



HAL
open science

Reconstitution des pratiques agricoles du Ier millénaire a.C. en France orientale, d'après le croisement des données carpologiques et archéologiques

Françoise Toulemonde, Véronique Zech-Matterne, Julian Wiethold, Cécile
Brun, François Malrain, Vincent Riquier, Frédérique Durand

► To cite this version:

Françoise Toulemonde, Véronique Zech-Matterne, Julian Wiethold, Cécile Brun, François Malrain, et al.. Reconstitution des pratiques agricoles du Ier millénaire a.C. en France orientale, d'après le croisement des données carpologiques et archéologiques. Marion S., Deffressigne S., Kaurin J., Bataille G. Production et proto-industrialisation aux âges du Fer. Perspectives sociales et environnementales, Actes du 39e colloque international de l'Association Française pour l'Étude de l'Âge du Fer (Nancy 14-17 mai 2015), 47, Ausonius, pp.29-50, 2017, Mémoires, 9782356131898. hal-03176627v1

HAL Id: hal-03176627

<https://hal.science/hal-03176627v1>

Submitted on 23 Mar 2021 (v1), last revised 2 Nov 2021 (v2)

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

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

Reconstitution des pratiques agricoles du I^{er} millénaire a.C. en France orientale, d'après le croisement des données carpologiques et archéologiques

*Françoise Toulemonde, Véronique Zech-Matterne, Julian Wiethold,
Cécile Brun, François Malrain et Vincent Riquier, avec la collaboration de Frédérique Durand*

Dans cet article, nous exploitons de manière croisée des observations archéologiques et archéobotaniques susceptibles de nous aider à mieux caractériser les pratiques culturelles mises en œuvre dans l'est de la France au I^{er} millénaire a.C.

Dans le prolongement d'un premier travail réalisé sur des séries carpologiques de Picardie et d'Île-de-France¹, notre objectif consiste à repérer et expliciter les changements intervenus dans les pratiques culturelles en nous basant sur l'analyse des cortèges adventices, corrélée à celle des productions végétales et mise en parallèle avec les transformations de l'outillage agricole, l'implantation topographique des sites et la palette des sols exploités pour les cultures.

LES FLORES ADVENTICES COMME REFLET DES CONDITIONS DE CROISSANCE CRÉÉES PAR LES PRATIQUES AGRICOLES DANS LES ESPACES DE CULTURE

L'utilisation des flores adventices comme révélateur des pratiques agraires s'inspire des principes de l'écologie fonctionnelle définis et appliqués aux ensembles archéologiques, ou F.I.B.S. - *Functionnal Interpretation of Botanical Surveys*². Ces principes ont été mis en œuvre avec succès dans une série de travaux visant à caractériser certains aspects des agricultures néolithiques, en Méditerranée et en Europe tempérée³. Des flores essentiellement constituées d'herbacées sauvages annuelles se sont spécifiquement adaptées aux conditions de croissance qui règnent dans les champs cultivés. Celles-ci sont fortement contraintes par le cycle de vie des espèces domestiques (céréales et légumineuses principalement) et les interventions régulières de l'homme. Les caractéristiques écologiques de certaines plantes adventices les rendent aptes à répondre favorablement à l'apport d'amendements ou à la périodicité des travaux des champs (perturbations répétées du sol, dates des semis...). À l'inverse, d'autres espèces ne peuvent se maintenir et sont éliminées par les pratiques de drainage, de labour, de sarclage ou d'arrachage manuel. Les capacités adaptatives des espèces reflètent donc assez fidèlement les caractéristiques physiques, chimiques et structurelles des sols cultivés et les périodes et la façon dont ils sont travaillés. Les "traits de vie" des adventices (comportement et stratégie de survie ou type biologique, durée et période de floraison, sensibilité à la richesse en nutriments et à la texture du sol) et les types d'associations végétales engendrés peuvent être assez précisément reliés à des pratiques qui évoluent dans le temps. Ces évolutions induisent en retour des changements dans la composition des flores adventices. L'analyse statistique de grands échantillons carpologiques de diaspores de plantes sauvages, par phases chronologiques, permet ainsi d'appréhender les transformations culturelles, à l'échelle d'un territoire ou d'une région.

1. Zech-Matterne & Brun 2016.

2. Charles *et al.* 1997.

3. Bogaard 2004 ; Bogaard *et al.* 2005 ; Charles *et al.* 2002 ; Jones *et al.* 2005 et 2010.

ENSEMBLES CARPOLOGIQUES ET DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES

Définition, sélection et regroupement des jeux de données carpologiques

Nous avons recensé les données carpologiques de 83 habitats ruraux correspondant à 111 phases d'occupation, dans une zone géographique équivalant au quart nord-est de la France (fig. 1). Les régions concernées par cette approche sont une partie de la Picardie et de l'Île-de-France (départements de l'Aisne et de la Seine-et-Marne), la Champagne, la Lorraine et l'Alsace. Les limites chronologiques correspondent au début du Hallstatt B2/3 (dernier tiers du ^x^e siècle a.C.) et à la fin de La Tène D2b (v. 30 a.C.). Les données couvrent donc la toute fin de l'âge du Bronze et les deux âges du Fer.

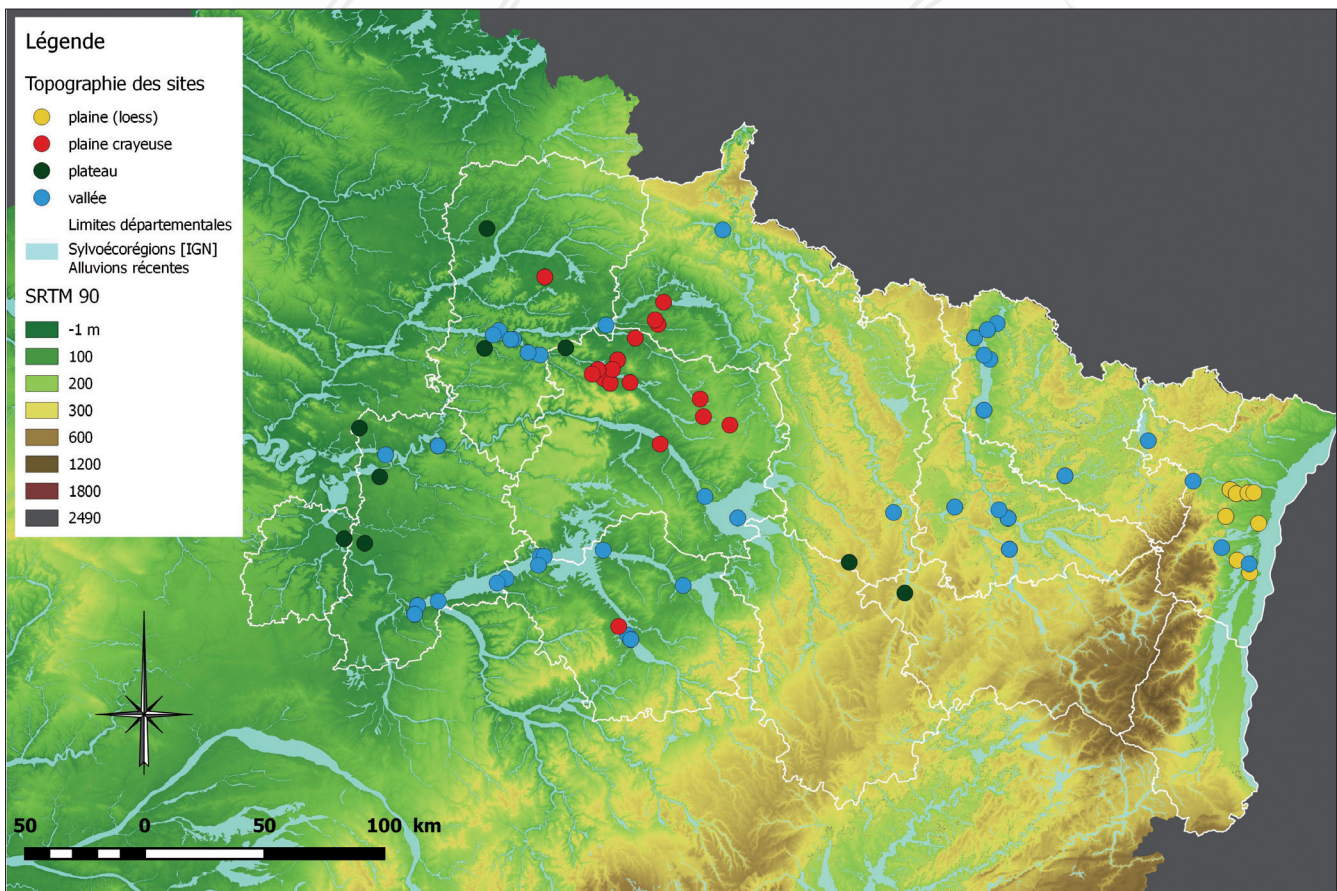
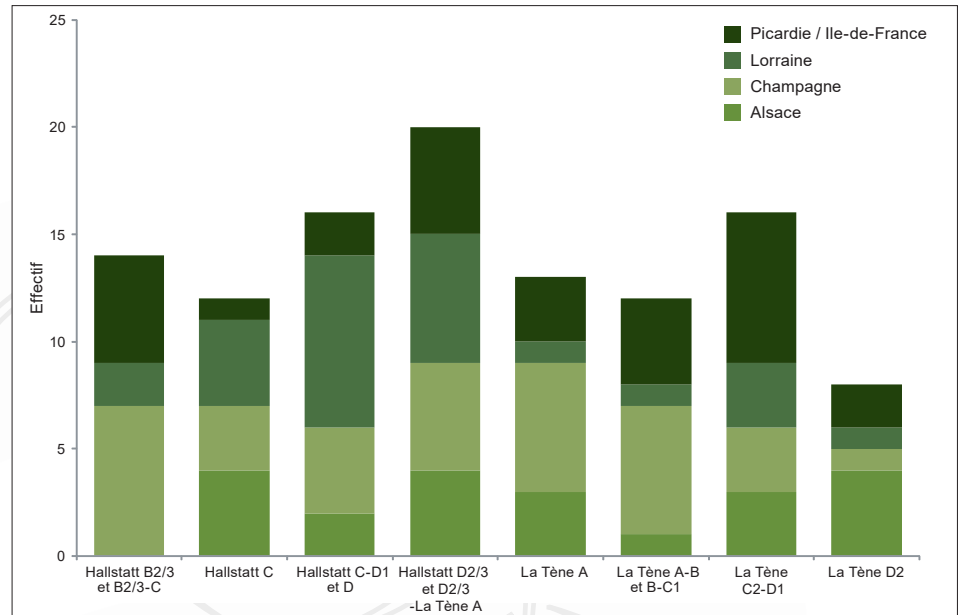


Fig. 1. Répartition géographique des occupations (DAO V. Riquier, Inrap).

Les 111 phases d'occupation ont été regroupées en huit classes chronologiques, de durée raisonnablement comparable (entre 100 et 150 ans), afin de gommer les effets de distorsion chronologique les plus criants. On compte entre huit et vingt phases d'occupation par classe (treize en moyenne), soit plus de dix pour toutes les classes antérieures à La Tène D2, ce qui offre au corpus une bonne représentativité pour la période de référence (fig. 2). Hormis en Alsace, La Tène D2 reste sous-documentée.

Ce regroupement offre l'avantage d'accroître la liste des adventices à l'échelle d'analyse. Dans la mesure où les adventices se limitent souvent à moins d'une dizaine d'espèces par site, leur regroupement à une échelle supérieure permet d'atteindre une diversité suffisante pour permettre leur exploitation statistique, et rendre lisibles les changements à l'œuvre dans la composition des cortèges.

Fig. 2. Répartition des occupations par classe chronologique et par région (V. Riquier, Inrap).



Les sites retenus dans l'analyse sont ceux ayant livré plus de 100 semences de plantes domestiques et au moins cinq taxons d'adventices déterminés à l'espèce. Les jeux de données carpologiques ont été subdivisés en tableaux relatifs aux espèces domestiques et adventices, eux-mêmes démultipliés selon les types d'assemblages (contextes détritiques ou concentrations). Dans le cadre de ce travail, nous n'avons exploité que les données des ensembles carbonisés car les assemblages imbibés sont insuffisamment nombreux et irrégulièrement répartis au cours du temps. Ils résultent en outre souvent de dépôts naturels, sans association avec des espèces domestiques.

Recensement de l'outillage agricole

Les outils pris en compte sont ceux dont l'usage porte soit sur le travail du sol soit sur les récoltes, afin de bien pouvoir les associer aux cultures. Les haches et les herminettes, plus spécifiquement liées au travail du bois, même si leur accroissement au cours de la séquence chronologique traduit une pression de plus en plus forte sur le milieu naturel, n'ont pas été retenues. Or certains outils considérés comme des herminettes pourraient tout autant constituer des instruments aratoires.

Sur l'espace géographique étudié, 107 outils sont répertoriés (50 araires, 11 faux, 10 faucilles et 36 serpes) mais seulement 28 (soit 26 % du total) ont fait l'objet d'une représentation graphique publiée. Le développement de l'outillage fabriqué en fer pour ces périodes a des répercussions importantes sur les pratiques agricoles (fig. 3). Les espaces naturels ont pu être mis à contribution à des fins productives et pour y installer de nouveaux habitats, grâce à l'efficacité des haches. Des rendements plus élevés ont pu être obtenus grâce à la préparation de la terre avec des araires chaussés de pièces métalliques. L'essor d'une gamme d'outils de coupe a facilité le travail lors des moissons, tandis que le développement de la faux a autorisé une meilleure gestion des fourrages herbagers destinés aux cheptels. L'émergence d'outils spécifiques a, sans nul doute, totalement bouleversé la physionomie des campagnes.

Implantation topographique des sites sources des données carpologiques

S'agissant de la localisation géographique des sites, on constate un relatif équilibre en nombre de phases d'occupation (21 à 35) entre les quatre grands ensembles régionaux qui sont, d'ouest en est : cœur tertiaire du Bassin parisien (Picardie/Île-de-France), couronne secondaire du Bassin parisien (Champagne), marge orientale (Lorraine), Bassin rhénan (Alsace). Toutefois, la carte présente de nettes disparités de distribution, reflétant l'histoire et l'actualité de l'archéologie préventive. De vastes secteurs ne sont toujours pas documentés : plateau de la Brie, massif ardennais, côte de Meuse et plateau lorrain, massif vosgien. Dans le détail, l'insertion topographique dans le paysage des différentes occupations a été simplifiée en quatre classes : "vallée" pour les situations en vallée alluviale, "plaine [loess]" pour celles des anciennes terrasses des vallées orientales, "plaine

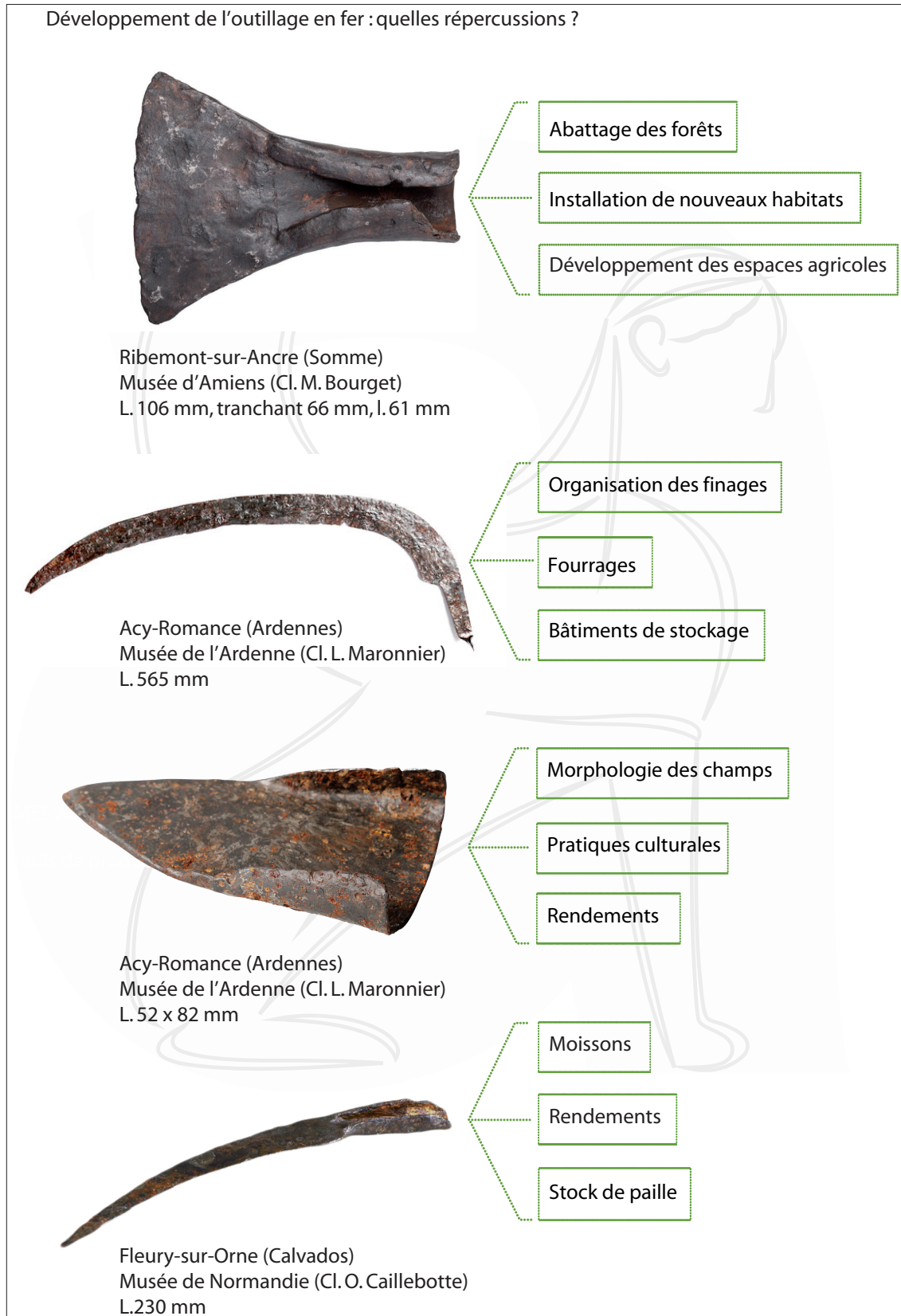


Fig. 3. Le développement de l'outillage en fer, hache, faux, soc d'aire et faucille a impacté l'agriculture (F. Malrain, Inrap).

crayeuse” pour isoler l’ensemble secondaire caractéristique de l’est du Bassin parisien, et “plateau” pour toutes les situations relativement éloignées des principaux couloirs alluviaux. Selon ce filtre, on constate d’abord ce qui s’apparente à des “profils” régionaux, déterminés par la recherche archéologique, que seule une analyse scrutant les évolutions par phase chronologique permet de critiquer.

En Picardie et Île-de-France, le profil montre une nette prédominance de gisements en “vallée” alluviale (4/5), par rapport à ceux situés sur les “plateaux”, ou la bordure occidentale de la “plaine crayeuse”. De ce fait, les évolutions sont difficiles à cerner ; on peut toutefois signaler par ordre d’importance, une fréquence des situations de “plateaux” plus marquée à partir du Hallstatt D2/3 – La Tène A, et l’apparition de gisements en “plaine crayeuse” à partir de La Tène C.

En Champagne, le profil est partagé entre les gisements situés en “plaine crayeuse” (3/5) et ceux des “vallées” (2/5). Une évolution flagrante a lieu pendant La Tène A, qui voit le basculement d’une distribution fondée sur les implantations en “vallée” en relation avec quelques gisements en “plaine crayeuse” à l’âge du Bronze final et au premier âge du Fer, vers une nouvelle distribution presque exclusivement centrée sur la “plaine crayeuse” pendant tout le second âge du Fer. Toutefois, ce qui pourrait être interprété rapidement comme une vague de colonisation générale de toute la plaine crayeuse doit être nuancé d’un point de vue géographique. La totalité de cette nouvelle distribution laténienne est regroupée au nord de la Marne et correspond à l’épicentre de la culture Aisne-Marne, puis du pays rème, dont la vitalité est déjà bien connue du point de vue des données funéraires.

En Lorraine, on retrouve un profil proche de celui de la Picardie et de l’Île-de-France, où les 4/5 des découvertes se focalisent dans les “vallées” alluviales, le reste se partageant entre “plateau” et hautes terrasses de la vallée de la Moselle. Là encore, les évolutions sont difficiles à appréhender ; elles le sont d’autant plus que le nombre de données pour le second âge du Fer est trois fois inférieur à celui du Bronze final et du premier âge du Fer.

Enfin, en Alsace, le profil reste structuré par le fossé rhénan, puisque les découvertes se concentrent sur les terrasses loessiques de la “plaine” du Rhin (2/3) que complètent quelques gisements plus éloignés dans des vallées secondaires. À noter que seule la moitié nord du grand Ried est documentée, biais directement provoqué par la politique de recherche régionale. On devine une évolution, qu’il faudrait confirmer par l’apport de gisements supplémentaires, où l’implantation générale des sites, exclusive à la plaine au premier âge du Fer – sachant qu’il n’existe pas de données pour l’âge du Bronze final – semble se diversifier dans le courant du second âge du Fer.

SÉLECTION DES ADVENTICES ET CHOIX DES TRAITS DE VIE ANALYSÉS

La liste complète des plantes sauvages rencontrées dans l’ensemble des sites étudiés a fait l’objet d’un tri, de manière à ne considérer que les espèces ayant effectivement les champs cultivés comme habitat principal ou secondaire. Deux catégories de taxons ont été sélectionnées : les adventices strictes et les prairiales/rudérales, soit 150 espèces au total, selon les critères définis par C. Brun dans son travail de doctorat⁴. Nous avons ensuite choisi les “traits de vie” ou attributs que nous allions étudier, en fonction des informations que nous souhaitions obtenir. La préférence des espèces en matière de texture du sol nous renseigne sur la diversité des sols exploités pour les cultures. Le type biologique (plante vivace ou plante annuelle), la durée de floraison et la possession ou non d’organes régénératifs déterminent les capacités de survie des espèces en milieu perturbé et permettent d’évaluer l’intensité du travail du sol. Certaines caractéristiques phénologiques (comme la période et la durée de floraison) peuvent être mises en rapport avec le calendrier des semis et les alternances de culture. Les besoins en nutriments (notamment azote) dépendent de la fertilité naturelle des sols mais peuvent aussi témoigner du recours à la fumure ou d’autres pratiques de bonification des terres.

Les informations de base ont été extraites des travaux de Julve 1998 (textures), Ellenberg *et al.* 1991 (sensibilité à l’azote), Jauzein & Nawrot 2011 (types biologiques ; durées et saisons de floraison), Lambinon *et al.* 2004 (durées et saisons de floraison), Brun 2007 (statut des espèces : indigène/archéophyte).

4. Brun 2007.

Les données ont été traitées à l'aide d'Analyses Canoniques des Correspondances (ACC), qui permettent de visualiser rapidement les variations de puissance de ces attributs au cours du temps. L'ACC est une analyse très utilisée en écologie car elle est la plus intéressante pour identifier directement les facteurs écologiques (ici les attributs) qui régissent la structure d'assemblage des espèces. Elle procède comme l'analyse factorielle des correspondances (AFC), c'est-à-dire qu'elle tend à maximiser les distances entre les optimums écologiques des espèces tout en s'arrangeant pour que l'ordination des sites obtenue soit la meilleure combinaison linéaire possible avec les variables écologiques.

Les ACC ont également l'avantage de permettre d'obtenir une représentation graphique simultanée des sites, des objets (ici les espèces), et des variables (les attributs fonctionnels) du jeu de données en quelques axes principaux (gradients de diversité) indépendants, de manière à synthétiser l'information extraite de cette analyse.

Les informations tirées de l'exploitation des données carpologiques ont ensuite été croisées avec les données archéologiques de la manière suivante : l'implantation topographique des unités de production a été mise en regard des observations liées à la texture des sols mais aussi à leur fertilité ; l'évolution de l'outillage, le développement des araires en fer notamment, a été confrontée aux changements décelés dans les indices de perturbation des sols.

SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS CONCERNANT LES PLANTES DOMESTIQUES ET LES CHOIX DE CULTURE

L'analyse des données carpologiques correspondant aux productions domestiques met en lumière une forte diversité culturelle pour tout le premier âge du Fer (fig. 4). Celle-ci est héritière des pratiques mises en place au cours de l'âge du Bronze et qui s'expriment pleinement à partir du Bronze final, avec notamment une montée en puissance des millets aux côtés de l'orge vêtue et des blés vêtus, alors que les blés nus demeurent anecdotiques⁵. La culture des légumineuses et des oléagineux fournit une part notable des productions végétales.

Au cours du second âge du Fer, un changement se produit qui s'amorce dès La Tène ancienne (v^e siècle a.C.), pour s'accroître aux périodes suivantes. On constate un fort déclin des cultures de millet et une spécialisation sur les blés vêtus et l'orge vêtue, qui ne laisse désormais que peu de place aux légumineuses et aux oléagineux. Bien que secondaire en nombre de restes, la présence des blés nus est localement plus marquée et la proportion du genre *Avena* – les avoines – s'accroît, sans que le statut domestique, cultivé ou adventice de ces avoines puisse toujours être précisé (fig. 4, A). La détermination sur base de lemme de l'avoine domestique (*Avena sativa*) a pu être certifiée pour les sites de Saint-Gibrien, Bussy-le-Château et Auve, situés dans la Marne, et pour celui d'Acy-Romance, localisé dans les Ardennes, mais les quantités de restes demeurent généralement faibles. Les datations de ces ensembles s'inscrivent entre les v^e et II^e siècles a.C.

Les concentrations corroborent les résultats des ensembles détritiques pour les céréales – seules ces dernières sont concernées par le stockage dans les ensembles étudiés. L'orge vêtue polystique, d'abord seule puis accompagnée du blé amidonnier, apparaît toujours dominante. Les proportions de millet deviennent négligeables à partir de La Tène ancienne, alors que cette céréale pouvait constituer des stocks homogènes précédemment, et l'avoine apparaît en faible quantité dans certains assemblages à partir du IV^e siècle (fig. 4, B).

Si l'on observe à présent exclusivement les données relatives aux céréales, le schéma général décrit précédemment se répète (fig. 5). La régression des millets, l'importance des cultures d'orge vêtue et de blé amidonnier, l'essor de l'avoine – quel que soit son statut – demeurent les faits les plus visibles, mais on note de plus la quasi-disparition de l'engrain à partir du IV^e siècle a.C. et une petite régression de l'épeautre au profit de l'amidonnier (fig. 5, A), pour les périodes les plus récentes. Cette tendance n'est pas confirmée par les données issues des concentrations puisque l'épeautre y constitue au contraire ponctuellement la denrée dominante, à partir des IV^e-III^e siècles, et que l'engrain s'y maintient, en probable métairie avec le blé précédent ou comme plante adventice de ce dernier (fig. 5, B). Si l'orge est constante et souvent majoritaire, l'espèce d'accompagnement varie en fonction des périodes et des situations locales : millets, amidonnier ou épeautre/engrain.

5. Toulemonde 2013 ; Bouby *et al.* à paraître.

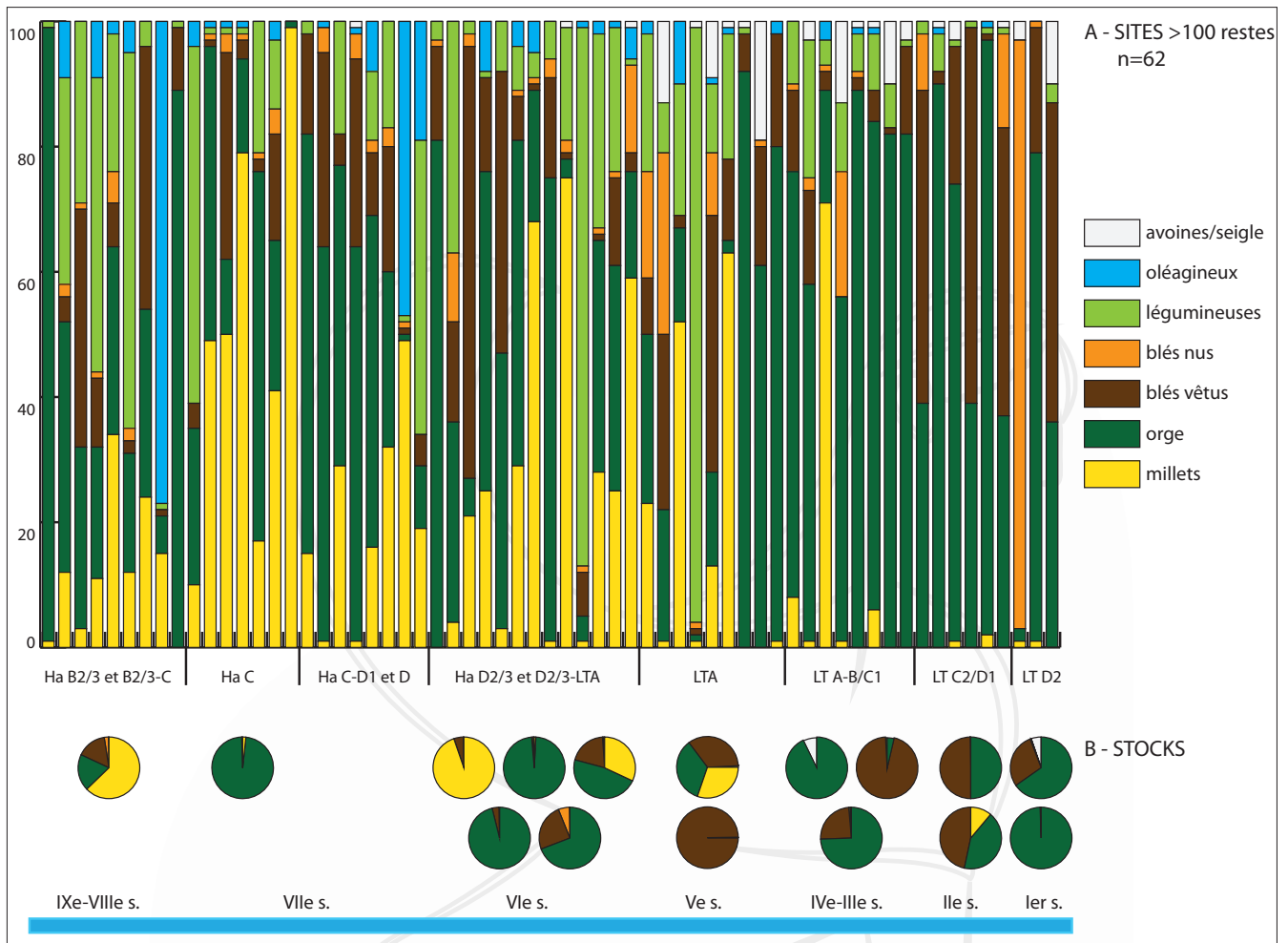


Fig. 4. Évolution des productions végétales. A. Composition (en proportions du nombre de semences) des ensembles détritiques des sites rassemblant plus de 100 restes carbonisés de plantes domestiques ; B. Composition des stocks de céréales par grandes catégories (DAO V. Zech-Matterne, CNRS).

ÉVOLUTION DES FLORES ADVENTICES ET PRATIQUES CULTURALES

Nous avons successivement exploré le comportement des adventices par rapport à différents paramètres : la texture des sols, l'intensité des travaux aratoires, les périodes de semis privilégiées et la fertilité des espaces de culture.

Avant de commenter les résultats donnés par les ACC, il est nécessaire d'expliquer la raison pour laquelle nous avons renoncé à observer ces traits à partir des "mauvaises herbes" directement associées aux stocks de grains, ce qui apparaissait au départ comme la démarche la plus logique. Plusieurs éléments entrent en ligne de compte. Tout d'abord, les concentrations de grains sont relativement rares et mal réparties chronologiquement parlant. Ensuite, elles ne correspondent pas obligatoirement à des reliquats de stocks. Tous les habitats étudiés possèdent des remplissages de nature détritique et il est souvent difficile de démêler les différentes sources d'apports. Même lorsque la nature des assemblages plaide fortement pour une interprétation en termes de produits directs de récoltes, il n'est pas assuré que ces lots équivalent à la récolte annuelle issue d'une seule parcelle. Enfin, les processus de nettoyage du grain, bien qu'incomplets, ont la plupart du temps déjà éliminé une partie des adventices. Celles qui demeurent possèdent des graines de gros calibre, car il s'agit de messicoles mimétiques des céréales (Poacées sauvages par exemple). La plupart de ces espèces appartiennent à la classe biologique des thérophytes hivernaux,

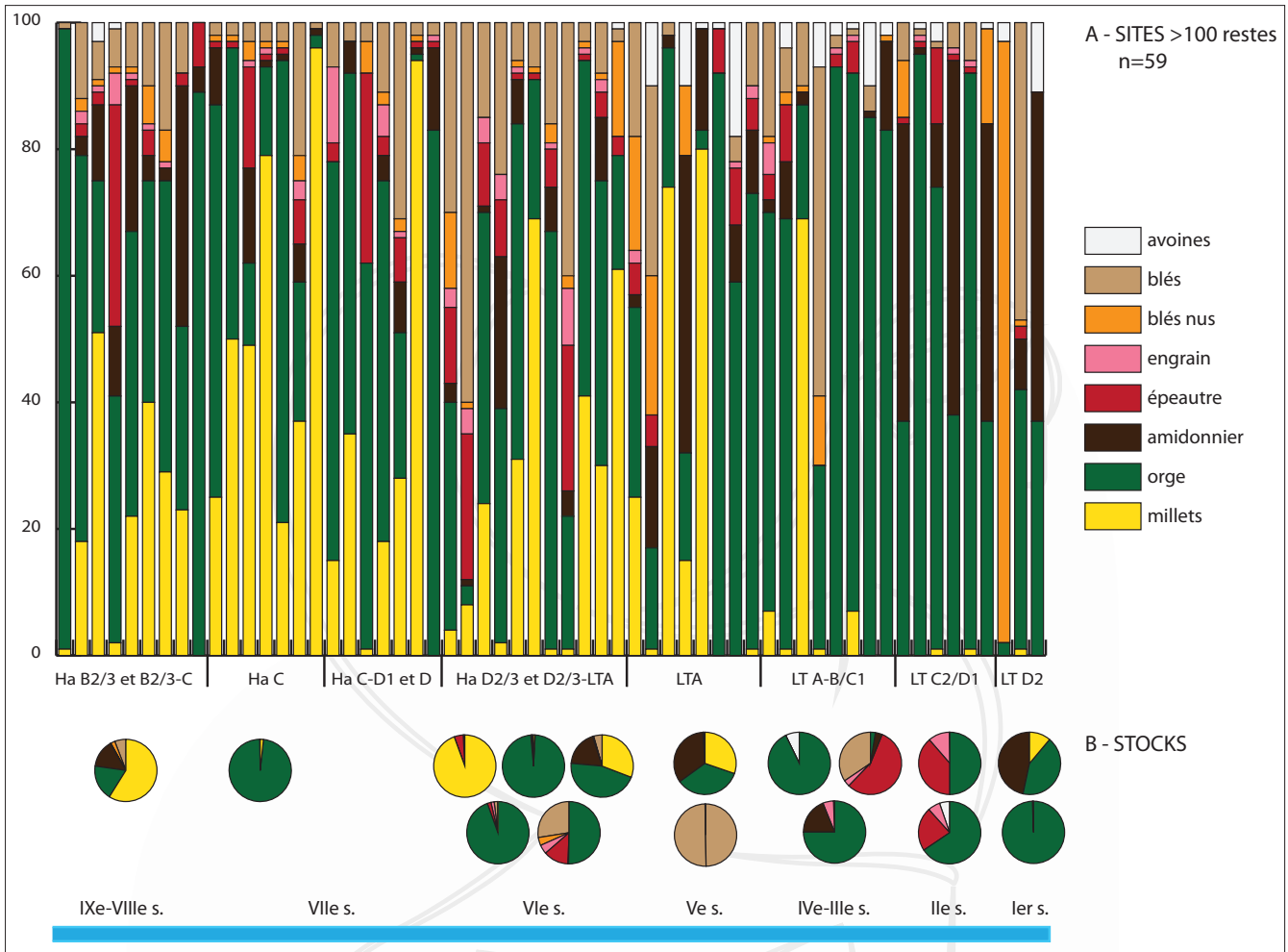


Fig. 5. Évolution des productions céréalières. A. Composition (en proportion du nombre de semences) des ensembles céréalières détritiques des sites rassemblant plus de 100 restes carbonisés de céréales ; B. Composition des stocks de céréales avec détail des blés (DAO V. Zech-Matterne, CNRS).

associés aux semis d'automne⁶. La composition taxinomique des cortèges adventices liés aux réserves de grain est donc très souvent biaisée et appauvrie.

Dès lors, il nous a semblé plus pertinent de travailler à partir de l'ensemble des adventices qui s'exprimaient dans les différents contextes des sites regroupés au sein d'une phase chronologique donnée, et d'observer comment évoluait cette diversité d'une phase à l'autre.

Texture préférentielle du sol et palette des sols exploités

Le premier caractère observé se rapporte à la préférence des plantes en matière de texture du sol. Ce caractère est connu au travers d'un indicateur autoécologique, codé pour chaque plante d'après les observations des phytosociologues⁷. Les valeurs de l'indicateur expriment la préférence depuis la texture la plus fine (argile) à la plus grossière (dalle) sur une échelle

6. Jones *et al.* 2005.

7. Ici Julve 1998.

de 1 à 9. Les valeurs associées aux plantes adventices analysées ici ne vont pas au-delà de 7. Elles ont été regroupées en quatre classes (argiles-intermédiaires : valeurs 1 et 2 ; limons : valeur 3 ; sables fins : valeur 4 ; sables grossiers à galets : valeurs 5 à 7).

Si la majorité des sites du x^e au vi^e siècle a.C. se positionnent sur les valeurs négatives des axes 1 et 2, qui correspondent aux sédiments très fins à fins (fig. 6, a), au cours du temps, les sites “montent” sur l’axe 2 vertical et se déplacent vers la droite, témoignant d’une exploitation plus large qui inclut aussi bien les parcelles à texture plus grossière, de types sables grossiers et galets, que les limons (fig. 6, b-c).

Si l’on confronte les résultats de cette première analyse avec les implantations topographiques des sites, on s’aperçoit qu’à la diversification des textures de sol dont témoignent les adventices répond un élargissement du spectre des situations topographiques des unités de production (fig. 7). D’un point de vue général, et en excluant la période mal documentée de La Tène D2, on passe d’un système globalement centré sur les vallées et leurs proches abords (2/3 à 4/5 des implantations selon les secteurs) à un système plus extensif, s’adaptant à des contextes topographiques plus variés, le point de rupture se situant au début du second âge du Fer. La pression au cœur des vallées semble diminuer nettement, sans que l’on assiste pour autant à une désertion complète. Le rééquilibrage se fait au profit de topographies plus variées et/ou éloignées des axes alluviaux. La part

Éléments sous droit d’auteur - © Ausonius Éditions juin 2017

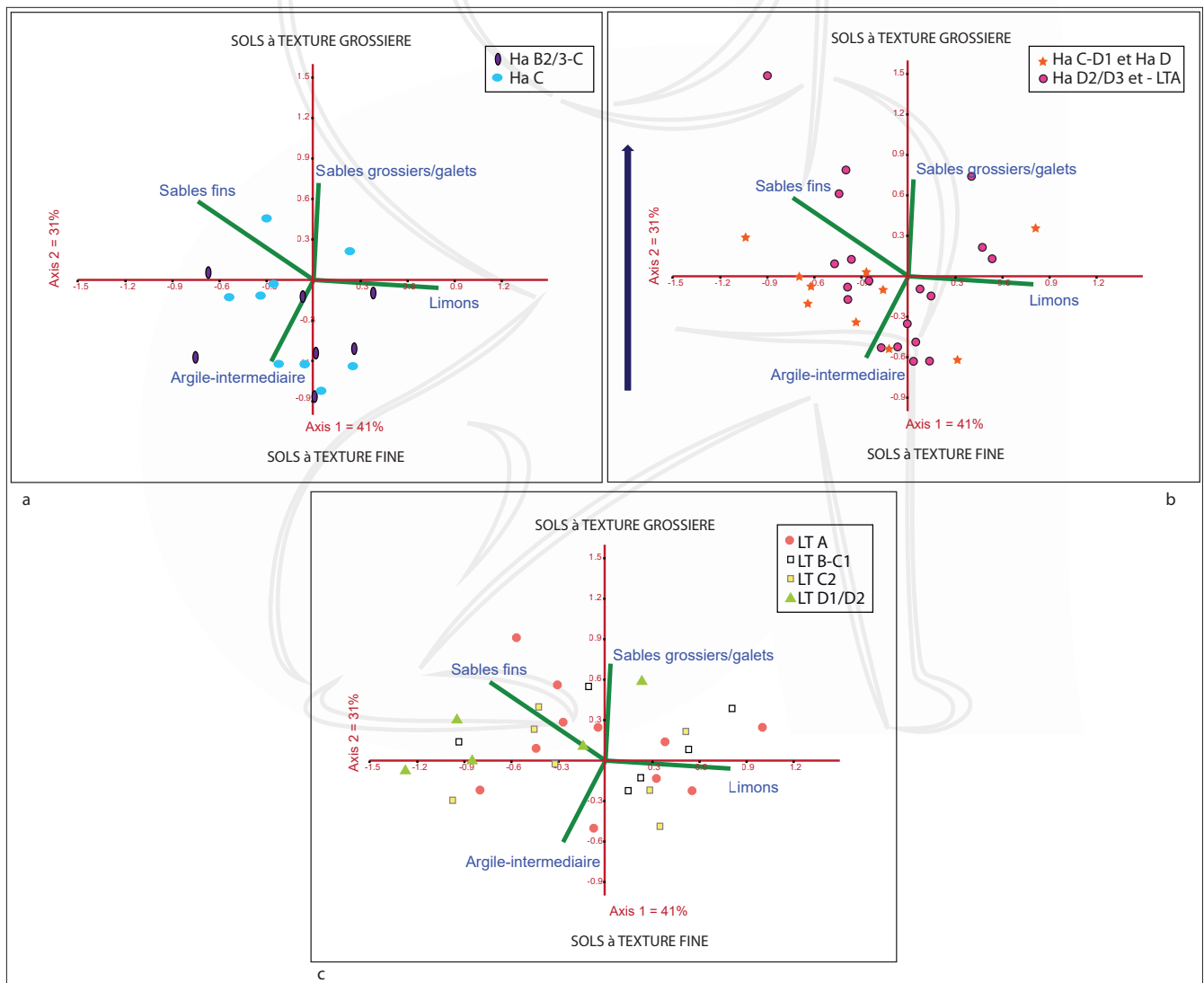


Fig. 6. Adventices et texture du sol. ACC réalisée sur 74 sites, 149 taxons et 4 attributs. L’axe 1 détermine 41 % de la variance. a. Sites des x^e-vi^e siècles a.C. ; b. Sites des vii^e-v^e siècles a.C. ; c. Sites des v^e-i^{er} siècles a.C. (DAO V. Zech-Matterne, CNRS).

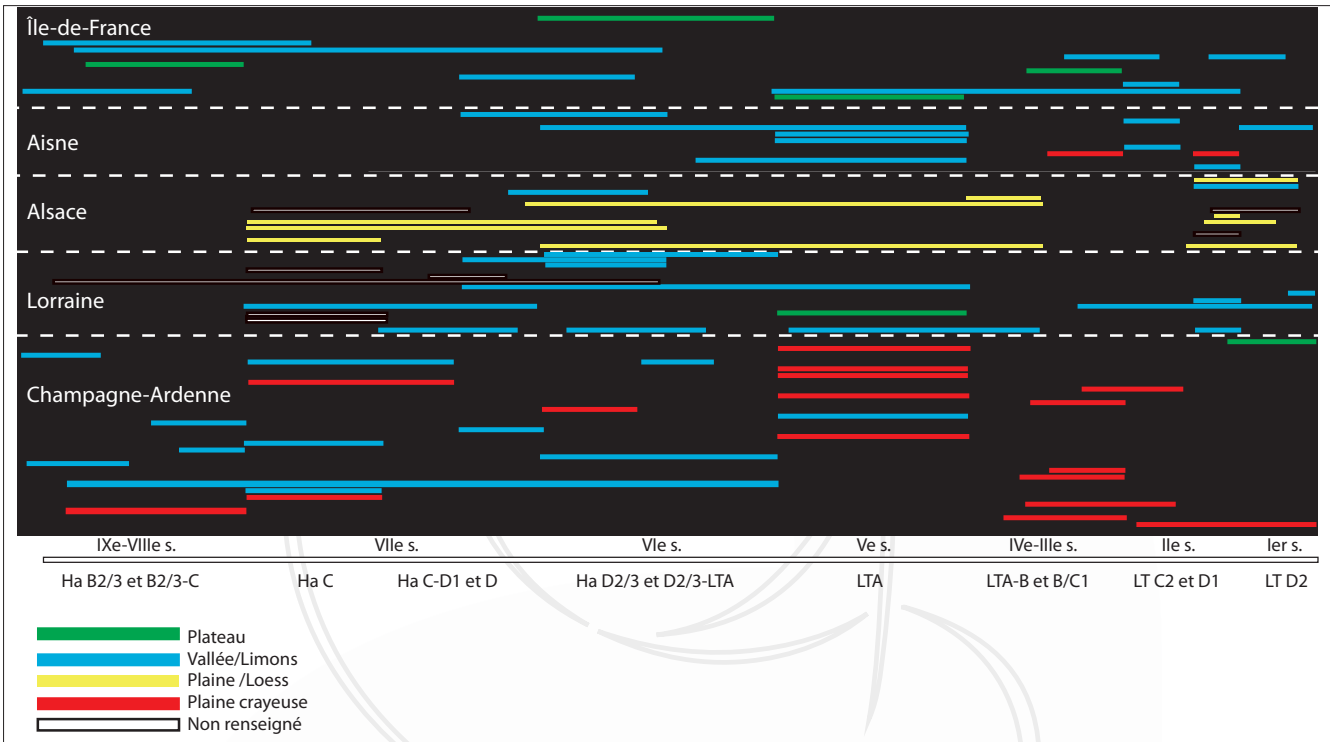


Fig. 7. Localisation topographique de l'ensemble des sites analysés (DAO F. Malrain, Inrap).

notable de la plaine crayeuse et de ses formations superficielles de type “graveluches” - matériau sableux incluant des graviers de craie – est le fait du développement de la société de “l’Aisne-Marne”, qui prend au nord le relais des chefferies hallstattiennes du sud Champagne et Bourgogne, dont le faste a vécu. Quoique moins sensible dans les chiffres, l’exploitation des plateaux, principalement au cœur du Bassin parisien (Picardie, Brie), devient structurellement importante. Elle serait très certainement mieux évaluée si le suivi de ce type de topographie était systématique dans la recherche archéologique préventive.

Type biologique/longueur de floraison et intensité des labours

La seconde série d’analyses se rapporte au travail du sol. Le degré de perturbation du sol, et donc l’intensité des labours, est évalué à partir du type biologique des adventices et de leurs capacités à se régénérer après une destruction partielle de leurs organes aériens. Ainsi, les vivaces dépourvues d’organes de reproduction végétative (de type stolons ou rhizomes) ne pourront se maintenir qu’en cas de perturbations légères de leur support d’enracinement. Si elles sont détruites, elles n’auront pas la capacité de se régénérer. Les annuelles à période de floraison courte et les vivaces pourvues d’organes produisant des plantules (stolons, rhizomes, bulbilles...) peuvent résister à des perturbations moyennes. Une durée de floraison courte signifie que si la plante est détruite, aucune floraison secondaire ne pourra venir la remplacer, car la saison favorable à la formation des bourgeons floraux aura été dépassée et les semences ne germeront plus, ou bien les plants qui en seront issus végèteront et resteront stériles. Les espèces les mieux armées pour se maintenir en cas de fortes perturbations sont les annuelles à durée de floraison moyenne ou longue, car elles pourront enchaîner plusieurs cycles végétatifs complets au cours d’une seule saison, et assurer à coup sûr leur descendance.

Sur les projections, on observe de fait une bonne structuration et une forte opposition vivaces/annuelles sur l’axe 1 (fig. 8). L’axe 3 offre l’avantage d’étaler les annuelles en un gradient logique : les annuelles à durée de floraison courte, qui correspondent aux sols moyennement perturbés, sont ainsi associées avec les valeurs négatives, et celles à durée de floraison longue (sols fortement perturbés) avec les valeurs positives de ce même axe.

Les sites relatifs aux deux premières phases (x^e-vi^e siècles) se positionnent majoritairement dans les quadrants qui traduisent un travail du sol léger, réalisé avec des outils peu pénétrants (fig. 8, a). Les plaines alluviales des grandes vallées, du fait de la nature des limons de débordement, faciles à travailler, ne nécessitaient pas un labour profond. Elles ont pu être exploitées pour le maraîchage et la culture des céréales semées au printemps (millets...).

Par la suite, on assiste à une montée des sites sur l'axe vertical, qui tend à s'accroître et qui traduit des perturbations plus importantes (fig. 8, b-c).

On observe en parallèle une présence légèrement plus marquée des vivaces à la période de La Tène, qui ne s'accorde pas avec l'augmentation des perturbations du sol, les vivaces y étant très sensibles (fig. 8, c). La question qui en résulte est de savoir si ces vivaces sont des espèces prairiales. En effet, les prairies abritent de plus fortes proportions de vivaces que les cultures, ces dernières impliquant des labours qui mettent les terrains à nus. Dans l'hypothèse où ces vivaces seraient effectivement des espèces prairiales, on pourrait s'interroger sur le rôle des prairies dans les cycles culturaux.

L'examen des occurrences de prairiales strictes par rapport à celles de la flore adventice sélectionnée ne montre, sur l'ensemble de la séquence chronologique, aucune montée significative. La valeur maximale observée pour cette catégorie au

Éléments sous droit d'auteur - © Ausonius Éditions juin 2017

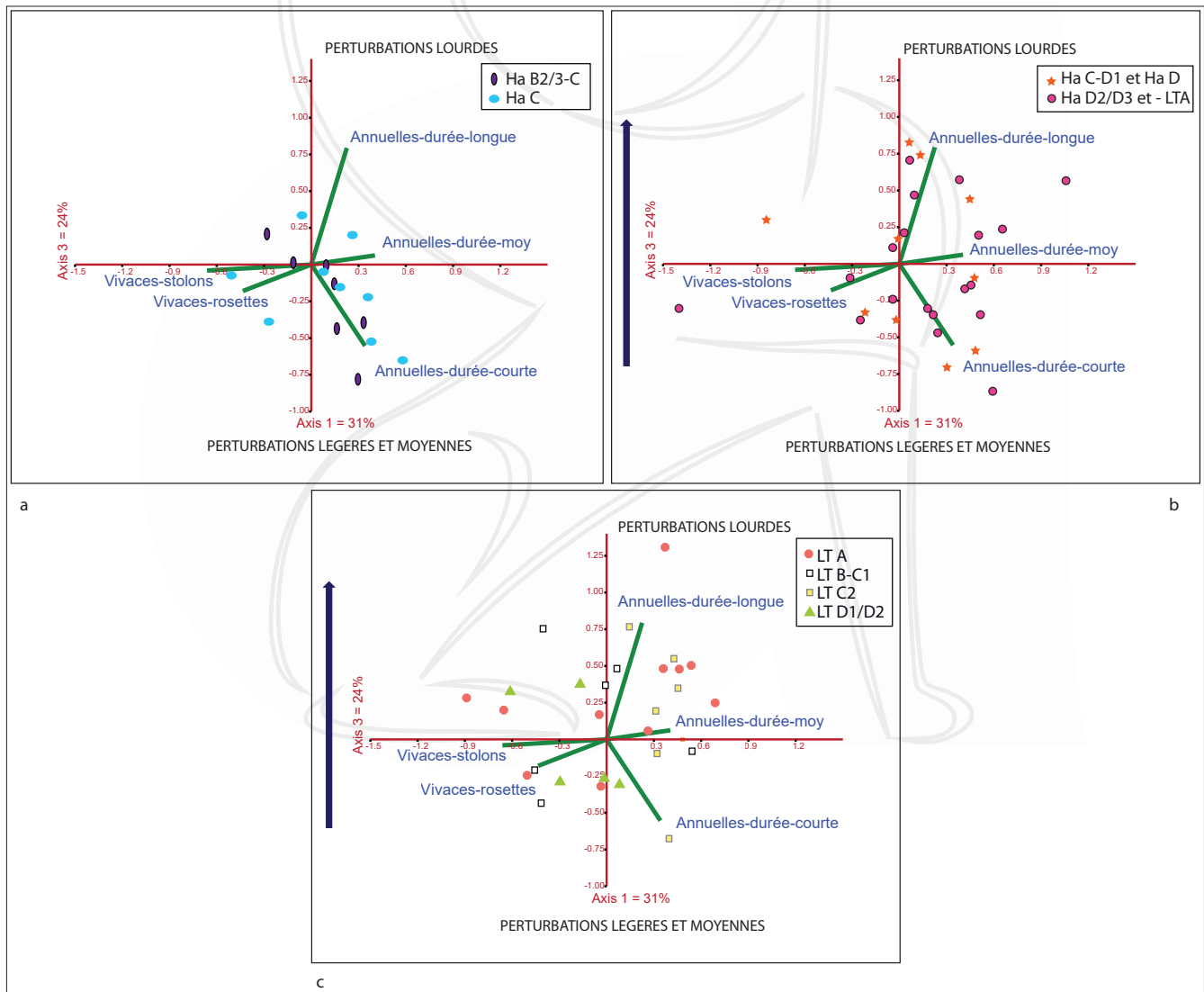


Fig. 8. Adventices et travail du sol. ACC sur 74 sites, 149 taxons et 4 attributs. L'axe 1 détermine 31 % de la variance. a. Sites des x^e-vii^e siècles a.C. ; b. Sites des vii^e-v^e siècles a.C. ; c. Sites des v^e-i^{er} siècles a.C. (DAO V. Zech-Matterne, CNRS).

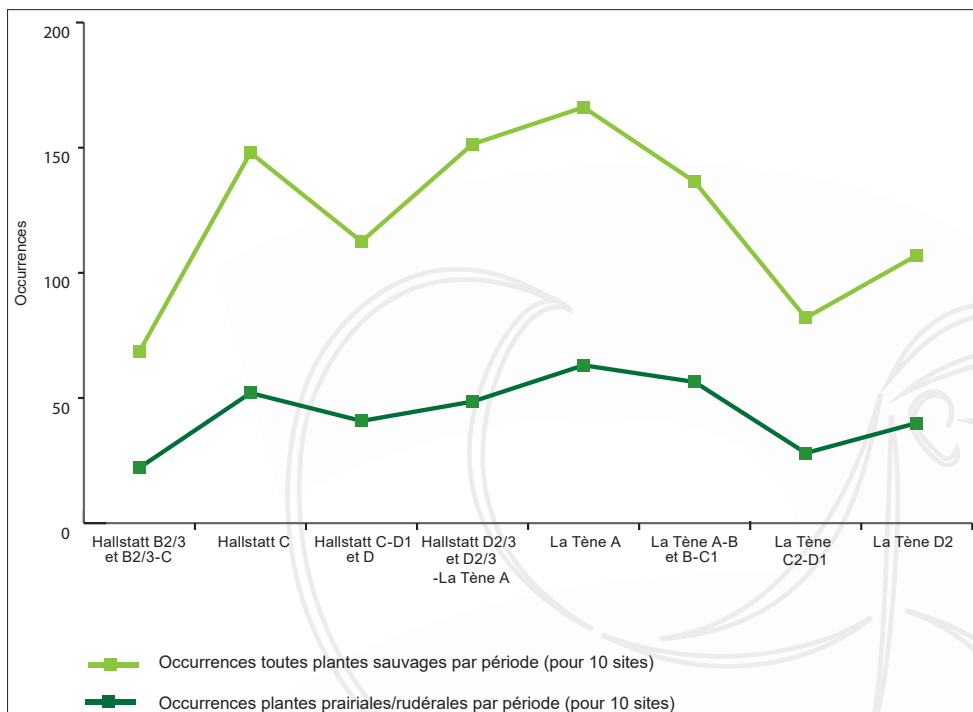


Fig. 9. Évolution du nombre d'occurrences des espèces prairiales par rapport au nombre d'occurrences de l'ensemble de la flore sauvage (F. Toulemonde).

cours de La Tène ancienne correspond en réalité à un maximum équivalent pour l'ensemble de la flore adventice (fig. 9). Si l'on s'en tient aux fluctuations des espèces liées au pacage d'animaux dans les prairies, comme *Ajuga reptans*, *Cirsium arvense*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca rubra*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago major*, *Poa annua*, *Ranunculus acris*, *R. repens*, *Rumex crispus*, *R. obtusifolius*, *Trifolium pratense*, *Urtica dioica*, on n'observe pas davantage de pic, même si la valeur maximale est atteinte pour la période de La Tène ancienne. Les raisons d'être de cette légère augmentation des vivaces à La Tène ne sont donc pas explicites à ce stade.

En rapport avec le travail du sol, nous nous sommes logiquement intéressés à la question de l'outillage, d'une part pour essayer de fixer dans le temps la généralisation des labours à l'araire, et d'autre part dans l'idée qu'un outillage spécifique aurait néanmoins pu témoigner du rôle des pâtures et des prés de fauche dans l'ensemble du système. Étant donné le puissant système racinaire des graminées, une remise en culture suppose en effet des instruments suffisamment coupants pour séparer les mottes d'herbe.

Le premier constat concernant l'outillage agricole est l'absence de travaux de recherche pour les périodes antérieures au second âge du Fer. Cette situation, due à l'indigence voire l'absence de données pour la fin de l'âge du Bronze et le premier âge du Fer, est d'autant plus surprenante qu'une véritable économie agro-pastorale dynamique et florissante se met en place à partir des XIV^e-XIII^e siècles a.C. À l'échelle de la longue durée, ces phases chronologiques sont le théâtre d'évolutions technologiques majeures, à commencer par celle de la base métallique en usage. À une consommation métallique fondée quasi exclusivement sur les alliages cuivreux à la fin de l'âge du Bronze (les objets en fer restent rarissimes⁸), on passe à une consommation métallique majoritaire d'objets ferreux à la fin du second âge du Fer. Tout se joue au premier âge du Fer, qui voit s'effectuer la transition entre ces deux mondes métalliques. L'état de la recherche montre que l'usage du fer se diffuse lentement dans les sociétés hallstattiennes, quel que soit le contexte de découverte : habitat, dépôt, etc.⁹. Il reste l'apanage des strates dirigeantes (tombe aristocratiques et habitats correspondants) et est quasi-absent des habitats courants. Le bronze, auquel son usage déclinant confère une nouvelle valeur de rareté, se maintient jusqu'au début de La Tène, notamment dans le domaine de la parure et de

8. Gomez de Soto & Kerouanton 2009.

9. Dubreucq 2007 et 2013 ; Le Cozanet 2012.

l'apparat. La consommation et la diffusion du fer, dont la masse métallique globale est orientée vers l'armement, restent donc timides jusqu'au v^e siècle a.C.

Ceci posé, on constate qu'il n'existe pas d'outillage métallique pour le travail de la terre entre le x^e et le iii^e siècle a.C. Le bronze ne pouvait être utilisé pour les araires car sa plasticité le rend peu opérant pour le travail du sol¹⁰, et le fer n'a fait son introduction dans ce domaine que tardivement¹¹. Quant au travail de fauche et de récolte, des outils sont connus pour la fin de l'âge du Bronze, telles les faucilles réalisées en alliage cuivreux, qui apparaissent au xiv^e-xiii^e siècle a.C. en lien avec le nouveau système agro-pastoral¹². Mais leur disparition totale au premier âge du Fer, avant la réapparition de modèles en fer vers le v^e siècle a.C., ne trouve actuellement aucune explication.

Force est de constater que l'outillage indispensable à ces travaux est longtemps demeuré basé sur le bois, dont certaines parties pouvaient être durcies au feu, ou améliorées par l'ajout de matériaux lithiques (silex par exemple). Il n'est pas possible dans l'immédiat d'envisager de modification majeure du système technique dans le monde agricole entre la fin de l'âge du Bronze et le premier âge du Fer. Les évolutions notables n'ont pas lieu avant le v^e voire le iv^e siècle a.C.

C'est en effet à partir du second âge du Fer que les données deviennent abondantes et que l'on observe un développement et une diversification de l'outillage aratoire, en accord avec les changements que l'on a décelés dans le travail du sol au travers des caractéristiques des adventices. Dans le courant du ii^e siècle et surtout au i^{er} siècle a.C., les mentions d'outils se multiplient et vont de pair avec une diversité typologique plus importante. Si les socs sont bien tous destinés aux travaux aratoires, leur diversité typologique suggère des utilisations multiples : labours, traçage de sillons, recouvrement des semences après semis à la volée, par exemple (fig. 11). Pour les petits socs coniques, constitués d'une simple feuille de fer enroulée formant la douille et la pointe, parfois assujettie à l'araire par un clou, se pose la question de leur usage réel. Certains pourraient tout autant armer l'extrémité d'un plantoir ou d'un bâton que constituer la pointe d'un araire (fig. 10). Une coupe au niveau de la partie travaillante est alors nécessaire pour établir une discrimination : circulaire pour les plantoirs, rectangulaire et/ou en forme de lunules pour les pointes d'araire. L'interprétation fonctionnelle des outils reste toujours incertaine, d'autant qu'ils font rarement l'objet de restauration et que leur représentation graphique dépasse à peine un quart des effectifs. Or, ce n'est que par une analyse fine de leur morphologie qu'il sera possible d'en définir la typologie. La question d'armature de soc d'araire ou de plantoir est d'importance. En termes de pratiques agricoles, si certaines des pièces métalliques coniques étaient bien destinées à renforcer la partie active des plantoirs, elles constitueraient un indice indirect d'un semis en poquet, ce qui implique un ensemencement en ligne. Cette méthode, même si elle nécessite une main-d'œuvre plus abondante que le semis à la volée, permet de réaliser une économie substantielle en semences. F. Sigaut a ainsi estimé qu'elle dispense 15 kg de graines à l'hectare contre 150 kg à la volée. En revanche le temps de travail est multiplié par 20¹³. On

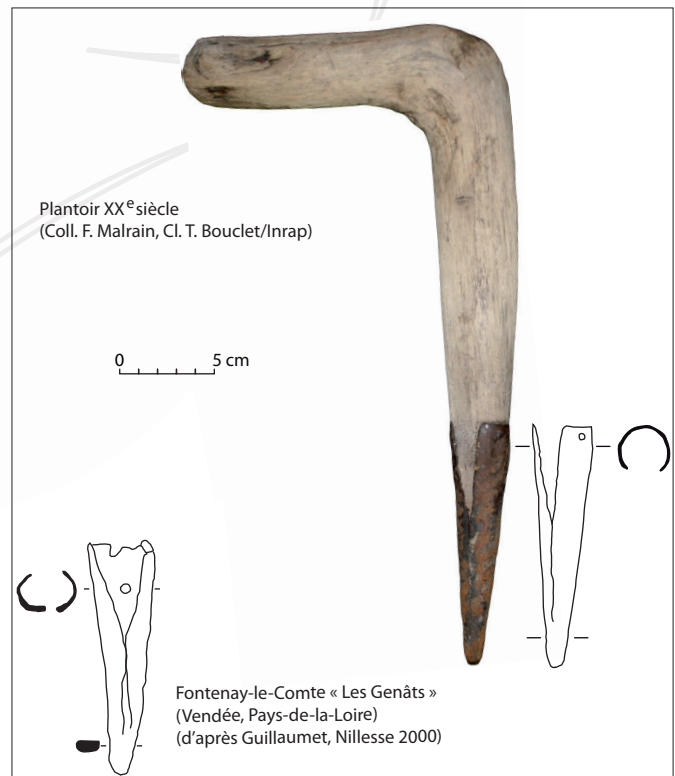


Fig. 10. Certaines pointes d'aires pourraient aussi être considérées comme l'armature de plantoirs (F. Malrain, Inrap).

10. Serneels 2009.
11. *Id.* 2007.
12. Guilaine 1991.
13. Sigaut 1992.

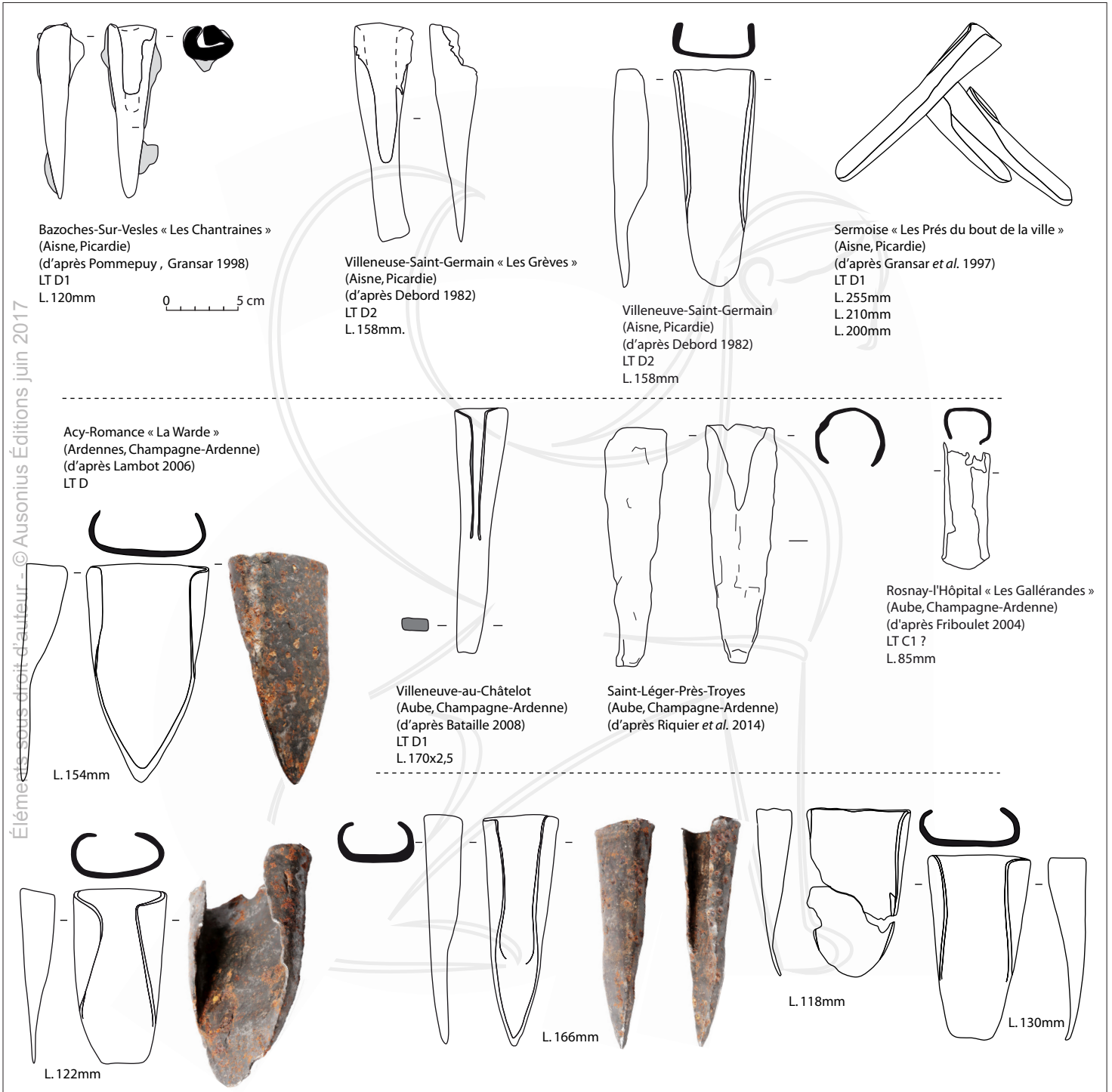


Fig. 11. Outils aratoires en fer de la zone d'étude (DAO F. Malrain, Inrap).

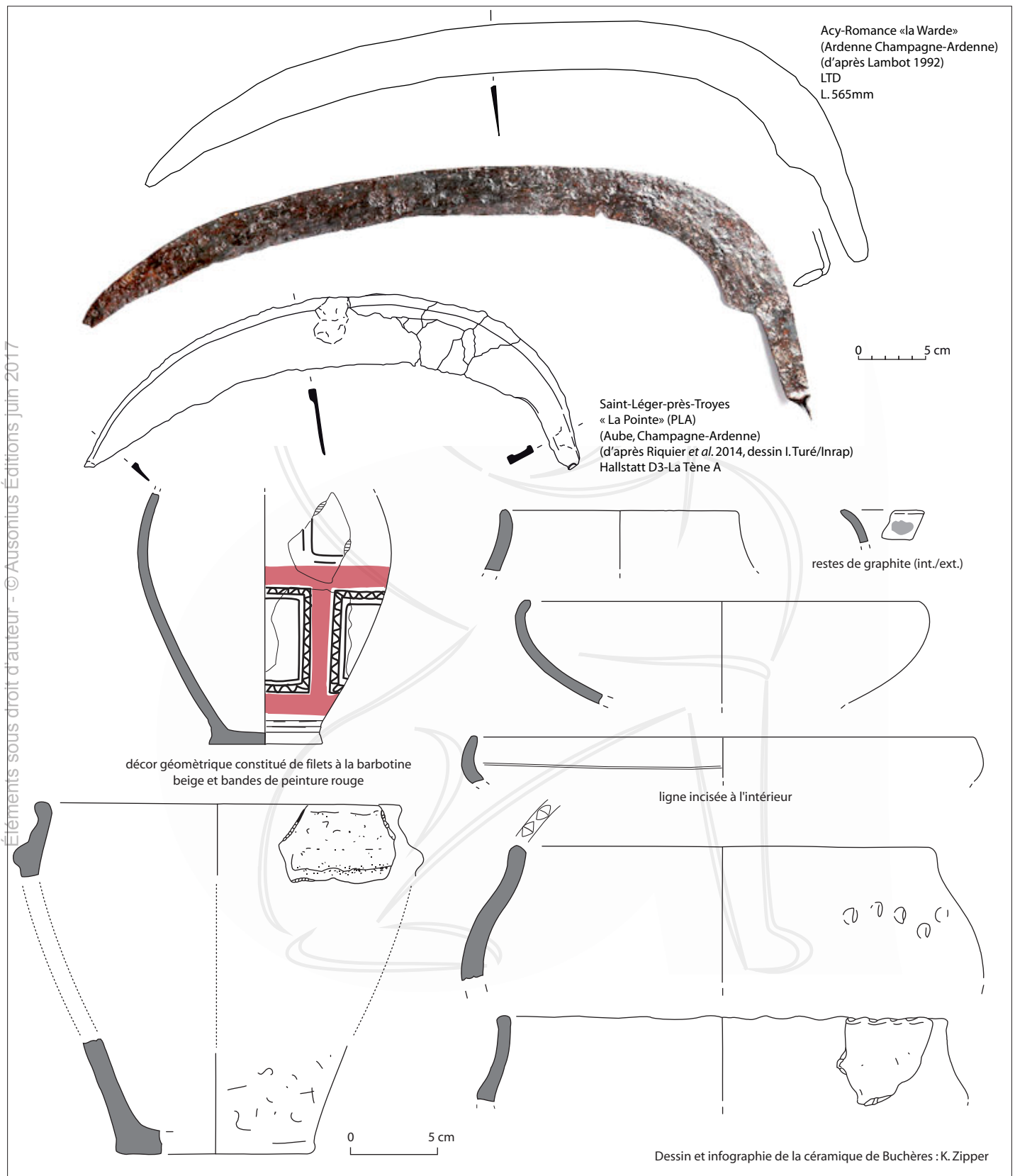


Fig. 12. Faux : Acy-Romance (Ardenne) (en haut), Buchères/Saint-Léger-près-Troyes (Aube) (en dessous) et son mobilier céramique associé dans une fosse datée de la première moitié du v^e s. a.C. (DAO Inrap).

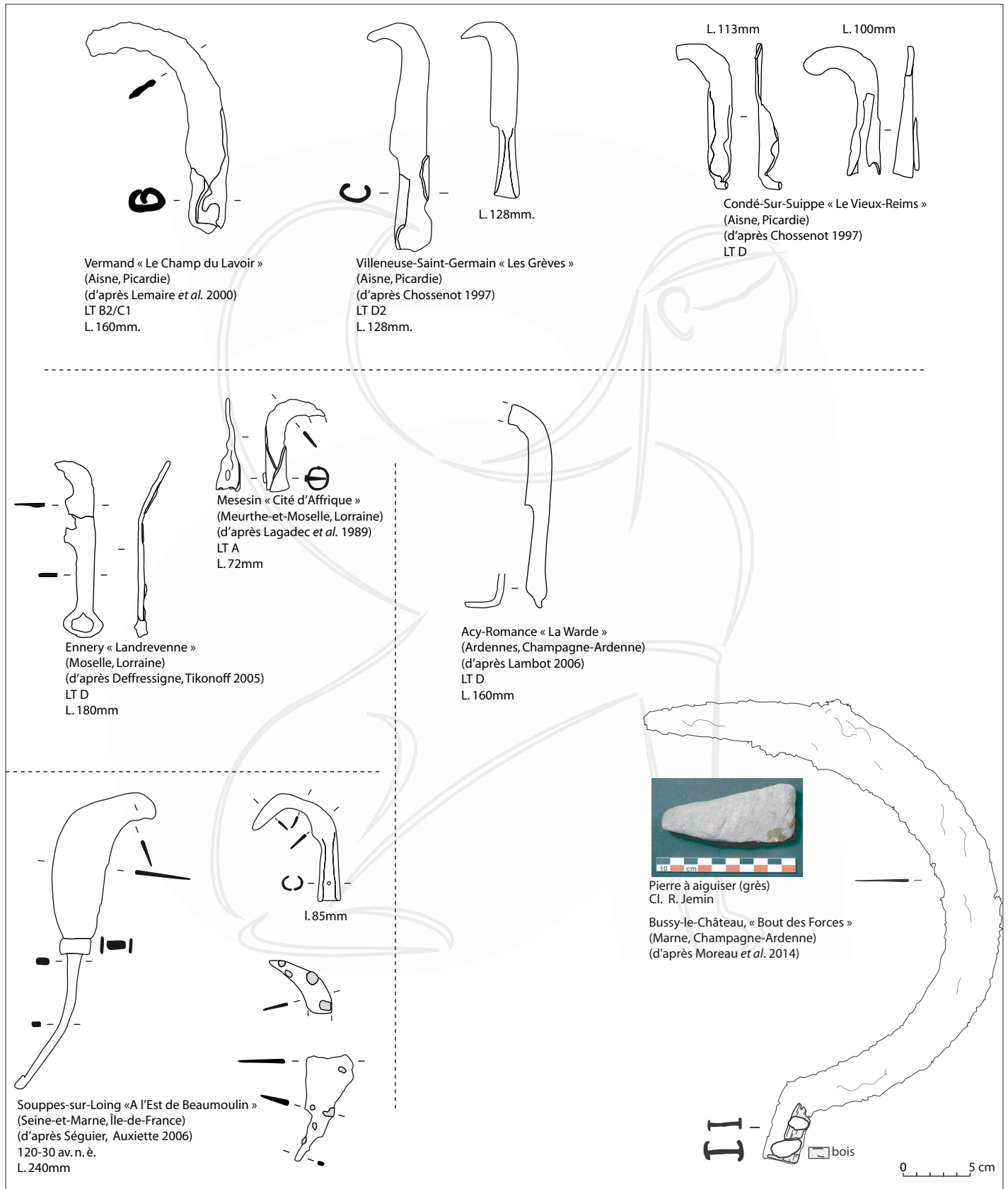


Fig. 13. Outils de coupe en fer de la zone d'étude (DAO F. Malrain, Inrap).

peut cependant estimer que la main-d'œuvre dans les établissements agricoles est suffisante pour pratiquer cette technique. Un semis en lignes espacées permet une circulation aisée des personnes lors de l'entretien des champs, facilite les opérations de binage et de sarclage, limitant la propagation des adventices.

En ce qui concerne le travail de fauche, les outils sont rares sur l'aire géographique prise en considération. La première mention est celle d'une faux découverte à Buchères dans l'Aube¹⁴, au fond d'une fosse bien datée par de la céramique peinte de la première moitié du v^e siècle (fig. 12). Cette datation est à notre connaissance un *unicum* en Gaule septentrionale. Des exemplaires datés de cette période sont connus en Bohême¹⁵. Pour cette partie de l'Europe, F. Sigaut a supposé que l'invention de la faux avait été rendue nécessaire par les conditions climatiques. Les hivers froids et enneigés ne permettant pas le pacage des animaux, il fallait leur assurer une subsistance suffisante lors de leur stabulation¹⁶. La question de la mise en place de prairies de fauche artificielles est soulevée par des assemblages carpologiques pour des périodes aussi précoces que le premier âge du Fer¹⁷. La rentabilité de la faux pour stocker d'importantes quantités de fourrage n'est plus à démontrer.

Pour les outils de coupe, en plus des faucilles, une gamme diversifiée d'instruments apparaît. La morphologie des faucilles comme celle de Bussy-le-Château (Marne)¹⁸, atteste bien l'emploi réservé à la coupe des végétaux, tandis que l'usage d'autres spécimens ne se limite pas à la seule moisson (fig. 13). Certains permettent de tailler ou encore d'élaguer des branches qui constitueront un fourrage hivernal, au même titre que le foin amassé dans les prairies¹⁹.

Période/longueur de floraison et calendrier des semis

La troisième série d'analyses concerne les régimes de culture et le calendrier des semis (fig. 14). Si l'épeautre est presque exclusivement un blé d'hiver, les autres blés et orges s'accommodent de plusieurs saisons pour les semailles. Les millets, les légumineuses et l'avoine – si cette dernière était effectivement cultivée – sont quant à eux essentiellement des cultures de printemps, encore qu'il existe aussi des avoines d'hiver²⁰. Les cultures d'hiver sont mises en évidence par une prédominance d'annuelles à floraison courte et précoce ; les floraisons tardives sont caractéristiques des semis de printemps. Aux floraisons longues et intermédiaires ne s'attache pas de signification tranchée. L'opposition s'établit donc de part et d'autre de l'axe vertical, entre les valeurs négatives et positives de l'axe 1. Pratiquement tous les sites anciens se regroupent à gauche (valeurs négatives de l'axe 1) et se trouvent donc associés aux floraisons tardives, indicatrices de semis de printemps (fig. 14, a). La part importante des millets dans les agricultures de ces périodes justifie à elle seule cette situation de fait.

Par la suite, les sites se déplacent vers la droite et "montent" sur l'axe vertical, pour se rapprocher des floraisons courtes et précoces (fig. 14, b-c). Les régimes de printemps et d'hiver se rééquilibrent. Si les régimes d'hiver ne sont pas exclusifs, alors que les cultures de millets et de légumineuses ont fortement régressé, cela plaide en faveur du maintien de certaines céréales (amidonnières et orge ?) en régime de printemps.

Sensibilité à l'azote et fertilité des sols

Les dernières ACC réalisées traitent de la question de la fertilité des sols de culture (fig. 15). L'absorption d'azote par la plante est essentielle au développement de sa végétation. Les plantes les moins gourmandes sont qualifiées d'oligotrophes (valeurs 1-2 dans la classification d'Ellenberg *et al.* 1991) et les nitrophiles d'eutrophes (valeurs 7-9). La répartition des sites est tributaire de la sensibilité à l'azote des adventices qui y sont répertoriées. Une majorité d'espèces nitrophiles est donc indicatrice d'une croissance sur sols riches ou fertilisés.

14. Riquier *et al.* 2014, 42.

15. Nillesse & Buchsenschutz 2009.

16. Sigaut 2003.

17. Ruas 2008.

18. Moreau *et al.* 2006, 55.

19. Hejzmanová *et al.* 2013.

20. Ruas *et al.* 2012.

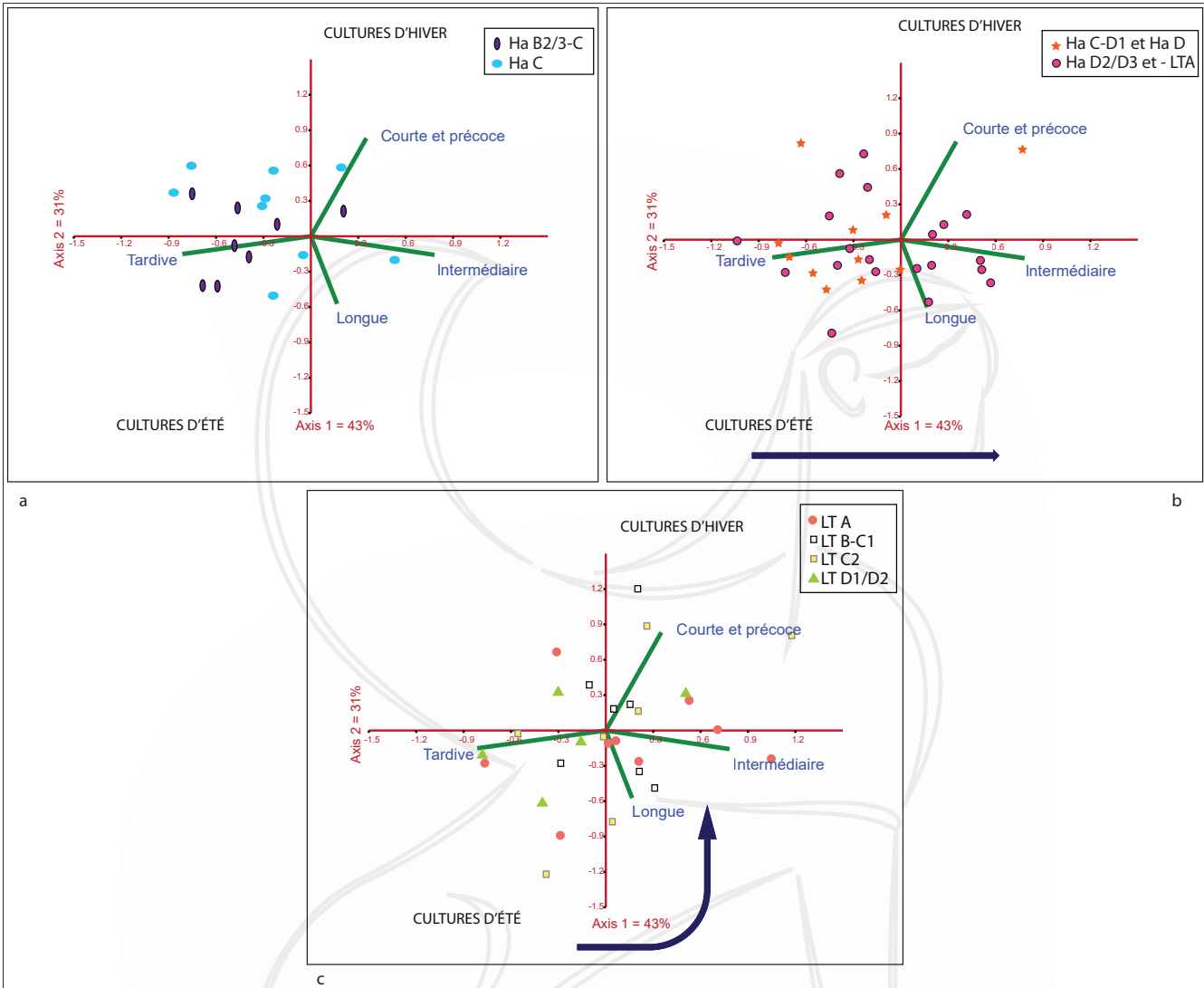


Fig. 14. Saison préférentielle des semis. ACC sur 77 sites, 77 taxons (adventices strictes) et 4 attributs. L'axe 1 détermine 43 % de la variance. a. Sites des x^e - vii^e siècles a.C. ; b. Sites des vii^e - v^e siècles a.C. ; c. Sites des v^e - i^er siècles a.C. (DAO V. Zech-Matterne, CNRS).

Les analyses montrent clairement une montée progressive des sites sur l'axe vertical, puis un déplacement des sites vers les valeurs positives de l'axe 1 à droite, qui traduisent une diversification des sols de culture et le recours, au cours du second âge du Fer, à des sols moins fertiles. Cela ne signifie pas nécessairement que les sols s'appauvrissent mais correspond sans doute plus vraisemblablement à l'exploitation d'un panel plus large de terres, y compris celles au potentiel plus faible, en y adaptant des espèces de culture qui peuvent encore y fournir un bon rendement. La diversification des sols exploités était déjà perceptible dans l'évolution de l'implantation topographique des sites étudiés par la carpologie, qui montrait une représentation plus importante de la plaine crayeuse et des plateaux à partir de La Tène ancienne.

BILAN ET PERSPECTIVES

L'analyse des conditions de croissance des cortèges adventices, couplée à celle de la structuration des productions végétales, a mis en lumière une double dynamique des pratiques culturelles des sociétés protohistoriques du nord-est de la France, au cours du I^er millénaire a.C. La confrontation des résultats de l'analyse carpologique avec le recensement de l'outillage

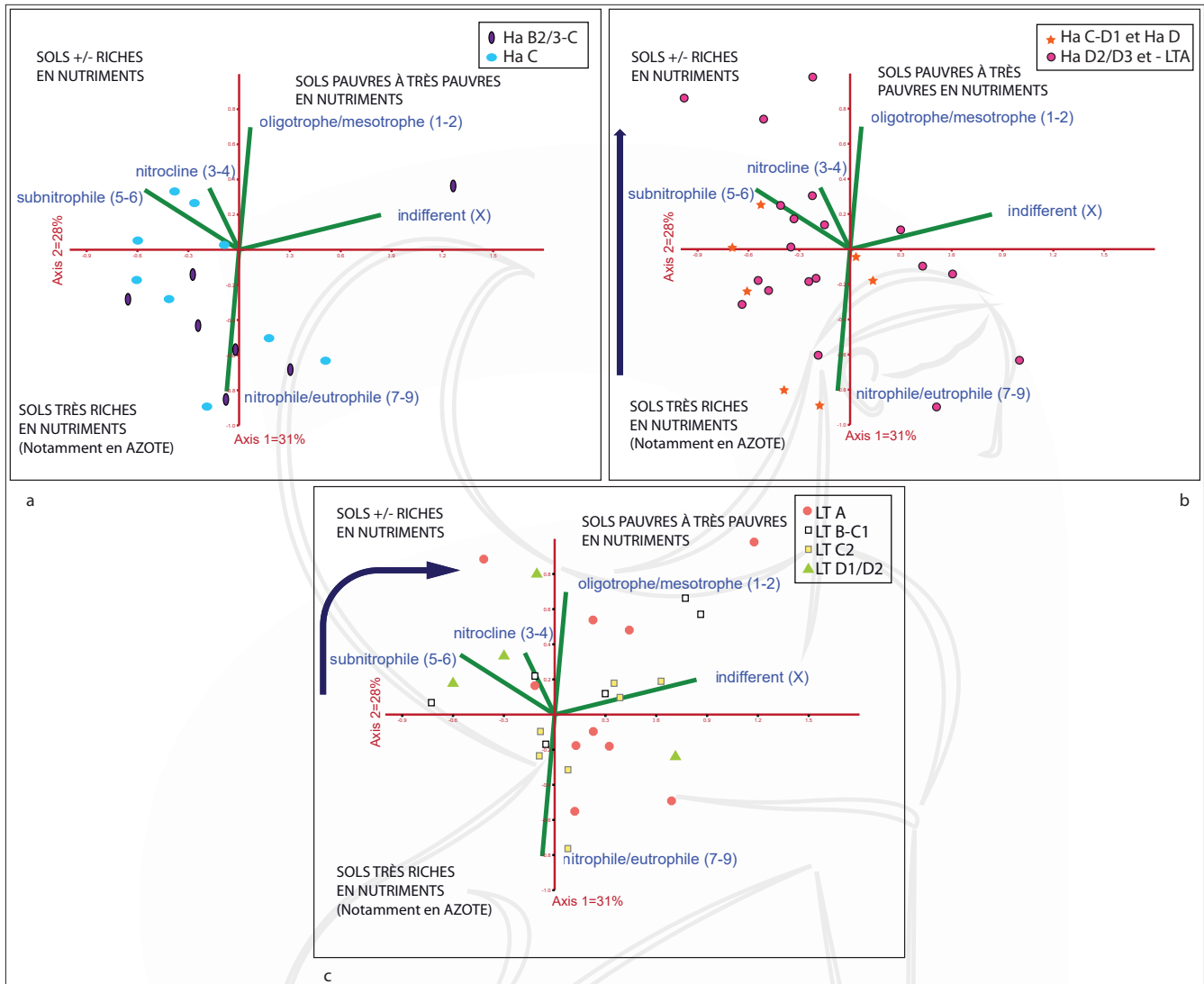


Fig. 15. Adventices et sensibilité aux nutriments. ACC 73 sites, 136 taxons, 5 variables nutriments. L'axe 1 détermine 31 % de la variance. a. Sites des 8^e-7^e siècles a.C. ; b. Sites des 7^e-6^e siècles a.C. ; c. Sites des 5^e-1^{er} siècles a.C. (DAO V. Zech-Matterne, CNRS).

archéologique découvert dans la zone analysée, et l'évolution de l'implantation topographique des sites étudiés, a montré dans ces domaines des évolutions contemporaines aux transformations de l'agriculture, qui ont accompagné ou permis leur développement.

Les changements perçus dans les pratiques agricoles indiquent deux mouvements inverses : à la spécialisation des productions végétales répond la diversification des milieux d'exploitation. Alors qu'au premier âge du Fer, dans la continuité des traditions mises en place au Bronze final, l'économie agricole repose sur une polyculture englobant différentes catégories de plantes (céréales, légumineuses et oléagineux), et différentes espèces au sein de chaque catégorie (pour les céréales : orge vêtue, plusieurs blés vêtus, millets), au tournant du second âge du Fer se met en place une céréaliculture plus stricte, centrée sur l'orge et un blé vêtu dominant. La culture des millets décline fortement, celle des légumineuses et des oléagineux diminue en proportion de l'avancée des céréales. Une percée timide du blé nu et le possible développement de l'avoine restent à préciser.

Parallèlement les situations d'exploitation, révélées par les caractéristiques biologiques et écologiques des flores sauvages, se multiplient. D'une prédominance des cultures de printemps au premier âge du Fer, qui répondait aux exigences des

espèces exploitées, on glisse vers des situations mixtes au cours de La Tène, avec la coexistence de cultures d'été et d'hiver. Les qualités des sols mis à contribution pour les cultures se diversifient, on exploite les sols limoneux mais aussi les sols caillouteux, les sols riches comme les sols pauvres. Ces changements ont pu être mis directement en rapport avec la diversification des implantations topographiques et édaphiques des unités de production, observée à la transition des deux âges du Fer. On passe alors d'une occupation centrée sur les axes alluviaux à une occupation topographiquement plus variée, supposant la mise en culture aussi bien des riches sols alluviaux des grandes vallées que des minces rendzines sur craie ou graveluches de la plaine champenoise, ou des limons éoliens très fertiles des plateaux picards et franciliens.

Enfin, l'analyse des traits de vie liés aux capacités des adventices à endurer des perturbations a révélé une progressive intensification du travail du sol, perceptible à partir du second âge du Fer. Celle-ci peut être mise en lien avec le développement des outils en fer dont les découvertes archéologiques se multiplient dans le courant du second siècle. Leur diffusion de plus en plus importante a d'une part favorisé la mise à contribution de nouveaux espaces cultivables, grâce aux haches qui ont permis de gagner des terres sur le milieu naturel, et d'autre part facilité la chaîne opératoire de la préparation des sols aux récoltes, grâce aux outils aratoires et de coupe. Elle a permis l'augmentation des surfaces travaillées, nécessaire à l'extension de la céréaliculture mise en évidence par l'analyse carpologique.

Si, ainsi que ce travail en fait la démonstration, l'intérêt de la confrontation des synthèses carpologiques et archéologiques pour la compréhension des changements affectant les pratiques agricoles ne fait pas de doute, l'appréhension plus fine de ces phénomènes dépendra du comblement de lacunes dans la documentation. L'amélioration de la représentation des plateaux franciliens dans le corpus carpologique, l'augmentation des jeux de données issus de contextes humides (permettant la préservation d'une plus grande diversité d'adventices), l'ouverture d'une enquête sur l'outillage du premier âge du Fer, et la documentation systématique des outils agricoles sont quelques pistes à investir. Les projets de recherche en cours ou programmés sont nombreux et tireront parti d'une documentation complétée et enrichie. Ils ont en effet pour perspective l'extension du champ géographique et chronologique de l'analyse, afin de définir les spécificités des agricultures régionales dans la moitié nord de la France, depuis le Bronze final jusqu'à la fin de l'Antiquité. Ils doivent s'attacher à déterminer les facteurs d'évolution de ces agricultures et leurs capacités d'adaptation (interactions agriculture/élevage, développement des prairies et pratiques d'amendement), par différents moyens incluant notamment l'analyse de l'évolution des flores adventices et les analyses isotopiques des restes carpologiques et archéozoologiques²¹.

Références bibliographiques

- Anderson, P.-C., éd. (1992) : *Préhistoire de l'agriculture, nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*, Monographie du CRA 6, Paris.
- Bataille, G. (2008) : *Les Celtes : des mobiliers aux cultes*, Dijon.
- Bataille, G. et J.-P. Guillaumet, éd. (2006) : *Les dépôts métalliques au second âge du Fer en Europe tempérée, Actes de la table-ronde de Bibracte, 13-14 octobre 2004*, Bibracte 11, Glux-en-Glenne.
- Bogaard, A. (2004) : *Neolithic farming in Central Europe. An archaeobotanical study of crop husbandry practices*, Londres.
- Bogaard A., G. Jones et M. Charles (2005) : "The impact of crop processing on the reconstruction of crop sowing time and cultivation intensity from archaeobotanical weed evidence", *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, 505-509.
- Bouby, L., V. Zech-Matterne, A. Bouchette, M. Cabanis, M. Derreumaux, M.-F. Dietsch-Sellami, F. Durand, I. Figueiral, P. Marinval, B. Pradat, O. Rousselet, N. Rovira, C. Schaal, F. Toulemonde et Wiethold J. (à paraître) : "Ressources et économie agricole en France à l'âge du Bronze et au premier âge du Fer. État des données carpologiques", in : Carozza *et al.*, à paraître.

21. Voir les publications à venir de communications récentes ou programmées dans le cadre de l'European Association of Archaeologists (EAA) (Glasgow, 2-5 septembre 2015), des ateliers et table-ronde internationale du programme ERC Rurland (Paris, 30 novembre 2015 et 8-9 mars 2016) et du colloque de l'International Work Group for Palaeoethnobotany (IWGP) (Paris, 4-9 juillet 2016).

- Brumont, F., éd. (2008) : *Prés, et pâtures en Europe occidentale, Actes des XXVIII^e journées internationales d'histoire de Flaran, 15-16 septembre 2006*, Flaran 28, Toulouse.
- Brun, C. (2007) : *Archéophytes et néophytes. Pour une nouvelle détermination des marqueurs polliniques de l'anthropisation. Le cas des milieux cultivés et rudéraux de Franche-Comté*, thèse de doctorat, Université de Franche-Comté.
- Carozza L., C. Marcigny et M. Talon, éd. (à paraître) : *L'habitat et l'occupation du sol à l'âge du Bronze et au début du premier âge du Fer, Actes de la table ronde sur la restitution de l'enquête nationale, Bayeux, 29-30 novembre 2011*, Paris.
- Carpentier, V. et C. Marcigny, éd. (2012) : *Des hommes aux champs, Pour une archéologie des espaces ruraux du Néolithique au Moyen-Âge, Actes de la table ronde de Caen, 8-9 octobre 2008*, Rennes.
- Charles, M., G. Jones, J. G. Hodgson (1997) : "FIBS in archaeobotany: functional interpretation of weed floras in relation to husbandry practices", *Journal of Archaeological Science*, 24, 1151-1161.
- Charles, M., A. Bogaard, G. Jones, J. G. Hodgson et P. Halstead (2002) : "Towards the archaeobotanical identification of intensive cereal cultivation: present-day ecological investigation in the mountains of Asturias, northwest Spain", *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 133-142.
- Chossenot, M. (1997) : *Recherches sur La Tène moyenne et finale en Champagne : étude des processus de changement*, Mémoire de la Société archéologique champenoise 12, Reims.
- Comet, G., éd. (2003) : *L'outillage agricole médiéval et moderne et son histoire, Actes des XXIII^e journées internationales de Flaran, 7-9 septembre 2001*, Toulouse.
- Debord, J. (1982) : "Premier bilan de huit années de fouilles à Villeneuve-Saint-Germain (Aisne) : 1973-1980", in : *Vallée de l'Aisne : cinq années de fouilles protohistoriques*, RAP n° spécial, Amiens, 213-264.
- Deffessigne-Tikonoff, S. (2005) : "Un habitat de La Tène C2-début D1 à Ennery 'Landrevenne' (57)", *Archaeologia Mosellana*, 6, 47-102.
- Dubreucq, E. (2007) : "Le petit mobilier en fer des habitats du Hallstatt D – La Tène A : un mobilier sous-exploité", in : *AFEAF 2004-2*, 329-354.
- (2013) : *Métal des premiers celtes. Productions métalliques des habitats du Ha D-LT A1 dans les provinces du Hallstatt centre-occidental*, Dijon.
- Ellenberg, H., H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner et D. Paulissen (1991) : *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*, Scripta Geobotanica 18, Göttingen.
- Friboulet, M. (2004) : *Rosnay-l'Hôpital "Les Gallérandes" (Aube)*, DFS, SRA/DRAC Champagne-Ardenne.
- Gomez de Soto, J. et Kerouanton, I. (2009) : "Les premiers objets en fer en France, à l'âge du Bronze", in : *AFEAF 2006*, 501-506.
- Gransar, F., S. Desenne et M. Gransar (1997) : *Sermoise "les Prés du Bout de la Ville"*, DFS, SRA Picardie.
- Guilaine, J. (1991) : "Vers une préhistoire agraire", in : Guilaine, éd. 1991, 31-80
- Guilaine, J., éd. (1991) : *Pour une archéologie agraire. À la croisée des sciences de l'homme et de la nature*, Paris.
- Guillaumet, J.-P. et O. Nillesse (2000) : "Les petits objets de quelques fermes gauloises : approche méthodologique", in : Marion & Blancquaert, éd. 2000, 251-276.
- Hejzmanová, P., M. Stejskalova et M. Hejzman (2013) : "Forage quality of leaf-fodder from the main broad-leaved woody species and its possible consequences for the Holocene development of forest vegetation in Central Europe", *Vegetation History and Archaeobotany*, 23 (5), 607-613.
- Honegger, M., D. Ramseyer, G. Kaenel, B. Arnold et F. Kaiser, éd. (2009) : *Le site de La Tène : bilan des connaissances, état de la question, Actes de la table ronde internationale de Neuchâtel, 1-3 novembre 2007*, Archéologie neuchâteloise 43, Neuchâtel.
- Jauzein, P. et O. Nawrot (2011) : *Flore d'Île-de-France*, Paris.
- Jones, G., M. Charles, A. Bogaard et J. Hodgson (2010) : "Crops and weeds: the role of weed functional types in the identification of crop husbandry methods", *Journal of Archaeological Science*, 37, 70-77.
- Jones, G., M. Charles, A. Bogaard, J. Hodgson et C. Palmer (2005) : "The functional ecology of present-day arable weed floras and its applicability for the identification of past crop husbandry", *Vegetation History and Archaeobotany*, 14 (4), 493-504.
- Julve, P. (1998) : *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France* [en ligne], version téléchargeable du 21 juillet 2011, consulté le 1^{er} décembre 2016. URL : <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>
- Lagadec, J.-P., P. Duval, J. Éveillard, M. Leroy et A. Ploquin (1989) : "Bilan de sept campagnes de fouilles à la Cité d'Afrique de Messein", *RAE*, 40, 147-197.
- Lambinon, J., L. Delvosalle et J. Duvigneaud (2004) : *Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermaphytes)*, Meise.

- Lambot, B. (2006) : Assemblages métalliques dans les structures du village d'Acy-Romance (Ardennes), in : Bataille & Guillaumet, éd. 2006, 193-209.
- Lambot, B. et P. Méniel (1992) : *Le site protohistorique d'Acy-Romance (Ardennes) – 1 : l'habitat gaulois (1988-1990)*, Mémoire de la Société archéologique champenoise 7, Reims.
- Le Cozanet, T. (2012) : *Les dépôts non-funéraires à composante métallique aux âges du fer en France*, I-II, mémoire de master 2, Université Paris 1.
- Lemaire, P., F. Malrain et P. Méniel (2000) : "Un établissement enclos de La Tène moyenne à Vermand (Aisne) ; études préliminaires", *RAP*, 1, 167-178.
- Marion, S. et G. Blancquaert, éd. (2000) : *Les installations agricoles de l'âge du Fer en France septentrionale*, Études d'histoire et d'archéologie 6, Paris.
- Moreau, C., collab. N. Achard-Corompt, A. Ahü-Delor, C. Bemilli, L. Bonnabel, H. Cabart, S. Frère, R. Gestreau, G. Laperle, I. Le Goff, A. Louis, V. Matteredne, C. Paresys, M. Saurel et J.-H. Yvynec (2006) : *Bussy-le-Château, "Bout des Forces" (Marne)*, DFS, DRAC/Inrap Grand-Est-Nord.
- Nillesse, O. et O. Buchsenschutz (2009) : "Les faux et la datation de l'outillage agricole des dépôts de l'âge du Fer", in : Honegger *et al.*, éd. 2009, 157-165.
- Pommepeuy, C. et F. Gransar (1998) : *Bazoches-sur-Vesle "les Chantraines"*, FSA, SRA Picardie.
- Riquier, V. et J. Grisard J., éd., collab. A. Ahu-Delor, C. Ampe, G. Auxiette, A. Bandelli, A. Bardot-Cambot, M. Berranger, E. Bonnaire, F. Bostyn, P. Brunet, A. Chevalier, V. Clavel, C. Colleté, S. Desbrosse-Degobertière, K. Fechner, B. Fort, G. Fronteau, D. Frontin, M. Frouin, B. Gratuze, L. Hachem, C. Hamon, R. Irribarria, F. Langry-François, M. Larcher, I. Le Goff, S. Loicq, S. Loiseau, A. Louis, Y. Maigrot, V. Marchaisseau, A. Marillier, K. Meunier, T. Nicolas, Y. Pailler, C. Paresys, C. Peschaux, P. Pétrequin, F. Ravoire, C. Roms, M. Saurel, E. Séhier, W. Tegel, N. Tisserand, F. Toulemonde, L. Vrydaghs, J. Wattez, J. Wiethold et K. Zipper (2014) : *Buchères, Moussey, Saint-Léger-près-Troyes (Aube), Parc Logistique de l'Aube ; l'évolution d'un terroir dans la plaine de Troyes (I et II : campagnes de fouille 2005 et 2006)*, rapport de fouille archéologique, Inrap/DRAC Champagne-Ardenne.
- Ruas, M.-P. (2008) : "Pré, prairies, pâturages : éclairages archéobotaniques", in : Brumont, éd. 2008, 13-43.
- Ruas, M.-P. et V. Zech-Matteredne, collab. M.-F. Dietsch-Sellami, B. Pradat et S. Preiss (2012) : "Les avoines dans les productions agro-pastorales du nord-ouest de la France : données carpologiques et indications textuelles", in : Carpentier & Marcigny, éd. 2012, 327-365.
- Séguier, J.-M. et G. Auxiette (2006) : *Souppes-sur-Loing, à l'Est de Beaumontin (Seine-et-Marne, Île-de-France)*, rapport de fouille, SRA Île-de-France.
- Serneels, V. (2007) : "L'économie du fer protohistorique (VIII^e-I^{er} s. a.C.). De la production à la consommation du métal", in : *AFEAF 2004-2*, 425-434.
- (2009) : "Qu'est-ce qui change dans la vie quotidienne lorsque l'on remplace le bronze par le fer ?", in : *AFEAF 2006*, 433-439.
- Sigaut, F. (1992) : "Rendements et fertilité : signification analytique des rendements", in : Anderson, éd. 1992, 395-403.
- (2003) : "La faux, un outil emblématique de l'agriculture européenne", in : Comet, éd. 2003, 281-295.
- Toulemonde, F. (2013) : *Économie végétale et pratiques agricoles au Bronze final et au premier âge du Fer, de la côte de l'Île-de-France à la côte de Champagne*, thèse de doctorat, Université Paris 1.
- Zech-Matteredne V. et C. Brun (2016) : "Vers une agriculture extensive ? Étude diachronique des productions végétales et des flores adventices associées, au cours de la période laténienne, en France septentrionale", in : *AFEAF 2014*, 623-638.