à partir des valeurs mesurées sur le collagène d'os archéologiques d'herbivores sauvages (cerf), corrigées de l'enrichissement en  $^{15}\text{N}$  causé par le saut trophique (SCHOENINGER & DENIRO 1984). À ce jour, 106 lots de grains, représentant 501 mesures de composition isotopique archéologique, ont été analysés. Ce corpus, inédit par son volume, s'additionnera à celui produit par une seule étude préexistante dans la région d'étude pour l'âge du Fer (AGUILERA et al. 2018). Les premiers résultats suggèrent un usage largement répandu et continu de la fertilisation organique, avec quelques variations régionales et entre espèces (BEN MAKHAD et al. 2020).

Au cours des II<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> s., de nouvelles configurations topographiques et des zones restées jusque-là marginales connaissent une mise en valeur agricole ; c'est le cas des cordons littoraux. Ces terres sablonneuses offrent un potentiel agronomique *a priori* peu propice aux céréales, à l'exception de l'orge. La question d'une valorisation par l'emploi des algues marines (laminaires) se pose pour les sites implantés sur la façade atlantique et au sud de la Manche, en complément, ou en alternative, au fumier. Ces transferts d'éléments fertilisants, documentés en Bretagne pour le XIX<sup>e</sup> s., permettaient d'intensifier des systèmes de culture de rythme essentiellement biennal, en intercalant une culture dérobée dans la jachère, sans mettre en péril le rendement des blés d'hiver (SIGAUT 1976, 2013). L'amendement au goémon représente une pratique potentiellement millénaire, soupçonnée à partir d'études malacologiques ayant mis en évidence dans plusieurs sites archéologiques des micro-gastéropodes marins qui auraient pu y être transportés accrochés aux algues (GRUET & DEPONT 2009, PAILLER et al. 2011). La validité d'un nouveau marqueur direct est testée<sup>2</sup>. La démarche consiste à mesurer la teneur en arsenic des grains de céréales, héritée de teneurs naturellement élevées (20 à 100 mg.kg<sup>-1</sup>) présentes dans le goémon, transmises au sol, puis à la plante. La teneur globale en arsenic des grains de céréales modernes de référence et des grains archéologiques est mesurée par ICP-Q-MS, puis la répartition de l'As est cartographiée par NanoSIMS, suivant MOORE et al. 2010. Un objectif sera d'observer si la répartition de l'arsenic décrite par ces auteurs, pour le riz et le blé, suit un schéma anatomique analogue dans un grain d'orge, et, essentiellement, si cette répartition est préservée après carbonisation. Sur les restes archéologiques, la préservation d'une répartition anatomique de l'arsenic pourrait ainsi authentifier un signal biogénique et le différencier d'un transfert par contamination depuis le sol, après enfouissement.

Les amendements minéraux sont tout aussi essentiels que les amendements organiques au bon développement des cultures. Les sols calcaires possèdent des réserves naturelles en calcium suffisantes pour dispenser d'en améliorer la structure. Pour les sols acides ou sensibles à l'acidification, les amendements minéraux sont essentiels pour maintenir un pH proche de la neutralité et entretenir la concentration en calcium assimilable par les plantes. Deux techniques agricoles ont majoritairement permis de manipuler le pH : d'une part l'écobuage, avec un effet éphémère (quelques années) ; d'autre part les amendements calcaires, avec un impact durable s'étalant sur plusieurs siècles (BRASSEUR et al. 2018). Les pratiques d'épandages calcaires sont décrites pour la première fois par Varron au I<sup>er</sup> s. av. J.-C., puis plus en détail par Pline l'Ancien au I<sup>er</sup> s. ap. (*Nat. Hist.*, XVII, 4, 1), qui mentionne leur existence en Gaule. Columelle (*De Agric.* II, 15), et encore Palladius (*De re rust.*, 10, I), pour l'Antiquité tardive, y font également référence dans leurs traités d'agronomie. Nous ignorons néanmoins à quand remonte précisément cette connaissance. Les amendements calcaires sont difficiles à tracer par l'archéopédologie, puisque le carbonate de calcium se dissout dans le sol sous climat humide. Cependant, l'alcalinité des horizons profonds du sol restera significativement plus forte, même deux mille ans après les derniers amendements calcaires. C'est donc une « révolution alcaline » qui s'opère avec le début de ces pratiques, car, aujourd'hui, plus de 99 % des sols cultivables du nord de la France sont impactés. L'apport de cendres de bois s'effectue via des pratiques de brûlis, d'essartage ou d'écobuage, qui recyclent la minéralomasse alcaline présente dans la biomasse végétale. Ces pratiques impliquent la destruction *in situ* de boisements pour l'ouverture de nouvelles parcelles agricoles ou le transport des cendres. Elles sont envisageables dans des zones où les friches sont encore importantes et fournissent de la biomasse à brûler. La voie alternative recourt à l'épandage d'éléments calcaires fins sous forme de calcaires, de marnes (calcaires argileux) et plus rarement de chaux. Ces apports doivent être renouvelés régulièrement, car une décarbonatation progressive s'opère depuis la surface jusque dans les horizons profonds des sols, sous l'action des précipitations atmosphériques.

2 - Programme AGALITT / Amendement au Goémon des parcelles Agricoles LITTorales : tracer par la biochimie un patrimoine technique potentiellement plurimillénaire. OPUS Observatoire des Patrimoines de Sorbonne Universités 2019. Co-direction M. BALASSE et V. ZECH-MATTERNE.

Les isotopes radiogéniques ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) et stables ( $\delta^{88}\text{Sr}$ ) du strontium pourraient être utilisés pour tenter d'identifier les pratiques d'amendements minéraux à partir de carporestes. Le strontium possède un comportement chimique très proche de celui du calcium et pourrait donc servir d'analogie, avec une plus grande fiabilité dans la mesure de ses rapports isotopiques. Le rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  n'est pas affecté par le fractionnement biologique, ce qui permet de l'utiliser en tant que traceur des sources de Sr, en discriminant les sources de calcium-strontium (minéraux primaires vs carbonates) (e.g. CAPO *et al.* 1998). Récemment, les isotopes stables du Sr ( $\delta^{88}\text{Sr}$ ) ont été proposés comme traceur additionnel permettant d'identifier des sources de Sr ainsi que des fractionnements isotopiques liés à la différence de masse entre les isotopes  $^{88}\text{Sr}$  et  $^{86}\text{Sr}$ , tous deux stables (HAJJ *et al.* 2017). La végétation puise en préférence le  $^{86}\text{Sr}$  (plutôt que le  $^{88}\text{Sr}$ ) du sol (ANDREWS *et al.* 2016) ; une voie exploratoire consisterait donc à vérifier si un fractionnement biologique différent peut s'observer pour une céréale ayant reçu un amendement de cendres, par rapport à une céréale ayant reçu un amendement calcaire, ce qui n'a, à ce jour, pas encore été démontré.

L'approche méthodologique encore en développement se réfère à du matériel issu de céréales cultivées dans des conditions connues (amendements à base de calcaire dans le cadre d'agricultures biologiques et amendements à base de cendres de bois sur parcelle expérimentale localisée en zone forestière non amendée). Différentes céréales (orge, blé tendre, amidonnier) sont testées. Un programme de recherche pluriannuel est soutenu par l'intermédiaire du projet CALCISOTOP<sup>3</sup>. Il offre comme perspective d'explorer l'ancienneté des amendements calcaires sur des lots de céréales issus de sites archéologiques du Néolithique ancien à l'Antiquité. Seuls les sites localisés sur une couverture loessique épaisse et vaste ont été retenus. Ces sites disposent d'une source potentielle de calcaire au sein de leur substrat géologique local.

L'apport de ces travaux pourrait permettre de mieux comprendre les déclinaisons régionales des choix d'espèces, en relation avec les systèmes d'élevage. Toutes les céréales ont-elles bénéficié des pratiques d'amendements ou certaines ont-elles été privilégiées en raison des enjeux économiques qui pesaient sur elles (blés nus notamment) ? Qu'en est-il de l'orge, omniprésente du fait de ses facilités d'adaptation dans tous les types de sols ? Quels sont les régimes réservés aux céréales « mineures » : engrain après le Néolithique, millets après le second âge du Fer, avoines et seigle. Certaines de ces céréales nécessitant peu d'azote, quelles sont les modulations entre espèces exigeantes et peu exigeantes, en relation avec l'implantation des agricultures dans des milieux contraignants ou marginaux, et quel est le rôle des légumineuses exploitant l'azote aérien du sol dans ces systèmes ? Placée en tête de rotation, cette catégorie de plantes alimentaires complémentaire des céréales permet en effet d'enrichir le sol et de suppléer en partie à la fumure. La compréhension des pratiques d'amendement débouchera de fait sur une meilleure compréhension des alternances et rotations culturales, sujet lui aussi difficile à aborder à partir des seuls ensembles carpologiques.

### À l'échelle des aires d'activités

D'autres activités ont également pu être abritées dans les bâtiments d'exploitation. Les granges ont pu à la fois servir au stockage des récoltes et à leur traitement, une partie de la surface ayant pu être réservée pour les opérations de battage et de nettoyage des grain(e)s. Celles-ci peuvent aussi avoir lieu en plein champ au plus près des récoltes, réduisant le volume des denrées à transporter à la ferme ou à acheminer vers d'autres occupations. Toutefois, pour au moins deux sites, il a pu être mis en évidence que le battage avait pris place au sein des fermes. À Villeneuve-d'Asq "La Haute Borne" (Nord), une aire dédiée à cette opération a été mise en évidence dans un enclos domestique, à partir de la localisation des résidus de traitement des récoltes dans les fossés ; après égrenage, le blé amidonnier a de plus été décortiqué (DERREUMAUX & DEFLORENNE 2017). Un espace similaire avait pu être perçu de la même manière sur le site de Verberie "la Plaine d'Herneuse" (Oise) (MALRAIN *et al.* 2006)

alors qu'aucun aménagement n'en signalait la présence au sol. L'aire de battage se trouvait dans l'angle de l'enclos où un bâtiment avait été implanté. Il abritait une structure qui a livré des fragments de meules, guidant une interprétation vers un espace de mouture, mais qui n'a pas été étayée par des analyses complémentaires. Dans les deux cas, il s'agissait de sites qui ne présentaient pas de conditions de conservation particulières. Ce n'est que par l'échantillonnage par mètre de l'ensemble du fossé d'enclos que des concentrations particulières de carpo-restes ont témoigné de ces aires d'activités. On ignore si le sol était aménagé afin de faciliter la récupération des grains après traitement, mais cela devait certainement être le cas. Dans ces deux cas de figure, les céréales ont donc été acheminées dans la ferme pour y être traitées, mais ont-elles été stockées dans un bâtiment au préalable ? Si on ne peut l'affirmer avec certitude, c'est très vraisemblablement le cas, ne fût-ce que pour protéger les grains des intempéries et les mettre hors de portée des animaux domestiques.

3 - CALCISOTOP / *Emergence des pratiques d'amendements calcaires dans les agricultures anciennes, approches croisées sur restes carpologiques : biogéochimie des céréales et écologie fonctionnelle des flores messicoles associées*, Initiative Structurante EC2CO « Ecosphère Continentale et Côtière », CNRS/INSU, Action Thématique HYBIGE (Les hydrobiogéosystèmes et leurs interactions) sous la dir. de B. BRASSEUR, EDYSAN, UPJV, Amiens, 2020-21.



Une fois battues, les céréales doivent encore être vannées, criblées, triées et stockées. Le grenier intervient donc au bout d'une série d'étapes. Or, ce bâtiment est le plus souvent perçu comme l'élément indispensable au fonctionnement d'une ferme, voire le seul. C'est oublier un peu vite qu'il n'est qu'un maillon, parmi d'autres, du fonctionnement d'une unité de production. Il est donc de notre intérêt de ne pas dissocier les éléments les uns des autres, mais au contraire de comprendre comment ils s'articulent entre eux. Dans une économie agricole, rien n'est laissé au hasard et chaque construction, chaque espace, est indispensable à l'équilibre de l'ensemble. Reprenons le cas des plantes alimentaires, pour acheminer les produits de récolte dans la ferme, il faut disposer d'attelages et de véhicules de transport qui doivent être remis après usage. Des bâtiments ont dû être dédiés à cette fonction. On pourrait multiplier les exemples tant les cultures, les cheptels, leurs produits et sous-produits exigent des aménagements spécifiques.

Le travail du cuir, de la laine, nécessite des cuves pour leur nettoyage et leur apprêt, que la présence de parasites et d'éléments chimiques pourrait nous révéler. Les fibres textiles d'origine végétale, comme le liber d'arbre, le lin, le chanvre et les orties, doivent également faire l'objet de traitements avant leur mise en œuvre. Ce ne sont que des exemples pris dans les matières végétales et animales, mais qui rendraient moins obscure la fonction des structures et des fosses qui parsèment les plans des établissements que nous fouillons. Là encore, après traitement, la laine et les peaux doivent être stockées à l'abri pour en conserver la qualité tout comme les fibres végétales et animales. La catégorie des ateliers et des espaces liés à différents travaux artisanaux reste encore mal perçue. Souvent leur présence est détectée à la faveur des reliefs de fabrication ou par les outils qui permettent leur mise en œuvre (forces, fusaïoles, pesons, etc.). Pour l'activité textile, les vestiges de confection sont souvent mêlés à ceux des unités domestiques suggérant qu'elle prenait place dans la maisonnée, mais on retrouve parfois les mêmes indices dans des espaces spécifiques, qui suggèrent un lieu créé pour, et consacré à cette tâche. C'est aussi le cas d'autres activités que l'on recense peu à peu dans le corps des fermes. Parmi ces dernières, la reconnaissance de la saunerie et de la métallurgie constitue l'un des apports les plus remarquables de ces dernières années.

L'activité métallurgique est ainsi présente sur près d'un tiers des sites (240 sur 750) témoignant d'une large pratique. On y reconnaît le travail du fer (181 sites ; 24 %), du bronze (54 sites ; 7 %) et de l'or (5 sites ; 1 %). La plupart des études ont montré (ORENGO 2003, BAUVAIS *et al.* 2007, BERRANGER 2014) que les établissements ruraux se trouvaient souvent

en bout de chaîne de la distribution du fer et consommaient majoritairement des demi-produits. Les activités de forge n'y apparaissent pas très importantes, leurs reliefs se limitant à quelques vestiges (scories) dont la quantité ne traduit pas un travail intense, même si quelques sites contredisent cette observation (SARRESTE & CAILLAUD 2017). À Cormeilles-en-Parisis "Les Bois Rochefort" (Val-d'Oise), ou à Tremblay-en-France en Seine-Saint-Denis, les déchets métalliques associés aux scories témoignent de la mise en forme de fines tôles de fer, opération qui nécessitait le savoir-faire d'un artisan hautement qualifié (SARRESTE & CAILLAUD 2017 *op. cit.*, p. 462), peut-être itinérant. Sur d'autres établissements encore, des opérations d'épuration ont pu être pratiquées (notamment à Marigny-Marmande (Indre-et-Loire) et Pliboux (Deux-Sèvres)). L'identification d'atelier de forges reste rare (Bazoches-sur-Vesles et Ronchères dans l'Aisne, par exemple), mais le regard des spécialistes dans ce domaine est déterminant. Le travail relatif aux établissements de Normandie effectué par N. Zaour, qui a examiné l'ensemble de la documentation pour 52 sites, a montré que 35 d'entre eux, soit 67 % du corpus, avaient livré des vestiges liés à la métallurgie (ZAOUR *et al.* 2014 : p. 6), ce qui conduit l'auteure à évoquer une activité de « paysan forgeron ». Même si on ne peut être certain que cette activité possédait partout la même ampleur, il ne fait guère de doute qu'elle était très fréquente et concernait nombre d'établissements ruraux. Si les ateliers de forge ne laissent pas toujours des empreintes bien visibles, leur présence peut être détectée par la géophysique qui, dans certains cas, précise même l'emplacement de l'enclume, dessinée en négatif par la répartition des battitures (HULIN *et al.* 2014). Faut-il envisager que chaque exploitation, au cours de sa croissance, ait ressenti le besoin de gérer cet aspect important de l'économie agraire, c'est-à-dire de pouvoir concevoir, à partir de demi-produits, des outils, mais aussi d'être en mesure de les recycler et de veiller à leur entretien ? C'est très certainement le cas, au regard du coût que devait engendrer l'acquisition de cette matière première. Il a ainsi été estimé qu'une ferme de taille moyenne, qui abrite une vingtaine de paysans actifs, avait besoin de 90 à 140 kg de fer par an pour fonctionner. Au XVIII<sup>e</sup> s., une exploitation agricole consommait de 2 à 10 kg de fer par hectare, et par an, en usure d'outils aratoires, suivant la nature du sol travaillé (BAUVAIS 2014). L'implantation de cette activité, au sein des établissements ruraux, a pu être recherchée dans le but d'accéder à une certaine autonomie. Cette organisation impliquait des réseaux suffisamment développés, dans lesquels même les espaces les plus reculés pouvaient être ravitaillés. On ne peut toutefois totalement exclure que les vestiges découverts puissent être les traces d'activités d'artisans itinérants.



## RECONNAÎTRE ET CARACTÉRISER LES ZONES DE FORGE SUR SURFACE DÉCAPÉE

Guillaume HULIN

L'identification et la caractérisation des zones du travail du fer peut s'avérer être un exercice délicat à réaliser sur le terrain lorsqu'elles se basent uniquement sur l'observation visuelle. Excepté sur les gros ateliers de production du fer, la plupart des indices liés à la métallurgie du fer peuvent être discrets et se limitent souvent à quelques déchets scoriacés ou des niveaux sombres plus ou moins bien caractérisés.

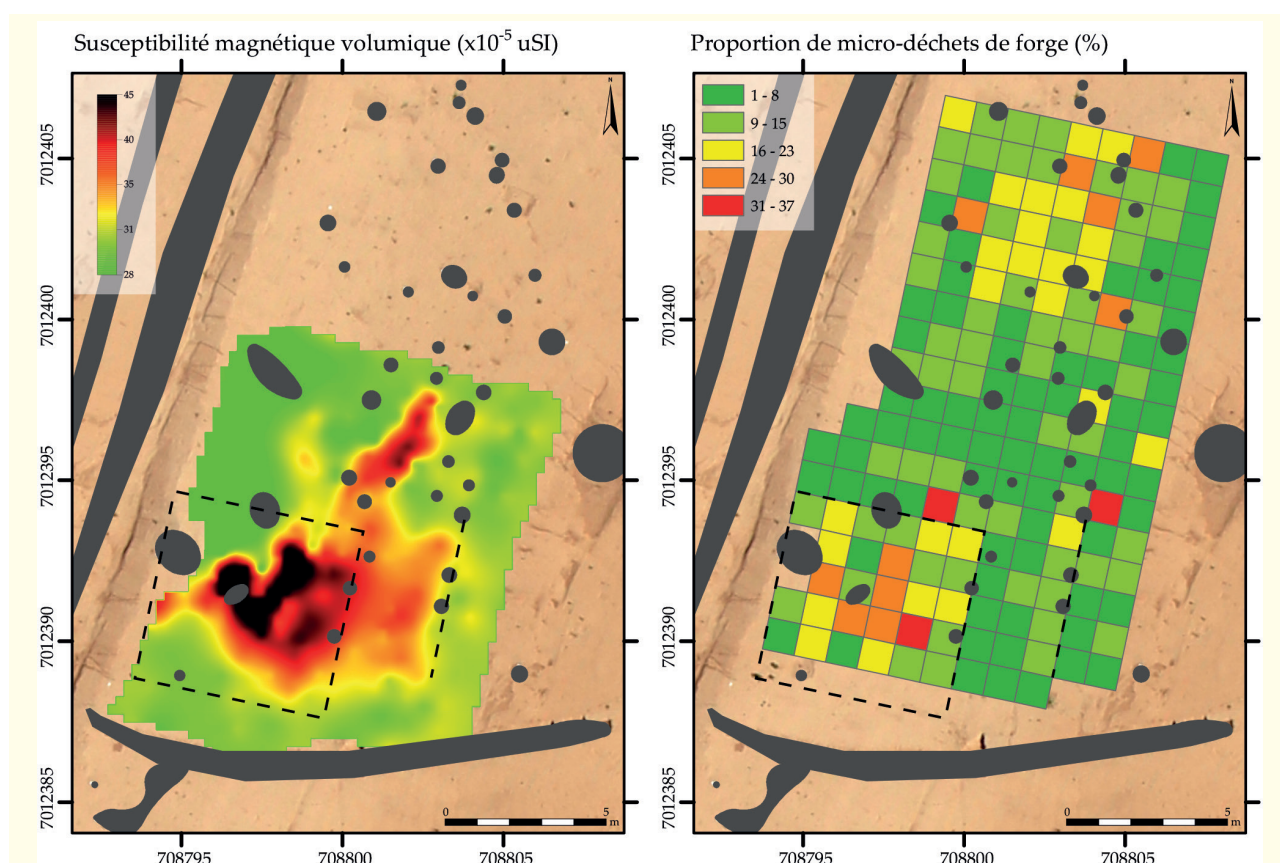
Des travaux récents ont permis de mettre au point un protocole permettant d'aider à reconnaître et circonscrire ces aires de travail du fer (HULIN *et al.* 2014). Cette approche se base sur la mesure de la susceptibilité magnétique du sol qui correspond à la capacité d'un corps à s'aimanter sous l'action d'un champ magnétique externe. Par définition ce paramètre physique est sensible à la teneur et à la composition en oxydes et hydroxydes de fer qui peuvent être modifiées par de multiples phénomènes naturels ou anthropiques. Parmi les causes d'origine humaine les phénomènes de chauffe, mais également la présence de micro-déchets ferreux constituent les principales causes d'augmentation de l'aimantation des sols (LE BORGNE 1955, MULLINS 1974, MARMET 2000). Par la mesure répétée de la susceptibilité magnétique, il est donc possible de repérer ces variations d'aimantation et d'apporter une aide pour l'archéologue dès la phase terrain.

Sa mesure directe sur le terrain est relativement aisée et immédiate. Elle permet, rapidement et à faible coût, de repérer et cartographier des anomalies d'aimantation qu'il convient ensuite de caractériser. Un simple test à l'aimant permet en général de confirmer ou d'infirmer la présence de micro-déchets parmi lesquels les battitures constituent un marqueur fort des zones de martelage du fer. Une fois les potentiels espaces de travail du fer repérés, un protocole de prélèvement des sédiments est mis en place, de manière ciblée, par le paléométallurgiste. Une estimation des proportions d'éléments magnétiques est ensuite réalisée à partir des refus magnétiques issus du tamisage à l'eau.

L'exemple du site de Sauchy-Lestrée sur le projet du Canal Seine-Nord Europe est particulièrement représentatif de l'apport de cette approche. À la suite du décapage des horizons superficiels, aucun indice ne permettait de déceler la présence d'un espace de travail du fer. L'étude de susceptibilité magnétique y a pourtant révélé la présence d'une anomalie bien structurée sur la surface décapée directement sur le sol considéré comme naturel (fig. 2). Des limites franches sont présentes et peuvent être interprétées comme des effets de paroi qui sont à mettre en relation avec le plan archéologique.

À la suite de cette détection, un carroyage a été implanté sur ce secteur pour la réalisation des prélèvements. Une fois traité, l'ensemble des échantillons ne montre qu'une faible proportion d'éléments magnétiques par carré qui s'explique par le fort arasement du site. En effet, il ne s'agit ici que de la « pollution » issue des déchets ayant migré en profondeur par les phénomènes de bioturbation. Malgré ce fort taux d'arasement, on constate une bonne corrélation entre la carte des micro-déchets et celle obtenue par la géophysique (fig. 2). En certains endroits, les résultats divergent quelque peu. Certains carrés relativement magnétiques ne révèlent pas de fortes proportions de micro-déchets. L'hypothèse de chauffe est donc à envisager dans ce cas pour les zones n'ayant fourni qu'une faible proportion de déchets métallurgiques. À l'emplacement où les fortes susceptibilités sont corrélées à de fortes proportions d'éléments magnétiques, l'observation microscopique a permis de détecter la présence de battitures lamellaires et en billes. Ces observations donnent une première image globale sur l'organisation de cette forge qui a pu être datée de la première moitié du I<sup>er</sup> s. av. n.è. Ainsi, l'espace où était frappé le métal, semble se situer en partie sud-ouest de la forge dont l'une des structures en creux découvertes dans ce secteur aurait pu servir de point d'ancrage à l'enclume. La cartographie réalisée après le traitement des sédiments a également permis de constater un prolongement des effets de parois détectés lors de la prospection géophysique et ainsi apporter une meilleure connaissance du bâtiment abritant la forge. On observe la continuité de ce dernier vers le nord-est où un second espace avec une concentration d'éléments magnétiques - qui n'avait pas été détecté lors de la prospection géophysique - semble exister (HULIN *et al.* 2014).

Les informations apportées par l'association des données géophysiques et paléométallurgiques sont complémentaires et particulièrement pertinentes : l'étude de susceptibilité magnétique permet de cerner rapidement les espaces ayant pu accueillir de possibles ateliers de forge et offre la possibilité d'observer des espaces où les traces archéologiques ne sont plus visibles à l'œil nu. Ces informations permettent alors d'aborder de manière plus fine la fouille des forges, de pouvoir collecter et prélever de manière ciblée toutes les informations spécifiques à ce type d'occupation et d'aboutir ainsi à une image plus précise de l'organisation de l'atelier.



**Fig. 2** - Cartographie de susceptibilité magnétique et prélèvements paléométallurgiques sur le secteur 10 du site de Sauchy-Lestrée avec proposition de zonage de la forge.

La généralisation depuis une dizaine d'années de ce type d'approche (en particulier sur les fouilles préventives) renouvelle considérablement les connaissances sur les aires du travail du fer que ce soit sur les gros ateliers ou bien sur les ateliers de taille plus modeste qui ont, pour la plupart, laissé des traces particulièrement ténues et difficilement observables à l'œil nu.

Comme les établissements où la métallurgie était pratiquée, les sites à enclos où la saunerie était réalisée ne se différencient guère des autres, mais la production de sel génère d'importants vestiges. Dans certains cas, comme à Pont-Rémy dans la Somme, la zone réservée aux structures de l'atelier est parfaitement circonscrite, bornée même par un puissant fossé palissadé. L'atelier s'y organise autour d'un fourneau protégé par un bâtiment. Selon les quantités produites, plusieurs niveaux de diffusion de cette matière première sont envisageables. Elle peut être destinée à la communauté productrice pour ses besoins personnels ou comme matière première pour l'élaboration de recettes spécialisées (salaisons, produits saumurés). Si la plupart des ateliers se trouvent non loin de la mer, comme en Bretagne et Basse-Normandie, d'autres, particulièrement dans le *Belgium*, se trouvent très en retrait du littoral, parfois à plus de 100 km de celui-ci, comme à Arras dans le Pas-de-Calais (JACQUES & PRILAUX 2003) ou à Campagne dans l'Oise (SARRAZIN & LOUESDON 2017). Les stations les plus proches peuvent être considérées comme des sites producteurs, mais, pour les plus éloignées, il semble qu'elles aient été approvisionnées en une matière déjà en partie transformée (saumure

saturée ?). Elles occuperaient donc un rang intermédiaire, recyclant un demi-produit en produit. Cette diversité des situations suppose un processus complexe de collecte de la matière première, de transformation en demi-produit ou produit, de diffusion, et soulève des questions relatives aux échelles de production. En dehors des sites bretons et lorrains à très haut rendement, les quantités produites sur les établissements ruraux varient selon leur équipement et sont difficiles à évaluer. Pour Pont-Rémy dans la Somme, il a été proposé des quantités de 250 kg par fournée (MASSE & PRILAUX 2016, 2017, p. 537) tandis que S. Fichtl les estime entre 300 et 500 kg (FICHTL 2018, p. 115), mais le rythme des cuissons n'est pas connu, et on ignore si cette activité était pratiquée tout au long de l'année ou si elle était saisonnière. Sur quelques sites, comme celui de Gouy-Saint-André (Nord), où six fours ont été aménagés dans un laps de temps de quatre générations l'activité saunière est pérenne, alors qu'ailleurs, un seul four a été découvert, qui a généré de nombreux déchets. La quantité produite peut couvrir plusieurs niveaux de besoins, ceux de la communauté créatrice, du niveau local au suprarégional, ou d'une commercialisation à visée encore plus large. Le développement de la

production de pains de sel répond probablement à une demande accrue en matière première. Le sel est indispensable à l'entretien du bétail pour lequel il faut compter 4 g sel/kg de matière sèche par tête. Une petite vache de 400 kg qui consomme 8 kg MS/jour nécessite au moins 30 g de sel. Condiment indispensable à la conservation ou à la transformation des aliments (salaisons), dont certaines agglomérations faisaient leur spécialité, le sel est rapidement devenu un ingrédient très recherché. La demande a dû être très forte et en constante augmentation, rendant indispensable une distribution maîtrisée. Organiser une production au sein des établissements ruraux gageait donc d'une facilité d'écoulement des produits, et de gains qui ne devaient pas être négligeables. La fabrication de sel dans les sites campagnards a peut-être aussi été mise en place pour répondre à un autre objectif. En disposant de cette matière première *in situ*, il était possible de conserver de nombreux produits frais comme les légumes et la viande (en saumure ou en salaison), dans l'attente de leur vente sur les marchés urbains. Le bénéfice à exercer cette activité pouvait être double ; un débouché pour les produits de la ferme et une vente des pains de sel dans les agglomérations.

Il s'agit là d'activités dont les traces matérielles sont les plus visibles et qui échappent moins facilement aux investigations archéologiques alors que celles qui engendrent des indices plus ténus demeurent peu perçues. Dans la Sarthe, à Yvré-l'Évêque, c'est la fabrication de brai de bouleau qui a été reconnue (REGERT & VACHER 2001). Au "Pâtural", à Clermont-Ferrand, vingt-quatre objets façonnés en pierre (quartz, granite ou basalte) présentent des surfaces dont l'usure va parfois jusqu'au lustrage. Ils sont interprétés « *comme des lissoirs ou polissoirs utilisés pour l'apprêtage des tissus ou des peaux* » (DEBERGE *et al.* 2007, p. 235). Une analyse tracéologique serait nécessaire pour disposer d'indices de leur fonction. Combien de pierres d'apparence anodine a-t-on négligé de ramasser sur les sites et quelle quantité de matériau lithique, hormis les instruments classiques de mouture, n'est-elle pas prise en considération ? Les meules ne font l'objet d'études spécialisées que depuis peu et, pour bien des sites, les moyens accordés ne permettent même pas d'en envisager l'analyse. Des examens plus systématiques du mobilier lithique permettraient certainement d'élargir le panel des activités reconnues. À Courdimanche "Zac du Bois d'Aton" (Val-d'Oise) l'étude de la céramique conduite par J.-M. Séguier a mis en évidence la présence de vases, d'assez gros volumes, pouvant être impliqués dans la fabrication de lait de chaux (POEYTON 2015). Ces quelques sites illustrent une diversité des activités.

Dans un registre proche, l'étude des mobiliers métalliques, en particulier les outils, donne accès à une gamme variée d'activités pratiquées dans et hors des sites d'habitat (labour, moisson, travail du bois, des matières végétales souples...) dans certains cas, ils peuvent aussi éclairer la fonction de certains bâtiments (HUITTOREL 2020). Pour la Protohistoire, il n'existe pas encore de véritables synthèses en dehors de travaux universitaires qui sont restés inédits (DAVID 2009 et 2010, SOUYRIS 2010). La publication des actes du dernier colloque de l'association Ager (*colloque AGER 2018 Dijon, inédit*) viendra en partie combler ce manque.

Une reprise de la documentation dans le cadre d'un travail doctoral permettrait de donner une véritable ampleur à ce sujet.

L'analyse spatiale ne peut plus se contenter de prendre en considération les vestiges immobiliers et mobiliers, elle a besoin pour dépasser nos connaissances actuelles d'embrasser et de compiler les données des sciences de la Vie et de la Terre. Les collègues qui œuvrent dans les différentes disciplines de la bioarchéologie ont établi un cahier des charges des minimums méthodologiques visant à garantir la qualité scientifique minimale de ces travaux afin que les études puissent être comparées entre elles. Ils ont de commun accord réfléchi aux attendus d'un rapport d'analyse et aux contenus et précisions méthodologiques qui devraient figurer de manière obligatoire dans ces documents, en complément d'informations plus optionnelles. Les contributions couvrent l'ensemble des champs d'études actuels et exposent de manière claire les manières de prélever, de conserver, d'étudier et de restituer les supports et résultats d'analyse. Ce cahier de l'Inrap constitue un précis indispensable à nos pratiques (CARPENTIER *et al.* 2020). En accord avec les attentes des archéologues du SRA, aussi bien que des opérateurs d'archéologie, cette grille d'analyse vise à maintenir une adéquation des méthodes avec les objectifs fixés, la garantie d'obtenir des résultats valides et interprétables, et un retour possible sur les données brutes, un niveau de précision dans l'enregistrement des données qui soit équivalent d'une étude à l'autre et la possibilité de comparer les acquis à une échelle supra-locale. Avec la multiplication des intervenants, il est primordial que des bilans et travaux de synthèses puissent encore être entrepris et que les méthodes de décomptes et d'enregistrement présentent entre elles un minimum de compatibilité, d'un site à l'autre. Des données non exploitables signifient que le coût d'un travail sera, dans tous les cas, trop élevé si cela invalide au final la pertinence des informations recueillies et n'autorise pas une réinterprétation potentielle des résultats.



## UN CHANGEMENT D'ÉCHELLE

Depuis peu, il a été mis en évidence qu'un enclos ne représente qu'une cellule au sein d'un système de production. Dans des secteurs abondamment fouillés, il est permis d'observer la trajectoire des sites, de leur fondation à leur devenir durant la période romaine. Au fur et à mesure du temps, ces installations pionnières génèrent la mise en place d'autres enclos dans leur environnement. Ces noyaux de sites n'en forment qu'un et s'assimilent à des domaines, siège probable de l'aristocratie gauloise (MALRAIN & LORHO 2018, MALRAIN 2021). Cette croissance exponentielle de sites, autour d'un établissement fondateur, s'apparente à un essaimage familial, le nombre d'unités domestiques en constant accroissement permettant de poser l'hypothèse d'un développement au fur et à mesure des générations. Les nécropoles installées dans leur environnement constituent un indice supplémentaire à mettre au compte d'une appropriation de la terre sur le temps long. Si on peut postuler que les liens soient d'ordre génétique, il est aussi admissible que ce qui lie les unités entre elles ne relève pas d'un lien familial. L'aristocratie a pu pourvoir à l'installation de familles constituant sa clientèle autour de son habitat ou, en acquittant les impôts impayés de petits exploitants, agrandir ses domaines et s'assurer une main-d'œuvre servile. L'observation approfondie de plusieurs ensembles a permis de mettre en évidence qu'outre leurs usages domestiques, des fonctions complémentaires entre enclos (métallurgie, saunerie, stockage, mouture...) ont été recherchées. Cette manière d'administrer un domaine visait certainement à en accroître l'autonomie, mais également à en renforcer la rentabilité. Plusieurs enclos ne formant qu'un site, il est nécessaire d'étendre l'analyse spatiale pour comprendre comment ces cellules s'articulent entre elles. En analysant, de manière plus approfondie, le fonctionnement de chacun des enclos, on pourra davantage en évaluer le rôle.

Pour la culture matérielle, il est possible d'évaluer si sa composition était adaptée aux membres d'une communauté ou si, au contraire, la surabondance de certains vestiges trahit une tâche spécialisée. À 20 km de Paule, le site de Laniscat est interprété comme un espace de mouture (ROY 2009). Un enclos de 85 m de côté (7 500 m<sup>2</sup>) daté de la fin du III<sup>e</sup> / début du II<sup>e</sup> s. et qui perdure jusqu'au milieu du I<sup>er</sup> s. av. n. è., se partage en quatre aires distinctes. Les quatre maisons qu'il abrite sont accompagnées d'un minimum de onze greniers, de deux très grandes constructions (granges et/ou étables), et d'une douzaine d'édifices qualifiés d'annexes. Des meules d'un très grand gabarit, dont l'auteur suppose qu'elles n'ont pu être mises en action qu'en ayant recours à la force animale, sont associées à des petites constructions considérées comme des ateliers. L'hypothèse avancée est celle d'un espace

de traitement des céréales (mouture). Localisé à peu de distance d'un cours d'eau (le Blavet), celui-ci pouvait faciliter le transport des céréales à traiter, et leur distribution une fois transformées. Dans le Laonnois (Aisne), sur le pôle d'activités des Griffons (Barenton-Bugny, Chambry et Laon), totalisant 15 ha décapés, un des établissements a livré des quantités de meules trois à quatre fois supérieures à celles d'autres établissements agricoles de la région, ce qui permet aux auteurs de supposer que l'activité de mouture dépassait les besoins du groupe humain résident (AUDEBERT *et al.* 2016, p. 120-124). Au Plessis-Gassot (Val-d'Oise) l'enclos "L'Arpent aux Chevaux Sud", de plus d'un hectare, s'assimile davantage à un espace dédié au stockage et à la transformation des céréales qu'à un habitat. Il abrite une quinzaine de greniers et silos auxquels est associé un matériel de mouture bien plus important que pour les autres établissements qui l'entourent. L'hypothèse formulée par C. Touquet Laporte-Cassagne est que, dans cet espace, sont gérées les productions des quatre autres habitats contemporains (TOUQUET LAPORTE-CASSAGNE & TROUVE 2018). La part des entités spécialisées dans le traitement des céréales n'est pour l'instant pas estimable, car il faudrait évaluer la dotation minimale des occupations en équipement de mouture, pour faire ressortir celles où ces témoins sont excédentaires. En dehors des enclos, comme à Poulainville, c'est un regroupement de structures de stockage qui a été relevé, guidant l'interprétation vers un espace centralisateur des récoltes. Peu à peu ces entrepôts massifs de stockage sont reconnus un peu partout en Gaule. À une période où le système primaire autorise le développement d'autres formes d'habitat (agglomérations et villes) une restructuration très forte de la campagne a été conduite par les élites. Les débouchés offerts par la demande des populations urbaines ont constitué une manne pour le monde rural. Pour y répondre, des activités dont l'échelle était auparavant cantonnée à la sphère familiale ont été réorganisées dans le but de dégager des surplus, tandis que d'autres ont été érigées en véritables spécialisations.

## CONCLUSION

Les analyses spatiales développées il y a près de trente ans constituaient l'un des meilleurs moyens pour tenter d'interpréter le fonctionnement des établissements. Elles ont considérablement fait progresser nos connaissances, mais force est de constater qu'aujourd'hui les investigations restent majoritairement cantonnées aux traces matérielles (pour l'immobilier comme pour le mobilier). Dans le cas d'établissements que nous pensons relever du domaine agricole, nous sommes confrontés à un obstacle de taille : en identifier les différentes composantes. Cultures et élevage nécessitent des infrastructures adaptées que le panel d'analyses à notre disposition permet de mieux appréhender,



il n'appartient qu'à nous de nous en emparer. Un investissement dans les archéosciences devient donc incontournable si l'on veut, à terme, mieux comprendre le fonctionnement économique de ces sites et les liens qu'ils entretiennent entre eux. Une unité de production ne se résume pas à des maisons et des annexes, chacun des bâtiments d'exploitation a été construit en anticipant son usage et c'est précisément sur ces fonctions que nous devons nous pencher. En les identifiant, ce n'est pas seulement le rôle des édifices qui sera révélé, mais toute l'économie qui repose sur leur existence. De même, un outil ne révèle pas simplement à quoi il a servi, mais entre dans un processus économique qui va de son acquisition aux matières qu'il a permis de travailler. Avec lui c'est le réseau d'approvisionnement et l'environnement que l'on peut discerner. Aller plus loin nécessite des moyens et c'est à ces derniers que se heurtent nos méthodes d'approches. L'enveloppe réservée aux analyses sur chacune des opérations se résume à quelques milliers d'euros ; c'est beaucoup mieux qu'il y a trente ans, mais cette provision ne permet toutefois pas de dépasser une entreprise minimale et c'est peut-être sur l'utilisation sans discernement de ces fonds que nous devrions nous interroger. Nous ne pouvons pas tout entreprendre sur chacun des gisements, car les frais qu'engageraient ces études deviendraient vite exponentiels et, dans un système économique qui engage le moins-disant, bien des dossiers ne seraient pas recevables. La manière dont nous utilisons ces crédits gagnerait sans doute à être plus ciblée et mieux adaptée aux objectifs et à l'état de conservation de certains vestiges. Faut-il toujours engager l'enveloppe budgétisée individuellement pour chacune des opérations ou les compiler pour qu'elles constituent un fond de réserve adapté aux ambitions et aux enjeux informatifs du panel d'analyses qui peuvent déjà être mises en œuvre sans préjuger de futurs développements ? C'est une réflexion globale qui doit être menée avec les différentes instances de l'archéologie. En concertation avec les SRA, dès l'étape du diagnostic comme cela se pratique dans certaines régions, nous devrions être en mesure de réaliser quelques prélèvements pour tester la conservation des écofacts. Bien sûr leur absence ne signifie pas qu'ils ne sont pas présents sur le site, mais, en cas de tests positifs, leur prise en compte pourrait faire l'objet d'une instruction mieux argumentée. Au moment de la fouille, puis avant son exploitation, une nouvelle concertation s'impose. Tous les gisements ne nécessitent pas que l'on investisse des moyens d'examen complémentaires, principalement quand ils sont très mal conservés. D'autres, en revanche, dont le potentiel informatif est confirmé, méritent des investigations plus poussées. Pour établir des « priorités » et suivre une programmation dont la définition est à la charge du CNRA, des coordinateurs régionaux ou supra-régionaux pourraient veiller à l'utilisation

des moyens afin de répondre à des problématiques précises. Une meilleure connaissance des avancées déjà acquises et des retours réguliers d'expérience pourraient aider à faire émerger certaines thématiques. La mise en œuvre d'outils nouveaux ne devrait pas obligatoirement porter préjudice à des disciplines plus anciennement établies, car toute nouvelle méthode d'investigation possède ses limites propres, et soulève de nouvelles questions. Ce n'est que par mobilisation de l'ensemble de la communauté et par une politique concertée que nous serons en capacité de donner un nouvel élan à nos pratiques et aux connaissances qu'elles génèrent.

## BIBLIOGRAPHIE

COLUMELLE (2002) - *De l'agriculture*. Texte traduit par C. Charles Nisard. Errance, Paris 336 p.

PALLADIUS (1976) - *Traité d'agriculture*, tome I, livres I-II. Texte traduit par R. Martin. Paris : Les Belles Lettres, 209 p. (Collection des universités de France. Série latine ; 226).

PLINE L'ANCIEN (1947-1998) - *Histoire naturelle*. Texte traduit par Alfred Ernout. Les Belles Lettres, Paris (Collection des universités de France. Série latine).

AGUILERA Monica, ZECH-MATTERNE Véronique, LEPETZ Sébastien & BALASSE Marie (2018) - « Crop fertility conditions in north-eastern Gaul during the La Tène and Roman periods : a combined stable Isotope analysis of archaeobotanical and archaeozoological remains », *Environmental Archaeology*, 23-4, p. 323-337.

ANDREWS M. Grace, JACOBSON Andrew D., LEHN Gregory O., HORTON Travis W. & CRAW Dave (2016) - « Radiogenic and stable Sr isotope ratios ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{88}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) as tracers of riverine cation sources and biogeochemical cycling in the Milford Sound region of Fiordland, New Zealand », *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 173, p. 284-303.

AUDEBERT Alexandre, AUXIETTE Ginette, CORSIEZ Amélie, LE QUELLEC Vincent, NORMANT Stéphanie, PINARD Estelle & ZECH-MATTERNE Véronique (2016) - « Héritage et évolution des implantations foncières chez les rèmes dans le Nord laonnois entre le III<sup>e</sup> s. av. J.-C. et le III<sup>e</sup> s. ap. J.-C. l'exemple du pôle d'activités du griffon, à Barenton-Bugny, Chambry et Laon (Aisne) » dans BLANCQUAERT Gertrude & MALRAIN François (dir.) - *Évolutions des sociétés gauloises du second âge du Fer, entre mutations internes et influences externes. Actes 38<sup>e</sup> colloque international de l'Afeaf (Amiens, 2014)*. Société archéologique de Picardie, Amiens, p. 113-133 (Revue archéologique de Picardie. Numéro spécial ; 30).

BAUVAIS Sylvain (2014) - « Les forgerons » dans MAHÉO Noël, GAUDEFROY Stéphane & MALRAIN François - *Les campagnes gauloises au fil des saisons*. Catalogue d'exposition. Musée de Picardie, Amiens, p. 44.

BAUVAIS Sylvain, GAUDEFROY Stéphane, GRANSAR Frédéric, MALRAIN François & FLUZIN Philippe (2007) - « Premières réflexions sur l'organisation des activités de forge en contexte rural à La Tène finale en Picardie » dans MILCENT Pierre-Yves (dir.) - *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal*.

Actes du 28<sup>e</sup> colloque international de l'Afeaf, Toulouse, 20 au 23 mai 2004. Bordeaux, Fédération Aquitania, p. 239-265 (Aquitania. Supplément 14/2).

BAYLE Grégory & JOSSET David (2012) - « Dépôt de truies en silos et fossés dans des sites gaulois de Beauce » *Archéopages, Vivre avec les bêtes*, 35, p. 32-33.

BEN MAKHAD Sammy, ZECH-MATTERNE Véronique, BALASSE Marie & MALRAIN François (2019) - « Crop manuring during the Second Iron Age in northern France, preliminary results ». *18th Conference of the International Workgroup for Palaeoethnobotany, June 2019, Lecce, Italy*. Disponible sur <hal-02365157> (Consulté le 26/03/2020).

BEN MAKHAD Sammy, MATTERNE Véronique, MALRAIN François, FIORILLO Denis & BALASSE Marie (2020) - « Apport des analyses isotopiques pour l'étude de la fertilisation organique des champs au second âge du Fer dans la moitié nord de la France », *VI<sup>e</sup> Rencontres de l'École Européenne de Protohistoire de Bibracte, Glux-en-Glenne, 9 au 11 mars 2020*, Communication orale.

BERRANGER Marion (2014) - *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*. Éditions universitaires, Dijon, 382 p.

BLANCQUAERT Gertrude, LORHO Thierry, & MALRAIN François (2012) - « Le monde rural au second âge du Fer : des avancées considérables, des perspectives illimitées », dans *Nouveaux champs de la recherche archéologique*. Inrap, Paris, p. 147-153 (Archéopages. Hors-Série ; 3).

BOGAARD Amy, HEATON Tim H. E., POULTON Paul & MERBACH Ines (2007) - « The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices », *Journal of Archaeological Science*, 34-3, p. 335-343.

BOSSARD Nicolas, JACOB Jérémy J, LE MILBEAU Claude, SAUZE Joana, TERWILLIGER Valérie, POISSONNIER Bertrand & VERGÈS Élisabeth (2013) - « Distribution of miliacin (olean-18-en-3 $\beta$ -ol methyl ether) and related compounds in broomcorn millet (*Panicum miliaceum*) and other reputed sources : Implications for the use of sedimentary miliacin as a tracer of millet ». *Organic Geochemistry* [en ligne], 63, 48-55. Disponible sur < <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2013.07.012> > (Consulté le 18/10/2021).

BRASSEUR Boris, SPICHER Fabien, LENOIR Jonathan, GALLET-MORON Emilie, BURIDANT Jérôme & HOREN Hélène (2018) - « What deep-soil profiles can teach us on deep-time pH dynamics after land use change ? », *Land Degradation & Development*, 29, p. 2951-2961.

BROES Frédéric, CLAVEL Viviane, DE CLERQ Wim, FECHNER Kai, ROUPPERT Vanessa & VANMOERKERKE Jan (2012) - « À la recherche des espaces de stabulation. Étude pluridisciplinaire d'habitats du Néolithique au Moyen Âge dans le nord de la France », *Archéopages, Vivre avec les bêtes*, 35, p. 6-16.

CAGNATO Clarissa (2018) - « Sweet, Weedy, and Wild: Macrobotanical Remains from a Late Classic (8th century A.D.) Feasting Deposit Discovered at La Corona, an Ancient Maya Settlement », *Vegetation History and Archaeobotany*, 27(1), p. 241-252.

CAGNATO Clarissa & PONCE Jocelyne M. (2017) - « Ancient Maya manioc (*Manihot esculenta* Crantz) consumption : Starch grain evidence from Late to Terminal Classic (8th- 9th century A.D.) Occupation at La Corona, Northwestern Petén, Guatemala », *Journal of Archaeological Science : Reports*, 16, p. 276-286.

CAPO Rosemary C., STEWART Brian W. & CHADWICK Oliver A. (1998) - « Strontium isotopes as tracers of ecosystem processes: theory and methods », *Geoderma*, 82 (1-3), p. 197-225.

CARPENTIER Carine, ARBOGAST Rose-Marie & KUCHLER Philippe (dir.) (2020-2021) - « Bioarchéologie : minimums méthodologiques, référentiels communs et nouvelles approches ». *Actes du 4<sup>e</sup> séminaire scientifique et technique de l'Inrap*, 28-29 nov. 2019, Sélestat [en ligne]. Disponible sur < <https://sstinrap.hypotheses.org/category/seminaires-st/bioarcheologie-minimums-methodologiques-referentiels-communs-nouvelles-approches> > (Consulté le 18/10/2021).

CHEREL Anne-Françoise (2020) - *Céramiques de l'âge du Fer de la péninsule armoricaine (VI<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> siècles avant notre ère). Formes, décors, fonctions*. Thèse de doctorat, Histoire, Université de Bretagne Sud, Lorient, 2 vol., 808 p.

CHEREL Anne-Françoise & FRÈRE Dominique (2020) - « Du vin en Bretagne dès le premier âge du Fer ? Fabrication et consommation locales », *Archéopages, Alcools*, 47, p. 12-23.

CHEREL Anne-Françoise, FRÈRE Dominique, GARNIER Nicolas, NICOLAS Éric & TANGUY Daniel (2018) - « Fonctions de structures souterraines de l'âge du Fer en Bretagne occidentale (France) à travers les analyses de contenus de leurs mobiliers » dans BALLET Pascale, LEMAITRE Séverine & BERTRAND Isabelle (dir.) - *De la Gaule à l'Orient méditerranéen. Fonctions et statuts des mobiliers archéologiques dans leur contexte*. Actes du colloque international de Poitiers, 27-29 octobre 2014. Presses universitaires de Rennes, Rennes, p. 73-79 (Archéologie & culture).

DAVID Antoine (2009) - *Outillage et ustensiles en fer des établissements agropastoraux du second âge du Fer en France : l'exemple de la Picardie*. Mémoire de Master 1, Université de Paris I, Panthéon-Sorbonne, 206 p.

DAVID Antoine (2010) - *Le développement de l'outillage agricole en France (625-25 avant notre ère)*, Mémoire de Master 2, Université de Paris I, Panthéon-Sorbonne, 2 vol. (141,172 p).

DEBERGE Yann, COLLIS John & DUNKLEY Jon (dir.) (2007) - *Le Pâtural, Clermont-Ferrand, Puy-de-Dôme : un établissement agricole gaulois en Limagne d'Auvergne*. Association de liaison pour le patrimoine et l'archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne, Lyon, 340 p. (DARA ; 30).

DERREUMAUX Marie & DEFLORENNE Carole (2017) - « "La Haute Borne" (Villeneuve d'Ascq, Nord) : une aire de battage en plein air. Un indice sur la saisonnalité et l'organisation du travail lié au traitement des céréales », dans TRÉMENT Frédéric (dir.) - *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules romaines, Problèmes d'interprétation fonctionnelles et économique de bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale, actes du XI<sup>e</sup> colloque de l'association d'étude du monde rural gallo-romain*. Aquitania, Bordeaux, p. 305-322 (Aquitania. Supplément ; 38).

- DODINET Élisabeth & GARNIER Nicolas (2021) - « Les analyses organiques en contexte archéologique. Clés d'interprétation croisées de la chimie et de l'ethno-archéobotanique » dans POUZADOUX Claude, FRERE Dominique, MUNZI Priscilla & MASTRO Barbara del (éd.) - *Les produits biologiques en Italie et Gaule préromaines. Produits alimentaires, médicinaux, magico-religieux, cosmétiques*. Centre Jean Bérard, Naples.
- DUFOUR Jean-Yves (2012) - « Étables à bovins, écuries, bergeries, porcheries. Manuels agronomiques et vestiges médiévaux et modernes en Île-de-France », *Archéopages, Vivre avec les bêtes*, 35, p. 60-66.
- FICHTL Stéphane (2018) - « Les établissements ruraux de La Tène finale », dans REDDÉ Michel (éd.) - *Gallia Rustica. 2. Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive*. Ausonius éditions, Bordeaux, p. 85-131 (Mémoire ; 50).
- FRASER Rebecca A., BOGAARD Amy, HEATON Tim H.E., CHARLES Michael, JONES Glynis, CHRISTENSEN Bent T., HALSTEAD Paul, MERBACH Ines, POULTON Paul R., SPARKES Debbie & STYRING Amy K. (2011) - « Manuring and stable nitrogen isotope ratios in cereals and pulses: towards a new archaeobotanical approach to the inference of land use and dietary practices », *Journal of Archaeological Sciences*, 38, p. 2790-2804.
- GARNIER Nicolas (2017) - « L'apport des analyses chimiques organiques à la caractérisation des structures agricoles : le cas des installations oléicoles ou vinicoles et des espaces de stabulation » dans TRÉMENT Frédéric (dir.) - *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules romaines, Problèmes d'interprétation fonctionnelles et économique de bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale, actes du XI<sup>e</sup> colloque de l'association d'étude du monde rural gallo-romain*. Aquitania, Bordeaux, p. 97-112 (Aquitania. Supplément ; 38).
- GARNIER Nicolas, SILVINO Toni & DJAOUI David (2020) - « Chromatographies, spectrométrie de masse, métabolomique... où en est-on dans nos pots ? », dans RIVET Lucien (dir.) - *Actes du colloque de Lyon*. SFECAG, Marseille, p. 205-214.
- GIGUET-COVEX Charline, DAVID Fernand, POULENARD Jérôme, CHOLER Philippe, FICETOLA Gentile-Francesco, BAJARD Manon, ARNAUD Fabien, GIGUET-COVEX Charline, PANSU Johan, TABERLET Pierre, FOUINAT Laurent, MOCCI Florence, GIELLY Ludovic & WALSH Kevin (2015) - « L'histoire des activités agricoles et des paysages révélée par un outil en plein essor : l'ADN sédimentaire lacustre », *Collection EDYTEM, Cahiers Géographie*, 18, p. 81-102.
- GRANSAR Frédéric, MALRAIN François & MATTERNE Véronique (1997) - « Analyse spatiale d'un établissement rural à enclos fossoyés du début de La Tène finale : Jaux le Camp du Roi (Oise) » dans AUXIETTE Ginette, HACHEM Lamys & ROBERT Bruno (dir.) - *Espaces physiques, espaces sociaux dans l'analyse interne des sites du Néolithique à l'âge du Fer. Actes du 119<sup>e</sup> Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques, Amiens (24-28 octobre 1994)*. Éditions du CTHS, Paris, p. 159-181.
- GRUET Yves & DUPONT Catherine (2009) - « Exploitation du milieu littoral et marin. I. Les mollusques ou la malacofaune » dans LAPORTE Luc (dir.) - *Des premiers paysans aux premiers métallurgistes sur la façade atlantique de la France (3500-2000 av. J.-C.)*. Association des Publications chauvinoises, Chauvigny, p. 555-581 (Mémoire ; 33).
- HAIJ Fadi, POSZWA Anne, BOUCHEZ Julien & GUEROLD François (2017) - « Radiogenic and "stable"strontium isotopes in provenance studies: A review and first results on archaeological wood from shipwrecks », *Journal of Archaeological Science*, 86, p 24-49.
- HAMON Caroline, EMERY-BARBIER Aline & MESSENGER Erwan (2011) - « Quelle fonction pour les meules du Néolithique ancien de la moitié Nord de la France ? Apports et limites de l'analyse phytolithique », dans BOSTYN Françoise, MARTIAL Emmanuelle & PRAUD Ivan (dir.) - *Le Néolithique du nord de la France dans son contexte européen. Habitat et économie aux 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> millénaires avant notre ère. Actes du 29<sup>e</sup> colloque interrégional sur le Néolithique, Villeneuve d'Ascq, 2-3 octobre 2009*. Société archéologique de Picardie, Amiens, p. 515-521 (Revue archéologique de Picardie. Numéro spécial ; 28).
- HUITOREL Guillaume (2020) - *Outils, bâtiments et structures d'exploitation des campagnes du nord de la Gaule, essai de caractérisation des équipements et des activités des établissements ruraux (I<sup>er</sup>-V<sup>e</sup> s. ap. J.-C.)*. Éditions Mergoïl, Drémil-Lafage, 556 p. (Monographies Instrumentum ; 66).
- HULIN Guillaume, JAGOU Benjamin, DE MUYLDER Marjolaine, HENTON Alain, LAMOTTE Didier, LEFÈVRE Philippe & ROUSSEAU Aurélie (2014) - « Reconnaître et caractériser les zones de forge sur surface décapée : apport de la géophysique à l'étude paléométallurgique », *Archéopages*, 39, p. 90-99.
- JACOB Jérémy, DISNAR Jean-Robert, ARNAUD Fabien, CHAPRON Emmanuel, DEBRET Maxime, LALLIER-VERGÈS Élisabeth, DESMET Marc & REVEL-ROLLAND Marie (2008) - « Millet cultivation history in the French Alps as evidenced by a sedimentary molecule », *Journal of Archaeological Science*, 35 (3), 814-820. Disponible sur < <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.06.006> > (consulté le 18/10/2021).
- JACQUES Alain & PRILAUX Gilles (2003) - *Dans le sillage de César. Traces de romanisation d'un territoire, les fouilles d'Actiparc à Arras. Catalogue d'exposition du Musée des Beaux-Arts d'Arras*. Ministère de la culture et de la Communication, Inrap, Arras, 79 p.
- LE BORGNE Eugène (1955) - « Susceptibilité magnétique anormale du sol superficiel », *Annales de géophysique*, 11, p. 399-419.
- LEPETZ Sébastien & ZECH-MATTERNE Véronique (2018) - « Systèmes agro-pastoraux à l'âge du fer et à la période romaine en Gaule du Nord » dans REDDÉ Michel (éd.) - *Gallia Rustica. 2. Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive*. Ausonius éditions, Bordeaux, p. 327-401 (Mémoires ; 50).
- LIEGARD Sophie, ALLAG Claudine & ALLONSIUS Clothilde (2014) - « Un jalon manquant : Batilly-en-Gâtinais (Loiret) dans le décor pré-romain en Gaule », dans *Le décor pré-romain en Gaule. Table-ronde organisée par le Centre d'Étude des Peintures Murales Romaines de Soissons, avec le soutien du ministère de la Culture et de la Communication et en partenariat avec l'UMR 8546 CNRS-ENS (AOROC), le 4 mars 2014*. CNRS, ENS, Paris, p. 19- 21.
- MAGUER Patrick & LE GALL Joseph (2018) - « Maisons et dépendances dans le nord-ouest de la France au second âge du Fer dans Architecture de l'âge du Fer en Europe occidentale et centrale » dans VILLARD-LE-TIEC Anne, MENEZ Yves & MAGUER Patrick (dir.) - *Architecture de*



*l'âge du Fer en Europe occidentale et centrale. Actes du 40<sup>e</sup> colloque internationale de l'AFEAF (Rennes, du 4 au 7 mai 2016).* Presses universitaires de Rennes, Rennes, p. 327-347 (Archéologie & culture).

MAGUER Patrick & ROBERT Gaëlle (2013) - « La maison gauloise dans l'Ouest et le Centre de la France dans l'âge du Fer en Europe », dans, KRAUSZ Sophie, COLIN Anne, GRUEL Katherine, RALSTON I. & DECHEZLEPRETTE Thierry (dir.) - *Mélanges offerts à Olivier BUCHSENSCHUTZ*. Ausonius, Bordeaux, p. 247-258 (Mémoires ; 32).

MALRAIN François (2000) - *Fonctionnement et hiérarchies des fermes dans la société gauloise du III<sup>e</sup> siècle à la période romaine : l'apport des sites de la moyenne vallée de l'Oise*. Thèse de doctorat, Université de Paris 1, 435 p.

MALRAIN François (2021) - *Les trajectoires contrariées des domaines ruraux du second âge du Fer en Gaule du Nord*. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Université de Paris 1, 244 p.

MALRAIN François & LORHO Thierry (2018) - « L'organisation des campagnes du nord de la Gaule à La Tène finale » dans REDDÉ Michel (éd.) - *Gallia Rustica. 2. Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive*. Ausonius éditions, Bordeaux, p. 455-485 (Mémoire ; 50).

MALRAIN François & PINARD Estelle (2006) - *Les sites laténiens de la moyenne vallée de l'Oise : contribution à l'Histoire de la société gauloise*. Société archéologique de Picardie, Amiens, 272 p. (Revue archéologique de Picardie. Numéro spécial ; 23).

MALRAIN François, GRANSAR François, MATTERNE Véronique & LE GOFF Isabelle (1996) - « Une ferme de La Tène D1 et sa nécropole : Jaux "le Camp du Roi" (Oise) », *Revue archéologique de Picardie*, 3/4, p. 245-306.

MALRAIN François, MATTERNE Véronique & MÉNIEL Patrice (2002) - *Les paysans gaulois (III<sup>e</sup> siècle, 52 avant J.-C.)*. Errance, Paris, 236 p.

MALRAIN François, PINARD Estelle, GAUDEFRY Stéphane, BUCHEZ Nathalie, CHAIDRON Cyrille & DUBOIS Stéphane (2016) - « Un établissement agricole et ses sépultures du III<sup>e</sup> siècle av. n. è. au II<sup>e</sup> de notre ère à Poulainville (Somme) », *Revue archéologique de Picardie*, 3/4, 232 p.

MARMET Éric (2000) - *Cartographie à large maille de la susceptibilité magnétique du sol pour une évaluation archéologique sur les grands tracés*. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 236 p.

MASSE Armelle & PRILAUX Gilles (2016) - « Géographie des lieux de production de sel en Gaule Belgique à la fin du second âge du Fer et au début de la période romaine » dans BLANCQUAERT Gertrude & MALRAIN François (dir.) - *Évolutions des sociétés gauloises du second âge du Fer, entre mutations internes et influences externes. Actes 38<sup>e</sup> colloque international de l'Afeaf (Amiens, 2014)*. Société archéologique de Picardie, Amiens, p. 453-465 (Revue archéologique de Picardie. Numéro spécial ; 30).

MOORE Katie L., SCHRÖDER Markus, LOMBI Enzo, ZHAO Fang-Jie, MCGRATH Steve P., HAWKESFORD Malcolm J., SHEWRY Peter R. & GROVENOR Chris R.M. (2010) - « NanoSIMS analysis of arsenic and selenium in cereal grain », *New Phytologist*, 185, p. 434-445.

MULLINS C.E., (1974) - « The magnetic properties of the soil and their application to archaeological prospecting », *Archaeo-physika*, 5, p. 143-147.

NITSCH Erika K., CHARLES Mike, BOGAARD Amy (2015) - « Calculating a statistically robust  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  offset for charred cereal and pulse seeds », *Science & Technology of Archaeological Research*, 1, p. 1-8.

ORENGO Lionel (2003) - *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*. Éd. Mergoïl, Montagnac, 325 p. (Monographies Instrumentum ; 26).

PAILLER Yvan, STEPHAN Pierre, GANDOIS Henri, NICOLAS Clément, SPARFEL Johann, TRESSET Anne, DONNART Klet, FICHAUT Bernard, SUANEZ Serge, DUPONT Catherine, LE CLEZIO Laurence, MARCOUX Nancy, PINEAU Amandine, SALANOVA Laure, SELLAMI Farid, DEBUE Karyne, JOSSELIN Jérémie & DIETSCH-SELLAMI Marie-France (2011) - « Évolution des paysages et occupation humaine en mer d'Iroise (Finistère, Bretagne) du Néolithique à l'Âge du Bronze », *Norois*, 220-3, p. 39-68.

PECCI Alessandra, CAU ONTIVEROS Miguel Ángel, VALDAMBRINI Chiara & INSERRA Fernanda (2013) - « Understanding residues of oil production : chemical analyses of floors in traditional mills », *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 883-893. Disponible sur < <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.07.021> > (consulté le 18/10/2021).

PÉFAU Pierre (2018) - « La construction en terre et bois dans le sud-ouest de la France à l'âge du Fer », dans DE CHAZELLES Claire-Anne, LEAL Émilie & KEIN Alain (dir.) - *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. Vol. 4. Construction en terre crue : torchis, techniques de garnissage et de finition, architecture et mobilier*. Éditions de l'Espérou, Montpellier, p. 191-202.

POYETON Agnès (2015) - *Courdimanche (Val-d'Oise), Zac du Bois d'Aton. Rapport de fouilles*. Inrap Centre-Île-de-France, Pantin, 2 vol. (417, 329 p.).

PROST Katharina, BIRK Jago Jonathan, LEHNDORFF Eva, GERLACH Renate & AMELUNG Wulf (2017) - *Steroid Biomarkers Revisited - Improved Source Identification of Faecal Remains in Archaeological Soil Material*. PLoS One 12 (1). Disponible sur < <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164882> > (consulté le 18/10/2021).

REGERT Martine & VACHER Stéphane (2001) - « Des adhésifs organiques sur un site de La Tène au Grand Aunay (Sarthe) », *Archéopages*, 4, p. 20-29.

RIQUIER Vincent & GRISARD J. (2011) - « An extensive surface project at aube-Logistic Parck (France): the method and initial scientific results » dans BLANCQUAERT Gertrui, MALRAIN François, STAÛBLE Harald & VANMERKERKE Jan (eds.) - *Understanding the Past : a Matter of Surface Area. Acts of the XIIIth Session of the European Association of Archaeologists Congress, Zadar (Croatie), 2007*. Archaeopress, Oxford, p. 129-143 (BAR. International Series ; 2194).

ROY Eddy (2009) - *Stockage lié à des productions meunières et dépôt monétaire Osisme découverts à Laniscat, le Haut Kerrault, (Côtes-d'Armor). Rapport de fouilles*. Inrap GO, Cesson-Sévigné, 566 p.



RUAS Marie-Pierre (2008) - « Pré, prairies, pâturages : éclairages archéobotaniques » dans BRUMONT Francis (éd.) - Prés et pâtures en Europe occidentale. Actes des 28e journées internationales d'histoire de l'Abbaye de Flaran, 15-16 septembre 2006. Presses universitaires du Midi, Toulouse, p. 13-43 (Flaran ; 28).

SARRAZIN Sabrina & LOUESDON Émilie (2017) - « Des témoignages d'activités saunières au sein de l'établissement laténien «du Muid» sur les communes de Campagne et de Catigny (60) », dans HOËT-VAN-CAUWENBERGHE Christine, MASSE Armelle, & PRILAUX Gilles (dir.) - *Sel et société. 1, Techniques, usages, langages*. Presses universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, p. 83-107.

SARRESTE Fabien & CAILLAUD Émilie (2017) - « Les activités sidérurgiques dans les habitats ruraux enclos de La Tène finale : compléments au modèle proposé » dans MARION Stéphane, DEFFRESSIGNÉ Sylvie, KAURIN Jenny & BATAILLE Gérard. - *Production et proto-industrialisation aux âges du Fer. Perspectives sociales et environnementales. Actes du 39<sup>e</sup> colloque international de l'Afeaf (Nancy, 2015)*. Ausonius éditions, Bordeaux, p. 459-466 (Mémoire ; 47).

SCHOENINGER Margaret J., & DENIRO Michael J. (1984) - « Nitrogen and Carbon Isotopic Composition of Bone Collagen from Marine and Terrestrial Animals », *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, p. 625-639.

SIGAUT François (1976) - « Pour une cartographie des assolements en France au début du XIX<sup>e</sup> s. », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 3, p. 631-643.

SIGAUT François (2013) - « Les "révolutions" de l'histoire et de la préhistoire : apparences ou réalités ? », dans JAUBERT Jacques, FOURMENT Nathalie & DEPAEPE Pascal (dir.) - *Transition, ruptures et continuité durant la Préhistoire. Vol. 1. Évolution des techniques, comportements funéraires, Néolithique ancien. Actes du XXVII<sup>e</sup> congrès préhistorique de France, Bordeaux-Les Eyzies, 31 Mai-5 Juin 2010*. Société préhistorique française, Paris, p. 121-126.

SMITH D (1998) - « Beyond the barn beetles : difficulties in using some Coleoptera as indicators of stored fodder », *Environmental archaeology*, 1-1, p.63-70.

SOUYRIS Magdalena (2010) - *Les outils agricoles du second âge du Fer, étude comparative entre l'outillage du midi de la*

*Gaule, de la Gaule continentale et de la Catalogne*, Mémoire de Master 2, Université de Montpellier III, P. Valéry, 2 vol. (204-265 p.).

TOUQUET LAPORTE-CASSAGNE Caroline & TROUVÉ Fanny (2018) - *Les sites ruraux du second âge du Fer dans le bassin versant du Croult en Val-d'Oise et ses marges*. Association des amis de la revue archéologique d'Île-de-France, Paris, 606 p. (Revue archéologique d'Île-de-France. Supplément ; 5).

TREBSCHÉ Peter (2018) - « Formes et fonctions de l'architecture laténienne en Autriche Danubienne » dans, VILLARD-LE TIEC Anne, MENEZ Yves & MAGUER Patrick (dir.) - *Architecture de l'âge du Fer en Europe occidentale et centrale. Actes du 40<sup>e</sup> colloque internationale de l'Afeaf (Rennes, du 4 au 7 mai 2016)*. Presses universitaires de Rennes, Rennes, p. 439-452 (Archéologie & culture).

TRÉMENT Frédéric (dir.) - *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules romaines, Problèmes d'interprétation fonctionnelles et économique de bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale, actes du XI<sup>e</sup> colloque de l'association d'étude du monde rural gallo-romain*. Aquitania, Bordeaux, 824 p. (Aquitania. Supplément ; 38).

TYAGI Punam, EDWARDS Dwayne R. & COYNE Mark S. (2007) - « Use of selected chemical markers in combination with a multiple regression model to assess the contribution of domesticated animal sources of fecal pollution in the environment », *Chemosphere*, 69, p. 1617-1624. Disponible sur < <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.05.039> > (consulté le 18/10/2021).

VILLARD-LE TIEC Anne, MENEZ Yves & MAGUER Patrick (2018) - *Architectures de l'âge du Fer en Europe occidentale et Centrale. Actes du 40<sup>e</sup> colloque internationale de l'Afeaf (Rennes, du 4 au 7 mai 2016)*, Presses universitaires de Rennes, Rennes, 735 p. (Archéologie & culture).

ZAOUR Nolwenn., LEPAUMIER Hubert, BERRANGER MARION & FLUZIN Philippe (2014) - « Les activités métallurgiques dans les établissements ruraux enclos de second âge du Fer en Basse-Normandie : l'exemple du site des «Pleines» à Orval (Manche) », *Archeosciences*, 34, p. 165-181.

## Les auteurs

François MALRAIN  
Francois.malrain@inrap.fr  
UMR 8215 Trajectoires  
centre archéologique, 60400 Passel

Marie BALASSE  
marie.balasse@mnhn.fr  
DR CNRS, HDR  
UMR 7209 AASPE : Archéozoologie, Archéobotanique, Sociétés, Pratiques et Environnement  
CNRS-Muséum national d'Histoire naturelle  
55, rue Buffon  
CP 56  
75 005 Paris (France)

Sammy BEN MAKHAD  
sammy.ben-makhad@mnhn.fr>  
Doctorant sur contrat CNRS  
ED du MNHN  
UMR 7209 AASPE : Archéozoologie, Archéobotanique, Sociétés, Pratiques et Environnement  
CNRS-Muséum national d'Histoire naturelle  
55, rue Buffon  
CP 56  
75 005 Paris (France)

Boris BRASSEUR  
boris.brasseur@u-picardie.fr  
MCU  
UMR7058 - EDYSAN  
Université de Picardie Jules Verne - Pôle Santé  
1, rue des Louvels - 80 037 Amiens Cedex 1  
France

Anne-Françoise Cherel (INRAP ; UMR 9016 TEMOS et UMR 6566 CReAAH)  
Anne-francoise.cherel@inrap.fr  
Centre de recherche archéologiques de Cesson-sévigné  
37 rue Bignon 35577 Cesson-Sévigné.

Nicolas GARNIER SAS Laboratoire Nicolas Garnier  
LNG, 32 rue de la Porte Robin, 63270 Vic-le-Comte ; chercheur associé à AOROC -  
ENS Ulm CNRS UMR 8546, MMSH CCJ UMR 6573. ORCID 0000-0003-3565-8681.  
labo.nicolasgarnier@free.fr

Guillaume HULIN  
Chargé de la géophysique et de la télédétection, Inrap, UMR 7619, Métis.  
Inrap guillaume.hulin@inrap.fr

Véronique MATTERNE  
veronique.zech@mnhn.fr  
CR CNRS, HDR  
UMR 7209 AASPE : Archéozoologie, Archéobotanique, Sociétés, Pratiques et Environnement  
CNRS-Muséum national d'Histoire naturelle  
55, rue Buffon  
CP 56  
75 005 Paris (France)

Anne-Désirée SCHIMTT  
anne-desiree.schmitt@unistra.fr  
Lecturer HDR- Université de Strasbourg  
UMR 7517 Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg  
(LHyGeS), équipe « GICE »

## Résumé

Les analyses spatiales développées il y a près de trente ans constituaient l'un des meilleurs moyens pour tenter d'interpréter le fonctionnement des établissements ruraux laténiens. Depuis, les connaissances ont considérablement progressé, mais force est de constater que les investigations restent majoritairement cantonnées aux vestiges matériels. Or, les cultures et les élevages nécessitent des infrastructures adaptées que le panel d'analyses à notre disposition permettrait de mieux appréhender, un investissement plus important dans les archéosciences devient donc incontournable. Aller plus loin nécessite des moyens et c'est à ces derniers que se heurtent nos méthodes d'approches. L'enveloppe réservée aux analyses sur chacune des opérations se résume à quelques milliers d'euros ; c'est beaucoup mieux qu'il y a trente ans, et on ne peut que s'en féliciter. Cette provision ne permet toutefois pas de dépasser une entreprise minimale et c'est peut-être sur l'utilisation de ces fonds que nous devrions nous interroger en conduisant une réflexion globale avec les différentes instances de l'archéologie.

**Mots-clés :** âge du Fer, établissement rural, bâtiment, analyse spatiale, archéoscience, analyse organique, biogéochimie isotopique, géomagnétisme, parasitologie.

### Abstract

The spatial analysis developed nearly thirty years ago was one of the best ways to try to interpret the functioning of rural La Tène settlements. Since then, knowledge has progressed considerably, but it is clear that the investigations remain mostly confined to material remains. However, cultures managing crops and livestock require adapted infrastructures, that the many available options of analysis would allow us to better understand and so a greater investment in archaeosciences becomes essential. Further, our approach methods are limited by the resources required. The funding reserved for the analysis on each operation amounts to a few thousand euros; this is much better than thirty years ago and is very welcome. However, this provision does not allow us to go beyond a minimal analysis and perhaps we should question this situation by conducting a global study with the various archaeological organisations.

**Keywords :** Iron Age, rural settlement, building, spatial analysis, archaeoscience, organic analysis, isotopic biogeochemistry, geomagnetism, parasitology.

*Traduction : John LYNCH*

### Zusammenfassung

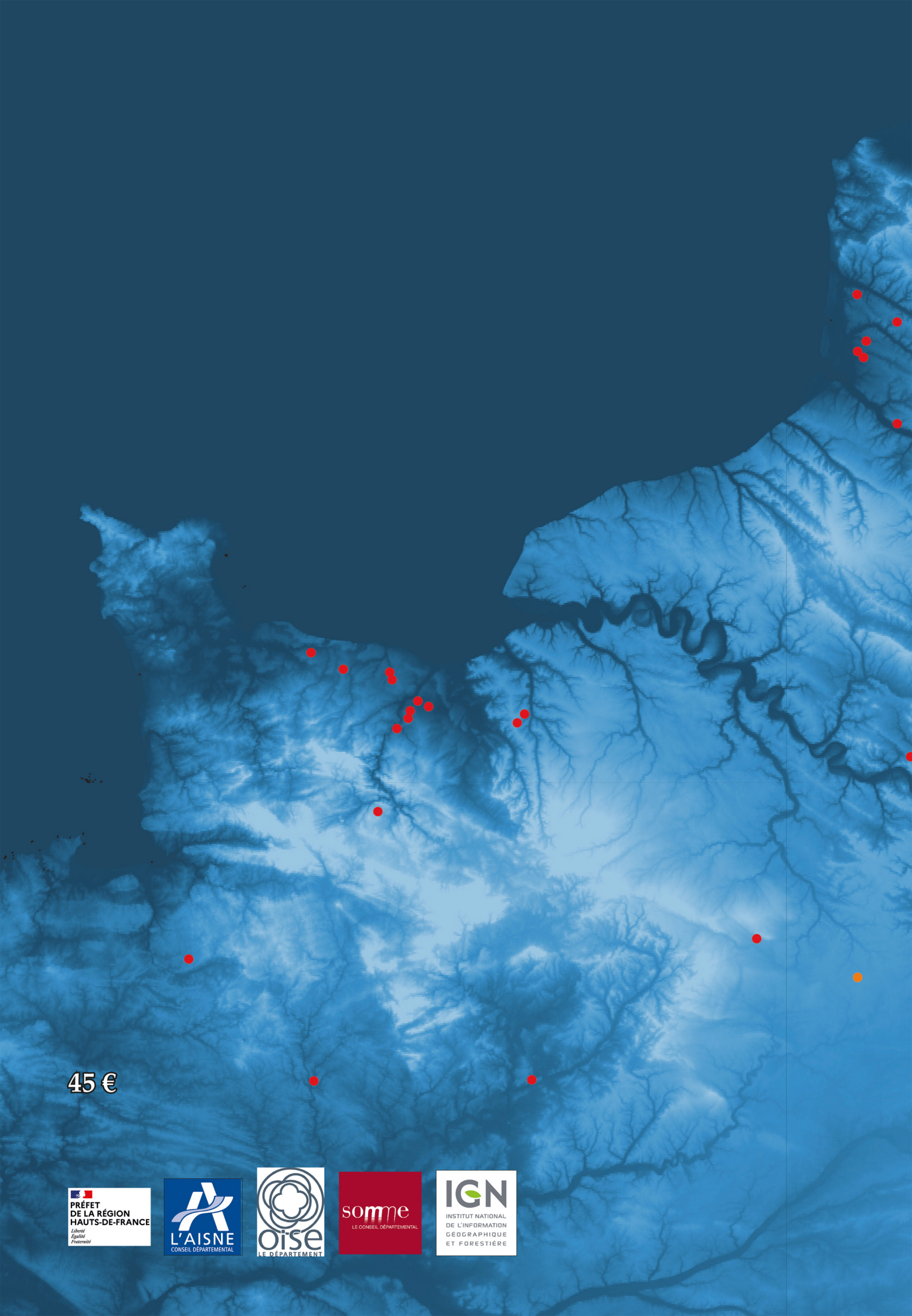
Die vor fast 30 Jahren entwickelten Raumanalysen waren eines der besten Mittel, um die Funktionsweise der latènezeitlichen ländlichen Siedlungen zu untersuchen. Seitdem hat der Wissensstand bedeutende Fortschritte gemacht, dennoch beschränken sich die Untersuchungen auch weiterhin auf die materiellen Spuren. Heute verfügen wir über Analysemethoden, die ein besseres Verständnis der für die Bewirtschaftung der Felder und der Viehzucht erforderlichen Infrastrukturen ermöglichen würden, eine größere Berücksichtigung der archäometrischen Methoden ist demzufolge unumgänglich. Doch diese Methoden scheitern an dem Mangel der benötigten Mittel. Das Budget für die Analysen für jede unserer Operationen umfasst mehrere tausend Euro, und ist damit wesentlich höher als vor 30 Jahren und dies ist zu begrüßen. Jedoch erlaubt dieses Budget es nicht, mehr als die unbedingt erforderlichen Untersuchungen vorzunehmen und wir sollten uns gemeinsam mit den unterschiedlichen archäologischen Instanzen die Frage der Finanzierung im weiteren Rahmen stellen.

### Schlüsselwörter :

Eisenzeit, ländliche Siedlung, Gebäude, Raumanalyse, Archäometrie, organische Analyse, Isotopenbiogeochemie, Geomagnetismus, Parasitologie.

*Traduction : Isa ODENHARDT-DONVEZ (isa.odenhardt@gmail.com).*





45 €

