

Le bois dans un état de conservation inattendu. À la recherche des traces d'aménagements néolithiques et protohistoriques sur sols acides bien drainés (Belgique, nord de la France)

Wood in a unexpected state. Traces of neolithic and protohistoric installations in pits and ditches of acid and well-drained silty soils (Middle Belgium and northern France)

Kai Fechner^{1,2} et Clément Menbrivès^{2,3}

avec des contributions de Frédéric Broes^{1,4}, Hugues Doutrelepont^(†) et Olivier Vrielynck⁵

¹ Inrap, France – kai.fechner@inrap.fr

² UMR 7041 ArScAn - Archéologies environnementales, Nanterre, France

³ Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, France

⁴ Université de Gand, Belgique

⁵ Agence wallonne du Patrimoine, Belgique

RÉSUMÉ. Des structures d'habitats néolithiques et des sépultures protohistoriques implantées sur des limons bien drainés et profondément décarbonatés ont révélé des traces noirâtres horizontales et litées appelées laminations argileuses sombres. Des analyses micromorphologiques et botaniques permettent de les rattacher à des éléments en bois liés à des aménagements ou contextes anthropiques spécifiques (fours, fosses, tombes à inhumation, fossés...). Les études archéopédologiques et botaniques avaient permis de préciser la nature diversifiée de ces contextes et aménagements, leur fonction et leur mode de conservation. Une nouvelle étude d'une partie des lames minces par un botaniste et micromorphologue précise et nuance ce propos.

ABSTRACT. Neolithic settlement structures and protohistoric burials on well-drained and deeply decarbonated silts have revealed blackish horizontal laminated traces that we have called dark clayey laminations. Micromorphology and botany allow us to relate them to wood in specific anthropic installations and contexts (ovens, pits, tombs, ditches, etc.). Archaeo-pedological and botanical studies had made it possible to specify the diversified nature of these installations, their function and their mode of conservation. A new study of some of the thin sections by a botanist and micromorphologist brings some insights that are more precise.

MOTS-CLÉS. Néolithique, Protohistoire, Micromorphologie, Botanique, Archéopédologie, Aménagements en bois.

KEYWORDS. Neolithic, Protohistory, Micromorphology, Botany, Archaeo-pedology, Wooden structures.

Introduction

Le sujet traité est celui des laminations¹ argileuses et sombres, homogènes, rencontrées dans des structures en creux néolithiques à protohistoriques, voire historiques (Doutrelepont *et al.*, 2012). Ces *laminations sont fréquemment décrites en Belgique et dans le Nord de la France, en particulier sur certains sites et dans certains types de structure : fonds et comblements de fosses, fonds de fossés (Fechner *et al.*, 2015 ; Fechner, 2021) et de tombes (Doutrelepont *et al.*, 2012). Dans tous les cas présentés ici, leur aspect macroscopique très singulier, sur des sites variés et d'époques différentes, pose la question de leur nature exacte et de leurs modalités de formation. Bien que dans plusieurs cas, les observations de terrain fournissent des indices convergents qui permettent de proposer une interprétation comme de possibles traces d'aménagements en bois, celle-ci est a priori étonnante étant

¹ Les mots précédés d'un astérisque, lors de leur première mention, sont définis dans le bref lexique en fin d'article.

donné leur contexte de préservation pédo-sédimentaire où le bois est généralement absent. D'autre part, ces laminations pouvant être confondues avec d'autres types de résidus, comme des *lits de charbons de bois, leur étude en microscopie est apparue indispensable.

Les différents mécanismes potentiels de conservation de restes de bois non carbonisés ont été étudiés avec l'aide du botaniste Hugues Doutrelepont, malheureusement décédé avant la publication (Doutrelepont *et al.*, 2013). Cependant, contrairement aux cas de tombes médiévales étudiés avec lui, les laminations sombres des sites archéologiques plus anciens ne présentent pas d'indices contextuels aussi évidents en faveur de vestiges ligneux. Leur analyse microscopique est donc indispensable pour confirmer que ces laminations résultent d'un phénomène comparable. Le présent article reprend ses travaux (Doutrelepont, 2004 ; Doutrelepont *et al.*, 2013 ; Fechner *et al.*, 2015) et les précise en conduisant des analyses archeopédologiques, micromorphologiques et archéobotaniques. Après un état de l'art (tentative de définir le phénomène concerné, inventarisation des cas, types d'approches), des parties descriptives (structures concernées par l'étude, comparaison des résultats d'analyses entre celles-ci, observations en lame mince) mènent à la discussion en fin d'article.

1. État de l'art

1.1. Définition du phénomène

À l'échelle macroscopique, plusieurs caractéristiques majeures sont à retenir. Les couleurs sont homogènes, plus sombres, noires à gris ou brun foncées, que celles des horizons du sol encaissant. Leur morphologie générale est allongée et souvent proche de l'horizontale, plus rarement verticale ou oblique, longeant parfois sur plusieurs décimètres une limite de structure ou de couche (*figure 1*). En coupe, leur épaisseur est généralement constante et peu importante, atteignant un maximum de deux centimètres ; lorsqu'elles apparaissent plus épaisses, elles s'avèrent en réalité être litées et constituées de plusieurs *laminations sombres distinctes. Enfin, les laminationes montrent clairement une plus grande plasticité lors de leur nettoyage sur le terrain, du fait qu'elles sont plus argileuses que les couches sous-jacentes et qui les recouvrent. Dans la plupart des cas, ces laminations sont relevées à l'interface entre le fond de structures en creux et l'encaissant naturel. Toutefois, il est à signaler que, dans certains cas, les laminations se situent dans le comblement intermédiaire des structures et n'ont donc pas forcément un lien avec la phase initiale de fonctionnement de la structure.

Ainsi, les observations précises de terrain permettent d'exclure dès à présent des laminations argileuses et sombres, certains types de couches pouvant présenter une morphologie macroscopique plus ou moins proche. C'est le cas des couches d'accumulation de matière organique décomposées ou riches en manganèse qui ne sont pas laminées ni plus argileuses, tout comme des couches dominées par de nombreux fins charbons de bois, dont certains seront souvent distingués et reconnaissables à l'œil nu dans une couche dont la matrice est de nature différente (p. ex. Fechner & Broes, 2019 ; Fechner *et al.*, 2004). En revanche, dans la région d'étude, certains autres phénomènes pédo-sédimentaires ressemblant aux laminations argileuses sombres nécessitent une caractérisation plus poussée pour les en distinguer : il s'agit notamment des lits de poussière de micro-charbons de bois et des dépôts par décantation de lits d'argile légèrement enrichis en matière organique. La distinction au microscope se base ici, en particulier, sur l'analyse de l'organisation de ces laminations, de leur degré de conservation/dégradation post-dépositionnelle, ainsi que sur la détermination de leur contenu biologique et/ou chimique.

1.2. Conditions de conservation du bois

Pour les structures situées sous la nappe phréatique, on peut faire référence à la conservation exceptionnelle des traces de cercueils du premier moyen-âge dans des argiles saturées en eau dans la région du Bade-Wurtemberg, s'approchant des conditions classiques de conservation des tourbes

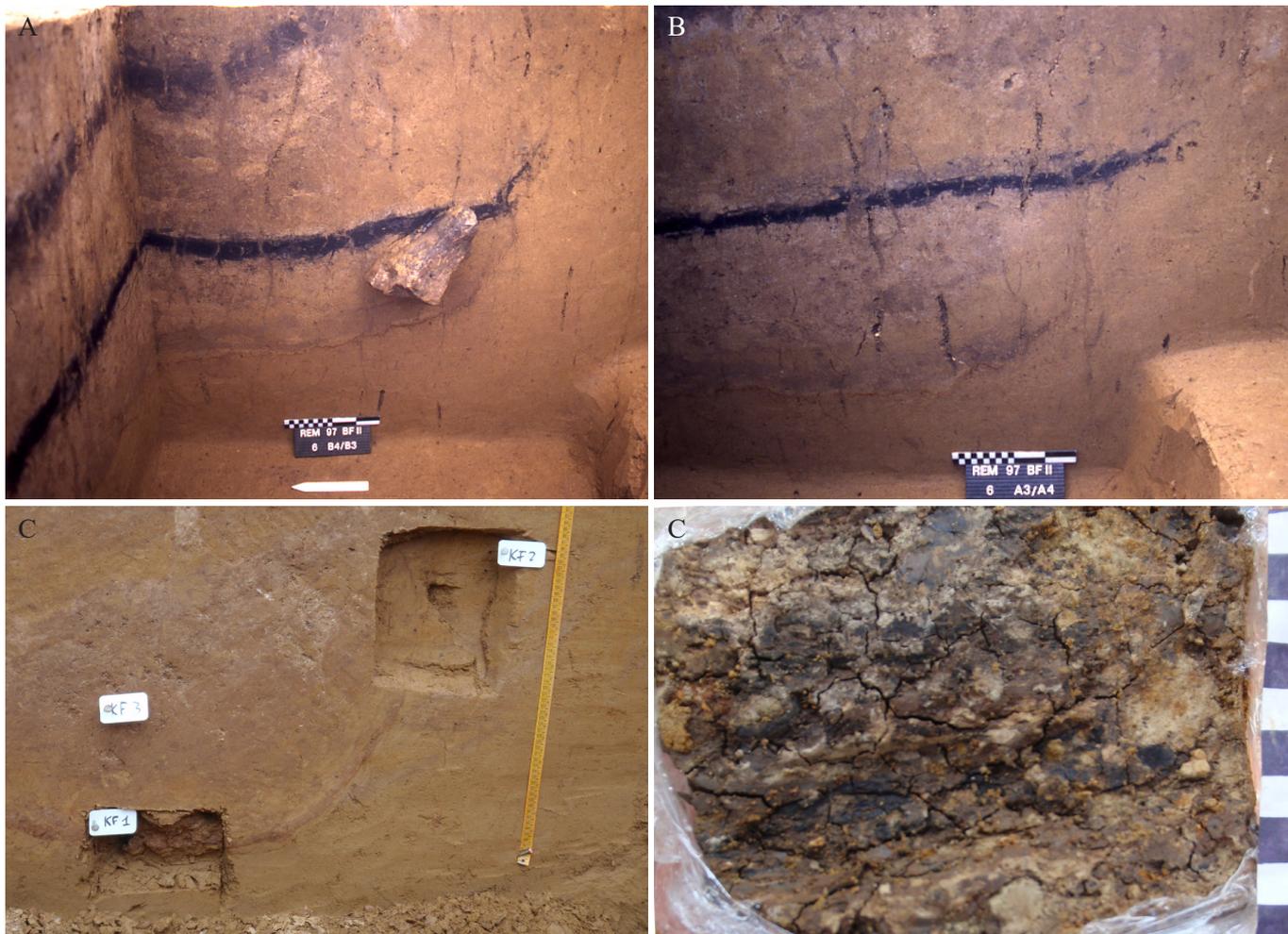


Figure 1. Morphologie du phénomène étudié, à différentes échelles macro- et méso-morphologiques. A et B. Remicourt (province de Liège, Belgique) : exemple dans le fond de fosse rubanée et exemples dans le comblement de fosses, dont celui du haut moins bien préservé des perturbations post-dépositionnelles, © D. Bosquet ; C. Position des laminations dans le fond d'une des fosses de Saint-Quentin, © K. Fechner ; D. Détail des laminations observées en plan, dans ce cas dans une tombe du Haut moyen-âge. Leur aspect cireux et fissuré est lié à la richesse en argile (Bossut-Gottechain), © K. Fechner.

(Allemagne ; Brendle, 2012). Au sein de la zone de la présente étude, mais dans la zone de battement de la nappe phréatique, des restes de planchers devenus des couches argileuses sombres sont aussi conservés à la base de certains puisards du Néolithique ancien (Constantin *et al.*, 1998: 118/2, fig. 8)². Frédéric Broes (en préparation) a, quant à lui, étudié la trace de deux piquets verticaux visibles sous la forme d'argiles noires non-brûlées au sein de comblements d'argile rougeâtre, peu perméables, sur le site de Bourguignons (Aube ; *figure 2*), ce qui a été confirmé comme restes de bois par l'anthracologue Sylvie Coubray.



Figure 2. Des sédiments noirs non-brûlés au sein de comblements faits d'argile rougeâtre, peu perméable, dans une fosse néolithique au profil en Y du site de Bourguignons (Aube). © photo et remerciement à F. Broes.

² À Ormeignies « Les Dérodés du Bois de Monchy », le fond d'un puisard supposé, daté du Rubané, à environ 3,4 m de profondeur, et le fond du recreusement, environ 30 centimètres plus haut, sont associés chacun à de fines laminations sombres (Constantin *et al.*, 1998: 118/2, fig. 8). Il s'agit d'une structure qui aurait bénéficié de la présence au moins momentanée d'une nappe phréatique battante à l'époque et depuis son abandon, ce qui la différencie des laminations étudiées ici.

À la différence des cas où le bois se conserve en contexte argileux et en conditions humides anaérobies, la présence de lamines argileuses sombres, probables traces de bois, doit être expliquée par d'autres processus taphonomiques. Les laminations argileuses sombres déjà signalées par [Laurent *et al.* \(1993\)](#) et [Doutrelepon *et al.* \(2012\)](#) témoigneraient de la présence de cercueils en planches et en troncs évidés du premier Moyen Âge, dans des limons profondément décarbonatés sans nappe phréatique, dont la surface est marquée par le développement d'un sol lié surtout à la migration d'argile de la fin Tardiglaciaire et du début de l'Holocène ([Van Vliet *et al.*, 1992](#)). Si le bois, notamment de chêne y était reconnaissable en lame mince, le processus de conservation n'était pas élucidé.

2. Matériels et méthodes

2.1. Inventaire des cas de laminations argileuses sombres et de leurs variantes

Un recensement des études des laminations reconnues et de leurs variantes (cas en relation probable avec ce phénomène) a été conduit par les auteurs sur les sites néolithiques et protohistoriques de l'aire d'étude ([figure 3](#)). Elles ont été identifiées sur des habitats du Néolithique ancien, des habitats et assemblages de fosses en fente datées du Néolithique moyen, et des tombes à inhumation datées des âges des métaux. La plupart de ces cas ont été traités tant à l'aide d'observations pédologiques de terrain que de manière plus approfondie, par des lames minces et/ou des analyses ; une partie de ceux datés du Néolithique ancien ont été réétudiés dans le cadre de cet article. Plusieurs types de laminations argileuses sombres sont distingués des variantes, dénommées différemment ([tableaux 1 et 2](#)³). Ce

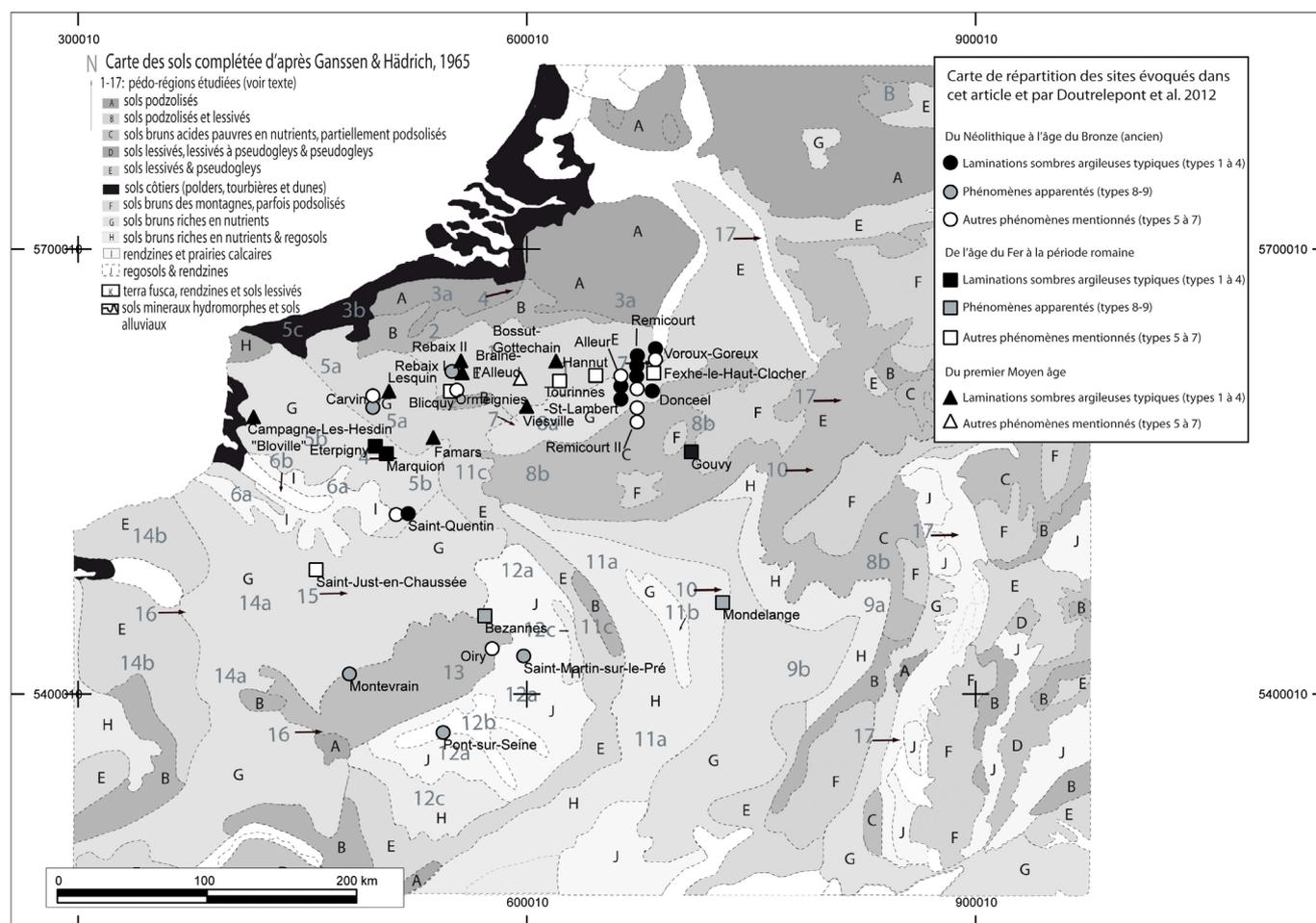


Figure 3. Aire de répartition des principales découvertes de laminations argileuses sombres et de phénomènes apparentés dans des fosses néolithiques et postérieures, de tous types, de Belgique et du Nord de la France, © V. Clavel, INRAP. Types 1-9 selon [tableaux 1 et 2](#).

³ Les [tableaux 1 et 2](#) sont reportés en fin d'article.

premier inventaire montre que ces potentielles traces d'aménagement en bois sont de natures variées, mais que les laminations à proprement parler sont exclusivement observées sur des sites de plateaux et des versants de Moyenne Belgique et des Hauts-de-France, qui présentent des sols bruns lessivés (ou luvisols selon FAO 1988) développés sur des limons profondément décarbonatés (non-calcaires ; *figure 3*).

2.2. Les analyses conduites

Avant toute autre analyse, cette étude a nécessité la prise en compte des contextes archéologiques et pédologiques, définis sur le terrain pour l'ensemble des cas mentionnés. En outre, les structures elles-mêmes ont fait l'objet de descriptions des traits pédologiques observables en coupe.

Pour notre étude, cinq lames minces (format 8 x 5 cm, *figure 4*) ont été réalisées à partir de prélèvements en blocs orientés de lamines sombres et du contact avec leur encaissant, au sein de cinq différentes structures de quatre sites du Néolithique ancien de la province de Liège (Belgique). Ces sites sont situés à Alleur « Domaine militaire » (comblements des fosses 20 et 40A), à Donceel « Ferme de l'Abbaye » (comblement fosse 8), à Remicourt « En Bia Flo » II (fond de la fosse 6) et à Fexhe-le-Haut-Clocher / Voroux-Goreux « Fond de Fooz » I (fond de fosse 36). Les lames ont été analysées en détail en microscopie optique, en lumière transmise et polarisante. Ces analyses et microphotographies ont été réalisées au sein de la Plateforme ArchéoScopie de la MSH Mondes (étude C. Menbrivès ; USR 3225 CNRS, Nanterre). Nos résultats seront discutés en fonction d'autres études déjà conduites. En effet, ces mêmes lames ainsi que dix autres lames minces de laminations issues de structures néolithiques et protohistoriques ont déjà été étudiées par un ensemble de spécialistes (Frédéric Broes, Hugues Doutrelepon, Kai Fechner et Julia Watzet) à l'occasion de différentes opérations archéologiques (*tableaux 1 et 2* : sites de Saint-Quentin « La Potence IV », Carvin « Gare d'eau », Eterpigny/Canal Seine-Nord Europe fouille 25).

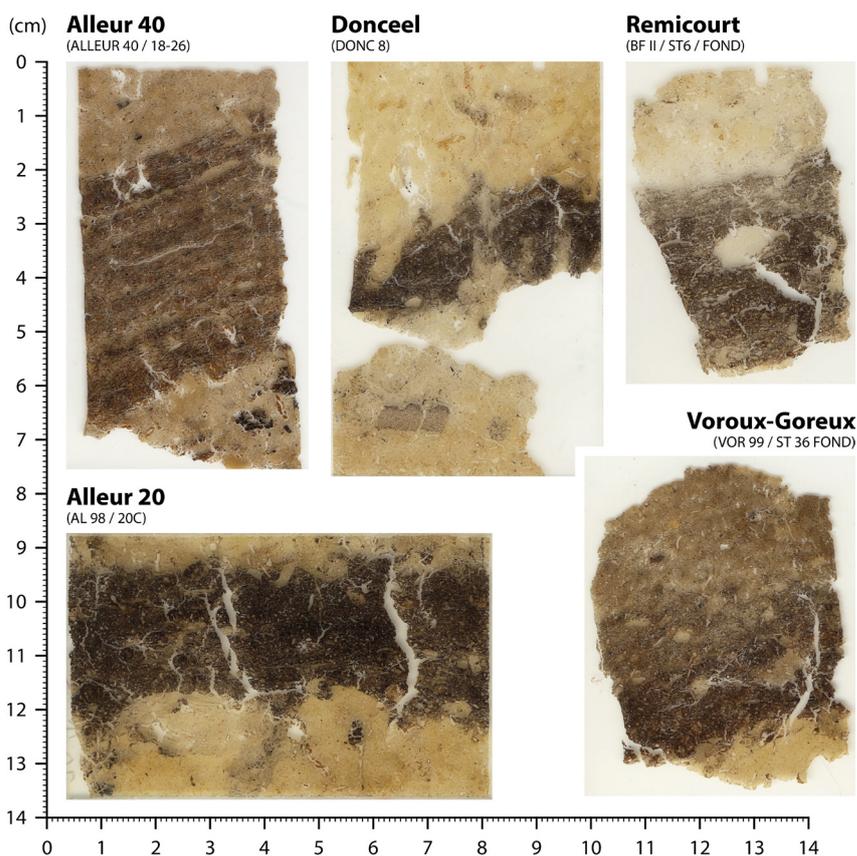


Figure 4. *Vue générale de quelques-unes des lames de laminations argileuses sombres, dans divers états de conservation, © K. Fechner. Le sommet des laminations de Voroux-Goreux (st. 36, plus clair) et un cas de Remicourt (st. 205, non-présenté) diffèrent par leur moins bonne préservation.*

Les études en lame mince ont été complétées par des analyses pédologiques en laboratoire, en particulier des mesures de la granulométrie, de pH, des taux de carbone et d'azote organique, de calcium échangeable et de phosphate total, dont les méthodes et résultats sont détaillés dans les rapports et publications liés à ces sites (rassemblées dans Fechner 2021). Pour les analyses, le propos a été élargi à un plus grand nombre de cas et l'ensemble des cas est décrit ci-dessous avec les références à leurs publications (§3. Étude de cas).

Les études en lame mince ont été complétées par des analyses pédologiques en laboratoire, en particulier des mesures de la granulométrie, de pH, des taux de carbone et d'azote organique, de calcium échangeable et de phosphate total, dont les méthodes et résultats sont détaillés dans les rapports et publications liés à ces sites (rassemblées dans Fechner 2021). Pour les analyses, le propos a été élargi à un plus grand nombre de cas et l'ensemble des cas est décrit ci-dessous avec les références à leurs publications (§3. Étude de cas).

3. Les cas d'étude

Nous décrivons ici brièvement les observations utiles pour le propos et liées aux principaux cas de laminations argileuses sombres néolithiques (Fock *et al.*, 2008 ; Fechner *et al.*, 2019 ; Fechner, 2021) et protohistoriques. Pour plus d'informations, il est renvoyé aux publications de ces sites mentionnées dans ce paragraphe.

3.1. La fosse 40A et le four 40B d'Alleur

Trois ensembles de deux à cinq fines couches noires caractérisent le comblement de la fosse 40A (figures 5-6) sous-jacente au four 40B d'Alleur (Marchal, 1998 et 1999 ; Fechner *et al.*, 2003 ; Bosquet *et al.*, 2004). De telles couches sont reconnues à plusieurs endroits sur le site grâce à leur homogénéité, leur faible épaisseur et leur continuité. La fosse 40A a ceci de particulier que le four 40B, en fosse, est situé au-dessus, dans la prolongation verticale de celle-ci. Fosse et four ont été interprétés comme ayant peut-être été installés ensemble et dans un but commun (Collin & Marchal, 2000 et 2003).



Figure 5. Vue du four 40B d'Alleur une fois vidé et coupe de sa sole (haut), ainsi que de la fosse 40A sous-jacente (bas). © K. Fechner.

En comparaison des autres cas étudiés, le nombre et l'épaisseur des laminations argileuses sombres de la fosse 40A sont importants. Les fines strates claires directement sous-jacentes au four 40B et sus-jacentes aux laminations sont, elles, constituées d'une alternance de couches de limon et de couches plus ou moins riches en charbons de bois, dont certains fins lits plus poreux et riches en très fines particules de charbon. Il pourrait s'agir de ce qui reste de fines couches riches en cendres, aujourd'hui dissoutes par l'acidité (pH actuel de 6).

3.2. La fosse 20 d'Alleur

La fosse 20 est une fosse allongée qui longe le bâtiment 1 (Fechner *et al.*, 2003 ; cf. Fechner, 2021 : § II 3-7). Une partie plus étroite, bien délimitée, de la longue fosse (le quadrant 7, coupe c) présente une lamination noirâtre et argileuse continue et en position proche de l'horizontale. De plus, dans le cadran 3 de la même fosse, on a repéré des laminations argileuses sombres qui ne sont pas situées dans le fond (figure 7) ; leur géométrie ondulante s'adapte aux contours des blocs de limon jaunâtre sous-jacents. On observe par ailleurs une nette différence de couleur entre la lamination et le comblement sous-jacent, constitué, lui, d'un sédiment sombre et homogène dit « terre noire » (Fechner, 2022).



Figure 6. Vue rapprochée du comblement de la fosse 40A du site d'Alleur. © K. Fechner.



Figure 7. *Vue d'un cas de lamination argileuse noire sur le site d'Alleur : la fosse 20 (cadran 7/i, échantillon c). On note le recoupement de « terres noires » antérieures par cette lamination et le caractère ondulant de cette dernière. © K. Fechner.*

3.3. La fosse 8 de Donceel

Le site rubané de Donceel (Liège, Belgique ; archéologue : Philippe Marchal ; Frébutte & Marchal, 1998) présentait une fosse étroite à parois proches de la verticale (*cf.* Fechner, 2021 : § II 3-3) dont le comblement du fond présentait à un endroit de nettes laminations argileuses sombres (Doutrelepont, 2004). Cette fosse était implantée dans la partie excentrée d'une grande fosse à fond irrégulier (structure 8). Dans ce cas, c'est le fond d'une fosse ou d'une légère cuvette postérieure au comblement initial qui était recouvert de 5 cm de ces laminations. Elles étaient limono-argileuses ou argileuses, très homogènes à l'exception de rares micro-laminations horizontales blanches (moins d'un millimètre d'épaisseur).

L'histoire complexe de ce secteur du site s'expliquerait par un changement d'affectation ou d'une nouvelle occupation: le premier fonctionnement de la fosse correspondrait à l'extraction de l'horizon d'accumulation d'argile (horizon B_{22v}) et à son rebouchage, le second au creusement plus localisé de nouvelles fosses au même endroit, mais associé à un contexte domestique (déchets domestiques et de taille de silex ; Frébutte & Marchal, 1998). La question de la place qu'occupe la cuvette tapissée par les laminations argileuses sombres dans cette succession reste posée, mais leur présence contribue à différencier des étapes distinctes dans l'occupation.

3.4. Remicourt

À Remicourt, les fosses 6 et 8 possédaient à la fois une forme régulière (parois légèrement obliques, proches de la verticale) et un fond marqué par une lamination argileuse noire (Bosquet & Preudhomme, 1998 ; Bosquet *et al.*, 1997 ; Fechner *et al.*, 2006 ; Fechner, 2021). Les couches noires y ont été décrites sur le terrain comme « rejets massifs de charbons de bois et de cendres » (Bosquet *et al.*, 1997 : 105/1-2 : « fosses-silos à couche cendreuse ». D'autres hypothèses ont été avancées : elles auraient pu correspondre soit au fond d'un foyer, mais qui ne présentait pas de rubéfaction, soit à un dépôt particulier issu d'un foyer (mise en place naturelle, par l'eau plutôt qu'une vidange anthropique), soit enfin un dépôt noir constitué d'une autre matière que le charbon de bois, malgré la couleur noire qui évoque celui-ci. L'étude en lame mince a confirmé ce dernier scénario et ces laminations argileuses sombres ont été rapprochées de probable planchers de bois (Doutrelepont, 2004). Sur ce site, un autre cas, en fond de la fosse 205, montre en lame mince des restes de ces laminations, mais fortement altérées par les facteurs post-dépositionnels.

3.5. Voroux-Goreux

La fosse 36 de Voroux-Goreux, de forme allongée, avait également un profil à parois proches de la verticale, voir localement en bouteille (Goffioul *et al.*, 1999 et 2000 ; Fechner, 2002). Lors des premières observations de terrain, d'après les traits pédologiques, la couche de fond noirâtre et homogène ne semblait pas permettre une comparaison directe avec les laminations argileuses sombres homogènes : cette couche d'aspect hétérogène semblait plutôt correspondre à un rejet de poudre de charbon de bois. Pourtant, les observations des lames minces indiquent la présence de matière organique mal décomposée, riche en traces mal préservées de tissu organique, non carbonisée car dénuée des découpes angulaires caractéristiques de charbons de bois. Il pourrait donc s'agir de laminations argileuses sombres perturbées par des processus post-dépôt, sans que l'on puisse affirmer qu'il s'agisse d'un plancher, faute de préservation de coupes caractéristiques du bois.

Le fond de la fosse 60 a, lui, la particularité de présenter des laminations noires en dessous d'une couche de charbons de bois.

3.6. Les structures du Néolithique moyen de Saint-Quentin et de Carvin

Sur les sites de Saint-Quentin (Aisne) et de Carvin (Pas-de-Calais), datés du Néolithique moyen, plusieurs cas de laminations argileuses sombres ont été identifiées. À Saint-Quentin, elles étaient situées dans les fonds de certaines fosses en fente (st. 4833, 4877 et 4886) creusées dans des limons profondément décarbonatés (cf. aussi Fechner *et al.*, 2015 ; Lemaire *et al.*, 2015 ; Fechner, 2021 : § II 3-2). Sur le site de Carvin, elles ont été repérées sur un tronçon d'un des fossés (tronçon 5 du fossé 3 ; Monchablon, 2015 ; Monchablon *et al.*, 2011 ; cf. aussi Fechner, 2021 : § II 2-2). Dans les deux sites, elles étaient indiscutablement associées à la phase de construction et d'aménagement de ces structures. Leur interprétation comme restes de traces de bois a été proposée sur la base d'un ensemble de critères, sans toutefois pouvoir le confirmer avec les études d'un botaniste. Les études en lames minces menées par Julia Wattez sur un des cas de Saint-Quentin, et par Kai Fechner à Carvin, confirment la présence de restes probables de bois (*figures 1 et 8*).

À Carvin, un autre indice renforce ce propos : une parenté entre laminations argileuses sombres et fines lignes superposées de carbonates de calcium est à envisager au sein du même tronçon 5 du fossé 3 de Carvin, cette évolution latérale correspondant à la juxtaposition entre un sol encaissant acide (fond de fossé à laminations argileuses sombres) et calcaire (fond de fossé à lignes horizontales blanches). Or, les études des fossés palissadés néolithiques moyen de Pont-sur-Seine « Ferme de l'Île » (Fechner, 2021 : § II 2-3) et néolithiques ancien de La Saulsotte « Le vieux bouchy » (Aube ; Filipiak, en préparation), implantés au sein d'un substrat très carbonaté composé de galets de craie, montrent que cette calcite remplace le bois, dans ce cas, celui des anciens poteaux.



Figure 8. Détail du fond au centre de la fosse 4877 de Saint-Quentin, montrant des laminations argileuses gris-brun en coupe (brillant, au premier plan, sous le trait) et en plan (*idem* plus discontinu, au-dessus du trait). Elles sont moins sombres, mais néanmoins nettement assombries par la présence de matière organique décomposée et plus plastiques par rapport au comblement et au sol encaissant © K. Fechner.

3.7. Les fonds de tombes datées des âges des Métaux

De rares cas sont également attestés dans des fonds de tombes à inhumation datées des âges des Métaux (*tableau 2 ; figures 2 et 3*). À Eterpigny (Somme), dans la tombe hallstattienne 2643, on observe en coupe (*figure 9*) comme en plan (*figure 10*) le remplacement par de l'argile du fantôme de l'ancienne paroi en bois. Ce site présente un limon qui peut être profondément décarbonaté (non calcaire) sur plus d'un mètre de profondeur par endroits, moins profondément ailleurs. Le contexte archéologique favorisait la présence de plancher et l'étude en lame mince de Frédéric Broes et Hugues Doutrelepont rapprochait ce cas des traces de bois des tombes à inhumation du premier Moyen-âge.



Figure 9. Coupe des lamines noires de la tombe hallstattienne 3643 d'Eterpigny. © F. Broes.



Figure 10. Plan des lamines noires de la tombe hallstattienne 3643 d'Eterpigny. © F. Broes.

4. Prise en compte des analyses physico-chimiques

Les résultats d'analyses de laboratoire sont présentés et comparés pour plusieurs cas de laminations, permettant de mettre en évidence les grands traits qui les caractérisent par rapport à d'autres types de couches. Pour ce faire, il est fait appel à la base de données analytiques obtenues, avec les mêmes méthodes de laboratoire, depuis une trentaine d'années, sur un grand nombre de sites archéologiques analysés par un pédologue.

4.1. Le pH

La plupart des laminations sont légèrement calcaires et présentent un pH neutre à basique (pH de 7,5 à 7,6 pour les st. 6 et 8 à Remicourt, pH de 7,2 à 7,7 pour les st. 4833, 4877 et 4886 à Saint-Quentin, pH de 7,1 à 7,2 pour le four 40B à Alleur). Ces valeurs élevées mesurées actuellement rendent compte d'un enrichissement en carbonate liées aux amendements des périodes historique et contemporaine qui ont eu pour effet de remonter le pH des sols. En revanche le pH est légèrement acide (6,7) pour les laminations noires dans la fosse 40A du site d'Alleur, situé en dessous de la sole du four 40B et donc sans doute plus proche des conditions originelles.

4.2. Le calcium échangeable

Les laminations argileuses sombres présentent un taux de calcium échangeable élevé qui semble constituer une des caractéristiques récurrentes. Un taux de calcium échangeable exceptionnel (34,7 *meq/100g) est attesté dans la fosse 40A (alors que, par comparaison, la valeur de la sole du four 40B sus-jacent n'est que de 12,2 meq/100g). Les laminations argileuses noires de la fosse 6 de Remicourt atteignent même 40,6 meq/100g et dans la fosse 8 de ce site le taux reste élevé (22 meq/100g).

À l'opposé, dans toutes les autres fosses du Néolithique analysées sur limon profondément décarbonaté, sans lamination, on ne mesure que des valeurs faibles, au maximum 17 meq/kg (15 meq/

kg dans les couches de fond noirâtres plus épaisses, humifères et charbonneuses, du fond de la structure 96 de Voroux-Goreux) et souvent moins de 13 meq/100g (dans la couche de fond noirâtre de la fosse 60 de Voroux-Goreux, pour la « terre noire » de la st. 20 (quadrant h) d'Alleur, comme pour la sole du four 40B d'Alleur déjà mentionnée).

Souvent les lames sombres présentent des taux de calcium échangeable différents de ceux des autres unités archéologiques d'un même site. Par exemple, les laminations des fosses 4886 et 4833 de Saint-Quentin sont un peu plus riches que les autres types de couches du même site. À Carvin, les taux des laminations argileuses noires en fond de fossé dépassent de deux à trois fois ceux des autres couches sombres analysées sur le site.

4.3. Les phosphates

Le phosphore est naturellement présent dans les matières organiques dont le bois (p. ex. Liard & Froquet-Uzel, 2012), mais ses teneurs, variant en fonction des sols encaissants, sont toujours bien plus faibles que les taux rencontrés dans les couches étudiées.

Les laminations noires de la fosse 40A d'Alleur présentent les taux de phosphore total (P_{tot}) les plus élevés, variant de 7380 à 8100 ppm. Dans la sole du four 40B d'Alleur, les valeurs, bien que toujours peu communes, sont un peu plus basses, soit 3170 à 4660 ppm. À Alleur, ces taux sont associés à deux contextes particuliers, celui de la sole cuite et des sédiments sous-jacents, protégés de l'essentiel des altérations postérieures. Les deux contextes sont liés par cette très forte présence du phosphore qui indique la continuité ou la récurrence d'un ajout riche en cet élément, avant et après la mise en place de la sole. Ces teneurs très hautes en phosphore pourraient s'expliquer par la présence d'une source très riche en phosphore comme l'os ou certains excréments. C'est cette dernière source qui est privilégiée ici par comparaison avec les analyses de structures gallo-romaines à Raillencourt-Sainte-olle (6000-8000 ppm, Fechner & Clavel, en préparation) et à Sauchy-Lestrée (7000 ppm : Fechner, 2016 ; Broes *et al.*, 2017, tous deux dans le Pas-de-Calais)⁴. Ces valeurs ne trouvent pratiquement pas d'équivalents dans la base de données analytiques régionales.

Sur les autres sites analysés, des laminations n'ont pas bénéficié de ces conditions de conservation particulières et présentent des taux de phosphate total élevés, mais moins exceptionnels (1480 ppm dans la couche de fond noire de la fosse 60 de Voroux-Goreux, 1550 ppm dans la fosse 8 de Remicourt « En Bia Flo » II, 2050 ppm dans la fosse 6 du même site). Les teneurs atteignent les valeurs de 2330 ppm dans d'autres couches de fond noirâtres, humifères et charbonneuses, comme au fond de la structure 96 de Voroux-Goreux. Par comparaison, on a aussi mesuré des valeurs de 1810 à 1900 ppm dans les épaisses couches de « terres noires », homogènes, de la fosse 20 (coupe h) d'Alleur (Fechner, 2022). Dans les laminations argileuses sombres de la fosse 4886 de Saint-Quentin, les teneurs en phosphate atteignent 1780 ppm, valeurs un peu inférieures à celles de la fosse 4833 (1860 ppm), mais supérieures à celles de la structure 4877 (1690 ppm). À Carvin, les laminations du fond de fossé 3 (tronçon 5) présentent un taux de phosphore de 2010 ppm.

Ces dosages de phosphore total réalisés sur les laminations de cette série indiquent des teneurs comprises entre 1500 et 2100 ppm, ce qui est compatible avec les valeurs obtenues sur des zones de stabulation ou, plus rarement, des fonds de silos à grains. Ces taux sont sans commune mesure avec les teneurs exceptionnelles de 7000-8000 ppm des laminations de la fosse 40A d'Alleur qui correspondent à un cas à part. L'hypothèse que la préservation du phosphore aurait été meilleure en dessous de la sole construite et cuite du four 40 B ne résiste pourtant pas à l'analyse : le phosphore est un élément peu soluble et n'est pas davantage sujet à des mélanges post-dépositionnels que les autres éléments

⁴ Soles du site gallo-romain de Raillencourt-Sainte-olle : 6000-8000 ppm, attestation en lame mince de la présence de lits organiques riches en phosphore ; fosse de la villa gallo-romaine de Sauchy-Lestrée (7000 ppm, associé à des cendres végétales riches en phytolithes).

dont les teneurs sont élevées dans les laminations argileuses noires (calcium, argile, carbone, dans une moindre mesure le magnésium). Or, les taux de ceux-ci sont assez semblables dans la fosse 40A et ailleurs, indiquant que cette fosse était bien anormalement enrichie en phosphore, indépendamment de la présence des laminations noires. Nous reviendrons plus loin sur les causes pouvant expliquer ce cas spécifique.

4.4. Teneur de carbone, taux de calcium échangeable et taux d'argiles

La lamination sombre de la fosse 6 de Remicourt présente, outre des taux de phosphore total assez élevés et de calcium échangeable exceptionnels, des taux de carbone organique (1,2 %) très marqués ; ces valeurs sont proches de celles de la fosse 40A d'Alleur. Dans la fosse 8, elle se distingue par le calcium échangeable, par un taux élevé de carbone organique de 1,9 % et par une teneur en argile exceptionnellement élevée (26 %)⁵. Le taux d'argile est identique à celui de la couche noire de fond de la fosse 60 de Voroux-Goreux. Une couche de fond noirâtre humifère et charbonneuse du même site de Voroux-Goreux (st. 96) atteint, elle, 29 % d'argile. Les laminations de la couche de fond des fosses de Saint-Quentin sont aussi anormalement enrichies en argile (fosse 4833 : 36,7 % ; fosse 4877 : 27,4 %), d'autres, comme celle de la fosse 4886, apparaissent aussi comme nettement plus argileuses.

Les taux de carbone sont situés dans une fourchette entre 1,5 et 2,6 %. Celui des laminations de la fosse 4886 de Saint-Quentin atteint 2,6 % et s'approche de celui de la fosse 8 de Remicourt. Pour les fosses 4877 et 4833 de Saint-Quentin, les valeurs sont plus faibles, 1,53 et 1,59 %. Par comparaison, les « terres noires » d'Alleur (fosse 20, coupe h) n'ont que 0,66 % à 0,76 % de carbone, teneurs proches des couches de fond noires des fosses 60 et 96 de Voroux-Goreux, avec 0,64 % et 0,72 %.

Les laminations du fond du fossé 3 de Carvin ont un pH plus élevé de 8,1 et un taux de carbone de 7,9 %, ainsi qu'un taux d'argile de 32 %. Il est possible, ici, que ces taux élevés soient en partie tributaires des conditions particulières de ce fond de fossé, creusé dans un limon qui peut par endroits être superficiellement décarbonaté, avec une nappe battante située à une moindre profondeur.

Dans tous les cas où l'azote a été analysé, le rapport carbone/azote s'avère exceptionnel, comparable uniquement avec celui de tourbe analysée dans les sites de la même région.

4.5. Bilan des analyses physico-chimiques menées

On déduit de ces différentes analyses que les laminations argileuses sombres sont avant tout des contextes riches en carbone, en argile et en calcium et ce, quel que soit le site concerné. Par contre, dans certains cas, elles semblent enrichies en phosphore et en magnésium, éléments qui pourraient être d'avantage tributaires du contexte spécifique à la structure concernée qu'une spécificité propre aux laminations.

5. Caractérisation micromorphologique et botanique

5.1. Caractéristiques microscopiques générales des laminations argileuses sombres

Les résultats synthétiques des nouvelles observations micromorphologiques sont présentés dans le **tableau 3**. De manière générale, les lamines argileuses sombres des différents sites étudiés montrent en lame mince des compositions relativement similaires. Elles sont principalement formées de matières végétales amorphes à fibreuses, de revêtements argileux et de cristaux de quartz majoritairement *silteux. À l'exception du prélèvement de la structure 40A d'Alleur, où l'on observe une répartition globalement alternée et subhorizontale des constituants, donnant l'impression de microlaminations, les autres lamines ne montrent pas d'organisation spécifique. À l'échelle même du prélèvement, il

⁵ Toutes les analyses granulométriques présentées ici ont été faites sans décarbonatation des échantillons.

existe une certaine variabilité quant à la morphologie des lamines qui s'exprime à travers un degré de mélange plus ou moins important, et à une échelle plus ou moins fine, de ces principaux constituants. Ainsi, leur microstructure est plutôt complexe, présentant des plages avec une fabrique parfois plutôt spongieuse, ou parfois plutôt granulaire. Les lamines présentent toutes une porosité biologique très importante, formée essentiellement de cavités vésiculaires et de chenaux millimétriques. Excepté peut-être pour la structure Alleur 40, cette porosité paraît légèrement mieux exprimée au sein des lamines noires que dans leurs unités sédimentaires encaissantes respectives. Dans le cas des lamines de la structure d'Alleur 40, moins poreuses, on a sans doute affaire à un contexte davantage protégé des biogaleries.

Les limites entre les biogaleries et les lamines sont souvent plutôt nettes, mais ces limites sont parfois traversées par des chenaux colmatés d'environ 5 à 12 mm de largeur, résultant vraisemblablement de l'activité des lombrics (nettement marquée pour le site de Donceel). La présence d'inclusions millimétriques à centimétriques de matrices sédimentaires encaissantes, aux formes arrondies à très légèrement anguleuses, et inversement, de fragments végétaux fibreux plus ou moins bien intégrés dans les unités voisines (supérieures et inférieures), témoignent également de leur remaniement par bioturbation.

Toutes les lamines montrent l'existence de très abondants revêtements fins argileux assez limpides, aux colorations jaune-brun à brun-roux⁶. Ces revêtements, non seulement moulent les bordures des cavités biologiques, mais sont nettement visibles à l'intérieur des tissus végétaux poreux. Des revêtements aux caractéristiques identiques sont perceptibles dans les unités avoisinantes des lamines noires, mais sont, à l'exception du site de Donceel, nettement moins nombreux que dans ces dernières. Au vu de leur abondance, il est difficile d'estimer la part de ces revêtements ayant été remaniés. Toutefois, en comparant qualitativement les différents prélèvements, il semble bien qu'il y ait une corrélation inverse entre l'abondance de revêtements en place et le degré élevé de mélange perceptible dans les lamines. L'abondance de ces traits pédologiques traduit un phénomène d'illuviation extrêmement important au sein de ces unités (Kühn *et al.*, 2018). De plus, des revêtements argileux bruns, poussiéreux, et disposant parfois d'une charge silteuse, ont également été identifiés. Ils sont toutefois assez rares en comparaison des revêtements illuviaux ; lorsque les deux types de revêtements, poussiéreux et illuviaux, sont observés, les revêtements illuviaux se placent en position terminale.

5.2. Caractéristiques et organisation des résidus végétaux

À l'échelle microscopique, les matières végétales correspondent à des tissus ligneux et ces derniers se présentent sous des formes variables. Certaines structures anatomiques sont parfaitement préservées (*figure 11A*), d'autres montrent des traces de déformations plus ou moins importantes (distorsions cellulaires, déchirures/fracturations ; *figure 11B et C*). Certaines matières présentent un aspect fibreux à micro-granulaire sans structure anatomique végétale clairement identifiable, parfois très concentrées et intimement mêlées à des quartz (formant un arrangement à tendance *porphyrique). D'autres matières opaques présentent un aspect dense et parfois de vésicules (*figures 12C et 13*).

On observe en réalité sur chaque lame-mince un continuum entre ces différents faciès qui se juxtaposent souvent les uns aux autres. Une exception est celle du site de Donceel, où aucune structure anatomique de bois n'a été identifiée. Pour cette dernière, c'est uniquement par la comparaison avec d'autres formes de résidus végétaux présents, similaires à ceux identifiés sur les autres prélèvements (*tableau 3*), que l'on peut faire l'hypothèse qu'il s'agirait de restes de bois.

⁶ Les revêtements argileux fins sont généralement bien orientés (lignes d'extinctions relativement nettes) et leurs couleurs indiquent vraisemblablement leur enrichissement en fer. Ils présentent très souvent un *pléochroïsme marqué avec des teintes vert-bleutées. Aussi, ils sont souvent micro-laminés, parfois avec des lamines épaisses (> 50 µm), et comprenant jusqu'à plus d'une dizaine de micro-laminations.

Ailleurs, on note ainsi fréquemment au sein des concentrations noirâtres fibreuses, des petits fragments infra-millimétriques de tissus végétaux, sans orientation préférentielle de leurs plans anatomiques (transversal, longitudinal tangentiel et longitudinal radial). De manière comparable, certaines masses denses et opaques sont étroitement mêlées avec des concentrations de résidus fibreux. Ces observations nous incitent à penser que les éléments identifiés comme vésicules pourraient en réalité être simplement liés à une structuration anatomique végétale initiale (par ex. larges pores du bois initial).

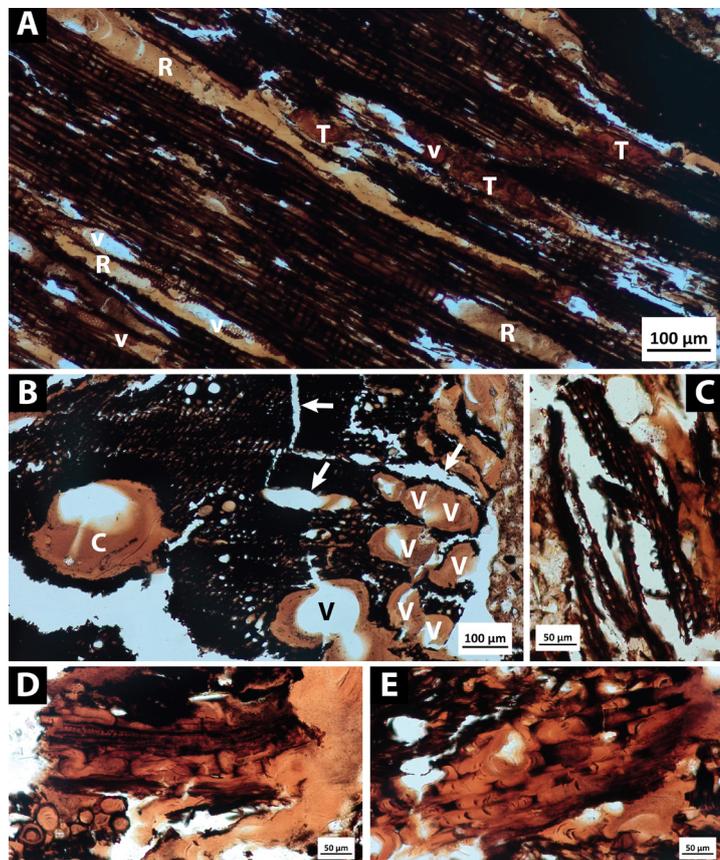


Figure 11. Planche photographique illustrant quelques exemples de préservation différentielle des résidus ligneux en lumière transmise. © C. Menbrivès. A. Alleur, prél. 20 (1998), fragment de bois en plan radial à l'anatomie particulièrement bien préservée. Les vaisseaux (v) sont largement comblés de revêtements d'argile (R), bien distinct en polarisation croisée des parois cellulaires humifiées (T), qui sont ici rousses en lumière transmise ; B. Alleur, prél. 40, fragment de frêne (*Fraxinus* sp.) en plan transversal, où les vides comblés d'argile à droite, correspondent aux vaisseaux de la zone poreuse du bois initial (V). La cavité (C) isolée à gauche correspond donc plus vraisemblablement à un vide d'origine biologique. Notez l'initiation de fentes radiales au niveau des cellules de rayons et d'une fente d'orientation tangentielle (flèches) ; C. Alleur, prél. 40, exemple de fragment d'aspect fibreux relativement fréquent sur cette lame mince (l'orientation réelle du fragment est sub-horizontale). À plus fort grossissement (x200 et plus), on reconnaît l'anatomie de rayons uni- et *bi-sériés et ce qui s'apparente à une paroi d'un vaisseau avec ses ponctuations intravasculaires, et correspondrait donc à une orientation d'observation en plan tangentiel plutôt que transversal ; D et E. Alleur, prél. 40, exemples de structures microscopiques qui sont interprétées avec réserves comme des cellules ligneuses préservées sous forme de fantômes de parois, induits par le colmatage argileux quasi-intégral des éléments anatomiques (fibres et vaisseaux).

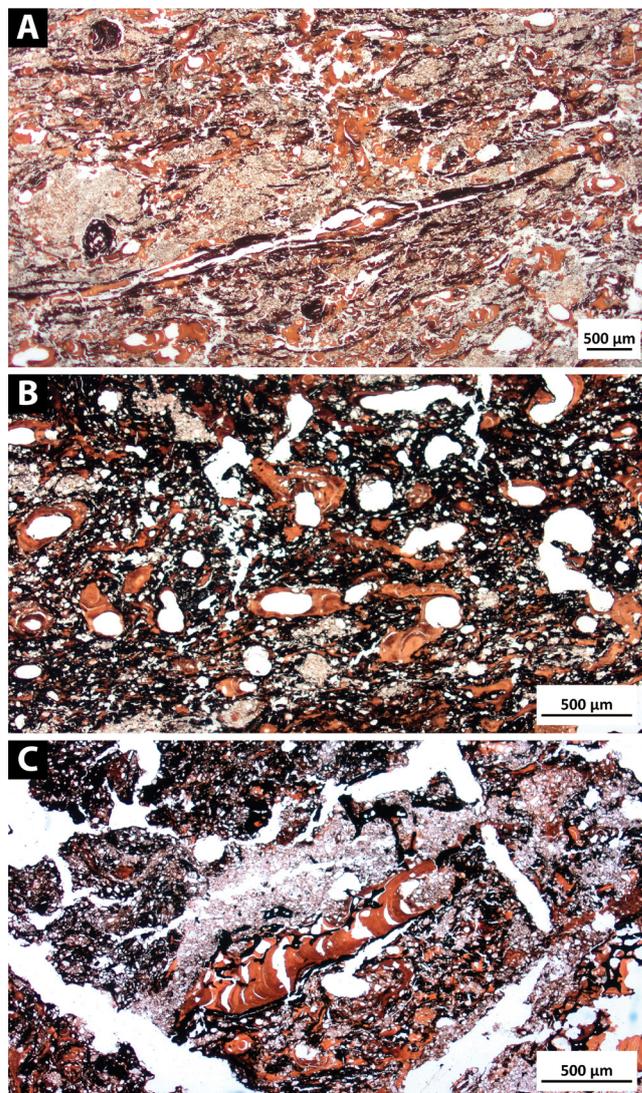


Figure 12. Planche photographique de la morphologie microscopique générale des différentes laminations noires en lumière transmise. © C. Menbrivès. A. Alleur, prél. 40, noter la présence de tissus ligneux allongés subhorizontaux dont le linéament noir au centre, qui correspond à des fibres et des rayons en connexion en plan tangentiel (résidus potentiels d'une décomposition en place d'un bois ?). Notez l'abondance des revêtements argileux (plages brun-roux) et de la charge quartzreuse (plages beiges) ; B. Remicourt, les résidus végétaux sont fortement mêlés, mais concentrés, avec de nombreux cristaux de quartz (biomalaxage par la pédofaune ?). Leur anatomie n'est que très ponctuellement identifiable ; C. Donceel, en haut à gauche, la morphologie rappelle le cas précédent, hormis que les revêtements argileux sont fractionnés/remaniés. Au centre, sous une plage de quartz, les résidus noirâtres sont entièrement opaques et ne présentent aucune morphologie végétale reconnaissable.

Ces différentes matières montrent des teintes brunâtres à noires, mais aucun phénomène de réflectance. Sur certains des restes présentant une anatomie microscopique bien préservée, on peut distinguer des parois cellulaires de *vaisseaux et de *parenchymes translucides prenant des teintes brun-roux, distinguables des revêtements argileux en lumière polarisée (*figure 11A*). Ces différentes caractéristiques semblent confirmer que les résidus végétaux ont bien été soumis à un processus d'humification plus ou moins intense, et non à une carbonisation.

Par ailleurs, dans la fosse 40A d'Alleur, on relève une plus grande abondance d'éléments anatomiques allongés, cellules en connexion sur des longueurs de l'ordre du centimètre et qui correspondent vraisemblablement à des fibres et des rayons observés dans un plan tangentiel et horizontal (*figure 14*). Ce sont en particulier ces éléments longitudinaux qui donnent l'aspect d'une microstructure à tendance lamellaire à cet échantillon (*figure 12A*). Mais, comme pour les autres échantillons, celui-ci présente aussi des éléments ligneux visibles en plan transversal ou radial, qui sont plus ou moins fortement mélangés au reste des constituants. Par contre, sur les autres échantillons (Alleur 40 excepté), les tissus cellulaires orientés horizontalement, encore en connexion sur plus d'un centimètre, sont relativement rares. Certaines concentrations amorphes présentent une organisation globalement planaire, mais l'impossibilité de caractériser leur anatomie cellulaire ne permet pas de préciser la nature de cette morphologie.

De manière très ponctuelle, on observe d'autres types de traits microscopiques liés aux matières végétales. Il s'agit notamment de phytolithes de formes variées et de résidus translucides aux morphologies assez complexes qui évoquent celles d'éléments anatomiques de tissus ligneux, résultant certainement d'un processus de silicification analogue à celui des phytolithes. Enfin, on relève des revêtements argileux prenant des formes singulières, que nous interprétons à titre d'hypothèse comme des fantômes de tissus ligneux (*figure 11D-E*).

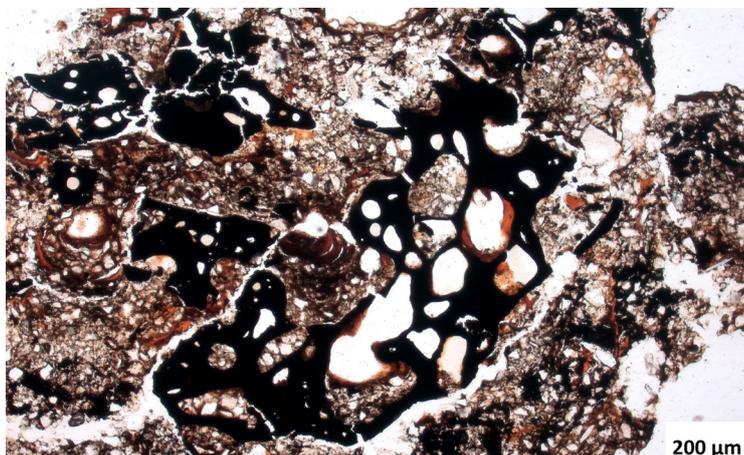


Figure 13. Résidus denses et opaques à vésicules de Donceel. © C. Menbrivès. Notez l'aspect très poussiéreux et sombre de la matrice fine autour des petits cristaux de quartz et la présence de revêtements argileux au faciès très divers, tantôt limpides et peu remaniés, tantôt opaques ou fracturés, qui pourraient indiquer une formation sous différentes conditions environnementales ou selon une chronologie complexe.

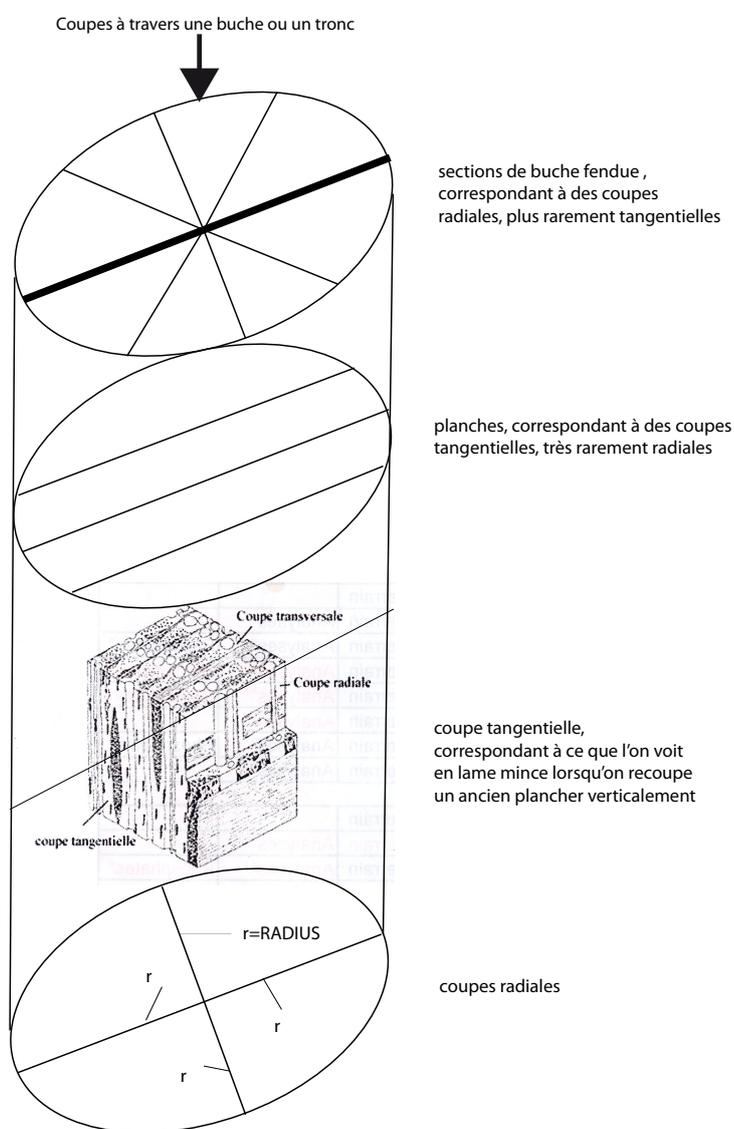


Figure 14. Plans radial, transversal et tangentiel d'un bois, position préférentielle d'une planche et du recoupement par une lame mince verticale à travers celle-ci. © dessin H. Doutrelepont, K. Fechner.

Tableau 3. Résultats synthétiques des observations micromorphologiques. © C. Menbrivès.
 Degré d'abondance relatif des constituants : +++ : fort ; ++ : moyen ; + : faible ; (+) : très faible/rare ; - : absent

	Alleur 40	Alleur 20	Remicourt 6	Voroux-Goreux 36	Donceel 8
Morphologie générale	Structure à tendance micro-laminée ; limites inf. et sup. assez nettes et régulières, mais résidus végétaux dans l'unité inf. (percolés ?)	Aspect concentré et dense ; limites inf. et sup. +/- nettes, mais irrégulières, résidus végétaux dans les unités inf. et sup. (percolés ?)	Limite sup. assez nette et régulière, mais constituants végétaux moins abondants au sommet	Limites inf. +/- nette, mais irrégulière, limite sup. très diffuse avec nombreux résidus végétaux très finement divisés dispersés	Limites inf. et sup. +/- nettes, et très irrégulières car traversées par des chenaux pluri-mm colmatés (pédofaune)
Revêtements argileux d'illuviation	+++	++	++	++	++ Souvent finement divisés ou diffus dans les faciès de concentration végétales noirâtre bioturbés
Revêtements argilo-silteux poussiéreux	-	-	-	+	+
Cristaux de quartz	Principalement sous forme de plages/agrégats (?) infra-mm à mm	Principalement dispersés dans les concentrations végétales résiduelles	Dispersés dans les concentrations végétales résiduelles ou sous forme de plages/agrégats (?) infra-mm à mm	Principalement dispersés dans les concentrations végétales résiduelles	Principalement dispersés dans les concentrations végétales résiduelles
Résidus de tissus ligneux (éléments anatomiques reconnaissables)	++	+	(+)	(+)	(+)
Résidus végétaux fibreux à émiéttés ("crumb micro-structure")	++	+++	++	++	++
Matières très denses opaques (dont à "vésicules")	-	-	(+)	+	+
Bois anatomiquement identifiables	<i>Fraxinus excelsior</i> L. (Frêne) <i>cf. Corylus avellana</i> L. (Noisetier) <i>cf. Alnus</i> sp. (Aulne)	<i>cf. Betulaceae</i>	Angiospermes dicot.	Angiospermes dicot.	Non

5.3. Caractéristiques anatomiques microscopiques des résidus végétaux

Concernant l'identification des essences présentes, certains fragments montrent une anatomie permettant de formuler quelques hypothèses. Sur le prélèvement issu de la structure 40 de Alleur, on observe des fragments de bois en plan transversal (en cours de fragmentation) entre un à deux centimètres de long, situés sous la lamine, toujours non-carbonisés. Ils montrent un bois avec de larges vaisseaux (jusqu'à 140 µm de diamètre) formant une zone poreuse, et une zone de bois final où les vaisseaux sont très peu abondants, mais accolés par deux ou trois (*figure 12B*). Les rayons paraissent être bi- voire trisériés. Ces caractères sont suffisamment typiques pour proposer qu'ils correspondent au frêne (*Fraxinus excelsior* L.). Encore légèrement en dessous de ces résidus, un autre fragment infra-millimétrique montre la présence manifeste d'un vaisseau avec une perforation scalariforme d'au moins cinq barreaux, nettement espacés. La courbure de la perforation suggère un nombre de barreaux total faible (< 10 ?). Cet élément anatomique évoque peut-être le bois de noisetier (*Corylus avellana* L.), mais les caractères visibles sont insuffisants pour le confirmer. À l'intérieur même de la lamine, aucun fragment n'est suffisamment large pour proposer directement une identification taxonomique. Cependant, plusieurs éléments micrométriques présentent des caractères qui ne peuvent être rapportés au frêne : un fragment avec de petits pores de 20-40 µm alignés radialement par trois ou quatre et associés à des rayons uni- et bisériés ; des fragments avec des vaisseaux aux perforations scalariformes formées de 15 à 20 barreaux au minimum, et plutôt resserrés. Il est risqué de proposer une identification de ces fragments épars car ils pourraient appartenir à différents individus provenant de différents taxons. Toutefois, en considérant la possibilité qu'ils proviennent d'une unique essence, ces caractéristiques s'accorderaient éventuellement avec celles du bois d'aulne (*Alnus* sp.).

Sur le prélèvement issu de la structure 20 de Alleur, un fragment de bois visible en plan transversal présente une assez bonne conservation. Il est situé à environ deux centimètres sous la lamination, vraisemblablement au sein d'une cavité de lombric colmatée. Il montre de nombreux vaisseaux disposés en longues files radiales ou isolés. Les rayons ne sont presque pas perceptibles, ce qui laisse supposer qu'ils sont, en largeur, constitués d'un faible nombre de cellules. Ces critères sont insuffisants pour proposer une attribution spécifique, mais ils évoquent potentiellement un bois de la famille des *Betulaceae* (p. ex. *Corylus avellana* L., *Carpinus betulus* L. ou *Alnus* sp.).

D'autres fragments micrométriques disposant de vaisseaux indiquent du bois d'angiospermes dicotylédones (feuillus), dont il n'est pas possible de préciser s'il s'agit du même taxon. Pour les lames des sites de Voroux-Goreux et Remicourt, les rares fragments micrométriques présentant une anatomie diagnostique permettent seulement d'identifier du bois de feuillus. Enfin, sur le prélèvement de Donceel, la très importante fragmentation des résidus végétaux empêche toute hypothèse d'identification.

Ces observations montrent qu'il convient de rester prudent sur les propositions d'identifications spécifiques de bois compte tenu de la conservation très variable entre les différents fragments, mais surtout l'impossibilité en lames minces de les caractériser selon leurs différents plans anatomiques. Néanmoins, nous ne pouvons exclure que certaines de ces laminations résultent d'une accumulation de différentes essences.

6. Discussion

6.1. Des faciès préservés dans des sols décarbonatés et bien drainés

Un premier élément de discussion est issu de l'inventaire des cas analysés qui révèle que les laminations argileuses sombres retenues sont strictement préservées dans des limons décarbonatés (non-calcaires) et toutes présentes sur des sites où la nappe phréatique est trop profonde pour expliquer la conservation de la matière organique. En effet, lorsque les sols encaissants de ces structures sont décrits avec précision, ils révèlent une implantation sur sol brun lessivé bien drainé développé dans

un loess décarbonaté sur plus d'un mètre. Cette profondeur du calcaire rend les sols moins fertiles d'un point de vue chimique, peu propices aux remontées d'éléments calcaires vers la surface, par les fousseurs et les racines. Or, sans cet enrichissement chimique, l'activité de décomposition de la matière organique et de bioturbation des sols est moindre, ce qui contribue à une relativement meilleure préservation de traces telles que les laminations sombres. La bioturbation se limite alors à des processus de faible à très faible ampleur, visibles surtout à l'échelle microscopique, comme ceux observés dans les lames minces étudiées (surtout celles des sites d'Alleux, pour sa structure 20, de Voroux-Goreux, Remicourt et Donceel).

6.2. Apport des nouvelles études : la présence certaine de bois et d'un cas de plancher

Les études antérieures, micromorphologiques et botaniques (*tableaux 1 et 2*), rapprochaient plusieurs des faciès de lamines sombres néolithiques et protohistoriques des traces de plancher des tombes du premier Moyen Âge (Doutrelepon *et al.*, 2012). Ces études comprenaient celles des lames minces reprises pour le présent article, parmi de nombreuses autres. Elles montraient qu'il s'agissait de grandes structures végétales horizontales et continues qui n'avaient pas brûlé, à ne pas confondre avec les petits charbons rencontrés en dehors des lamines et caractérisés par leur nature moins souple, plus anguleuse et plus opaque. L'absence de trace de mycélium semblait indiquer que les restes ligneux n'avaient pas été attaqués par les champignons avant la déshydratation qui les avaient transformés en laminations. Cet état de conservation rappelait en particulier celui des tourbes après déshydratation (avec notamment un même rapport carbone/azote très élevé).

Ces premières études botaniques avaient à plusieurs reprises livré une série d'indices permettant d'interpréter ces traces comme des restes de bois ou de végétaux concentrés, voire des fantômes d'une structure en bois continue, pouvant correspondre à une découpe de planche. Ces planchers étaient attestés lorsque l'orientation des fibres étaient encore reconnaissable et qu'elle révélait la découpe d'une planche selon un plan tangentiel ou radial, puis sa mise en place horizontale au sein de la structure archéologique (*figure 15*). Leur interprétation comme provenant de bois était renforcée par le moulage des pores ligneux reconnaissables par de l'argile que l'on retrouvait à l'identique dans le plancher du fond de la tombe mérovingienne de Rebaix étudiée en lame mince (Laurent *et al.*, 1993 ; Doutrelepon *et al.*, 2012). Enfin, en l'absence d'oxydoréduction et de laminations minérales (argile ayant décanté sous eau stagnante, litages de limons et de sables déposés par sédimentation de boues, de flaques), une mise en place par l'eau ne pouvait être envisagée.

Pour la fosse 40A d'Alleux, les nouvelles études proposent aujourd'hui une hypothèse d'ensemble: une préparation très élaborée, en plusieurs temps, de la sole du four sus-jacente, avec un taux de phosphore exceptionnel vraisemblablement dû à la présence de cendres de fumier⁷. Elles permettent d'interpréter les couches reconnues au sein de la fosse 40A d'Alleux comme le résultat d'une alternance entre laminations argileuses sombres (planches de bois ?) et de dépôts de fumier ou bouses transformées en cendres.

La proposition de Julia Wattez pour le fond d'une des fosses en fente de Saint-Quentin était celle d'un aménagement en terre et en bois avec des infiltrations et des compactations. Pour le cas hallstattien des lamines d'Eterpigny, Hugues Doutrelepon et Frédéric Broes ont également pu proposer qu'il s'agissait en lame mince d'un même type de formation provenant du bois, au fond de la tombe.

Les nouvelles observations proposées dans cet article, combinant micromorphologie et observations microscopiques de tissus cellulaires végétaux sur cinq lames, confirment les observations

⁷ Allant dans le même sens, on note que les phosphates et les terres noires sont omniprésentes sur ce site d'Alleux (Fechner *et al.*, 2003 ; Fechner, 2021) et qu'il présente un cas de résidu de type scorie résultant du passage au feu d'excréments (cf. Brochier *et al.*, 1992 ; Brochier, 2002).

macroscopiques et botaniques qui proposaient l'hypothèse que les lamines noires étaient des traces résiduelles de bois. Parmi ces lames minces nouvellement étudiées, seul le prélèvement de la structure 40 d'Alleur permet de confirmer avec certitude qu'il pouvait effectivement s'agir d'un aménagement en bois avec une disposition de planches à plat. De plus, les identifications taxonomiques mettent en évidence la présence de bois de différents taxons. Il nous semble que la très bonne préservation des lamines dans la structure 40 d'Alleur (seule lamination avec aspect micro-laminé en microscopie) est liée à la présence de la sole du four sus-jacent. L'état de conservation et le faible remaniement physique (morphologie) et chimique (composition) des laminations argileuses sombres sous-jacentes à la sole ont vraisemblablement bénéficié du faible délai entre leur mise en place et leur fossilisation par la sole du four. Dans le cas d'Alleur 40, exceptionnel, les laminations ont été peu transformées par l'altération et la bioturbation ; sur les autres sites, les laminations ont toujours subi une transformation pédologique forte. Par exemple, à Donceel, les traces d'illuviation d'argile ont, elles, fortement été remaniées, indiquant qu'il y a une bioturbation, même après l'enfouissement. L'étude microscopique atteste par conséquent d'histoires et de durées de vie variées des couches concernées, reflétées par l'état de dégradation et de bioturbation.

Sur la base de ces résultats, la présence de planchers et de parois en bois se précise pour un cas, voire par extrapolation sans doute pour plusieurs cas du Néolithique ancien. Ces interprétations avaient déjà été envisagées par le premier auteur, Frédéric Broes, Hugues Doutrelepon et avec des nuances, par Julia Wattez, pour les périodes ultérieures de la Pré- et Protohistoire. La nouvelle étude renforce l'hypothèse d'un plancher de bois à Alleur mais reste hypothétique pour les quatre autres cas. En effet, nos études micromorphologiques montrent l'importance de remaniements post-dépositionnels ; de plus, la variété des espèces rencontrées indique la présence de bois, mais peut-être pas de plancher.

Sans doute, en accord avec les études antérieures, doit-on néanmoins conclure que la présence d'aménagements en bois est sous-estimée dans les fosses et fossés néolithiques et protohistoriques. On peut rappeler ici la conservation de traces de constructions en bois autour de fosses du Néolithique ancien dans une zone à nappe phréatique fluctuante à Drossdorf près de Leipzig (Saxe), dans une dépression en bordure de l'habitat. Dans l'une des fosses, des pierres ont servi à lester des ballots de tilleul pour les rouir pour la fabrication de cordes (ou de textiles), rendant l'eau impropre à la consommation. D'autres fosses étaient aménagées de demi-troncs évidés de chêne avec leur écorce, ce qui excluait la consommation de leur eau, mais les rendraient propres au tannage (Stäuble & Schell, 2020 : 12).

Une recherche ciblée de laminations argileuses sombres dans les sites hors eau, sur sols non calcaires, devrait permettre de multiplier les indices de tels aménagements en bois, en faisant appel à leur caractérisation microscopique.

6.3. Mode de formation et de préservation

Les traits singuliers des cas les plus caractéristiques de ces laminations permettent de proposer un premier scénario en plusieurs temps pour leurs formations : creusement des structures ; mise en place (à plat ?) des bois (aménagement ou effondrement en fond de structure ?) ; début d'altération au niveau des surfaces exposées ; comblement des fosses ; colmatage progressif des vides créés suite à la décomposition du bois par les sédiments encaissants ; activité biologique favorisée par la dégradation progressive des matières organiques ; illuviation progressive et préférentielle au sein de ces unités permettant un accroissement de la rétention en eau, avec une certaine réduction de la dégradation des tissus ligneux ; éventuelle activité biologique postérieure à cette illuviation.

Cependant, les processus à l'origine de ces transformations et leurs modalités sont loin d'être complètement compris dans le détail. Les processus mis en évidence suffisent-ils à la conservation partielle des matières organiques ? Se pose également la question de la chronologie du comblement des fosses : quels sont les délais et la différence de conditions environnementales entre le début d'altération du bois

quand le bois est en surface, et après son enfouissement ? La réponse à ces questions est plus aisée dans le cas de la fosse 40 d'Alleur. En effet, ici, les expérimentations des archéologues (Collin & Marchal, 2000 et 2003) et les arguments pédologiques (Fechner, 2021) convergent avec les résultats de la nouvelle étude pour favoriser l'hypothèse que la sole cuite du four, épaisse et durcie par le feu, et les couches sous-jacentes à la sole, comprenant les lamines (ces dernières entre 18 et plus de 25 cm sous la sole) se succèdent dans un délai court, dans le cadre d'un seul aménagement. Il s'agirait d'une préparation complexe d'une structure de combustion en vue d'une cuisson plus efficace, sans doute récurrente et conservée dans son dernier état. Les ensembles de dépôts laminés noirs alternent avec des strates qui évoquent d'anciennes cendres et/ou les précèdent. Les taux de phosphore des lamines sont aussi, voire parfois, encore plus riches que la sole cuite, indiquant la récurrence d'un environnement de cuisson exceptionnellement riche en phosphate, tant avant que pendant la phase de cuisson principale attestée. Par conséquent, les lamines de la structure 40 ont pu être exposées brièvement et être recouvertes au fur et à mesure de sédiments et de cendres. Dans leur dernier état, ce recouvrement était d'une plus grande épaisseur et fossilisé par une autre sole de four bien conservée. L'ensemble des lamines a bénéficié d'un état de conservation meilleur, tant grâce aux recouvrements intervenus au fur et à mesure, dont ce dernier recouvrement plus épais, qu'enfin, par la sole durcie par le feu. Enfin, le four en fosse, profond, a été rebouché. La présence de la sole sous-jacente rend improbable une forte influence de ce comblement sur la conservation, la dégradation ou l'altération chimique des lamines sous-jacentes.

En revanche, tous les autres cas étudiés correspondent à des fonds ou des comblements de fosses qui ont été influencés par les couches qui les recouvrent, finissant de combler les fosses. Ces différentes fosses sont rencontrées au sein d'habitats caractéristiques de la région d'étude. Les profondeurs des fosses présentant les lamines sont toujours supérieures à 60, voire à 100, centimètres, valeurs qui ne les différencient pas des fosses voisines. Il s'agit partout d'un limon orangé homogène profondément décarbonaté, bien drainé, et sans influence passée, ni présente de la nappe phréatique. On ne peut pas, par conséquent, invoquer une différence de profondeur, de condition de drainage ou de sol encaissant pour expliquer une meilleure préservation des restes organiques. Là ne réside donc pas la spécificité de ces fosses. Ces traces sont sans doute propres à des fosses qui avaient un tel aménagement ou rejet ligneux, laissé en place. Cette trace n'a pas été entièrement transformée en humus (matière organique décomposée) par les processus de décomposition physico-chimiques et biologique habituels (comprenant les vers de terre, les micro-organismes tels que champignons et bactéries) et il n'y a pas non plus d'homogénéisation de ces traces par les animaux fouisseurs (taupes, blaireaux, ...). Dans ces fosses, le processus d'altération a dû être inhibé par un processus particulier menant à la conservation du bois, intervenu alors que le bois était encore en état de résister au passage d'un fouisseur.

Quelles particularités sont envisageables pour expliquer cela ? Malgré un contexte pédologique non-calcaire (sols bruns lessivés), on doit noter que le taux élevé de calcium est élevé dans plusieurs des laminations étudiées. Pour l'expliquer, nous favorisons l'hypothèse de la présence de bois (accumulation initiale de calcium liée au bois) et non de cendres calcaires. En effet, en dehors du cas spécifique à la structure 40 d'Alleur (en dessous du four), les contextes de découverte et les données micromorphologiques ne montrent pas de charbons de bois, ni de traces de passage partiel au feu des éléments végétaux. La présence passée de cendres n'expliquerait donc en rien la préservation des traces de tissu du bois. En revanche, la cendre présente à l'origine dans les comblements archéologiques sus-jacents a pu contribuer aux fortes migrations et accumulations des revêtements d'argile biréfringente (nécessitant une augmentation du pH) observées dans les lamines.

Comment expliquer les deux processus d'inhibition de l'altération ? La présence suffisante ou l'ajout d'un agent chimique (tannin, ...) et la barrière physique liée à la substitution par des minéraux (minéralisation) pourraient expliquer ces processus d'après les observations en lame mince confirmées dans cette étude. Pour les structures néolithiques étudiées, il n'est pas possible d'invoquer que cette conservation soit liée à un enfouissement conjoint d'objets/matières métalliques (absence d'indices archéologiques et taux de fer ou d'autres métaux des sols encaissants insuffisants). Par contre, le tannin peut être présent dans certaines

matières végétales (chêne, parties du frêne⁸), voire ajouté délibérément (diverses sources naturelles connues par les tanneurs). Le chêne a été utilisé dans plusieurs des tombes du premier moyen-âge étudiées (Doutrelepon *et al.*, 2012), alors que les essences de bois composant les lamines du Néolithique et de la Protohistoire sont encore trop rarement déterminées. Le tannage a, lui, été évoqué pour certaines fosses aménagées à l'aide de bois de chêne du Néolithique à Drossdorf (Stäuble & Schell, 2020 : 12 ; *cf. supra*)⁹.

Quant à la minéralisation, elle est connue dans des contextes gorgés d'eau tels que puits et latrines (p. ex. Laurent, 1997), mais dans les cas traités ici, on n'a gardé la trace ni d'un milieu gorgé d'eau (taches liées à l'hydromorphie), ni de dépôts aquatiques (litages, dépôts d'argile, ...). Une fois minéralisés, les restes organiques résistent durablement à l'altération grâce à leur induration physique, ce qui n'apparaît ici ni sur le terrain, ni en lame mince. Dans le cas présent, l'ajout d'un matériau minéral se limite à la présence renforcée de revêtements d'argile plus ou moins riches en fer. Leur récurrence dans les lames, en relation spatiale avec la meilleure préservation microscopique du bois, favorise l'idée qu'ils ont pu avoir un effet sur cette préservation. Cette corrélation est démontrée par les études sur lames minces qui distinguent trois états de préservation de la matière organique qui pourraient être corrélés avec trois degrés d'enrichissement des pores par de l'argile. Néanmoins, à côté des deux possibilités retenues, on ne saurait exclure l'influence d'autres facteurs sur la préservation, encore non reconnus.

7. Synthèse et perspectives

7.1. Synthèse des données

La distinction entre laminations argileuses sombres et phénomènes apparentés ou distincts a surtout été basée ici sur les contrôles de l'organisation et des degrés de conservation/dégradation post-dépositionnelle des sédiments au microscope, ainsi que sur la détermination de leur contenu biologique et/ou chimique. La constitution microscopique des lamines est celle de couches formées de résidus végétaux, mais aussi d'une fraction minérale importante. Outre les taux élevés d'argile et de carbone, le rapport carbone/azote évoquant celui d'une tourbe, le taux de calcium des lamines est régulièrement nettement plus élevé que dans les autres couches des sites étudiés, et pourrait être lié à la présence initiale de bois. La teneur en phosphore varie elle fortement, même si elle est le plus souvent proche des valeurs hautes rencontrées sur les sites concernés. Pour les laminations argileuses sombres caractéristiques, telles que définies ici, la nouvelle étude menée sur les lames minces, limitée à cinq exemples les plus caractéristiques du Néolithique ancien, confirme et précise l'interprétation comme reste de bois. Etant donné leur état plus ou moins altéré et bioturbé, il pourrait s'agir d'un dépôt de bois en fond de structure ou de dépôts secondaires en cours de comblement. L'analyse ne peut à ce stade conforter l'hypothèse d'un plancher que pour le cas le mieux préservé, celui de la structure 40 d'Alleur, ce qui conforte néanmoins l'existence de tels aménagements pour les périodes concernées et la possibilité qu'il y en ait parmi les cas moins bien préservés. Ce cas d'étude prend une importance toute particulière de par sa position au sein d'un aménagement complexe de fosse qui a pu servir à la préparation d'un four en fosse.

Le mode de préservation de ces laminations semble au moins en partie être un comblement de la porosité par de l'argile, dû dans ce cas à une omniprésence des revêtements d'argile qui ont remplacé et comblé

⁸ Seules les feuilles et l'écorce du frêne, attesté dans un cas, en contiennent, les autres essences rencontrées dans nos lames n'en contiennent pas (<https://www.waldwissen.net/fr/habitat-forestier/arbres-et-arbustes/feuillus/le-frene-fraxinus-excelsior>). D'autres espèces peuvent aussi contenir des tannins (châtaignier, cerisier, etc.).

⁹ D'autres méthodes connues de protection contre les insectes du bois sont la poix et la chaux (comm. pers. Magali Toriti). Une revue de la littérature ne livre cependant que peu de renseignements sur les facteurs qui peuvent expliquer une telle préservation. « Les chênes envoient des tanins amers et toxiques dans leur écorce et leurs feuilles. Si les ravageurs ne sont pas exterminés, au moins cela transforme-t-il la succulente salade en verdure immangeable. Les saules obtiennent le même résultat en fabriquant de la salicyline aux effets tout aussi destructeurs [...] chez les insectes [...] (Wohlleben, 2017 : 22). En outre « [...] son bois est imprégné de substances fongicides qui ralentissent fortement le processus de pourriture. » (Wohlleben, 2017 : 85).

les restes de bois en début de décomposition. Ce processus semble limité aux sols limoneux à argileux non-calcaires dont les particularités ont permis la meilleure préservation des traits de l'époque face aux altérations et perturbations postérieures. Une fois mis en place, cet enrichissement en argile a sans doute aussi permis d'augmenter la rétention en eau des couches concernées.

L'hypothèse à retenir à ce stade pourrait être la suivante : en l'absence de nappe phréatique dans un sol légèrement acide favorisant la migration d'argile, le bois pourrait avoir été dégradé par des agents naturels (bactéries, champignons) jusqu'au moment où seules les cellules du squelette constitué par les parois de cellules sans cellulose étaient maintenues. Ils étaient alors dénués d'éléments nutritifs, donc peu ou pas disponibles pour les agents de dégradation. Le bois ayant perdu sa résistance, les éventuelles constructions en bois (caissons, parois, ...) se seraient effondrées. Les restes de bois décomposé auraient été ensuite comprimés par les couches sus- et adjacentes, les préservant des phénomènes de bioturbation postérieurs.

7.2. Perspectives

Les causes exactes qui ont permis cette succession d'évènements restent à approfondir, en particulier, par la recherche plus systématique des constituants organiques de telles laminations argileuses sombres (espèces végétales et molécules organiques concernées) au microscope et au laboratoire. Aussi, l'étape suivante de cette étude pourrait consister à élargir le corpus quelle que soit la chronologie des structures analysées. Des analyses complémentaires telles que diffraction X, fluorescence des rayons X (XRF) ou biogéochimie moléculaire sont à envisager afin de tenter d'identifier davantage de composants chimiques et biochimiques (tannin...). Ainsi le bois, même à l'état de fantôme, retrouverait toute sa place dans la compréhension des structures en bois des sociétés du passé.

Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts à déclarer.

Lexique

Bi-sérié/tri-série : se dit des organes animaux ou végétaux disposés sur deux/trois rangs (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>).

Illuviation, n.f. : addition de matière dans un volume défini ou dans une structure originelle identifiée. L'accumulation absolue ou l'illuviation peut être, soit le résultat de la précipitation ou de la néoformation d'un minéral, soit le résultat du dépôt de la matière figurée, après transport mécanique ou biomécanique (...) aux dépens d'autres horizons qui lui sont généralement superposés. Phénomène inverse d'*éluviation (tiré de : Mathieu & Lozet, 2011).

Lamine, n.f. : couche la plus fine reconnaissable dans un sédiment ou dans une roche sédimentaire, différente des autres couches par la couleur, la composition ou la taille des particules. En général, couche inférieure à 1 cm mais le plus communément de 0,05 à 1 mm d'épaisseur. Peut être parallèle ou oblique à la stratification générale. Plusieurs lamines constituent un lit ou une strate (tiré de : Mathieu & Lozet, 2011).

Litage, lité : fait, pour une formation sédimentaire, de comporter des lits (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais-monolingue>).

Lamination, laminé : dépôt formé, le plus souvent, par le vent ou par l'eau, généralement déposé par plusieurs laminations et de faible épaisseur (1 mm à, rarement, quelques cm ; Fechner, 2021).

Meq : milliéquivalent, unité spécifique pour l'expression de la capacité d'échange cationique en pédologie, qui exprime la quantité de cations adsorbés en surface des particules du sol ; il correspond à un millième du rapport entre le poids atomique et la valence de l'élément considéré (Baize, 2000).

Parenchyme : tissu cellulaire spongieux et mou des végétaux (Petit Robert). Tissu fondamental des végétaux

supérieurs, formé de cellules vivantes peu différenciées, de même diamètre, allongées ou étoilées, aux parois cellulodiques ni épaissies, ni lignifiées, remplissant des fonctions variées [...] (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>).

Pléochroïsme : phénomène de variations de couleur d'un minéral en lame-mince lors de la rotation en lumière polarisée (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>).

Porphyrique : modèle de distribution relative des constituants en micromorphologie selon lequel des grains grossiers baignent dans une masse dense composée de grains plus fins, sans que l'on distingue de vides interstitiels (tiré de : Mathieu & Lozet, 2011).

Scalariforme : se dit d'une série d'éléments disposés comme les barreaux d'une échelle (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>).

Silts, silteux : sédiment de la classe des lutites (4 à 62 µm). En géologie : sable fin, limon (<https://www.universalis.fr/dictionnaire/silt/>).

Vaisseau : file de cellules du tissu ligneux dans lesquelles circule la sève ascendante et dont les cloisons transversales se résorbent pour faciliter cette circulation (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>).

Bibliographie

- Baize, D., 2000. *Guide des analyses en pédologie*, 2^e éd. revue et augmentée, Éditions Inra-Quae, Paris, 257 p.
- Bosquet, D., Fock, H., Goffioul, C., Preud'homme, D., Marchal, J.-P., 2004. La néolithisation en Hesbaye (Belgique) : apport des fouilles récentes (1996-1999) sur le tracé du TGV oriental et le domaine militaire d'Alleur, in : *SECTION 9 Le Néolithique au Proche Orient et en Europe, SECTION 10 L'âge du cuivre au Proche Orient et en Europe. Actes du XIV^e UISPP, Université de Liège, Belgique, 2-8 septembre 2001*, Oxford, BAR International Series, 1303, 81-94.
- Bosquet, D., Preud'homme, D., 1998. Dernière campagne de fouilles sur le village rubané de Remicourt au lieu-dit En Bia Flo II (TGV oriental), *Notae Praehistoricae*, 18, 119-122.
- Bosquet, D., Preud'homme, D., Fock, H., Goffioul, C., 1997. Découverte d'un village rubané fossoyé au lieu-dit En Bia Flo (TGV oriental), *Notae Praehistoricae*, 17, 103-111. https://biblio.naturalsciences.be/associated_publications/notae-praehistoricae/NP17/np17_103-110.pdf.
- Brendle, T., 2012. Les chambres funéraires en madriers fendus du cimetière mérovingien de Neudingen, Commune de Donaueschingen (Bade-Wurtemberg, Allemagne), in : Carré, F., Henrion, F. (éds.), *Le bois dans l'architecture et l'aménagement de la tombe : quelles approches ? Actes de la table ronde d'Auxerre, abbaye Saint-Germain, 15-17 octobre 2009*, AFAM (coll. « Mémoires », 23), Saint-Germain-en-Laye, 123-136.
- Brochier, J.-E., 2002. Les sédiments anthropiques. Méthodes d'étude et perspectives, in : Miskovsky, J.-C. (éd.), *Géologie de la Préhistoire : méthodes, techniques, applications*, Éditions Géopré, Paris, 453-477.
- Brochier, J.-E., Villa, P., Giacomara, M., 1992. Shepherds and sediments: geo-ethnoarchaeology of pastoral sites, *Journal of Anthropological Archaeology*, 11, 47-102. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(92\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0278-4165(92)90010-9).
- Broes, F., en préparation. Étude pédologique, in : Dolbois, J. (éd.), *Les fosses de piégeage du site de Bourguignons. « La Charme aux Loups », zone 43 du gazoduc Arc de Dierrey (Aube)*, Rapport de fouille archéologique, Inrap.
- Broes, F., Fechner, K., Clavel, V., 2017. Unités architecturales interprétées à l'aide des sciences du sol dans le Nord de la France : résultats et tendances pour l'époque romaine, in : Trément, F. (éd.), *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules romaines. Problèmes d'interprétation fonctionnelle et économique des bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale. Actes du XI^e Colloque de l'Association d'étude du monde rural gallo-romain, Clermont-Ferrand, 11-13 juin 2014*, Aquitania (supplément, 38), Bordeaux, 69-96.
- Collin, F., Marchal, J.-P., 2000. Approche expérimentale du Four 2.40 du site Rubané d'Alleur, *Notae Praehistoricae*, 20, 153-158.
- Collin, F., Marchal, J.-P., 2003. Aires de combustion sur le site rubané d'Alleur, province de Liège (Belgique), in : Frère-Sautot, M.-C. (éd.), *Le feu domestique et ses structures au Néolithique et aux Âges des métaux. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 7-8 octobre 2000*, Éditions M. Mergoïl, Montagnac, 367-374.
- Constantin, C., Simonin, D., Farruggia, J.-P., 1998. Wells of the Late Bandkeramik and the Blicquy-Villeneuve-Saint-Germain Cultures in the Paris Basin, in : Beyer, B. (éd.), *Brunnen der Jungsteinzeit: internationale Symposium in Erkelenz, 27. bis 29. Oktober 1997*, Rheinland-Verlag, Cologne, 113-123.

- Doutrelepont, H., 2004. Déterminations anthracologiques et microbotaniques dans des couches laminées noires des sites rubanés d'Alleur « Domaine militaire », de Remicourt « En Bia Flo » II et de Donceel (prov. de Liège), in : Fechner, K., *Convention "Études archéo-botaniques, archéo-pédologiques et cartographie. Intégration des données dans les publications archéologiques des sites du TGV. Partie "pédologie"*, Rapport final, 30 août 2004, ULB-Centre de Recherches archéologiques- Pôle Environnement, Nivelles, 104 p.
- Doutrelepont, H., Fechner, K., Bosquet, D., Marchal, J.-P., Broes, F., Vandromme, P., 2013. Des laminations noires argileuses dans les fosses du Néolithique ancien. Approches micro-botanique, pédologique et archéologique, in : *Pré-actes du colloque « Méthodologie des recherches de terrain sur la Préhistoire récente en France. Nouveaux acquis, nouveaux outils 1987 – 2012 »*, RMPR-Internéo de Marseille, 23-24-25 mai 2012, non publié, 20.
- Doutrelepont, H., Fechner, K., Vrielynck, O., Vandromme, P., 2012. Taphonomie des matières organiques dans les tombes mérovingiennes de Moyenne Belgique et du nord de la France : phénomènes pédologiques et études botaniques associées : observations préliminaires, in : Carré, F., Henrion, F. (éds.), *Le bois dans l'architecture et l'aménagement de la tombe : quelles approches ? Actes de la table ronde d'Auxerre, abbaye Saint-Germain, 15-17 octobre 2009*, AFAM (coll. « Mémoires », 23), Saint-Germain-en-Laye, 75-89.
- F.A.O., 1988. *Revised legend of the FAO-UNESCO Soil Map of the World* (provisional edition of the final text), Food and Agriculture Organization, Rome, 102 p.
- Fechner, K., 2002. Fexhe-le-Haut-Clocher : contribution de l'archéopédologie à la compréhension du site néolithique ancien de Voroux-Goreux, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 9, 96-8.
- Fechner, K., 2016. Études pédologiques dans la villa de Sauchy-Lestrée, in : Prilaux, G., Gaillard, D., Vanwalscappel, B., *Canal Seine-Nord Europe, fouille 32, Nord-Pas-de-Calais, Pas-de-Calais, Marquion et Sauchy-Lestrée. Du Néolithique à l'Antiquité tardive : les occupations de la plate-forme multimodale de Sauchy-Lestrée/ Marquion (62)*, Rapport final d'opération de fouilles archéologiques, Inrap, 604 p.
- Fechner, K., 2021. *Contribution de l'archéo-pédologie et de la stratigraphie à l'interprétation fonctionnelle et environnementale des structures du Néolithique et du Bronze ancien entre Rhin et Seine*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 1201 p.
- Fechner, K., 2022 [2023]. « Terres noires », horizons très sombres et activités agropastorales au Néolithique ancien : premiers éléments issus d'une synthèse des données archéopédologiques entre Rhin (DE) et Seine (FR), *Notae Praehistoricae*, 42, 145-159. https://biblio.naturalsciences.be/associated_publications/notae-praehistoricae/NP42_np42_145-159_fechner-et-al_terres-noires_120423_rgb-600_pa20.pdf.
- Fechner, K., Baes, R., Louwagie, G., Gebhardt, A., 2014. Relic Holocene buried colluvial and alluvial deposition in the basins of the Scheldt, the Meuse, the Seine and the Rhine (Belgium, Luxembourg and Northern France). A prospective state of research in rescue excavations, in : Meylemans, E., Poesen, J., In't Ven, I., (éds.), *The Archaeology of Erosion, the Erosion of Archaeology. Proceedings of the Brussels Conference, april 28-30 2008*, Flanders Heritage Agency, Bruxelles, 147-190.
- Fechner, K., Bosquet, D., Blancquaert, G., 2006. Indices pédologiques liés au (re)creusement et à l'utilisation des fosses : les cas exemplaires de Remicourt (Néolithique ancien, Wallonie, Belgique) et Dourges (La Tène, Pas-de-Calais, France), in : Frère-Sautot, M.-C. (éd.), *Des trous... Structures en creux pré- et protohistoriques. Actes du colloque de Dijon et Baume-les-Messieurs, 24-26 mars 2006*, Éditions M. Mergoïl, Montagnac, 47-74.
- Fechner, K., Bosquet, D., Broes, F., 2019. Reconstruction des modes de vie au Néolithique et au Bronze ancien : synopsis des apports récents des études pédologiques entre Rhin et Seine, in : Deák, J., Ampe, C., Mikkelsen J. H. (éds.), *Soils as records of Past and Present. From soil surveys to archaeological sites: research strategies for interpreting soil characteristics*, Raakvlak, Archaeology, Monuments and Landscapes of Bruges and Hinterland, Bruges. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3420903>.
- Fechner, K., Broes, K., 2019. La ressource sol et les traits archéopédologiques utiles dans les structures archéologiques : vers un enregistrement systématique ? in : Del Medico, C., Dessaint, M., Gorin, C. (éds.), *Méthodes d'enregistrement des données en archéologie*, Nouvelle édition [en ligne], Éditions de la Sorbonne (coll. « Archéo.doct », 13), Paris. <https://doi.org/10.4000/books.psorbonne.38526>.
- Fechner, K., Clavel, V., en préparation. Études pédologiques, in : Geoffroy, J.-F., (éd.), *Les sites de Raillencourt-Sainte-Orlé, Actipole de l'A2*. Rapport final d'opération, Inrap.
- Fechner, K., Langohr, R., Devos, Y., 2004. Archaeopedological checklists: Proposal for a simplified version for the routine archaeological record in Holocene rural and urban sites of North-Western Europe, in : Carver, G. (éd.), *Digging the dirt. Excavations in a new millennium* (papers of the EAA congress of Lisbon), Oxford, BAR International Series, 1256, 239-256.
- Fechner, K., Lemaire, P., Bostyn, P., Broes, F., 2015. Au-delà du cas particulier : traits stratigraphiques et naturalistes récurrents et expérimentations des fosses « en fente » du Nord de la France, in : Laurelut, C., Vanmoerkerke, J. (éds.), *Occupations et exploitations néolithiques. Et si on parlait des plateaux ? Actes du 31^e colloque interrégional sur le*

- Néolithique, Châlons-en-Champagne, 17-19 octobre 2013, Bulletin de la société archéologique champenoise, 107, 4, Châlons-en-Champagne, 345-363.
- Fechner, K., Marchal, J.-P., Degryse, H., Doutrelepont, H., Vrydaghs, L., 2003. Bilan d'une étude pédologique et micromorphologique approfondie : le site rubané d'Alleur « Domaine militaire » (campagne de fouille 1998), *Notae Praehistoricae*, 23, 109-123.
- Fock, H., Goffioul, C., Remy, H., Bosquet, D., 2008. *Les traverses du temps. Archéologie et TGV. Catalogue d'exposition*, Région wallonne, Namur, 161 p.
- Frébutte, C., Marchal, J. P., 1998. Donceel implantations du Néolithique ancien et du Premier Âge du Fer, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 6, 109-110. <https://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/caw/views/documents/flippingBook/CAW06/19/index.html>.
- Goffioul, C., Fock, H., Cornélusse, F., Bosquet, D., Preud'homme, D., 1999. Découverte d'un village rubané fossoyé à Voroux-Goreux (Comm. de Fexhe-le-Haut-Clocher) sur le tracé oriental du TGV, *Notae Praehistoricae*, 19, 101-106.
- Goffioul, C., Preud'homme, D., Fock, H., Bosquet, D., 2000. Fexhe-le-Haut-Clocher : un village rubané et des fosses protohistoriques à Voroux-Goreux, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 8, 126-131.
- Kühn, P., Aguilar, J., Miedema, R., Bronnikova, M., 2018. Chapter 14 - Textural Pedofeatures and Related Horizons, in : Stoops, G., Marcelino, V., Mees, F. (éds.), *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*, 2^e éd., Elsevier, Amsterdam, 377-423. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63522-8.00014-0>.
- Laurent, C., 1997. Étude micro-archéologique et archéo-botanique de sédiments prélevés sur le site archéologique des Chandeliers à Bruxelles, in : Nachtergaeel, I. (éd.), *Sauvetage archéologique dans le quartier des Marolles à Bruxelles rue des Chandeliers, n° 12-16. Quelques trouvailles archéologiques rue de la Madeleine 7 à Bruxelles*, Supplément au n° 47 de Vie Archéologique, Bruxelles, 62-66.
- Laurent, C., Fechner, K., Doutrelepont, H., Verslype, L., 1993. Archéo-pédologie et archéo-botanique appliquées aux tombes et aux poteries du cimetière mérovingien de Rebaix (Belgique), in : Colardelle, M. (éd.), *L'Homme et la nature au Moyen-Age, Paléoenvironnement des Sociétés Européennes ». Actes du V^e Congrès International d'Archéologie Médiévale, Grenoble, 6-9 octobre 1993*, Société d'Archéologie Médiévale, Caen, 63-66. www.persee.fr/doc/acsam_0000-0000_1996_act_5_1_1093.
- Lemaire, P., Bostyn, F., Fechner, K., 2015. Une occupation singulière de plateau à Saint-Quentin *La Potence IV* (Aisne) : approche pluridisciplinaire de fosses en fente synchrones ou antérieures au Néolithique moyen II, in : Laurelut, C., Vanmoerkerke, J. (éds.), *Occupations et exploitations néolithiques. Et si on parlait des plateaux ? Actes du 31^e colloque interrégional sur le Néolithique, Châlons-en-Champagne, 17-19 octobre 2013*, Bulletin de la société archéologique champenoise, 107, 4, Châlons-en-Champagne, 327-344.
- Liard, M., Froquet-Uzel, H., 2012. L'approche physico-chimique, une possibilité de détection de la présence de bois : résultats de l'expérimentation sur quelques exemples de Courcelles (Loiret) datés de l'âge du Bronze, in : Carré, F., Henrion, F. (éds.), *Le bois dans l'architecture et l'aménagement de la tombe : quelles approches ? Actes de la table ronde d'Auxerre, abbaye Saint-Germain, 15-17 octobre 2009*, AFAM (coll. « Mémoires », 23), Saint-Germain-en-Laye, 91-98.
- Marchal, J.-P., 1998. Sauvetage sur un site rubané à Alleur – Domaine militaire, *Notae Praehistoricae*, 18, 107-117.
- Marchal, J.-P., 1999. Seconde campagne de fouilles sur le site rubané d'Alleur – Domaine militaire, *Notae Praehistoricae*, 19, 107-109.
- Mathieu, C., Lozet, J., 2011. *Dictionnaire encyclopédique de science du sol*, Lavoisier, Paris, 733 p.
- Monchablon, C., 2015. *Carvin « la Gare d'Eau » : une enceinte du Néolithique moyen II*, Rapport final d'opération de fouille, Inrap, 3 vol., 419, 294, 188 p.
- Monchablon, C., Baillieu, M., Bouchet, M., Goutelard, A., Praud, I., 2011. L'enceinte Néolithique moyen II de Carvin « La Gare d'eau » (Pas-de-Calais). Présentation préliminaire, in : Bostyn, F., Martial, E., Praud, I. (éds.), *Le Néolithique du nord de la France dans son contexte européen : habitat et économie aux 4^e et 3^e millénaires avant. Actes du 29^e Colloque interrégional sur le Néolithique, Villeneuve d'Ascq, 2-3 octobre 2009*, Revue archéologique de Picardie, n° spécial 28, Senlis, 407-435. <https://doi.org/10.3406/pica.2011.3345>.
- Stäuble, H., Schell, F., 2020. Brunnen der Linienbandkeramik: Wasser für die frühen Bauern, *Archäologie in Deutschland*, 36(5), 8-13.
- Van Vliet, B., Fagnard, J.-P., Langohr, R., Munaut, A.-V, 1992. Importance de la succession des phases écologiques anciennes et actuelles dans la différenciation des sols lessivés de la couverture læssique d'Europe occidentale : argumentation stratigraphique et archéologique, *Science du sol*, 30(2), 75-93.
- Wohlleben, P., 2017. *La vie secrète des arbres*, Les Arènes, Paris, 260 p.

Tableau 1. (1/2) Inventaire des cas de couches sombres et fines traitées pour le Néolithique ancien et moyen, spécifiant en gras les cas où l'étude pédologique, micromorphologique et/ou microbotanique confirme la présence de laminations argileuses sombres © K. Fechner, H. Doutrelepont. Types 1-11, complété d'après *Doutrelepont et al., 2012 et 2013* : 1. Laminations sombres et argileuses typiques, traces de tissu ligneux déterminés jusqu'à l'espèce ; 2. Idem, mais sans éléments de tissu ligneux déterminable en lame mince ; 3. Idem reconnues sur le terrain, mais fortement altérées en lame mince ; 4. Idem, mais fortement altérées, reconnues uniquement en lame mince ; 5. Couches d'humus homogènes, largement décomposées, potentiellement issues de telles laminations ; 6. Dépôts continus de microcharbons de bois ; 7. Dépôts minéraux micro-lités, humifères ; 8. Substitution d'une matière disparue par des carbonates de calcium, rappelant structure ligneuse ; 9. Fissures de compression et oxydoréduction associées à paroi, potentiellement liées à un ancien aménagement en bois ; 10. Bois préservés dans de l'argile ; 11. Végétaux conservés au contact d'objets métalliques.

Site, responsable et situation géographique	Contexte archéologique et pédologique	Type de couche	Structure, n°	Méthodes post-fouille
Néolithique ancien				
Laminations sombres typiques :				
Alleur (province de Liège, Belgique, J.-Ph. Marchal, Chercheurs de la Wallonie)	Comblement de fosse	1	Fosse 20	Étude en lame mince et des phytolithes, analyses chimiques
Alleur (province de Liège, Belgique, J.-Ph. Marchal, Chercheurs de la Wallonie)	Comblement de fosse et fond de four	1	Fosse 40A sous four 40B	Étude en lame mince et des phytolithes, analyses chimiques
Donceel (prov. de Liège, Belgique, J.-Ph. Marchal/ C. Frébutte, Chercheurs de la Wallonie)	Fond de fosse	3	Fosse 8	Étude en lame mince et des phytolithes
Remicourt «En Bia Flo» II (prov. de Liège, Belgique, D. Bosquet, D. Preud'homme, SPW)	Fond de fosse	2	Fosse 6	Étude en lame mince et analyses chimiques
Remicourt «En Bia Flo» II (prov. de Liège, Belgique, D. Bosquet, D. Preud'homme, SPW)		2/3	Fosse 8	Étude en lame mince et analyses chimiques
Remicourt «En Bia Flo» II (prov. de Liège, Belgique, D. Bosquet, D. Preud'homme, SPW)		4	Fosse 205	Étude en lame mince
Voroux-Goreux (prov. de Liège, Belgique, H. Fock, Cl. Goffioul, D. Bosquet, SPW)	Fond de fosse en forme de bouteille	3	Fosse 36 fond	Étude en lame mince et analyses chimiques
Voroux-Goreux (prov. de Liège, Belgique, H. Fock, Cl. Goffioul, D. Bosquet, SPW)	Fond de fosse ancien en forme de bouteille	1-5	Fosse 60	Étude des phytolithes et analyses chimiques
Dépôts minéraux micro-lités humifères :				
Alleur (prov. de Liège, Belgique, J.-Ph. Marchal, Chercheurs de la Wallonie)	Fond de fosse	7	Fosse 134	Étude en lame mince
Remicourt «Fond de Momalle» (prov. de Liège, Belgique, H. Fock, D. Bosquet, SPW)	Fond de fosse	7	Fosse 367 fond	Étude en lame mince et analyses chimiques
Voroux-Goreux (prov. de Liège, Belgique, H. Fock, Cl. Goffioul, D. Bosquet, SPW)	Fosse de fosse en forme de bouteille	7	Fosse 96 cpe CB/ fond	Étude en lame mince et analyses chimiques
Dépôts de micro-charbons de bois :				
Ormeignies «Pilori» (A. Livingstone-Smith, SPW)	Fond de fosse	6	Fosse 12	
Remicourt «En Bia Flo» II (prov. de Liège, Belgique, D. Bosquet, D. Preud'homme, SPW)	Fond de fosse	6	Fosse 110	Analyses chimiques
Autres types :				
Remicourt «Fond de Momalle» (prov. de Liège, Belgique, H. Fock, D. Bosquet, SPW)	Fond de fosse	5 (1-3 ou 7)	Fosse 11	

Tableau 1. (suite 2/2) Inventaire des cas de couches sombres et fines traitées pour le Néolithique ancien et moyen, spécifiant en gras les cas où l'étude pédologique, micromorphologique et/ou microbotanique confirme la présence de laminations argileuses sombres © K. Fechner, H. Doutrelepon. Types 1-11, complété d'après Doutrelepon et al., 2012 et 2013 : 1. Laminations sombres et argileuses typiques, traces de tissu ligneux déterminés jusqu'à l'espèce ; 2. Idem, mais sans éléments de tissu ligneux déterminable en lame mince ; 3. Idem reconnues sur le terrain, mais fortement altérées en lame mince ; 4. Idem, mais fortement altérées, reconnues uniquement en lame mince ; 5. Couches d'humus homogènes, largement décomposées, potentiellement issues de telles laminations ; 6. Dépôts continus de microcharbons de bois ; 7. Dépôts minéraux micro-lités, humifères ; 8. Substitution d'une matière disparue par des carbonates de calcium, rappelant structure ligneuse ; 9. Fissures de compression et oxydoréduction associées à paroi, potentiellement liées à un ancien aménagement en bois ; 10. Bois préservés dans de l'argile ; 11. Végétaux conservés au contact d'objets métalliques.

Site, responsable et situation géographique	Contexte archéologique et pédologique	Type de couche	Structure, n°	Méthodes post-fouille
Néolithique moyen				
Laminations sombres typiques :				
Saint-Quentin, fosses en Y et arrondies (Aisne, France, P. Lemaire, F. Bostyn, INRAP)	Fond de fosse en Y	1/2	Fosse 4886, 4857 <i>et alii</i>	Étude en lame mince et analyses chimiques
Saint-Quentin, fosses en Y et arrondies (Aisne, France, P. Lemaire, F. Bostyn, INRAP)	Fond de fosse cylindrique	1/2	Fosse 4833 <i>et alii</i>	Analyses chimiques
Carvin (Pas de Calais, France, C. Monchablon, INRAP)	Fond de fossé : fine couche de fond	5 (ex-3 / 4 ?)	Fossé 3, tronçon 5 ; fossé palissadé, tronçon 2	Étude en lame mince et analyses chimiques
Autres types:				
Carvin (Pas de Calais, France, C. Monchablon, INRAP)	Fond de fossé : fine couche de fond	8 ?	Fossé 3, tronçon 5	
Carvin (Pas de Calais, France, C. Monchablon, INRAP)	Fond de fosse	7	Fossé 2-tronçon 2, mètre 1-2	Étude en lame mince et analyses chimiques
La Saulsotte (Aube, B. Filipak, INRAP)	Parois de fossé palissadé	8	Fossés 11740 et 11709	
Pont-sur-Seine «Ferme de l'Ilot» (Aube, F. Dugois/ S. Loiseau, INRAP)	Comblement de fossé palissadé : précipitations blanchâtres dans coupe longitudinale	8	Zone 3 et zone 2, fossé 6	Étude en lame mince

Tableau 2. Inventaire des cas de couches sombres et fines traitées pour le Néolithique final et la protohistoire, selon les mêmes critères que le **tableau 1**. © K. Fechner, H. Doutrelepon.

Site, responsable et situation géographique	Contexte archéologique et pédologique	Type de couche	Structure, n°	Méthodes post-fouille
Néolithique final				
Autres types :				
Saint-Martin-sur-le-Pré (Marne, M. Kasprzyk, INRAP)	Parois de fosse au profil en Y	9	St. 62	Étude en lame mince et analyses chimiques
Oiry (Marne, C. Moreau, INRAP)	Fond de fosse au profil en Y	5	St. 8 (3, 7 et 9)	Étude en lame mince et analyses chimiques
Mal daté (Néolithique/Âge du Bronze ?)				
Autres types :				
Montevrain (Seine-et-Marne, A. Berga, France, INRAP)	Fond et parois d'une fosse au profil en Y 269, mal datée	5/ 9	St. 269	Analyses chimiques
Bourguignons (Aube, Jérôme Dolbois, INRAP)	Poteau au sein d'une fosse au profil en Y, néolithique	10	St. 17	Étude anthracologique
Âge du Bronze				
Dépôts de micro-charbons de bois :				
Rebaix « Couture Saint-Vaast » (prov. de Hainaut, Belgique, L. Cammaert, RPAW)	Parois de tombe du Bronze ancien-moyen	6	St. 1	Étude en lame mince et analyses chimiques
Autres types :				
Rebaix « Couture Saint-Vaast » tombe 1 (prov. de Hainaut, L. Cammaert, Belgique, RPAW)	Fond de tombe du Bronze ancien-moyen	5/ 7	St. 1	
Âge du fer				
Laminations sombres typiques :				
Gouvy, tombe à inhumation sous tertre (prov. de Luxembourg, Belgique, O. Vrielynck, Service Public de Wallonie)	Fonds de tombe à inhumation Fin Hallstatt et La Tène ancien	1	T33/F66	
Eterpigny (Somme, D. Lamotte, INRAP, Canal Seine-Nord-Europe)	Fond de tombe à inhumation hallstattienne	2/3	St. 4327	Étude en lame mince
Autres types :				
Bezannes, fond de fossé palissadé (V. Riquier, Marne, France, INRAP)	Fond de fossé palissadé du petit enclos	5	Coupe 1L	
Mondelange (Moselle, P. Buzzi, AFAN), tombe 52	Tombe individuelle à inhumation	5	Diverses	
Hannut « Trommelveld » (prov. de Liège, Belgique, D. Bosquet, Service Public de Wallonie)	Fond de fossé d'enclos	7	1A	Étude en lame mince, des phytolithes et analyses chimiques
Saint-Just-en-Chaussée (Oise, F. Malrain, France, INRAP)	Fond de fossé d'enclos	7	5	
Eterpigny (Somme, D. Lamotte, INRAP, Canal Seine-Nord-Europe)	Fond de tombe à inhumation laténienne	11	St. 631 / 36131	

Archéologie, société et environnement
Archéology, Society and Environment

Journées Bois

Échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés

Interdisciplinary meeting on wood and societies



sous la direction de • edited by

Paul Bacoup et Juliette Taïeb

JOURNÉES BOIS

Échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés

Actes des rencontres internationales
des 18-19 octobre 2021
à l'Institut national d'Histoire de l'Art, Paris

Sous la direction de :
Paul Bacoup et Juliette Taïeb

ISSN 2752-4507
© ISTE Ltd

Ce travail a bénéficié du soutien financier du LabEx DynamiTe (ANR-11-LABX-0046)
dans le cadre du programme « Investissements d'Avenir »

ORGANISATION DES RENCONTRES ÉDITIONS SCIENTIFIQUES DES ACTES

Paul Bacoup (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Protohistoire égéenne)
Juliette Taïeb (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales)

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Claire Alix (Univ. Paris 1, UMR 8096 ArchAm, Paris, France)
Vincent Bernard (CNRS, UMR 6566 CReAAH, Rennes, France)
André Billamboz (Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, Esslingen am Neckar, Allemagne)
Iris Brémaud (CNRS, UMR 5508 LMGC, Montpellier, France)
Valérie Daux (UVSQ, UMR 8212 LSCE, Gif sur Yvette, France)
Frédéric Épaul (CNRS, UMR 7324 CITERES, Tours, France)
Glenn P. Juday (Univ. d'Alaska, Fairbanks, États-Unis)
Mechtild Mertz (CNRS, UMR 8155 CRCAO, Paris, France)
Maria Ntinou (Univ. Aristote, Thessalonique, Grèce)
Christophe Petit (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Hara Procopiou (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Protohistoire égéenne, Nanterre, France)
Willy Tegel (Chair of Forest Growth and Dendroecology, Univ. de Freiburg, Allemagne)

COMITÉ INVITÉ AUX RELECTURES SCIENTIFIQUES

Nicolas Adell (Univ. Toulouse Jean Jaurès, UMR 5193 LISST – Centre d'anthropologie sociale, Toulouse, France)
Cyrille Billard (DRAC Normandie – Service régional de l'archéologie, UMR 6566 CReAAH, Rennes, France)
Anne Bridault (CNRS, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Gilbert Buti (Aix-Marseille Univ., UMR 7303 TELEMMe, Aix-en-Provence, France)
François Calame (Compagnon du devoir, Ministère français de la culture, Charpentiers sans frontières)
François-Xavier Chauvière (OPAN, Laténium, Parc et musée d'archéologie de Neuchâtel, Hauterive, Suisse)
Michel Daeffler (Univ. de Caen-Normandie, EA 7455 HISTEME, Caen, France)
Anthony Denaire (Univ. de Bourgogne, UMR 6298 ArTeHiS, Dijon, France)
Michelle Elliott (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Thibaud Fournet (CNRS, UMR 7041 ArScAn – OrAM, France)
Florence Journot (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn, Nanterre, France)
Timothy Jull (Dept of Geosciences, Univ. d'Arizona, Tucson, États-Unis)
Damien Kunik (Musée d'ethnographie de Genève, département Asie, Suisse)
Blandine Lecompte-Schmitt (Inrap Auvergne-Rhône-Alpes, Cellule Économie Végétale et Environnement, UMR 5600 EVS, Lyon, France)
Christophe Loiseau (Éveha – Centre val de Loire, UMR 8546 AOROC, Paris, France)
Quentin Megret (Univ. Côte d'Azur, UPR 7278 LAPCOS, Nice, France)
Pierre Mille (UMR 5600 ISTHME – EVS – CNRS de Saint-Étienne rattachée à Lyon, France)
Samuel Perichon (UMR 6590, Espaces et Sociétés – ESO-Rennes, Univ. Rennes 2, France)
Lisa Shindo (Service d'archéologie de Nice Cote d'Azur, France)

AVEC LE SOUTIEN DE

LabEx DynamiTe (ANR-11-LABX-0046), dont le GT « Changements environnementaux et sociétés dans le passé »
Collège des écoles doctorales de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
École doctorale d'archéologie (ED 112) de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
Projet de recherche *Time4WoodCraft*
GDR 3544 Sciences du bois
Galerie Colbert de l'Institut national d'Histoire de l'Art
UMR 7041 Archéologies et Sciences de l'Antiquité, équipes « Archéologies environnementales » et « Protohistoire égéenne »
UMR 8096 Archéologie des Amériques
UMR 8212 Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

RÉDACTEUR·RICE·S-EN-CHEF DE LA REVUE ARCHÉOLOGIE, SOCIÉTÉ ET ENVIRONNEMENT

Christophe Petit (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Ségolène Vandeveld (Univ. du Québec à Chicoutimi, CERM / LabMaTer – LHASO, Saguenay, Canada)

Les évaluations des examinateurs externes sont prises en considération de façon sérieuse par les éditeurs et les auteurs dans la préparation des manuscrits pour publication. Toutefois, être nommé comme examinateur n'indique pas nécessairement l'approbation de ce manuscrit. Les éditeurs d'*Archéologie, Société et Environnement* assument l'entière responsabilité de l'acceptation finale de la publication d'un article.

Sommaire

Paul Bacoup et Juliette Taïeb.....	6
Éditorial. Journées Bois. Échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés	
<i>Editorial. Journées Bois: Interdisciplinary Meeting on Wood and Societies</i>	

Session I – Méthodes et techniques d'étude du matériau bois en contexte archéologique

Kaï Fechner et Clément Membrivès	12
Le bois dans un état inattendu. À la recherche des traces d'aménagements néolithiques et protohistoriques en milieu bien drainé (Belgique, nord de la France)	
<i>Wood in a unexpected state. Traces of neolithic and protohistoric installations in pits and ditches of acid and well-drained silty soils (Middle Belgium and northern France)</i>	
Margot Damery et Claire Houmard	39
Une lame à fendre des « bois » : comment travailler les matières dures d'origine végétale et animale au Magdalénien inférieur (Taillis des Coteaux, Vienne) ?	
<i>A blade to cleave wood/antler: how to work hard materials of vegetal and animal origin in the Lower Magdalenian (Taillis des Coteaux, Vienne, France)?</i>	
Juliette Taïeb, Valérie Daux, Claire Alix et Christine Hatté.....	57
Contribution of ¹⁴ C wiggle-matching to dendroarchaeology of coastal Birnirk and Thule sites in northern Alaska	
<i>Apports du wiggle-matching aux études dendroarchéologiques de sites côtiers Birnirk et Thule dans le nord de l'Alaska</i>	

Session II – Ressources en bois, climat, sociétés. Reconstitution des milieux et interactions

Delphine Ravry, Sandy Poirier, Willy Tegel et Jérôme Brenot	76
Édifier une enceinte palissadée monumentale au Néolithique récent : ressources, exploitation, acheminement et utilisation des troncs de chênes (La Villeneuve-au-Châtelot, Aube)	
<i>Building a monumental enclosure in the Late Neolithic: resources, forest exploitation, and the transportation and use of oak logs (La Villeneuve-au-Châtelot, Aube)</i>	
François Blondel.....	96
Les bois archéologiques de l'Égypte romaine : entre essences locales et importées. Potentiel dendrochronologique pour une lecture climatique...	
<i>Archaeological wood from Roman Egypt: between local and imported species. Dendrochronological potential for a climatic reading...</i>	
Annie Dumont, Marion Foucher, Catherine Lavier et Philippe Moyat	112
Contraindre la Loire au XVII ^e siècle : histoire et archéologie des digues de Saint-Père/Sully-sur-Loire (45)	
<i>Dealing with the Loire River in the beginning of the 17th c.: history and archaeology of the dykes in Saint-Père / Sully-sur-Loire (45, France)</i>	
Sarah Cremer, Pascale Fraiture, Christophe Maggi et Armelle Weitz.....	129
Secrets d'échantillon pour une dendrochronologie de précision	
<i>Sampling secrets for an accurate dendrodating</i>	
'Ada Acovitsiòti-Hameau et Philippe Hameau	153
Bois et espaces boisés : en user et y vivre. Le paradigme des artisans du chêne et du genévrier au XX ^e siècle en Provence	
<i>Wood and wooded areas: use the space and live inside. The paradigm of oak and juniper craftsmen in the twentieth century in Provence</i>	

Session III – Artisans du bois

Iris Brémaud, Claire Alix, Bernadette Backes, Pierre Cabrol, Katarina Čufar, Nicolas Gilles, Michael Grabner, Joseph Gril, Miyuki Matsuo-Ueda, Nelly Poidevin, Olivier Pont and Samuel Rooney	164
Time4WoodCraft – The time of wood craftspeople, the time of crafts’ wood – an interdisciplinary exploration <i>Time4WoodCraft – le temps des artisans du bois, le temps des bois d’artisanats – une exploration transdisciplinaire</i>	
Théo Lebouc.....	182
Les charpentiers de bois tors. Travailler avec le bois de charpenterie de marine <i>Shipwrights. Working with timber in wooden boatbuilding</i>	
Chloé Paberz	193
Patrimonialisation et transformation des modèles de transmission des techniques de menuiserie en Corée du Sud <i>National heritage and transmission of woodworking techniques in contemporary South Korea</i>	
Anna Dupleix, Pascale Moity-Maïzi, Étienne Amiet et Delphine Jullien	202
Fabriquer ses ruches, est-ce prendre soin des abeilles ? <i>Making your own hive, is it taking care of the bees?</i>	

Session IV – Le bois dans les sociétés : analyser les techniques de travail du bois

Bernhard Muigg, Rengert Elburg, Wulf Hein, Anja Probst-Böhm, Sebastian Böhm, Peter Walter and Willy Tegel .	214
Woodworking and carpentry skills of the first agricultural societies in central Europe <i>Le travail du bois des premières sociétés agricoles d’Europe centrale</i>	
Patrick Féron	227
Le chaland-sablier de Bamako, en bois de pays (Mali) : 8000 ans d’innovations nautiques <i>The wooden barge, sand-carrier, of Bamako (Mali): 8000 years of nautical innovations</i>	
Fabrice Laurent, François Blondel et Tony Silvino	248
Un aqueduc en bois de la fin du I ^{er} siècle av. J.-C. à Aoste (Isère) <i>A wooden aqueduct from the end of the 1st century BC of Aoste (Isère)</i>	
Maxime Duval.....	262
Le tournage sur bois gallo-romain dans l’ouest de la cité des Trévires : tracéologie des chutes et structuration de l’artisanat <i>Roman woodturning in the western part of the Civitas Treverorum: toolmarks, processing waste and structure of the craft</i>	
Dominique Canny.....	271
L’artisanat du bois illustré par une panoplie d’outils de la fin du III ^e siècle / début du IV ^e siècle découverte à La Croix-Saint-Ouen (Hauts-de-France, Oise) <i>Woodcraft illustrated by a set of tools from the late 3rd / early 4th century AD discovered at La Croix-Saint-Ouen (Hauts-de-France, Oise)</i>	
Christophe Petit, Philippe Fajon, Michelle Elliott, Margot Langot-Koutsomitis, Aurélie Borvon, Clément Menbrivès et Pierre Wech.....	288
La nasse en osier (XIV ^e siècle) découverte dans l’Iton à Évreux (Eure), un rare témoin de la pêche à l’anguille <i>The wicker fish trap (14th century) discovered in the Iton river at Évreux (Eure), a rare example of eel fishing</i>	
David Rodrigues-Soares, Yannick Sieffert et Thierry Joffroy	301
L’usage du bois local en construction : évolution des outils face aux enjeux environnementaux <i>The use of local wood in construction: evolution of tools regarding environmental challenges</i>	

Mechtild Mertz	308
How four types of Japanese carpenters make use of the wealth of their country's wood species	
<i>Exploitation de la richesse en bois du Japon par quatre types de charpentiers</i>	
Gisèle Maerky	316
Percevoir les différences culturelles à travers le travail du bois : le cas des hampes d'armes de chasse ethnographiques de Patagonie australe	
<i>Perceiving cultural differences through woodworking: case study of hunting weapon shafts from southern Patagonia</i>	
Mathilde Buratti et Marie-Claude Ledoux	329
Les usages culturels du <i>Morinda lucida</i> Benth. en Afrique	
<i>Cultural uses of Morinda lucida Benth. in Africa</i>	