



ArcheoSciences

Revue d'archéométrie

42-1 | 2018

Varia / 40 ans de colloques du GMPCA

Nouvelles données anthracologiques de la Champagne (Marne, Grand-Est) entre le Mésolithique et le second âge du Fer et leur implication pour l'histoire du pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) dans la région entre le début et le milieu de l'Holocène

*New results of charcoal analysis from Mesolithic to Late Iron Age sites of the Champagne region (eastern France) and their implications for the regional history of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) during the early and middle Holocene*

Valentina Bellavia, Elise Doyen et Julian Wiethold



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/5224>

DOI : 10.4000/archeosciences.5224

ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 27 juin 2018

Pagination : 45-56

ISBN : 978-2-7535-7587-5

ISSN : 1960-1360

Référence électronique

Valentina Bellavia, Elise Doyen et Julian Wiethold, « Nouvelles données anthracologiques de la Champagne (Marne, Grand-Est) entre le Mésolithique et le second âge du Fer et leur implication pour l'histoire du pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) dans la région entre le début et le milieu de l'Holocène », *ArcheoSciences* [En ligne], 42-1 | 2018, mis en ligne le 27 juin 2020, consulté le 06 janvier 2020. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/5224> ; DOI : 10.4000/archeosciences.5224

Article L.111-1 du Code de la propriété intellectuelle.

Nouvelles données anthracologiques de la Champagne (Marne, Grand-Est) entre le Mésolithique et le second âge du Fer et leur implication pour l'histoire du pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) dans la région entre le début et le milieu de l'Holocène

*New Results of Charcoal Analysis from Mesolithic to Late Iron Age Sites
of the Champagne Region (eastern France) and their Implications for the Regional
History of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) during the Early and Middle Holocene*

Valentina BELLAVIA^a, Élise DOYEN^b et Julian WIETHOLD^c

Résumé : Les résultats des analyses anthracologiques effectuées sur cinq sites archéologiques dans la Marne (région Grand-Est, France), fouillés entre 2011 et 2014 par l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), sont présentés dans cet article. Il s'agit en grande partie de charbons de bois issus de structures archéologiques en creux telles que des silos, des fosses ou des puits, datés du Mésolithique à La Tène. L'analyse microscopique des charbons de bois a permis de déterminer que les essences exploitées par l'homme surtout comme combustible, étaient essentiellement du pin et du chêne à feuillage caduc. Les résultats anthracologiques obtenus ont révélé une présence importante de charbons de *Pinus* sp./*Pinus* type *sylvestris*. Le pin est le taxon dominant au Mésolithique. Au Néolithique ancien, les pourcentages de pin diminuent au profit de la chênaie mixte. Entre le Néolithique moyen et le Bronze final, le pin est à nouveau l'espèce dominante avant une nouvelle diminution durant le premier âge du Fer; cette baisse correspond à une nouvelle augmentation des chênes à feuillage caduc et des autres composantes de la forêt mixte caducifoliée et d'espèces de lisière. Enfin, le pin est encore le taxon dominant jusqu'à La Tène finale (LT D). La persistance du pin dans la composition des massifs forestiers semble être une particularité régionale, car dans la plupart des autres régions, il a tendance à fortement régresser dès le Préboréal (vers 8600 av. J.-C.) au profit des feuillus. Une comparaison des données anthracologiques avec des données palynologiques acquises dans la région, nous aide à mieux éclairer cette question concernant la persistance du pin sylvestre en Champagne durant la Pré- et la Protohistoire et enrichit le débat concernant son possible indigénat.

Abstract: This paper presents the results of charcoal analyses performed in the Champagne (Marne, Grand-Est region, France) on five archaeological sites excavated by the Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap) between 2011 and 2014. The identified charcoal assemblages largely derive from hollow archaeological structures such as silos, pits or wells dated to a time span from the Mesolithic to the second Iron Age. Microscopic analysis of charcoal fragments allowed determining some taxa commonly used by Prehistoric communities for combustion like oak and pine. The obtained results are giving evidence of the important presence of *Pinus* sp./*Pinus* type *sylvestris*. Pine, most probably Scots pine *Pinus sylvestris* L., was the dominating taxon during the Mesolithic. During the Early Neolithic, pine declined while mixed oak woodland developed. Between the Middle Neolithic and the La Tène period, pine is dominating again the charcoal assemblages of our study region. However, it regressed again during the older Iron Age (Hallstatt period), when we can observe a rise of species belonging to mixed deciduous woodland and its edges. The persistence of pine in the woodland composition

^a Geolab UMR 6042, Université Blaise-Pascal, 4 rue Ledru, 63 057 CLERMONT-FERRAND. (valentinabellavia@gmail.com)

^b Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), Direction interrégionale Grand Est, Centre archéologique de Saint-Martin-sur-le-Pré, 38, Rue des Dats, 51 520 SAINT-MARTIN-SUR-LE-PRÉ. (el.doyen@laposte.net)

^c Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), Laboratoire archéobotanique, Direction interrégionale Grand Est, 12, rue de Méric, 57 063 METZ cedex 2, UMR 6298 ArTeHiS. (julian.wiethold@inrap.fr)

of forested parts of the Champagne during Prehistoric times seems to be a regional peculiarity, as this coniferous tree is generally replaced by broad-leaved trees from Preboreal times onwards, ca. 8.600 BC. The comparison of the results obtained from on-site charcoal analysis with regional pollen datasets help us understanding better the well-documented presence of pine in the Champagne during the Pre- and Protohistory. Additionally, the available pollen data are enriching the debate concerning its possible native character.

Mots clés : anthracologie, exploitation, indigénat, *Pinus sylvestris*, Marne, France.

Keywords: charcoal analysis, exploitation, native, *Pinus sylvestris*, Marne, France.

1. INTRODUCTION

Depuis la fin de la dernière période glaciaire jusqu'à aujourd'hui, les grandes phases d'évolution du couvert végétal qui se sont succédé à basse altitude dans le Nord-Est de la France sont relativement bien documentées par de nombreuses études palynologiques (David, 2014; David *et al.*, 2012; Leroyer, 1997; Leroyer *et al.*, 2011; Ruffaldi, 1997). Avant l'intervention de l'homme, l'apparition puis l'évolution du couvert arboréen dans cette zone géographique sont principalement contrôlées par le facteur climatique et notamment l'augmentation des températures (Richard, 1988). Cependant, d'autres facteurs peuvent également entrer en compte et modifier la composition et l'évolution du couvert végétal durant l'Holocène tels que la nature du substrat géologique, les propriétés des sols et leur développement. La Champagne sèche (ou « crayeuse ») est une zone naturelle localisée principalement dans la région Grand-Est (Collete *et al.*, 1996). Elle s'étend sous la forme d'un demi-cercle et est bordée par la Côte de l'Île de France à l'ouest, la Champagne humide à l'est, le Pays d'Othe au sud et la Thiérache au nord. Quatre principaux cours d'eau la traversent d'ouest en est : l'Aisne, la Marne, l'Aube et la Seine. Cette zone au relief peu marqué (entre 60 et 200 m NGF) présente une température annuelle moyenne de 10,3 °C (IGN, 2012) et un faible taux de pluviométrie (550 à 650 mm/an; IGN, 2012). Sa caractéristique est de présenter un substrat crayeux datant du Crétacé supérieur sur lequel des sols peu épais de type rendzine se développent (Duchaufour, 1954; Chevalier, 1972). Ces types de sols, parfois squelettiques, poreux et riches en carbonates de chaux sont pauvres en nutriments. La végétation, très anthropisée, est aujourd'hui constituée presque exclusivement de champs cultivés (83 % de la surface régionale; IGN, 2012). Cette mise en valeur récente du paysage a été rendue possible grâce aux progrès techniques de l'agriculture au milieu du xx^e siècle. La forêt est aujourd'hui réduite à quelques bosquets épars principalement composés de pins et

à des ripisylves se développant le long des cours d'eau (IGN, 2012). La quasi-absence de végétation climacique a entraîné des débats controversés, notamment sur un possible indigénat du pin sylvestre (Bounerias et Timbal, 1979; Couderc, 1985; Tegel et Vanmoerkerke, 2008; Royer, 2010). Le pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) est un conifère colonisateur et héliophile qui se caractérise par le développement de phénotypes bien variables, adaptations génétiques et morphologiques, aux conditions écologiques. L'arbre résiste très bien au froid, aux sécheresses estivales et il tolère les sols pauvres en nutriment (sols crayeux superficiels, terrains sableux et rocheux, etc.; Lambinon et Verloove, 2012). Les récentes études anthracologiques effectuées lors de fouilles archéologiques en Champagne crayeuse dans la vallée de la Marne, couplées aux résultats de nouvelles études palynologiques dans la région ont pour objectif d'apporter des données inédites de reconstitution des paléo-paysages susceptibles d'alimenter ce débat concernant le possible indigénat du pin depuis le dernier maximum glaciaire dans cette région.

2. MÉTHODOLOGIE

Les échantillons prélevés lors de fouilles préventives et destinés aux analyses anthracologiques proviennent principalement des comblements des diverses structures en creux, notamment fosses et silos. Ils ont été traités par flottation manuelle sur une colonne de tamis avec des mailles de 1,0 mm et 0,315 mm. L'identification des taxons est considérée comme possible pour des fragments supérieurs à 0,5 mm; cependant l'analyse de fragments inférieurs à 4,0 mm est peu aisée et ne permet souvent que de proposer une détermination partielle (au niveau du genre, de la famille; Badal-Garcia, 1990; Chabal, 1992, 1997). La fraction supérieure à 4,0 mm est généralement privilégiée par l'anthracologue car elle apporte la même information anthracologique que les fractions inférieures (Chabal, 1992). Compte tenu du faible nombre de charbons supérieurs à

4,0 mm dans de nombreux contextes archéologiques, il est souvent nécessaire d'intégrer les charbons supérieurs à 2,0 mm afin d'obtenir un nombre de charbons suffisant pour être représentatif de l'échantillon et donc de la structure. Dans le cadre de cette étude, l'ensemble de la fraction supérieure à 2,0 mm a dû être étudié en raison d'un manque de charbons supérieurs à 4,0 mm. La majorité des charbons de bois étudiés présentait une conservation médiocre. Les déterminations ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique à réflexion Olympus BX51 avec des grossissements de 10x, 50x, 100x et 200x, en utilisant les manuels d'anatomie des bois de D. Grosser (Grosser, 1977), de F.H. Schweingruber (Schweingruber, 1990; Schweingruber, Baas, 2011) et de J.-L. Vernet (Vernet *et al.*, 2001) et une collection de référence de charbons de bois modernes.

L'observation et la détermination au microscope ont été réalisées sur les trois plans anatomiques du charbon de bois : section transversale (observation de la distribution et arrangement des éléments vasculaires ou des canaux résinifères...), section longitudinale tangentielle (fréquence et épaisseur des rayons ligneux, présence d'épaississements spiralés...) et section longitudinale radiale (typologie des perforations entre éléments vasculaires et des ponctuations dans les champs de croisement...).

En ce qui concerne le pin, les caractéristiques spécifiques pouvant aider à son identification ont été recherchées. Sur le plan transversal, il est possible de remarquer un passage soudain du bois initial au bois final. Les canaux résinifères longitudinaux et transversaux sont localisés surtout dans le bois final en limite de cerne. Ils sont bordés de cellules épithéliales avec des parois minces. Sur le plan tangentiel, les rayons sont unisériés, sauf dans le cas des rayons avec canaux résinifères. La hauteur moyenne des rayons est comprise entre 5 (parfois 1) et 15 cellules. Sur le plan radial, il est possible d'observer des rayons ligneux hétérogènes avec des trachéides transversales à parois épaisses dentées; le champ de croisement des rayons présente une ponctuation pinoïde (plus rarement deux) en grandes fenêtres rectangulaires. Les trachéides longitudinales présentent des ponctuations unisériées (Grosser, 1977; Schweingruber, Baas, 2011; Vernet *et al.*, 2001, p. 361).

Les bois de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.), de pin de montagne (*Pinus mugo* Turra) et de pin noir (*Pinus nigra* A.) ne peuvent pas être différenciés anatomiquement (Schweingruber et Baas, 2011). Cependant comme la présence du pin de montagne dans la plaine crayeuse champenoise peut être exclue et que le pin noir d'Autriche a été introduit en Champagne en 1850 (Chevalier, 1972), il est fort probable que les charbons de pin identifiés soient ceux du pin sylvestre.

La nomenclature taxonomique est empruntée à la « Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines » (Lambinon et Verloove, 2012).

3. RÉSULTATS

Chouilly « La Haute Borne » (Marne, Grand Est)

Le site de Chouilly « La Haute Borne » a été fouillé en 2011 sous la direction de A. Rémy, Inrap (fig. 1). Les 57 structures (fosses circulaires, bâtiments sur poteaux, fosse-silos, fosses à fonction indéterminée) mises au jour, sont toutes datées entre le Mésolithique et La Tène B (Rémy *et al.*, 2013). Au total, 476 charbons de bois et onze taxons ont été identifiés (tabl. 1 et fig. 2). Toutes les structures analysées ont livré très peu de charbons archéologiques et la plupart sont en mauvais état de conservation (Bellavia, 2013). Le pin (*Pinus* sp./*Pinus* type *sylvestris*) est le taxon dominant dans les structures datées du Mésolithique à la fin du Néolithique (entre 80 % et 60 %; fig. 2). La présence de chêne à feuillage caduc (*Quercus* fc, inférieur à 40 %, fig. 2), d'espèces caractéristiques des ripisylves telles que le saule, le peuplier ou l'aulne glutineux (*Salix* sp., *Populus* sp. et *Alnus glutinosa*, inférieur à 6 %, fig. 2), de maloidées et de bouleau (*Betula* sp. entre 0,6 et 1 %; fig. 2) reste faible dans ce site. En revanche, le pin est complètement absent dans les structures datées de l'âge du Bronze à l'âge du Fer. Le chêne à feuillage caduc est l'espèce la mieux représentée avec un pourcentage de 87 % durant le premier âge du Fer (Hallstatt C/D) et est l'unique espèce présente au début de La Tène (fig. 2). Les pourcentages des autres espèces, telles que le hêtre (*Fagus sylvatica*), le saule (*Salix* sp.), le peuplier (*Populus* sp.) et l'érable sont faibles (*Acer campestre* inférieur à 5 %; fig. 2).

Compertrix « Saint-Pierre » (Marne, Grand Est)

Le site de Compertrix « Saint-Pierre » a été fouillé en 2012 sous la direction de N. Achard-Corompt, Inrap (fig. 1; Achard-Corompt *et al.*, 2016). Au total, sur les 35 structures qui ont été mises au jour, 26 ont été échantillonnées et analysées : il s'agit de deux fosses à fonction indéterminées datées du Mésolithique et du Mésolithique final/Néolithique ancien et 24 fosses « en Y », datées du Néolithique ancien à récent (Achard-Corompt *et al.*, 2016).

La fouille archéologique conduite à Compertrix permet de suivre l'évolution de l'occupation du sol d'un vallon sec, sur la rive gauche de la Marne, du Mésolithique final

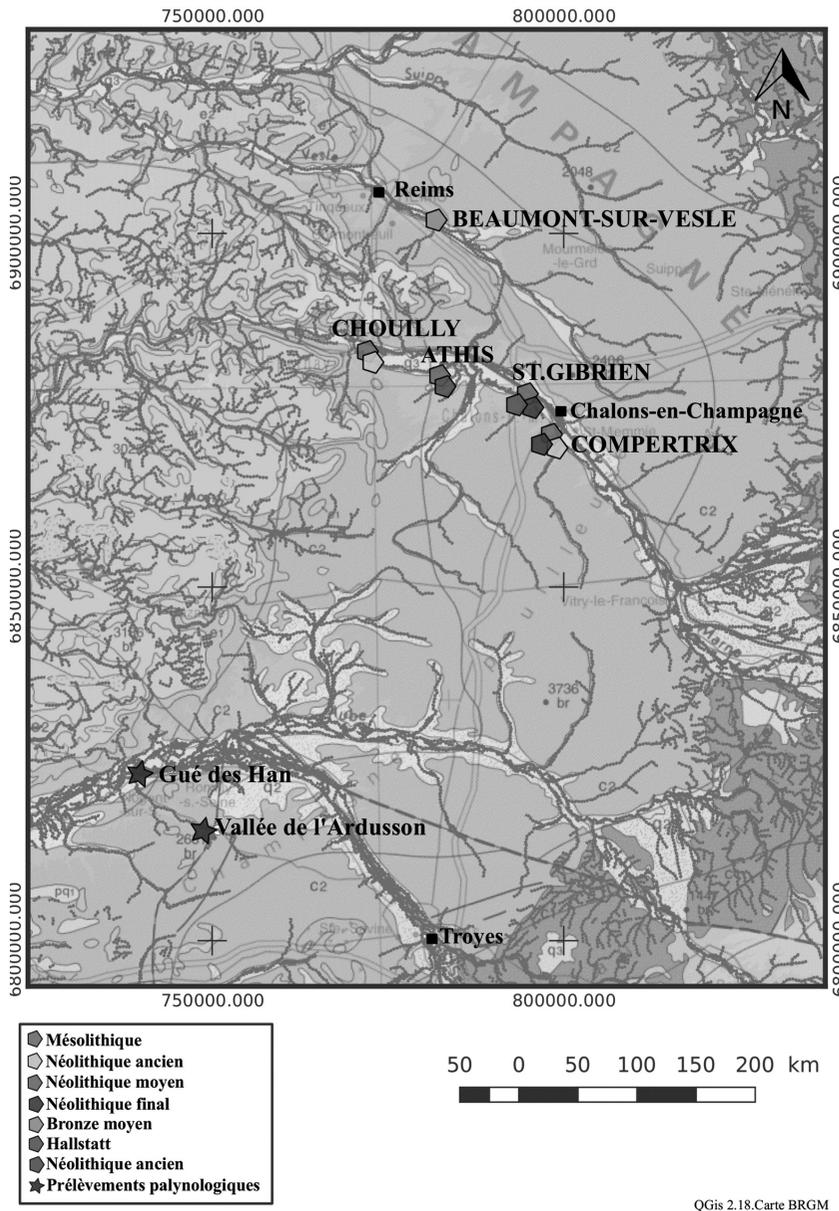


Figure 1 : (Voir planche couleur VII) Localisation des cinq sites analysés qui ont livré des charbons de bois de *Pinus* sp./ *Pinus* type *sylvestris* et des deux prélèvements palynologiques (QGIS 2.18. Carte BRGM).

Figure 1 : (See colour plate VII) Localization of the five archaeological sites studied which revealed charcoals of *Pinus* sp./ *Pinus* type *sylvestris* and of the two palynological samples.

Nom du site	Nb structures	Chronologie	Essences majoritaires
Chouilly "La Haute Borne"	24	Mésolithique/Néolithique ancien	<i>Pinus</i> sp./ <i>Pinus</i> type <i>sylvestris</i> , <i>Quercus</i> fc
Compertrix "Saint-Pierre"	19	Mésolithique/Néolithique ancien-final	<i>Quercus</i> fc
St. Gibrrien "Derrière les Grand Clos"	11	Néolithique moyen-final/La Tène A-C2	<i>Pinus</i> sp./ <i>Pinus</i> type <i>sylvestris</i>
Athis "Chemin des Postes"	4	Néolithique moyen/Hallstatt final	<i>Quercus</i> fc
Beaumont-sur-Vesle "Contournement routier -RN 44"	1	Bronze moyen	<i>Pinus</i> sp./ <i>Pinus</i> type <i>sylvestris</i>

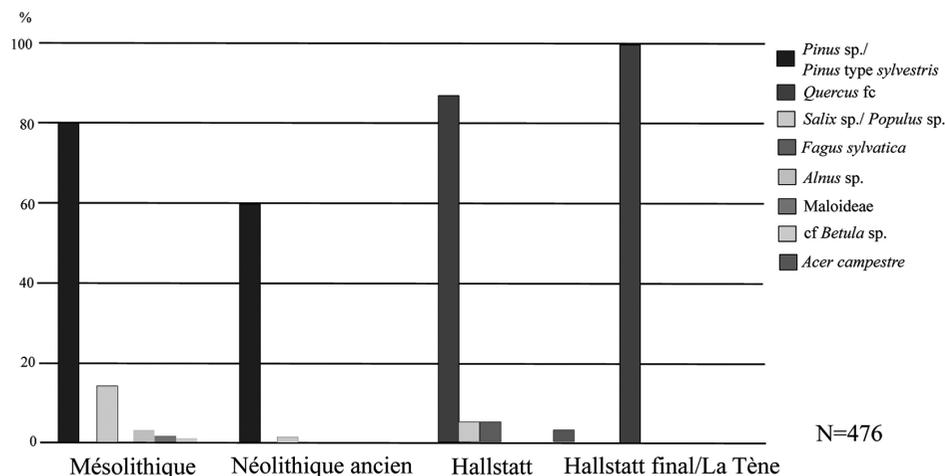
Tableau 1 : Récapitulatif des sites étudiés dans la vallée de la Marne avec la présence de *Pinus* sp./ *Pinus* type *sylvestris* dans les assemblages anthracologiques.

Tableau 1: Localization of the sites studied in the Marne valley with presence of *Pinus* sp./ *Pinus* type *sylvestris* charcoals in the assemblages.

à la période médiévale. Le plus ancien témoignage d'une fréquentation anthropique du vallon est daté de la fin du Mésolithique : une fosse cylindrique, dont le fond est percé d'un trou de poteau. 34 fosses à profil « en Y » représentent les vestiges de l'occupation du site durant le Néolithique.

Sur les 672 charbons de bois étudiés, seulement deux taxons ont été identifiés (tabl. 1 et fig. 3) : le pin (*Pinus* sp./ *Pinus* type *sylvestris*) et le chêne à feuillage caduc (*Quercus* fc; Bellavia 2016a). Le pin est l'unique taxon présent dans les fosses datées du Mésolithique (fig. 3). Le chêne à feuillage

Figure 2 : (Voir planche couleur VII) Chouilly, Marne, « La Haute Borne », fouille préventive Inrap 2011. Résultats de l'analyse anthracologique des structures analysées.
 Figure 2: (See colour plate VII) Chouilly, Marne, "La Haute Borne", rescue excavation, Inrap 2011. Results of charcoal analysis.



caduc est présent dans une seule des fosses « en Y », datée de la fin du Mésolithique/début du Néolithique ancien, avec un pourcentage de 78 % (le pin : 22 %; fig. 3). Le pin est à nouveau le taxon dominant dans les fosses « en Y » datées du Néolithique moyen à récent, avec un pourcentage de 99 %, alors que le chêne à feuillage caduc est présent avec 0,6 % (fig. 3).

Saint-Gibrien « Derrière les Grands Clos » (Marne, Grand Est)

Pendant la campagne de fouilles de 2012 menée sous la direction de F. Langry-François, Inrap, sur le site de Saint-Gibrien « Derrière les Grands Clos » (fig. 1), les dix structures attestées ont fait l'objet d'analyses anthracologiques. Il s'agit de deux fosses à fonction indéterminée datées du Néolithique moyen II, un silo daté du Néolithique récent, une fosse avec les restes d'un aurochs et un bûcher daté du

Néolithique récent, auxquels s'ajoutent deux silos réutilisés comme sépultures, datés de La Tène (ancienne à finale) et trois silos datés de La Tène (ancienne à finale; Langry-François *et al.*, 2014).

La nature des bâtiments découverts ne suggère pas la présence d'habitat sur le site. Il est plus probable qu'il s'agisse d'une aire de travail agricole et de stockage des récoltes en grenier. Il y a peu d'éléments datant pour l'ensemble de cette occupation; de rares indices témoignent d'une phase d'occupation à la fin de l'âge du Bronze ou du début du Hallstatt, dans une fosse et un grenier (Langry-François *et al.*, 2014).

Parmi les 752 charbons de bois observés, sept taxons ont été identifiés (tabl. 1 et fig. 4). Le pin (*Pinus sp./Pinus type sylvestris*) est le taxon dominant avec des pourcentages supérieurs à 80 % du Néolithique moyen à final (Bellavia, 2014). Son pourcentage diminue fortement durant la période de La Tène (55 %; fig. 4). Du chêne à feuillage caduc (*Quercus fc*) est observé dans les trois périodes analysées, avec un pour-

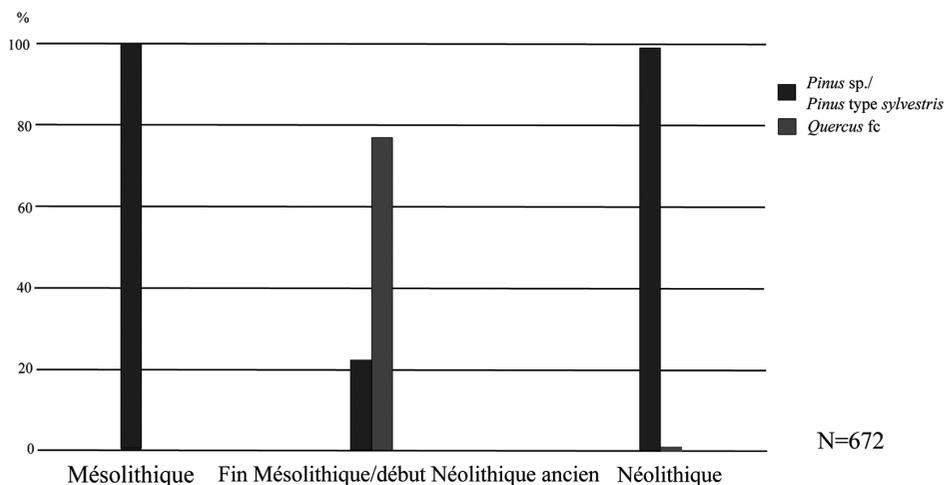


Figure 3 : (Voir planche couleur VIII) Compertrix, Marne, « Saint Pierre », fouille préventive Inrap 2012. Résultats de l'analyse anthracologique.
 Figure 3: (See colour plate VIII) Compertrix, Marne, "Saint Pierre", rescue excavation Inrap 2012. Results of charcoal analysis.

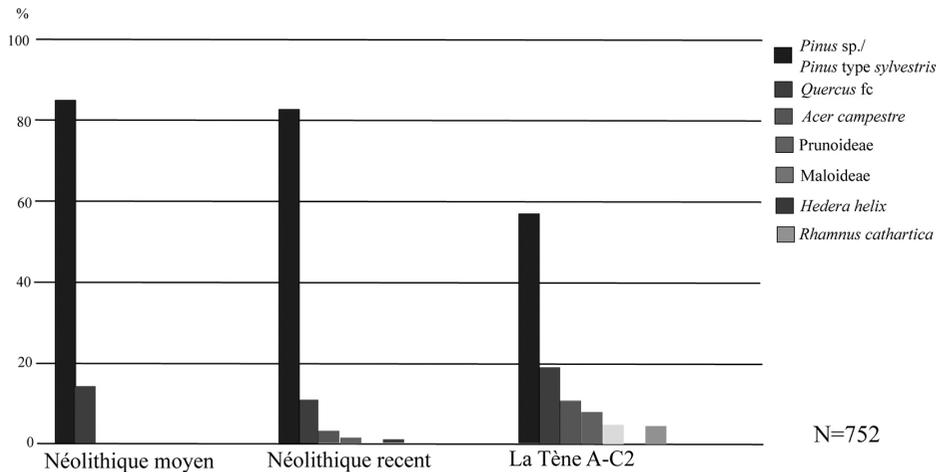


Figure 4 : (Voir planche couleur VIII) Saint Gibrien, Marne, « Derrière les Grands Clos », fouilles préventives Inrap 2012. Résultats de l'analyse anthracologique.

Figure 4: (See colour plate VIII) Saint Gibrien, Marne, "Derrière les Grands Clos", rescue excavations Inrap 2012. Results of charcoal analysis.

centage variant entre 14 % et 18 % (fig. 4). Les essences secondaires : érable (*Acer campestre*), maloidées, prunoïdées et nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*) sont faiblement représentées (inférieures à 5 % ; fig. 4).

Athis « Chemin des Postes » (Marne, Grand Est)

Une campagne de fouilles a été menée en 2012, à environ 2 km au sud de la Marne, dans sa plaine d'inondation, sur le site d'Athis « Chemin des Postes », sous la direction de M. Frouin, Inrap (fig. 1 ; Frouin *et al.*, 2016). Trois fenêtres ont été fouillées : le secteur nord est marqué par de nombreuses structures archéologiques et quelques artefacts isolés ; le secteur sud comprend deux fenêtres marquées par une concentration en artefacts isolés et peu de structures (Frouin *et al.*, 2016).

Parmi les structures archéologiques, une couche très riche en silex, datée par le carbone 14 du Néolithique (Poz-61509 : 6760 ± 40 BP, calibré à 2-sigma 5730-5620 BC), une fosse à fonction inconnue datée par radiocarbone du premier âge du Fer/début du second âge du Fer (Poz-51607 : 2395 ± 30 BP, calibré à 2-sigma 730-395 BC), une fosse similaire du Hallstatt moyen, une fosse polylobée et deux fosses à fonction inconnue datées du Hallstatt final ont fait l'objet d'analyses anthracologiques (Frouin *et al.*, 2016 ; tabl. 1). Au total, 290 charbons de bois ont été observés et huit taxons ont été identifiés (fig. 5 ; Bellavia, 2016b).

La couche de silex a livré quatre charbons de pin (*Pinus sp./Pinus type sylvestris*) et un de chêne à feuillage caduc (*Quercus fc* ; fig. 5). Les autres structures analysées sont plus riches en espèces : érable champêtre (*Acer cf. campestre*), maloidées, prunoïdées, nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*), frêne (*Fraxinus sp.*), peuplier (*Populus sp.*) et chêne à feuillage caduc qui est l'unique espèce pré-

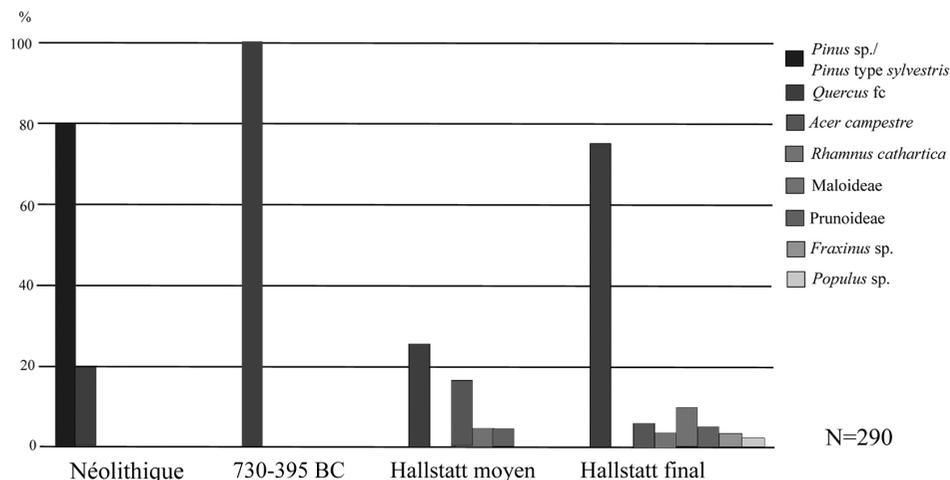
sente dans la fosse à fonction inconnue. La présence des autres composantes de la végétation, identifiées dans les structures du Hallstatt (inférieur à 50 % ; fig. 5) comme l'érable, les maloidées, les prunoïdées, le nerprun cathartique, le frêne et le peuplier est faible. Un seul charbon de pin a été identifié dans une des structures datées du Hallstatt final (fig. 5).

Beaumont-sur-Vesle, Marne, « Contournement routier – RN 44 » (Marne, Grand Est)

Lors d'un diagnostic archéologique mené à Beaumont-sur-Vesle, dans la Marne, sur le tracé du contournement routier du village par la RN 44, le responsable d'opération, G. Verbrugge, Inrap (Verbrugge *et al.*, 2011), a mis en évidence dans le sondage 32 une structure ovale profonde (str. 15 ; tabl. 1) de dimension 3,15 m x 2,55 m. Cette fosse ou puits est attribuée à la deuxième moitié du Bronze moyen (Bronze C) par une datation 14C, effectuée par accélérateur sur la matière organique brûlée provenant de son remplissage (Beta-302273 : 3120 +/- 30 BP ; calibré avec 2-sigma fiabilité de 1440 à 1370 BC). Sept litres de sédiment provenant de son comblement ont été prélevés pour un test carpologique et anthracologique. L'analyse anthracologique a fourni le résultat le plus intéressant : la totalité des charbons provenant du prélèvement sont attribués au pin *Pinus sp./Pinus sylvestris*-type (Wiethold, 2011). Cent charbons secs d'un poids total de 8,98 grammes ont été déterminés. Le reste de la fraction charbonneuse non étudiée était de 7,75 grammes. Les charbons analysés proviennent de bois appartenant principalement au tronc ; un seul fragment de branche d'un diamètre d'environ 3-4 cm était présent dans cet assemblage.

Figure 5 : (Voir planche couleur VIII) Athis, Marne, « Chemin des Postes », fouille préventive Inrap 2012. Résultats de l'analyse anthracologique des structures analysées sur le site de Athis.

Figure 5: (See colour plate VIII) Athis, Marne, "Chemin des Postes", rescue excavation Inrap 2012. Results of charcoal analysis.



4. RÉSULTATS ANTHRACOLOGIQUES

Les cinq sites analysés témoignent de l'exploitation d'une partie bien sélectionnée des espèces provenant d'une pinède et d'une forêt mixte caducifoliée. En ce qui concerne les fosses « en Y », nous ne pouvons pas affirmer avec certitude que les charbons de bois, issus de ce type de structure, soient le résultat de la seule activité humaine. La particularité de ces fosses, probablement fosses de piégeage (Achard-Corompt *et al.*, 2011), laissées longtemps ouvertes pour attendre l'arrivée des animaux, suggère que, dans certains cas, les charbons de bois identifiés pourraient être aussi le résultat d'événements naturels (par exemple incendie, etc.). Selon les données collectées, le pin est le taxon nettement dominant dans toutes les structures archéologiques datées du Mésolithique (fig. 6). Ensuite, durant le Néolithique ancien, sa diminution parmi les charbons identifiés correspond à une augmentation des charbons de chêne à feuillage caduc et des autres espèces présentes en lisière des forêts, dans des espaces plus ouverts, comme l'érable, le nerprun purgatif, les

prunoidées et les maloidées (fig. 6). Ces deux dernières sous-familles renferment des espèces typiques de milieux ouverts anthropisés. Sur la base de la seule anatomie des bois, les espèces cultivées ou sauvages ne peuvent être différenciées au sein de ces sous-familles. Le pin est à nouveau l'espèce dominante entre le Néolithique moyen et le Bronze final avec une nouvelle diminution durant le Hallstatt. Celle-ci correspond de nouveau à une augmentation des chênes à feuillage caduc et des autres composantes de la forêt mixte caducifoliée et d'espèces de lisière (fig. 6). Enfin, le pin est encore le taxon dominant jusqu'à La Tène finale (fig. 6).

D'importantes quantités de pin ont également été enregistrées par d'autres analyses anthracologiques effectuées dans la plaine crayeuse champenoise, sur des structures archéologiques datées du Néolithique moyen à Mesnil-Saint-Loup (Salavert, 2011) ou sur des paléosols datant de la fin du Néolithique sur les sites de Bussy-Létrée (Fechner, Deschodt 2005 ; Figueiral, 2008 ; Deligne, 2010), de Tramery (Deligne, 2008) et de Condé-sur-Marne « Le Brabant » (Wiethold, 2011). Dans les régions limitrophes,

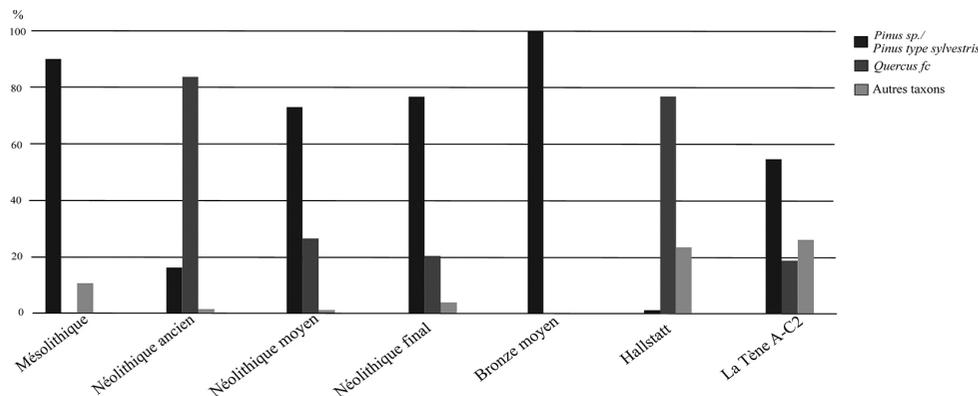


Figure 6 : (Voir planche couleur IX) Diagramme en fréquence relative (%) du Mésolithique au La Tène A-C2 pour les sites qui ont livré des charbons de bois de *Pinus sp./Pinus type sylvestris*.

Figure 6: (See colour plate IX) Diagram in relative frequency (%) from the Mesolithic to the La Tène A-C2 for the sites which delivered charcoals of *Pinus sp./Pinus type sylvestris*.

au nord et au centre du bassin parisien, les analyses anthracologiques enregistrent une présence du pin (autour de 40 %) en association avec le noisetier (autour de 40-45 %) durant le Mésolithique moyen. À partir de 6500 av. J.-C., au Mésolithique récent, la proportion de pin régresse nettement au profit des feuillus de la chênaie mixte (Leroyer *et al.*, 2011 ; Pernaud, 1997). Du Néolithique à nos jours, il n'est plus présent que de manière ponctuelle et en très faible proportion dans les assemblages anthracologiques de ces régions, les feuillus étant largement dominants (Leroyer *et al.*, 2011 ; Pernaud, 1997).

La nette prédominance du pin dans la grande majorité des assemblages anthracologiques documentant les périodes Pré- et Protohistoriques de la plaine crayeuse champenoise témoigne d'une utilisation privilégiée de cette essence en tant que combustible qui diffère des régions limitrophes. Pour être aussi largement utilisé, ce taxon devait probablement occuper une place majeure dans la composition des massifs forestiers durant cette période.

5. DISCUSSION

Comparaison avec les données palynologiques

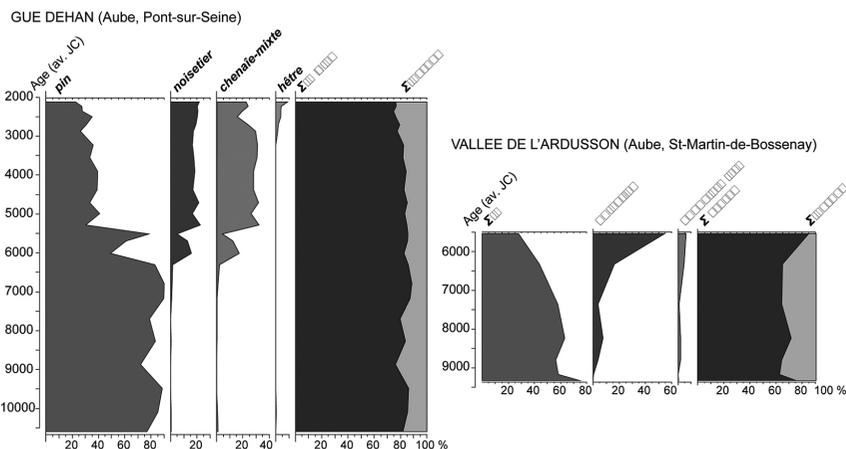
Les résultats anthracologiques obtenus dans des sites archéologiques, reflets de l'approvisionnement en bois, ont pu être confrontés aux données polliniques acquises dans des archives sédimentaires naturelles qui enregistrent l'évolution de la végétation à une échelle plus régionale. Les analyses polliniques, effectuées par E. Doyen (Inrap), ont été réalisées en Champagne crayeuse, dans l'Aube, sur des séquences sédimentaires prélevées dans un paléochenal (Pont-sur-Seine, site du « Gué dehan » ; Doyen inédit ; fig. 1 et fig. 7) et un fond de vallon (vallée de l'Ardusson, Saint-Martin-de-Bossenay ; Doyen, 2013 et 2017 ; fig. 1 et fig. 7), lors de fouilles menées par l'Inrap sous la direction de V. Peltier et P. Toussaint (Toussaint, 2016). Ces résultats permettent de reconstituer l'évolution de la végétation entre le Mésolithique et le début de l'âge du Bronze. Ils mettent en évidence la prédominance du pin tout le long de la période étudiée avec des pourcentages oscillant entre 90 et 30 %, conformément aux résultats anthracologiques. Les grains de pollens de pin présentent la caractéristique d'être facilement transportés sur une très longue distance grâce à leurs ballonnets aérifères. Néanmoins, les forts pourcentages enregistrés sur les deux sites étudiés et les résultats des études anthracologiques, confortent l'hypothèse d'une provenance locale de ces pollens de pin. Le pin est le taxon dominant sur les deux sites étudiés jusque vers 6300 av. J.-C., date vers laquelle

ses pourcentages régressent au profit des feuillus, tels que le noisetier et les espèces arborées composant la chênaie-mixte (fig. 7). Malgré ce développement des feuillus, les pourcentages de pin restent élevés et se maintiennent autour de 30 % jusque vers 2000 av. J.-C. (fig. 7). Dans la plupart des analyses palynologiques réalisées sur des sites de plaine dans le Bassin parisien, en Bourgogne ou sur le plateau Lorrain, le pin a tendance à fortement régresser à la fin du Préboréal (à partir de 8600 av. J.-C.) et durant le Boréal au profit des feuillus (Leroyer *et al.*, 2011 ; Richard, 1996 ; Ruffaldi, 1997). En revanche, dans un rayon de quelques dizaines à une centaine de kilomètres le maintien d'importants pourcentages de pin a été enregistré à plusieurs reprises dans des études polliniques effectuées dans la Marne (Cormontreuil et Reims, Marne, « Boulevard Henrot » ; Boulen *et al.*, 2012 ; tourbière de Sept-Saulx, Laine, 2012), en Côte-d'Or (Molesme, Gauthier *et al.*, 2005) ou en Seine-et-Marne (Noyen-sur-Seine ; Leroyer, 1997). Cette persistance du pin dans la composition des massifs forestiers semble donc être un phénomène géographiquement localisé, comme le montrent aussi les analyses anthracologiques effectuées en Champagne.

Indices d'indigénat du pin sylvestre

L'importante proportion de pins dans les reliquats actuels de zones boisées de la Champagne crayeuse est en grande partie liée au reboisement massif de la région avec cette essence (pin sylvestre et pin noir d'Autriche) à partir du XVIII^e siècle apr. J.-C. et jusqu'à la fin de la seconde guerre mondiale (Royer, 2010). Cependant, plusieurs auteurs émettent l'hypothèse de l'existence de pinèdes spontanées et même d'un climax à pin sylvestre qui aurait subsisté jusqu'au reboisement dans certaines zones de la Champagne crayeuse possédant des conditions écologiques appropriées (Fliche, 1900 ; Fliche, 1908 ; Bournerias, 1980 ; Bournerias et Lavergne, 1981). Les reliquats de pinèdes subsistant au XVIII^e siècle dans le paysage, auraient suggéré la possibilité de privilégier cette essence pour le reboisement (Fliche, 1900). Les auteurs s'appuient sur des indices d'ordre (1) phytogéographique : présence en Champagne crayeuse de zones possédant des conditions édaphiques plus propices à l'extension et au maintien du pin plutôt que des arbres feuillus, la présence proche (« montagne châillonnoise » en Bourgogne) de peuplements de pin sylvestre (très probablement autochtones) directement liée avec la partie méridionale de la vallée de la Seine, possible couloir d'accès à la Champagne (Bournerias et Timbal, 1979) ; (2) floristique : plusieurs espèces de plantes caractéristiques du cortège des pinèdes naturelles ont été observées dans la

Figure 7 : (Voir planche couleur IX) Diagrammes polliniques simplifiés. Les valeurs des taxons sont exprimées en pourcentages et sont représentées en fonction de l'âge des sédiments (analyses E. Doyen; Doyen 2013, 2017, inédit)
 Figure 7: (See colour plate IX) Simplified pollen diagrams. The values of the taxa are indicated in percentages and are represented according to the age of sediment (analyses E. Doyen; Doyen 2013, 2017, unpublished).



région (Bournerias, 1977); (3) paléobotanique : des études palynologiques anciennes effectuées dans le Bassin parisien présentent une persistance du pin dans la pluie pollinique (Aisne : Elhaï, 1968 ; Yvelines, tourbière de Poigny-la-Forêt : Jalut, 1966 ; Ardennes, Tourbières de la Bar : Mullenders, 1960) et de nombreux macro-restes de pin fossilisés (bois et cônes) ont été découverts dans des dépôts quaternaires tourbeux d'anciens marais des vallées champenoises (Fliche, 1900). L'enregistrement permanent d'importantes quantités de pin depuis le Mésolithique jusqu'à l'âge du Fer, que ce soit à la fois par l'anthracologie et la palynologie dans des sites localisés en Champagne crayeuse, tend à renforcer cette hypothèse. Les résultats anthracologiques démontrent que le pin a été le bois le plus utilisé en tant que combustible par l'Homme durant cette période, en effet cette essence était largement disponible dans les forêts comme en témoignent les résultats palynologiques. Le maintien de cette essence dans des proportions importantes malgré le développement des feuillus indique qu'il devait occuper une place non négligeable dans la composition des espaces boisés de la région durant toute la période étudiée. La comparaison avec d'autres études paléobotaniques effectuées à l'échelle locale ou plus régionale met clairement en évidence un comportement spécifique du pin dans une zone géographique limitée, possédant des conditions climatique et édaphique appropriées à son développement.

6. CONCLUSION

Les charbons de *Pinus* sp./*Pinus* type *sylvestris* sont présents en abondance dans les spectres anthracologiques de cinq sites datés du Mésolithique au second âge du Fer (La Tène A – La Tène C2) dans le département de la Marne (région Grand-Est, France ; fig. 1). Les nombreux charbons de pin identifiés nous permettent d'avancer l'hypothèse,

soutenue par les données palynologiques, que le pin s'est maintenu de manière importante dans les espaces boisés de la Champagne crayeuse jusqu'au deuxième âge du Fer. Ces premiers résultats semblent soutenir l'hypothèse de l'indigénat du pin en Champagne crayeuse proposée par différentes études phytosociologiques. La mise en œuvre de futures analyses anthracologiques dans la région, associées aux données issues d'autres disciplines de l'archéobotanique telles que la palynologie, la carpologie, etc., permettront de documenter la végétation ancienne afin d'établir plus précisément les contours de la zone géographique concernée par ce développement spécifique du pin et ainsi de mieux définir l'aire de répartition du potentiel climax contenant ce conifère. Elles permettront également d'étendre l'investigation sur les périodes postérieures à l'âge du Fer. Les raisons de l'existence de ce climax ainsi que les types de biotopes présentant cette particularité pourront ainsi être mieux identifiés.

Remerciements

Nous adressons tous nos remerciements aux collègues qui ont participé activement à l'échantillonnage sur les chantiers de fouille et à la réalisation des analyses : Nathalie Achard-Corompt (Inrap Grand Est, Centre de recherches archéologiques de Saint-Martin-sur-le-Pré), Fabien Langry-François (Inrap Grand Est, Centre de recherches archéologiques de Saint-Martin-sur-le-Pré), Geert Verbrugghe (Inrap Grand Est, Centre de recherches archéologiques de Saint-Martin-sur-le-Pré), Rémy Arnaud (Inrap Grand Est, Centre de recherches archéologiques de Saint-Martin-sur-le-Pré) et Millena Frouin (Inrap CIF, Centre de recherches archéologiques de La Courneuve). L'article a profité de remarques critiques de deux rapporteurs anonymes.

Bibliographie

- ACHARD-COROMPT N., AUXIETTE G., FROMONT N., GHESQUIÈRE E., GIAZZON D., KASPRZYK M., MARCIGNY C., RIQUIER V., 2011. Les fosses à profil « en V-Y-W » / Schlitzgruben : retour sur une énigme. *Revue archéologique de Picardie*, numéro spécial 28, p. 549-558.
- ACHARD-COROMPT N., BELLAVIA V., BANDELLI A., CHOQUENET C., DAOULAS G., DELOR-AHÜ A., FILIPIAK B., GASTON V., KASPRZYK M., MARTIN S., LAMBERT P.-Y., LE GOFF I., LEPAREUX-COUTOURIER S., LOUIS A., OLLIVE V., TISSERAND N., WADEL O., ZIPPER K., 2016. *Compertrix (Marne), « Saint-Pierre »*. Des Chasseurs-Cueilleurs du Mésolithique aux bâtisseurs gallo-romains. Rapport d'opération, fouille archéologique, 2 vol. Metz, Inrap Grand Est nord.
- BADAL-GARCIA E., 1990. Méthode de prélèvement et paléoécologie du Néolithique d'après les charbons de bois de « La Cova de les Cendres » (Alicante, Espagne). *Pact, Journal of the European study Group on physical, chemical, mathematical and biological techniques applied to archaeology*, 22, p. 231-243.
- BELLAVIA V., 2016a. Premières données anthracologiques du site de Compertrix « Saint-Pierre ». In N. Achard-Corompt (dir.), V. Bellavia, A. Bandelli, C. Choquet, G. Daoulas, A. Delor-Ahü, B. Flipiak, V. Gaston, M. Kasprzyk, S. Martin, P.-Y. Lambert, I. Le Goff, S. Lepareux-Coutourier, A. Louis, V. Ollive, N. Tisserand, O. Wadel, K. Zipper, *Des chasseurs-cueilleurs du Mésolithique aux bâtisseurs gallo-romains : Compertrix (Marne), « Saint-Pierre »*, Rapport d'opération, fouille archéologique. Metz, Inrap Grand Est nord, p. 280-295.
- BELLAVIA V., 2016b. Études anthracologiques de structures archéologiques. In M. Frouin, A. Bandelli, V. Bellavia, P. Brunet, L. Couvent-Maurin, M. Diguane, S. Granaï, C. Guéret, L. Jacotey, F. Langry-François (dir.), *Une longue fréquentation (du Paléolithique supérieur à l'époque contemporaine) des bords de Marne*. Rapport d'opération, fouille archéologique. Metz, Inrap Grand Est nord, p. 301-307.
- BELLAVIA V., 2014. Données anthracologiques du site de Saint-Gibrien « Derrière les Grands Clos ». In F. Langry-François (dir.), V. Bellavia, A. Bandelli, B. Dubuis, R. Irribarria, F. Médard, V. Ollive, I. Richard, F. Toulemonde, K. Zipper, *Saint-Gibrien, Marne « Derrière les Grands Clos », rapport de fouilles*. Rapport d'opération, fouille archéologique. Metz, Inrap Grand Est nord, p. 305-311.
- BELLAVIA V., 2013. Données anthracologiques du site de Chouilly « La Haute Borne ». In A. Rémy (dir.), V. Bellavia, C. Lachiche, F. Langry-François, Ch. Laurelut, C. Pilliot, J. Wiethold, K. Zipper, *Chouilly, Marne, « La Haute Borne ». Occupation mésolithique, habitat du Néolithique et du Bronze final, établissement palissadé hallstattien et vestiges médiévaux et modernes dans la vallée de la Marne*. Rapport d'opération, fouille archéologique. Metz, Inrap Grand Est nord, p. 200-205.
- BOULEN M., CRÉTEUR, Y., FECHNER, K., LOICQ, S., ZECH-MATTERNE, V., 2012. Environnement et exploitation des sols autour des sites protohistoriques champenois. Première confrontation des résultats archéobotaniques, malacologiques et pédologiques. In M. Schönfelder, S. Sievers (dir.), *L'âge du Fer entre la Champagne et la vallée du Rhin. 3^e Colloque International de l'Association française pour l'Étude de l'Âge du Fer du 13 au 16 mai 2010 à Aschaffenburg / Die Eisenzeit zwischen Champagne und Rheintal. Internationales Kolloquium der Association Française pour l'Étude de l'âge du Fer vom 13. bis zum 16. Mai 2010 in Aschaffenburg*, RGZM-Tagungen, 14. Mayence, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, p. 41-75.
- BOURNERIAS M., 1979. Quelques observations floristiques sur la feuille « Châlons-sur-Marne » de la végétation de la France. *Natura Mosana*, 30, p. 52-59.
- BOURNERIAS, M., 1980. La carte de la végétation au 1/200 000 dans le bassin de la Seine : quelques apports phytogéographiques. Quelques problèmes cartographiques. *Compte-rendu sommaire des Séances de la Société de Biogéographie*, 57, (4), p. 132-144.
- BOURNERIAS M., LAVERGNE D., 1981. Les forêts calcicoles thermophiles en Berry, Bourgogne occidentale et Champagne. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 128, (3-4), p. 21-32.
- BOURNERIAS M., TIMBAL J., 1979. Le Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) et les climax en Champagne crayeuse. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 126, (2), p. 225-240.
- CHABAL L., 1992. La représentativité paléo-écologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu. In J.-L. Vernet (éd.), *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et rôle de l'homme : colloque organisé à Montpellier du 10 au 13 septembre 1991*. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 139, (2-4), p. 213-236.
- CHABAL L., 1997. *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive) : l'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Documents d'Archéologie Française, 63. Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme.
- CHEVALIER Y., 1972. Métamorphoses de la Champagne crayeuse : déboisement et équilibre biologique. *Revue forestière française*, 14, (4), p. 303-310.
- COLLETÉ C., FRICOT C., MATRION M., TOMASSON R., TREFFOT G., 1996 : *La Géologie du département de l'Aube – Essai de synthèse*. Troyes, Association géologique auboise.
- COUDERC J.-M., 1985. Recherche sur l'indigénat des pins dans les forêts du Centre-Ouest de la France. *Norvès*, 125, p. 101-113.
- DAVID R., 2014. *Modélisation de la végétation holocène du Nord-Ouest de la France : Reconstruction de la chronologie et de*

- l'évolution du couvert végétal du Bassin parisien et du Massif armoricain*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, France.
- DAVID R., LEROYER Ch., MAZIER F., LANOS Ph., DUFRESNE Ph., ALLENET DE RIBEMONT G., AOUSTIN D., 2012. Les transformations de la végétation du Bassin parisien par la modélisation des données polliniques holocènes. In F. Bertonecello, F. Braemer (éd.), *Variabilités environnementales, mutations sociales. Nature, intensités, échelles et temporalités des changements*. 32^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Antibes, Éditions APDCA, p. 53-68.
- DELIGNE F., 2008. Étude anthracologique du site de Tramery. In K. Fechner (dir.), avec la collaboration de M. Boulen, O. Decocq, F. Deligne, J. Vanmoerkerke, *L'étude pédologique et malacologique des « sols noirs » du tracé champenois du TGV-est : compréhension pédologique et malacologique, essai d'interprétation archéologique*. Document final de synthèse, Institut national de Recherche en Archéologie préventive (Inrap) en collaboration avec le Service régional de l'archéologie (DRAC Champagne-Ardenne) Châlons-en-Champagne, p. 153-155.
- DELIGNE F., 2010. Étude anthracologique du site 17. Annexe 1-3. In V. Riquier (dir.), P. Barrois, L. Bonnabel, O. Decocq, *Bussy-Lettree (51) « Zac 2 Europort Vatry »*. Sites 3, 7, 9, 11, 16, 17, 18, 22, 23. Rapport de fouilles, vol. 2. Metz, Inrap Grand Est nord, p. 35-36.
- DOYEN E., 2013. *Canalisation de transport de gaz dite « Arc de Dierrey ». Courgivaux (Marne), Barbuisse, Plessis-Barbuisse, Saint-Martin-de-Bossenay, Marigny-le-Châtel (Aube) : Rapport complémentaire palynologique*. Rapport d'étude. Metz, Inrap Grand Est nord.
- DOYEN E., 2017. *Etude pollinique de deux séquences sédimentaires prélevées le long de la canalisation de transport de gaz dite « Arc de Dierrey » : Saint-Martin-de-Bossenay, Plessis-Barbuisse, Aube « Les Communes », « Les Prés l'Abbé » Grand Est : rapport technique et d'expertise*. Metz, Inrap Grand Est.
- DOYEN E., inédit. Résultats de l'analyse palynologique des sédiments d'un paléochenal situé sur le site du lieu-dit le Gué des Han (Pont-sur-Seine, Aube). Metz, Inrap Grand Est nord.
- DUCHAUFOR Ph., 1954. L'équilibre agro-sylvo-pastoral en Champagne crayeuse. *Revue forestière française*, 12, p. 791-798.
- ELHAÏ H., 1968. *Biogéographie*. Paris, Édition A. Colin.
- FECHNER K., DESCHODT L., 2005. *Environnement naturel et anthropique au Mésolithique et au Néolithique sur quatre sites champenois du tracé du TGV-Est*. Résumé des interventions de la « Journée archéologique régionale de Champagne-Ardenne ». Châlons-en-Champagne, Ministère de la Culture Direction régionale des Affaires culturelles de Champagne-Ardenne, Service régional de l'Archéologie, p. 30-33.
- FIGUEIRAL I., 2008. Deuxième échantillonnage pour la datation au radiocarbone. In K. Fechner (dir.), O. Decocq, F. Deligne, J.-L. Slachmuylder, *Les sols noirs en relation avec l'homme sur le tracé champenois du TGV-Est. Compréhension pédologique et malacologique, essai d'interprétation archéologique*. Document final de synthèse, Institut national de Recherche en Archéologie préventive (Inrap) en collaboration avec le Service régional de l'archéologie (DRAC Champagne-Ardenne), 1, p. 190 ; 2, fig. 50 et fig. 60.
- FLICHE P., 1900. Le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) dans les terrains quaternaires de Clérey (Aube). *Memoires de la Société académique de l'Aube*, 63 (1899). Troyes, Imprimerie de Pierre Nouel.
- FLICHE P., 1908. La Champagne crayeuse, étude de géographie botanique. Mémoires de la Société académique de l'Aube, 72. Troyes, Imprimerie de P. Nouel.
- فروين M., BANDELLI A., BELLAVIA V., BRUNET P., COUVENTMAURIN L., DIGUAN M., GRANAÏ S., GUÉRET C., JACOTTEY L., LANGRY-FRANÇOIS F., 2016. *Champagne-Ardenne, Marne, Athis, « Chemin des Postes ». Une longue fréquentation (du Paléolithique supérieur à l'époque contemporaine) des bords de Marne*. Rapport de fouille, 2 vol. Metz, Inrap Grand Est nord.
- GAUTHIER E., RICHARD H., PETIT Ch., 2005. Analyses polliniques du marais de l'Abîme à Molesme (Côte-d'Or, France). In Ch. Petit (éd.), *Occupation des plaines alluviales dans le Nord de la France de l'âge du Fer à l'époque gallo-romaine. Actes de la table ronde des Molesme, 17-18 septembre 1999*. Annales Littéraires, 786, Série « Environnement, sociétés et archéologie », 8. Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, p. 41-45.
- GROSSER D., 1977. *Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas*. Berlin/New York, Heidelberg/Springer Verlag.
- HEGI G. (anc. éd.), 1981. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Pteridophyta, Spermatophyta Band 1. Gymnospermae, Angiospermae Monocotyledonae 1, Teil 2, 3^e éd.* Hamburg, Verlag Paul Parey.
- IGN (éd.) 2012. *Sylvoécologie B 43 Champagne crayeuse*. Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), Saint-Mandé. [https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/B_43.pdf], consulté le 1^{er} février 2018.
- JALUT G., 1966. Analyse pollinique de la tourbière de Poigny. *Pollen et spores*, 8, p. 123-133.
- LAINÉ A., 2012. Histoire de la végétation et des activités agropastorales des plaines de Saône et de Champagne. L'apport des grains de pollen et des microfossiles non-polliniques. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, France.
- LAMBINON J., VERLOOVE F., 2012. *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes)*. Sixième édition. Meise, Jardin botanique national de Belgique.
- LANGRY-FRANÇOIS F. (dir.), BANDELLI A., BELLAVIA V., DUBUIS B., IRRIBARRIA R., MÉDARD F., OLLIVE V., RICHARD I., TOULEMONDE F., ZIPPER K., 2014. *Saint-Gibrien, Marne*

- « *Derrière les Grands Clos* », vol. 1. Metz, Rapport de fouille. Inrap Grand Est nord.
- LEROYER Ch., 1997. *Homme, climat, végétation au Tardi- et Postglaciaire dans le Bassin parisien : apports de l'étude palynologique des fonds de vallée*. Thèse de doctorat, Université Paris 1, Panthéon-Sorbonne, France.
- LEROYER C., COUBRAY S., ALLENET G., PERRIÈRE J., PERNAUD J.-M., 2011. Vegetation dynamics, human impact and exploitation patterns in the Paris Basin through the Holocene: palynology vs. anthracology. In E. Badal, Y. Carrion-Marco (éds.), *Saguntum. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, N° extra 11, 2011 (Ejemplar dedicado a: 5th International Meeting of Charcoal Analysis; The charcoal as cultural and biological heritage)*. Valencia, Laboratorio de Arqueología de Valencia, p. 81-82.
- MULLENDERS W., 1960. Contribution à l'étude palynologique des tourbières de la Bar (Département des Ardennes). *Pollen et Spores*, 2, p. 43-55.
- PERNAUD J.-M., 1997. Paléoenvironnements végétaux et sociétés à l'Holocène dans le nord du bassin parisien : anthracanalyses de sites archéologiques d'Île-de-France et de Picardie : méthodologie et paléocologie. Thèse de doctorat, Université Paris 1, Panthéon-Sorbonne, France.
- RÉMY A. (dir.), BELLAVIA V., LACHICHE C., LANGRY-FRANÇOIS F., LAURELUT Ch., PILLIOT C., WIETHOLD J., ZIPPER K., 2013. *Chouilly, Marne, « La Haute Borne ». Occupation mésolithique, habitat du Néolithique et du Bronze final, établissement palissadé hallstattien et vestiges médiévaux et moderne dans la vallée de la Marne*. Rapport de fouille. Metz, Inrap Grand Est nord.
- RICHARD H., 1988. Palynologie et climat. *Histoire & Mesure*, 1988, (III-3), p. 359-384.
- RICHARD H., 1996. Nouvelles données polliniques en Bresse : le marais de La Peuplerie à Le Miroir (Saône-et-Loire, France). *Comptes rendus de l'Académie des sciences, Série IIa, Sciences de la Terre et des Planètes*, p. 531-538.
- ROYER J.-M., 2010. Les pinèdes calcicoles secondaires du Nord-Est de la France (Epipactido muelleri-Pinoin sylvestris). *Revue forestière française*, 62, (3-4), p. 261-270.
- RUFFALDI P., 1997. Nouvelles données sur l'évolution du couvert végétal au tardiglaciaire et au début de l'holocène dans les zones de basse altitude de Lorraine. *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise*, 19, p. 31-40.
- SALAVERT A., 2011. Analyse anthracologique du site minier. In S. Bernard-Guelle, A. Hauzeur, H.-G. Naton, J.-Ph. Collin, P. Fernandez, M. Piboule, L. Roux, A. Salavert, *Une minière néolithique à Mesnil-Saint-Loup, « Les Vieilles Vignes », Champagne-Ardenne, Aube (10)*. Rapport final d'opération, vol. 1 : texte, Villards-de-Lans, Paléotime, p. 185-187.
- SCHWEINGRUBER F.H., 1990. *Anatomie microscopique du bois. Identification de matériel récent et subfossile de essences de l'Europe central en tenant compte de la variabilité de structure du bois de tronc et de branche*, 3^e édition. Teufen, Kommissionsverlag F. Flück-Wirth.
- SCHWEINGRUBER F.H., BAAS P., 2011. *Anatomy of European Woods: An Atlas for the Identification of European Trees, Shrubs and Dwarf Shrubs/Anatomie Europäischer Hölzer: Ein Atlas zur Bestimmung Europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer*. Remagen-Oberwinter. Verlag Kessel.
- TEGEL W., VANMOERKERKE J., 2008. *La plaine crayeuse et le pin : analyse d'une légende*. Résumé des interventions de la « Journée archéologique régionale de Champagne-Ardenne ». Châlons-en-Champagne, Ministère de la Culture Direction régionale des Affaires culturelles de Champagne-Ardenne, Service régional de l'Archéologie, p. 33-34.
- TOUSSAINT P., 2016. *Saint-Martin de-Bossenay, Aube, Canalisation de transport de gaz dite « Arc de Dierrey » : rapport de fouilles*. Metz, Inrap Grand Est nord.
- VERBRUGGHE G. (dir.), DELOR-AHÜ A., WIETHOLD J., 2011. *Des fosses à profil en Y-V; une fosse profonde du Bronze moyen; un ensemble fossoyé de la fin de l'âge du Fer et une installation rurale en bordure de la voie gallo-romaine Reims/Châlons-en-Champagne : Beaumont-sur-Vesle (Marne), Contournement du village*. Rapport de diagnostic. Metz, Inrap Grand Est nord.
- VERNET J.-L., OGÉREAU P., FIGUEIRAL I., MACHADO YANES C., UZQUIANO P., 2001. *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques. Sud-Ouest de l'Europe, France, Péninsule Ibérique et Îles Canaries*. Paris, CNRS Éditions.
- WIETHOLD J., 2011. Un test carpologique sur le remplissage d'une structure ovale profonde (fosse ou puits) du Bronze moyen. In G. Verbrugghe (dir.), A. Delor-Ahü, J. Wiethold, *Des fosses à profil en Y-V; une fosse profonde du Bronze moyen; un ensemble fossoyé de la fin de l'âge du Fer et une installation rurale en bordure de la voie gallo-romaine Reims/Châlons-en-Champagne : Beaumont-sur-Vesle (Marne), Contournement du village*. Rapport de diagnostic. Metz, Inrap Grand Est nord, p. 58-59.