



ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE D'UNE OCCUPATION
PROTOHISTORIQUE ET D'UN PALÉOSOL PALÉOLITHIQUE AU LIEU-
DIT « POURCELET » SUR LA COMMUNE DE SON (08).**

OPÉRATION : OA.9366



Cellule archéologique du Conseil Départemental des Ardennes

Mars 2023

Cellule archéologique du Conseil Départemental des Ardennes

Conseil Général des Ardennes

Hôtel du Département - CS 20001 -

08011 Charleville-Mézières Cedex

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique au lieu-dit « Pourcelet » sur la commune de Son (08).

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

membre associé à l'UMR 6566 CReAAH et
chargé de cours l'Université de Rennes 1

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Mars 2023

Illustration de la page de couverture :

Fragment de Frêne (Fraxinus sp.), vue en coupe transversale, grossissement x25 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°2 (FT 658, US 10).

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	8
2.1. Équipement d'observation.....	8
2.2. Méthodologie.....	9
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	14
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	15
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	18
3.1. Paléosols paléolithiques - US 653 et US 644	18
a. Résultats	18
- Prélèvements n°36, n°38, n°39, n°40, n°41 (US 644).....	18
- Prélèvement n°56 (US 653).....	18
b. Interprétations	19
3.2. Fosse protohistorique FT 658, prélèvements n°1, n°2, n°3, n°4, n°5 (US 10).....	21
a. Résultats	21
b. Interprétations	22
3.3. Silo F607 : US 624, prélèvements n°30, n°31 et US 608, prélèvement n°33.....	24
a. Résultats	24
- Prélèvements de l'US 624 :.....	24
- Prélèvement de l'US 608 :.....	24
b. Interprétations	24
3.4. Trou de poteau TP F609 – US 615 : prélèvement n°32.....	25
a. Résultats	25
- Prélèvement n°32 (US 615).....	25
b. Interprétations	25
4. BILAN.....	26
5. BIBLIOGRAPHIE.....	30
6. ANNEXE – Photographies.....	31

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique préventive menée au lieu-dit « Pourcelet » sur la commune de Son (08).

Cette opération a été menée par M. Asselin, responsable d'opération au sein de la cellule archéologique du Conseil Départemental des Ardennes.

Les vestiges concernent principalement une occupation protohistorique (une fosse FT658, un silo F607 et trous de poteaux dont TP 609). Un paléosol potentiellement paléolithique a aussi été identifié.

Au regard du contexte archéologique et des premiers éléments d'interprétation du site, l'analyse a été menée en fonction de trois objectifs :

- Tenter de percevoir l'origine des charbons. Dans le cadre de la fouille du comblement de fosse et du silo), il s'agit probablement de rejets de combustible, mais l'hypothèse reste à confirmer,
- s'il s'agit de restes de combustible, tenter de caractériser la qualité du bois utilisé. En déduire si les assemblages ont fait l'objet de sélections (ex. essences ou calibres particuliers), s'ils sont plutôt caractéristiques d'usages domestiques ou artisanaux,
- caractériser les boisements qui existaient dans l'aire de ramassage.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les prélèvements charbonneux ont fait l'objet de tamisages par flottation, effectués par le Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Oise (mailles de 5 et 2 mm).

L'ensemble des échantillons a été observé. Une centaine de charbons a été étudiée.

G. Asselin, nous a donné une description des contextes archéologiques et détaille les attributions chronologiques :

- Paléosol Paléolithique (US 653 et US 644) :

ce paléosol est inclus dans des sédiments glaciaires (grèzes litées), il est recouvert par des colluvions comprenant des restes malacologiques steppiques (étude en cours), la faune semble steppique (cheval, canidé, étude en cours également) et l'industrie est paléolithique moyen.

- Fosse protohistorique F658 :

Concernant la fosse FT658, c'est une fosse ovale qui ressemble à un puisard avec des paliers pour atteindre le fond, mais elle est dans un contexte (grèzes litées) où l'eau n'est pas retenue. Elle est datée du Bronze final III / Hallstatt C. La carpologie a livré deux restes de noisettes et deux de céréales, d'où l'intérêt de l'anthracologie.

- Silo protohistorique F607 :

Le silo F607 est tronconique assez typique. Le seul mobilier éventuellement datant est un couvercle circulaire en craie qui évoque des productions du Hallstatt D. On enverra prochainement des charbons pour datation, la carpologie n'a rien donné.

- Trou de poteau TP 609 :

Le comblement semble indiquer une origine protohistorique.

Les prélèvements ainsi que quelques éléments d'interprétation sont listés dans le tableau suivant (Fig. 1).

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE					
Commune :		Son (08)			
Nom de l'opération / Lieu-Dit :		Pourcelet			
Année :					
N° OA :		OA 9366			
Resp. d'Op., Interlocuteurs		G. Asselin ; Mikel Etchart-Salas			
Type d'opération :		fouille préventive			
Période d'analyse pressentie		2023			
N° PVT	Fait	Nature du fait	US	Datation	Effectifs étudiés
1	FT 658	Fosse F658	US 10	Protohistoire : Bronze final III / Hallstatt C	10
2					9
3					11
4					9
5					8
30	FT 607	Silo F607	624	Protohistoire : Hallstatt D	34
31			624		5
33			608		4
32	TP F609	Trou de poteau TP F609	US 615	Protohistoire	4
36		Paléosol US 644	US 644	Paléolithique – Paléolithique moyen	1
38					1
39					1
40					1
41					1
56		Paléosol US 653	US 653	Paléolithique – Paléolithique moyen	2
					101

Fig. 1 – Tableau de description synthétique des prélèvements du site, description des structures de provenance et comptages.

Afin d'avoir une idée de la représentativité de la diversité taxonomique à l'intérieur des échantillons étudiés, il est courant de calculer des courbes « effort-rendement » (Chabal, 1997 et Chabal *et al.*, 1999). Le principe de cette courbe repose sur la mise en perspective du rang des identifications des taxons afin de déterminer des seuils, ou effectifs, au delà desquels l'apport de nouvelles essences ne paraît plus « rentable ».

Pour l'exemple du prélèvement n°9, seulement quatre taxons ont été identifiées. La courbe effort-rendement montre un seuil situé entre 5 et 10 fragments (Fig. 2), mais compte tenu de la faible diversité taxonomique et du faible effectif étudié, cette courbe n'est pas très démonstrative.

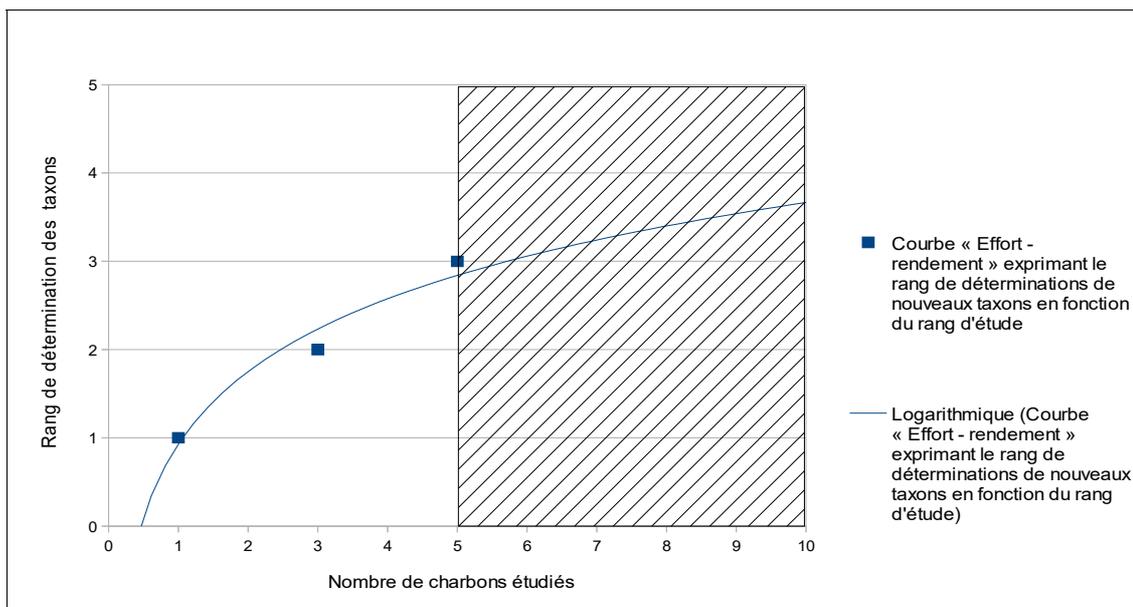


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°1 (Fait 658, US 10). Dans cet exemple, le troisième taxon (Saule/Peuplier) a été observé au 5e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 5 et 10 charbons.

Les indicateurs calculés à partir des courbes « effort-rendement » sont basés sur la diversité taxonomique, or en plus des identifications nous avons aussi procédé à des observations permettant de préciser la nature des ensembles anthracologiques : estimations des calibres, types de combustion, traces de découpes, de xylophages, etc... Les courbes « effort-rendement » étant basées sur la diversité taxonomique, nous n'avons donc pas jugé judicieux de nous baser exclusivement sur les seuils obtenus pour établir des effectifs d'échantillonnages représentatifs.

En concertation avec l'archéologue et en fonction de l'enveloppe allouée pour cette étude, nous avons choisi d'étudier les prélèvements de façon la plus exhaustive possible, en poussant l'observation à environ 30 charbons par lot lorsque cela était possible (ex. avec le prélèvement n° 30).

2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION

2.1. Équipement d'observation

Les observations microscopiques ont été réalisées au sein du laboratoire ArkéoMap (Stéréomicroscope Olympus SZX7, grossissements x10 à x60 et microscopes Olympus CX40 ou BX60 à lumière incidente, grossissements de x50 à x1000). L'utilisation d'atlas d'anatomie du bois (Schweingruber, 2011), les traitements numériques et l'élaboration du rapport ont été effectués au sein de la structure ArkéoMap. Des référentiels anthracologiques ont pu être consultés au sein du laboratoire de l'UMR 6566 « CReAAH » à l'Université de Rennes1.



Fig. 3 - Détails du microscope équipé d'un dispositif en lumière incidente (Olympus BX60 à grossissements x50 à x1000). Laboratoire ArkéoMap.

2.2. Méthodologie

Chaque ligneux produit un bois particulier, spécifique et héréditaire, présentant une organisation particulière de ses tissus. La structure du bois s'étudie dans les trois plans anatomiques :

- plan transversal,
- plan longitudinal radial,
- plan longitudinal tangentiel.

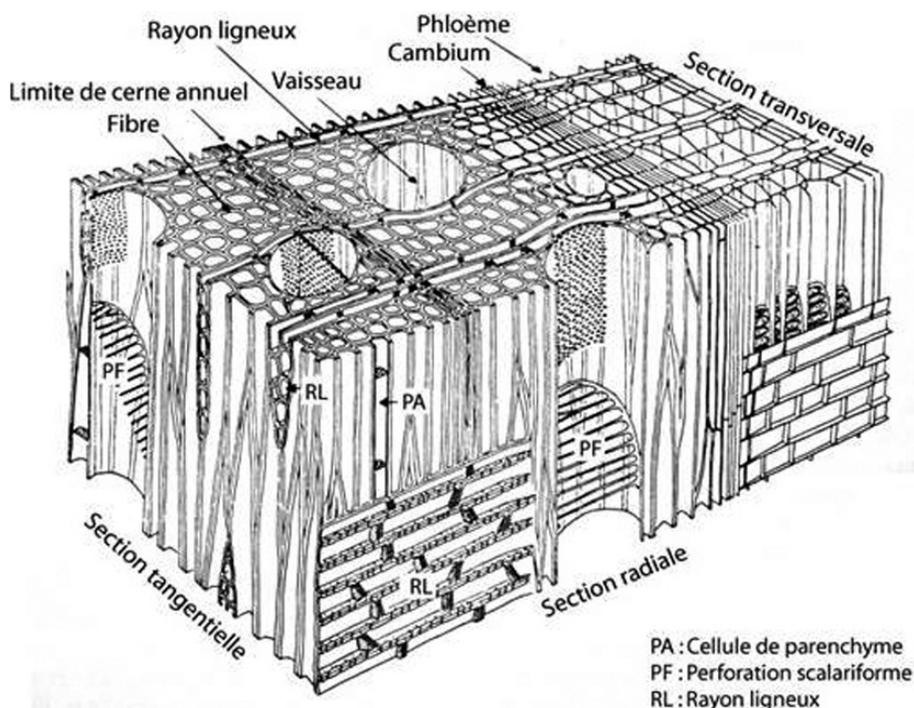


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

Sur les charbons de bois, des cassures fraîches sont faites à la main et au scalpel. Celles-ci sont directement observées sous microscope optique à réflexion, voire au microscope électronique. Cette technique d'observation présente l'avantage de ne pas "polluer" l'échantillon par une imprégnation en résine de synthèse et le laisse donc tout à fait susceptible d'être daté par radiocarbone après étude anthracologique.

Une partie des mesures dendrologiques nécessite des charbons de bois d'environ 5 à 2 mm minimum. En revanche, il est possible de travailler sur des très petits charbons (2 à 1 mm) pour les déterminations taxonomiques.

La famille des ligneux carbonisés (combustion partielle) se détermine à coup sûr et souvent le genre. Toutefois, il est délicat, voire impossible, de distinguer certaines espèces. Les variations biotopiques au sein d'une même espèce sont souvent plus importantes que les différences interspécifiques au sein du genre, d'où par exemple le taxon anthracologique « *Quercus sp.* » pour désigner les chênes à feuillage caduc.

Notons aussi le taxon anthracologique « *Quercus / Castanea* » désignant aussi bien le chêne que le châtaignier. En effet, les deux taxons se différencient par la présence d'un critère anatomique (les rayons multisériés présents chez le chêne) qui n'est pas toujours visible sur les petits fragments.

Les données phyto-écologiques que nous dégagerons de notre étude reposeront sur les informations écologiques intrinsèques à chaque taxon attesté et sur les groupements végétaux mis en évidence. Il sera aussi fait parfois référence aux données quantitatives (effectifs) afin de souligner dans nos commentaires la dominance affirmée de certains taxons.

Nous complétons la détermination des essences ligneuses par un examen du plan ligneux transversal effectué à plus faible grossissement (loupe binoculaire) (Marguerie, 1992a et b). Ainsi, il est possible de collecter des informations sur :

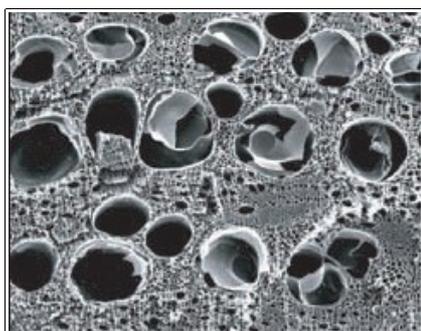
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- **le rythme de croissance**

Cela correspond au rythme des croissances radiales (ou largeurs de cerne) année après année. Ce rythme peut être perturbé suite à des coupes réalisées sur l'arbre (ex. coupe de baliveaux lors de traitements en taillis), ou suite à des aléas climatiques (ex. années de sécheresse). Les calculs de largeurs moyennes de cernes nécessitent un rythme régulier.

- **la présence de thylles**

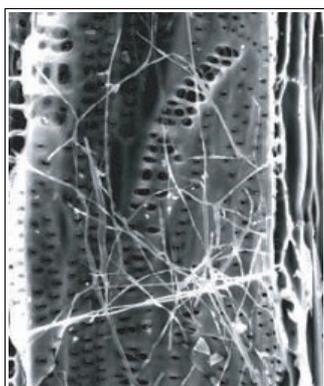
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne entre autres de sécrétions ou dépôts de gommes et d'excroissances cellulaires appelées thylles obstruant peu à peu les vaisseaux du duramen ne fonctionnant plus. Les thylles se conservent après carbonisation. Leur observation chez les charbons de bois indique que ceux-ci proviennent du duramen et non de l'aubier et reflète l'emploi de bois âgés, si toutefois les thylles ne résultent pas de traumatismes d'origine mécanique, physique ou chimique.



Elles sont bien visibles sous un microscope optique car elles sont réfringentes dans les charbons de bois. Elles sont faciles à repérer chez le chêne (Marguerie *et al.*, 2010). Ce critère est utilisé pour écarter des charbons du bois de cœur (pour les datations C14 notamment).

Fig. 5 – Thylles dans du duramen carbonisé de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

- la présence d'hyphes de champignons dans les vaisseaux.



Dans les vaisseaux observés en coupe longitudinale, des filaments blancs sont parfois détectés. Ils correspondent aux hyphes qui envahissent et pénètrent dans le bois mort ou mourant en conditions aérobies à partir des champignons qui se développent à la surface des arbres.

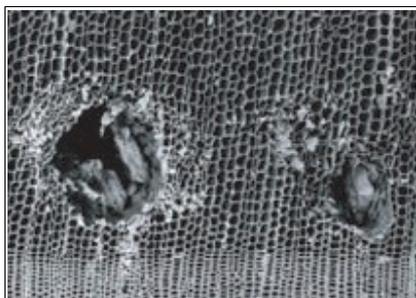
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- la présence ou l'absence d'écorce et/ou de moelle.

Sur les charbons portant à la fois de l'écorce et de la moelle il est possible de mesurer un rayon complet et donc d'estimer précisément le calibre de la tige dont il provient.

- le bois de réaction propre aux branches car résultant de l'action de la pesanteur sur ces éléments non perpendiculaires au sol.

- les traces de galeries laissées par les insectes xylophages.



La présence de tels tunnels est plutôt un indicateur de bois morts, mais il existe parfois des bois vivants dont l'aubier peut être logiquement attaqué (Marguerie *et al.*, 2010).

Fig. 7 – Galerie d'insectes xylophages dans un charbon de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) (Marguerie *et al.*, 2010).

- la largeur moyenne des cernes figurés sur le charbon pour apprécier les caractères biotopiques, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques).

- la présence de fentes radiales de retrait et vitrification.



La présence ou l'absence de fentes radiales de retrait est un indice pour savoir si le bois fut brûlé vert ou sec.

Selon Marguerie *et al.* (2010), la fréquence des fentes radiales de retrait dépend de l'anatomie du bois (densité et largeur des rayons), de la partie de la tige (duramen ou aubier), du taux d'humidité du bois (fentes liées à l'évacuation de l'eau liée) et de la température de carbonisation (Théry-Parisot, 2001). Selon Prior et Alvin (1986), la carbonisation du bois saturé d'eau favorise une augmentation substantielle du nombre de fentes de retrait.

Fig. 8 – Exemple de fentes de retrait (Marguerie et al., 2010).

La vitrification (ou aspect luisant du charbon) affecte plus souvent des petites pièces de bois (Oilic, 2011). Selon Marguerie *et al.* (2010), elle est la conséquence de conditions spécifiques de combustion ou de taphonomie, voire d'un état particulier du bois avant le passage au feu. Une combustion rapide à haute température peut causer une déformation des tissus, une apparition de fissures et une fusion (Schweingruber, 1982). Prior et Alvin y voient la conséquence d'une combustion à très haute température (Prior et Alvin, 1986), néanmoins ce seul critère serait remis en cause par McParland *et al.*, (2010). De fortes variations de températures comme "un refroidissement rapide de surfaces chaudes en conditions anaérobies" (conditions réductrices) pourraient par exemple provoquer ce phénomène de vitrification selon Blaizot *et al.* (2004). Selon H. Seignac (Nicolas *et al.*, 2013), la vitrification demeure un phénomène qui n'a jamais été reproduit en contexte expérimental mais on retrouve des charbons vitrifiés dans deux types de structures : les fours de réduction et les charbonnières. Elle reste un phénomène complexe, dépendant à la fois de la nature du combustible (bois vert ou sec, calibre, essence) et de son contexte de combustion (température, degré d'oxygénation).

En 2011, J.-C. Oilic réutilisa une classification du « degré de vitrification » de D. Marguerie et J.-Y. Hunot (2007).

Il discerne quatre niveaux de vitrification :

1. Aspect mat : Cet aspect correspond au degré 0 de la vitrification. Les charbons ont tous un aspect mat, gris ou noir.

2. Aspect luisant : les charbons ont un aspect gris foncé à clair très brillant.

3. Aspect fondu : Cette catégorie regroupe l'ensemble des charbons qui présentent des plages extrêmement brillantes, où les structures anatomiques du bois ont complètement disparues.

4. Aspect scoriacé : cet aspect correspond au dernier degré de vitrification. Les charbons de bois ont perdu la quasi-totalité de leurs structures anatomiques. Il ne persiste généralement qu'une sorte de magma informe solidifié, donnant parfois l'aspect d'être entré en ébullition. Ponctuellement, les reliefs de parois cellulaires peuvent être observés, seuls témoins de l'origine végétale de l'échantillon et qui permettent de le distinguer d'une scorie en contexte sidérurgique.

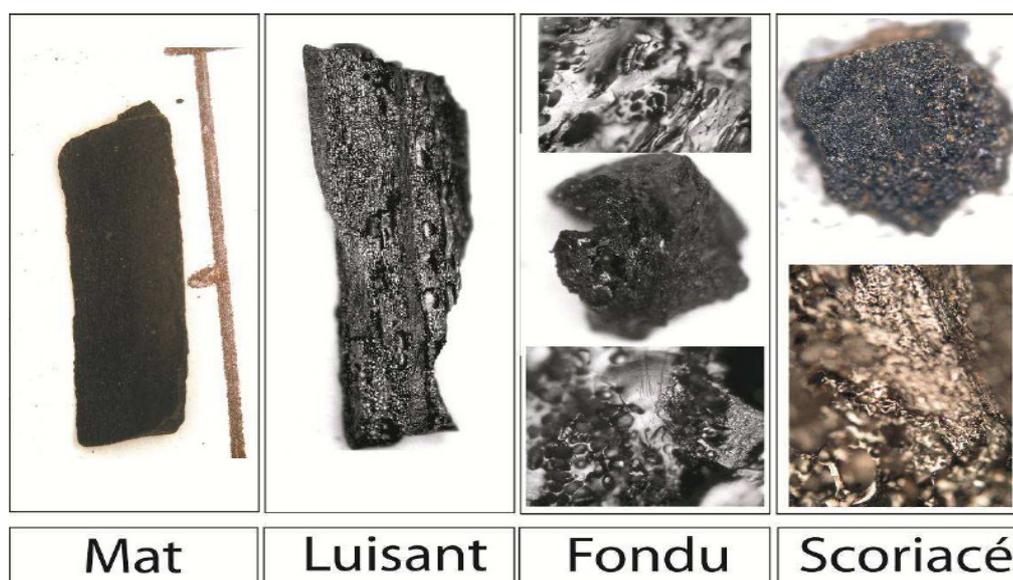
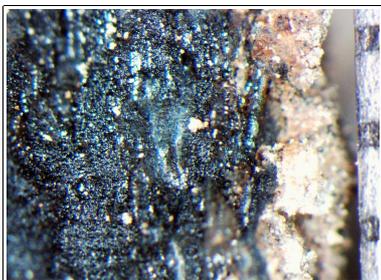


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

J.-C. Oilic expérimenta différents types de combustions afin d'associer les aspects des charbons (pourcentages) à des pratiques de charbonnage, de grillage et à l'utilisation de bas-fourneaux, de haut-fourneaux.



Remarque : l'aspect de certains charbons n'a pu être qualifié par cette classification. Quelques charbons avaient en effet un aspect « granuleux », avec des structures anatomiques indéterminées. Cet aspect se différencie de l'aspect « scoriacé » par le fait qu'il ne semble pas se produire de phénomène de « fusion » des parois cellulaires. Un cinquième aspect « granuleux » (Fig. 10) a donc parfois été utilisé.

Fig. 10 – Exemple de fragments charbonneux avec un aspect « granuleux ».

- **la saison d'abattage** est repérable lorsque le dernier cerne est identifié. Un examen détaillé de ce dernier cerne rend parfois possible la détection du bois initial (bois de printemps) du bois final (ou bois d'été). Par exemple, l'arrêt brutal de la croissance du bois de printemps permet de situer l'abattage au printemps.

- **le travail du bois** (traces d'abattage, d'élagage, de façonnage ...).

En dehors des strictes informations environnementales, l'anthraco-analyse a des retombées d'ordre ethnographique. L'identification des restes ligneux renseigne sur le choix et la sélection des essences destinées au bois d'œuvre (charpentes, planchers, huisseries...), à l'artisanat des objets domestiques (emmanchements, récipients, meubles...) et aux structures de combustion. De plus, grâce aux observations dendrologiques, des données peuvent être collectées sur les techniques de travail et de débitage du bois, sur l'âge et les périodes d'abattage des arbres, sur les traditions vernaculaires...

2.3. Observation macroscopique du plan ligneux

- Observations de caractères dendrologiques :

Une observation systématique des charbons de bois à faible grossissement a été effectuée en complément de la détermination des essences. Elle a permis de relever un certain nombre de caractères dendrologiques (types de courbure, types de combustion, occurrences de thylles, traces d'insectes...). Néanmoins, une partie des charbons n'a pu donner lieu à une telle analyse car trop petits, fragmentés ou mal conservés, ils présentaient des plans ligneux alors impossibles à caractériser.

- Estimation du calibre des arbres, recherche du diamètre des arbres utilisés : Mesures des calibres

L'observation des courbures des cernes renseigne sur l'origine des bois carbonisés.

Trois catégories de courbures sont potentiellement renseignées : faible, intermédiaire, forte (Fig. 11). Par exemple, une faible courbure de cerne indiquera la provenance d'au moins une pièce de bois de gros calibre : grosse branche ou tronc. Nous parlons alors de calibre des charbons de bois.

Remarque : L'interprétation doit s'appuyer sur des ensembles statistiquement représentatifs. Par exemple, l'interprétation de bois de petit calibre pourra se faire uniquement si l'on est en présence exclusivement de fragments de courbure de cerne forte. En revanche, l'observation dans un même ensemble de fragments avec à la fois des courbures faibles, intermédiaires et fortes ne permet pas de conclure sur la composition exacte du calibre des bois utilisés. Dans ce cas, seule l'utilisation pour une partie au moins de bois de gros calibre peut être avancée.

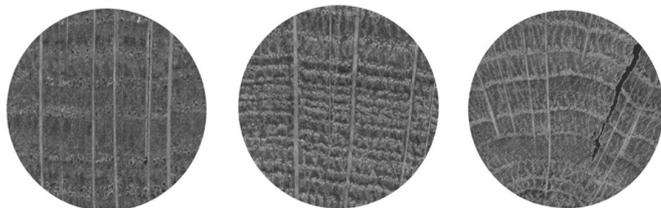


Fig. 11 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation

L'étude a permis de déterminer cinq à six taxons anthracologiques (un taxon correspond à deux essences possibles). La composition taxonomique des ensembles étudiés doit être interprétée en tenant compte de choix particuliers de combustibles. En effet, la richesse taxonomique qui est parfois constatée n'est pas forcément le reflet d'une formation végétale ligneuse naturelle environnant le site. En l'absence de véritable association taxonomique, il n'est alors pas possible d'avancer d'interprétation d'ordre paléo-écologique solide.

L'autoécologie des taxons identifiés peut cependant apporter quelques éléments d'interprétation (Rameau *et al.*, 1989) :

Le chêne (*Quercus sp.*) à feuilles caduques correspond indifféremment, dans le domaine géographique considéré, essentiellement au chêne pédonculé et sessile. Le chêne est surtout apprécié comme bois de charpente mais aussi comme combustible, c'est un bon charbon de bois autrefois estimé en métallurgie (Rameau *et al.*, 1989). Il donne de bonnes braises et sa combustion est excellente. C'est un bois difficile à travailler, mais solide pour les constructions.

Le hêtre (*Fagus sp.*) est une espèce de forêt caducifoliée (chênaie – hêtraie) de large amplitude. Il appartient le plus souvent à des forêts fraîches et mûres. C'est une essence d'ombre en climat sec et de lumière en climat humide. Il offre un bois homogène sans duramen distinct se travaillant assez facilement. C'est un bois dur à fine écorce. Son utilisation est très variée : objets ménagers, manches d'outils, mobilier. Il peut aussi être utilisé dans la construction, mais plutôt pour les menuiseries intérieures car il est sensible à l'humidité. Il n'est pas adapté pour la structure d'une charpente, mais davantage pour l'ébénisterie, parquets, lambris, escaliers et pièces nécessitant un cintrage. Il constitue un excellent bois de chauffage et fournit un charbon très estimé. Toutefois, il peut être difficile à allumer, l'utilisation de petit bois provenant d'un arbre léger peut aider à l'allumage.

Quelques éléments de **frêne** (*Fraxinus sp.*) ont été identifiés. Ce genre correspond au frêne commun (*Fraxinus excelsior*) dans la région considérée. C'est un taxon mésophile à mésohygrophile que l'on trouve dans les bois frais, aux bords des eaux, sur les versants ombragés. Il est souvent associé aux forêts ripicoles, chênaies et hêtraies-chênaies. Le feuillage est un très bon fourrage pour les animaux (Rameau *et al.*, 1989). Il est considéré comme un bon bois de chauffage car c'est un bois dense (570 kg / m³) avec un pouvoir calorifique important et générant une combustion lente.

Le genre **Prunus sp.** (ex. merisier, cerisier, prunellier) correspond à des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les lisières de bois, dans des bois clairs, des landes ou en forêts caducifoliées ouvertes.

En plus des prunelliers, les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent aussi correspondre aux merisiers et aux cerisiers. Excepté le merisier (*Prunus avium*), ces taxons fournissent de bons combustibles.

Le **saule** (*Salix sp.*) et le **peuplier** (*Populus sp.*) sont des essences vivant dans des contextes humides tels que les bordures de rivières, les berges des lacs et zones alluviales. Ce sont des bois utilisés en vannerie et offrant pour le saule des propriétés médicinales. En revanche ce sont des bois de feu assez médiocres, charbon léger (Rameau *et al.*, 1989). Ce sont des essences à forte croissance

pouvant assurer un bon allumage du feu, mais leurs combustions respectives sont trop rapides.

Le **noisetier** (*Corylus avellana*) est une essence héliophile ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les **lisières de forêts caducifoliées**, dans des bois clairs, dans des **landes** ou **friches**. Il s'adapte à tous les substrats, tant d'un point de vue hydrique qu'en termes de pH. Aussi, on le trouve potentiellement dans la plupart des écosystèmes, même s'il reste avant tout un arbre pionnier par excellence. Le noisetier est un bon bois d'allumage, surtout sous la forme de brindilles (flamme longue, claire, sans fumée), il dégage beaucoup de chaleur et une combustion rapide.



Fig. 12 – Représentation du noisetier (*Corylus avellana*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Les **Gymnospermes** correspondent à des arbres résineux ou conifères (par opposition les feuillus correspondent aux **Angiospermes**). Les charbons désignés comme tels n'ont pas permis une détermination plus poussée généralement à cause de leur état très fragmentaire. Les résineux ont des caractéristiques comparables à celles des bois tendres en terme de densité et de pouvoir calorifique. Ils s'enflamment rapidement du fait de leur teneur élevée en résines et sont appréciés pour leur montée rapide en température.

Ces fragments de résineux, dont potentiellement le genévrier (cf. ci-dessous), ont tous été retrouvés dans les niveaux de sol anciens (Paléolithique).

Un fragment pourrait correspondre à du genévrier (*Juniperus sp.*). Le charbon est toutefois trop petit pour être totalement sûr de la détermination. Le plan transversal notamment, n'est pas bien visible.

Le genévrier (genre *Juniperus sp.*) a une répartition géographique et un spectre écologique très large. Cette essence constitue dans tous les cas de figures une végétation arbustive vivant dans des milieux pauvres et secs. Certaines espèces (genévrier commun : *Juniperus communis* et sa forme naine) sont très résistantes au froid et à la sécheresse. L'hypothèse de cette essence apparaît donc potentiellement en cohérence avec les périodes froides du Paléolithique.



Fig. 13 – Représentation du genévrier commun (*Juniperus communis*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

3.1. Paléosols paléolithiques - US 653 et US 644

a. Résultats

- Prélèvements n°36, n°38, n°39, n°40, n°41 (US 644)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informé solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux - indet.
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 14 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°36.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informé solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform
Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 15 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°38.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	

Fig. 16 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°39.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	

Fig. 17 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°40.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	

Fig. 18 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°41.

- Prélèvement n°56 (US 653)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	

Fig. 19 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°56.

b. Interprétations

Les prélèvements extraits du paléosol ont livré de très petits fragments charbonneux (souvent 1 à 2 mm seulement) ne permettant pas d'observer l'ensemble des plans anatomiques nécessaires à une détermination certaine. Les fragments associés aux prélèvements n°36, n°39 et n°56 sont restés indéterminés. En revanche, l'étude des prélèvements n°38, n°40 et n°41 permet d'identifier des structures anatomiques typiques des résineux (Gymnospermes, Fig. 21). Pour le prélèvement n°38, l'observation du plan tangentiel permet d'identifier des rayons de 2 à 5 cellules de hauteur, de forme assez caractéristique du genévrier (Fig. 20). Ce seul critère anatomique est insuffisant pour être sûr de la détermination. Toutefois, cette essence, de spectre écologique très large et de forte résistance au froid et à la sécheresse (chapitre 2.4.), apparaîtrait cohérente avec un contexte de végétations steppiques évoqué à la fois par l'étude malacologique (étude en cours) et par la faune identifiée (cheval, canidé, étude en cours également).

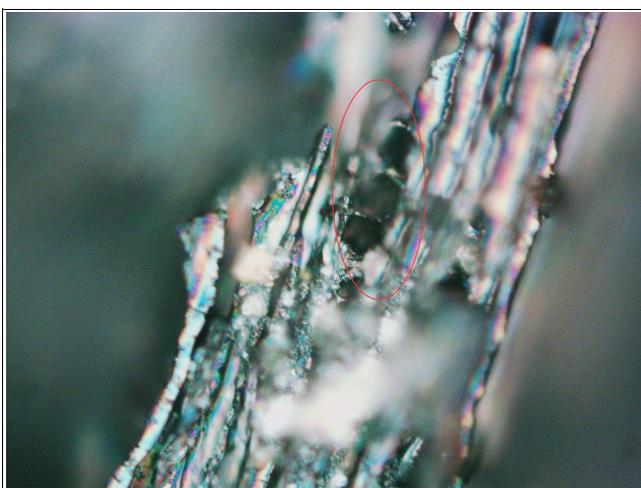


Fig. 20 - Coupe tangentielle montrant un rayon de trois cellules de hauteur évoquant le genévrier (*Juniperus sp.*), prélèvement n°56 (US 653), grossissement x400, l'échelle représente des millimètres.



Fig. 21 - Coupe transversale montrant des cellules du parenchyme avec une structure anatomique typique des résineux, prélèvement n°38 (US 644), grossissement x400, l'échelle représente des millimètres.

Remarque :

Quelques fragments ont été isolés pour datation C14. Compte tenu de la petite taille des fragments, il n'a pas été possible d'identifier si les fragments appartenaient à l'aubier ou pas afin de détecter « un effet vieux bois ».

Soit : deux tubes pour le prélèvement n°56 et un tube pour le prélèvement n°38.

3.2. Fosse protohistorique FT 658, prélèvements n°1, n°2, n°3, n°4, n°5 (US 10)

a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion				
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	5	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Salix/Populus	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 22 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°1.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion				
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Fagus sylvatica	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	7	2	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1

Fig. 23 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°2.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux - indet.
Fagus sylvatica	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragment de noyau ou pépin	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Fig. 24 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°3.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion				Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant			
Corylus avellana	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus sp.	4	1	3	0	0	0	0	4	0	0	0	
Quercus sp.	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	

Fig. 25 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°4.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion				
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fagus sylvatica	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus sp.	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Fig. 26 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°5.

b. Interprétations

Cinq taxons anthracologiques ont été identifiés pour l'ensemble des prélèvements réalisés à l'intérieur de la fosse FT658. Il s'agit par ordre d'importance du hêtre (*Fagus sylvatica*), identifié dans tous les prélèvements, du frêne (*Fraxinus sp.*), du noisetier (*Corylus avellana*) et dans une moindre mesure du saule/peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*) et de chêne (*Quercus sp.*) (Fig. 27).

	Prélèvement n°1	Prélèvement n°2	Prélèvement n°3	Prélèvement n°4	Prélèvement n°5	Sommes des effectifs
Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	+++	+	+++	+	++	16
Frêne (<i>Fraxinus sp.</i>)		+++	+	+++	++	16
Noisetier (<i>Corylus avellana</i>)	+			++	+	5
Saule / Peuplier (<i>Salix sp. / Populus sp.</i>)	+					2
Chêne (<i>Quercus sp.</i>)				+		1

Fig. 27 – Tableau synthétisant l'importance des cinq essences observées dans chaque prélèvement.

L'étude des différents prélèvements a révélé des compositions anthracologiques assez semblables (aspects, calibres) avec une dominance du hêtre et du frêne accompagnés dans une moindre mesure de fragments de noisetier. Les ensembles correspondent donc à une même phase de remplissage ou des rejets d'un même type de combustion.

Ce sont majoritairement des bois de petits et moyens calibres qui ont été utilisés (courbures de cerne fortes et intermédiaires). On note toutefois quelques fragments montrant des courbures de cerne faibles, systématiquement des charbons de frêne. Ce sont donc surtout des branches de hêtre, frêne et noisetier qui ont été utilisées pour alimenter les combustions. Seuls quelques éléments de frêne proviennent peut-être de bois de plus gros calibre (tronc?).

Dans l'ensemble, une faible proportion des fragments avait des aspects fendus ou fendus-luisants. Les charbons sont donc plutôt issus de bois brûlés à l'état sec et de combustions relativement « aérobies », donc plutôt des foyers ouverts. Seule exception, les charbons de frêne du prélèvement n°4 montrant systématiquement des aspects luisants, il s'agit peut-être d'un effet localisé associé à une combustion « en fond de foyer ».

Le hêtre, le frêne et le chêne correspondent à des bois qui ont un bon pouvoir calorifique. Ce sont en effet des bois denses ou « durs » générant une combustion lente et des braises qui durent plus longtemps. Ces essences correspondent probablement aux bois qui ont permis d'alimenter les combustions. Les bois de plus petit calibre tels que le noisetier et le saule/peuplier sont des bois plus tendres. Ces bois s'enflamment rapidement mais durent peu. Ils ont probablement été utilisés lors de phases d'allumage.

Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur les compositions anthracologiques de l'ensemble des prélèvements de la fosse (Fig.28).

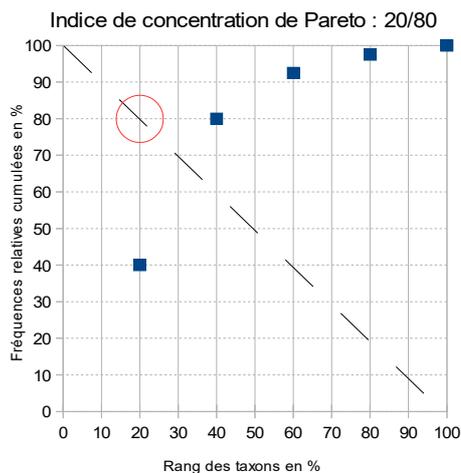


Fig. 28 – Indice de concentration de Pareto pour les cinq prélèvements de la fosse. Le calcul a été effectué sur cinq taxons, les effectifs des cinq prélèvements ont été rassemblés.

Le graphique exprimant l'indice de concentration de Pareto pour l'ensemble des charbons collectés dans les cinq prélèvements, montre que les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas les mêmes proportions que dans les communautés végétales naturelles (Chabal *et al.*, 1999) (cf. dans un environnement naturel en équilibre, 20% des taxons correspondent à environ 80 % de la biomasse, alors que pour le graphique ci-présent, 20% des taxons correspondent à environ 40% de la biomasse). Cette différence pourrait s'expliquer par un problème de représentativité des effectifs étudiés (insuffisants) mais peut-être aussi par un ramassage sélectif, notamment du bois de frêne et du hêtre (Fig. 28). Cette tendance serait plutôt caractéristique d'activités « artisanales ».

La qualité du combustible identifié (hêtre, frêne, chêne sont d'excellents combustibles) tendrait aussi à renforcer cette hypothèse.

A noter qu'un petit fragment de noyau (?) a été observé dans le prélèvement n°3.

3.3. Silo F607 : US 624, prélèvements n°30, n°31 et US 608, prélèvement n°33

a. Résultats

- Prélèvements de l'US 624 :

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Insecte
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Fagus sylvatica	34	2	19	9	0	0	1	7	1	2

Fig. 29 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°30.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fagus sylvatica	4	0	0	1	0	0	0	1	0
Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 30 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°31.

- Prélèvement de l'US 608 :

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud
Indéterminé	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Fig. 31 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°33.

b. Interprétations

Seulement deux taxons anthracologiques ont été identifiés dans les trois prélèvements collectés à l'intérieur du silo. Il s'agit en partie de charbons de hêtre (*Fagus sylvatica*) et d'un charbon du genre *Prunus* (Fig. 29).

Les fragments observés correspondent essentiellement à des restes de bois de branches (courbures de cernes intermédiaires).

La faible proportion des charbons d'aspects luisants (environ 25%) ou présentant des fentes de retrait indique que les bois ont été brûlés à l'état sec et dans des conditions relativement bien « oxygénées ». Les charbons, en position de rejet, proviennent donc de foyers de type « ouvert ».

Le hêtre, excellent combustible, a probablement été sélectionné pour ses qualités de combustibilité (bois dense dont la combustion dure longtemps). Il est parfois difficile à enflammer, d'où l'emploi d'autres essences pour faciliter l'allumage. Le fragment de *Prunus* provient peut-être de bois ayant permis cette phase d'allumage.

3.4. Trou de poteau TP F609 – US 615 : prélèvement n°32

a. Résultats

- Prélèvement n°32 (US 615)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fraxinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 32 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°32.

b. Interprétations

L'étude a permis d'identifier trois charbons, un fragment de frêne (*Fraxinus sp.*) et deux fragments de chêne (*Quercus sp.*). Compte tenu de la petite taille des fragments, il n'a pas été possible d'avancer d'interprétation sur l'origine de ces charbons.

Remarque :

Un fragment a été isolé pour datation C14. Il n'a pas été possible d'identifier si le fragment appartenait à l'aubier ou pas afin de détecter « un effet vieux bois ».

Soit : un tube avec un fragment de frêne.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Une centaine de fragments a été observée pour les quinze prélèvements (Fig. 1).

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Paléosol Paléolithique</p> <p>Prélèvements n° 36, 38,39,40 (US 644) et n°56 (US 653).</p>	<p>Résineux, dont probablement le genévrier</p>	<p>Rejets de combustion de foyer ?</p> <p>Probables rejets de combustibles à base de résineux, dont peut être un fragment de genévrier.</p> <p>Cette essence apparaît cohérente avec des associations végétales de steppes évoquées par la malacologie et l'archéozoologie.</p>	<p>Boisements arbustifs associés à de la végétation steppique ?</p> <p><i>Juniperus sp.</i></p>

Fig. 33 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associés aux prélèvements n°36, 38, 39, 40, 56.

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Fosse protohistorique FT 658</p> <p>Prélèvements n° 1, 2, 3, 4, 5. Fait 658 (Fosse F658) US 10.</p>	<p>Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>),</p> <p>Frêne (<i>Fraxinus sp.</i>),</p> <p>noisetier (<i>Corylus avellana</i>),</p> <p>Saule/peuplier (<i>Salix sp. / Populus sp.</i>),</p> <p>chêne (<i>Quercus sp.</i>).</p>	<p>Rejets de combustible « sélectionné »</p> <p>L'étude des différents prélèvements a révélé des compositions anthracologiques assez homogènes (essences, aspects, calibres). Les ensembles correspondent donc à une même phase de remplissage ou des rejets d'un même type de combustion.</p> <p>Ce sont majoritairement des bois de petits et moyens calibres qui ont été utilisés.</p> <p>Les charbons sont plutôt issus de bois brûlés à l'état sec et de combustions relativement « aérobies », donc plutôt des foyers ouverts.</p> <p>Le hêtre, le frêne et le chêne correspondent à des bois qui ont un bon pouvoir calorifique. Ce sont en effet des bois denses ou « durs » générant une combustion lente et des braises qui durent longtemps.</p> <p>Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur les compositions anthracologiques. Ce calcul a montré un ramassage orienté vers du bois de hêtre et de frêne, probablement pour leur excellente combustibilité.</p>	<p>Boisement de type chênaie hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp., Fagus sylvatica, Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies :</p> <p><i>Corylus avellana, Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Salix sp. / Populus sp., Fraxinus sp.</i></p>

Fig. 34 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements provenant du comblement de la fosse protohistorique (FT 658). Prélèvements n° 1, 2, 3, 4, 5.

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Silo protohistorique F607</p> <p>Prélèvements n° 30, 31 (US 624) et n°33 (US 608).</p>	<p>Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>),</p> <p><i>Prunus sp.</i></p>	<p>Rejets de combustible « sélectionné ».</p> <p>Seulement deux taxons anthracologiques ont été identifiés dans les trois prélèvements collectés à l'intérieur du silo. Il s'agit en partie de charbons de hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) et d'un charbon du genre <i>Prunus</i>.</p> <p>Ce sont essentiellement des bois de calibres intermédiaires, probablement de branches, qui ont été utilisés.</p> <p>L'observation de l'aspect des charbons montre que les fragments proviennent de combustions de type « foyer ouvert ».</p> <p>Le hêtre, excellent combustible, a probablement été sélectionné pour ses qualités de combustibilité (bois dense dont la combustion dure longtemps).</p>	<p>Boisement de type chênaie hêtraie :</p> <p><i>Fagus sylvatica</i>,</p> <p>Boisements clairs, haies, lisières :</p> <p><i>Prunus sp.</i></p>

Fig. 35 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements provenant du comblement du silo (F 607). Prélèvements n°30, 31, 33.

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Trou de poteau protohistorique TP F609, US 615</p> <p>Prélèvements n° 32 (US 615)</p>	<p>Frêne (<i>Fraxinus sp.</i>),</p> <p>chêne (<i>Quercus sp.</i>).</p>	<p>L'étude a permis d'identifier trois charbons, un fragment de frêne (<i>Fraxinus sp.</i>) et deux fragments de chêne (<i>Quercus sp.</i>). Compte tenu de la petite taille des fragments, il n'a pas été possible d'avancer d'interprétation sur l'origine de ces charbons.</p>	<p>Boisement de type chênaie, chênaie hêtraie :</p> <p><i>Fraxinus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies :</p> <p><i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Fraxinus sp.</i></p>

Fig. 36 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour le prélèvement provenant du comblement du trou de poteau (TP609). Prélèvement n° 32.

- **Informations d'ordre environnemental**

Il faut différencier les charbons provenant du paléosol paléolithique des ensembles charbonneux associés aux structures protohistoriques.

Pour ce qui concerne le paléosol paléolithique, les quelques charbons identifiés pourraient correspondre à des résineux, dont un charbon pourrait correspondre à un type de genévrier (?), essence en cohérence avec des **végétations arbustives « steppiques »**.

Pour ce qui concerne les prélèvements protohistoriques, six taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le hêtre et le frêne sont les principaux taxons, accompagnés du noisetier, saule/peuplier, chêne et au genre *Prunus*.

Il est bien sûr difficile d'interpréter directement les compositions anthracologiques en termes de paléo-paysages, car les proportions de chaque essence sont avant tout liées aux usages du combustible et aux aléas des aires de ramassages.

L'identification des taxons ligneux permet de proposer différentes associations écologiques (Rameau *et al.*, 1989) :

- **les groupements forestiers de la chênaie-hêtraie** avec le hêtre (*Fagus sylvatica*), le chêne (*Quercus sp.*), le frêne (*Fraxinus sp.*). Notons que le groupement de la chênaie-hêtraie correspond au groupement forestier typique de la période climatique du Subatlantique, largement détecté par la palynologie et majoritaire dans le nord de la France à cette époque (Gaudin, 2004),
- **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection du genre *Prunus* (merisier, cerisier, prunellier), du noisetier (*Corylus avellana*), voire aussi du frêne (*Fraxinus sp.*),
- **les boisements humides** avec le saule / peuplier (*Salix sp.* / *Populus sp.*) et aussi le noisetier (*Corylus avellana*), le frêne (*Fraxinus sp.*).

Remarque : Le noisetier est une essence pionnière que l'on va retrouver dans les boisements clairs, en lisières forestières, dans les haies, mais potentiellement aussi dans les espaces en déprise agricole, dans les fourrés arbustifs. C'est une essence ubiquiste pouvant s'accommoder de conditions humides.

- **Informations d'ordre ethnographique :**

Compte tenu du très faible nombre de fragments recueillis dans les niveaux du Paléolithique, seuls les ensembles protohistoriques ont pu faire l'objet d'interprétations d'ordre technique.

Les ensembles anthracologiques associés au comblement du silo et du fossé protohistorique sont constitués essentiellement de fragments provenant de bois de courbure de cerne intermédiaire, probablement de branches.

Les essences utilisées sont très majoritairement du hêtre et du frêne, excellents combustibles, mais le noisetier a aussi régulièrement été observé dans les prélèvements de la fosse FT 658. Le genre *Prunus*, le chêne et le saule-peuplier ont été retrouvés ponctuellement.

Le choix du hêtre et du frêne, essences considérées comme des bois « durs ou lourds » (densités d'environ 570 kg/m³), ont probablement permis une montée en température relativement lente tout en générant des braises dans la durée. Ces essences sont plutôt difficiles à enflammer d'où la nécessité de les employer sous forme de branches ou de les associer à des bois plus tendres, comme le noisetier ou le saule-peuplier. Le noisetier et le saule-peuplier ont donc probablement plutôt été utilisés pour l'allumage.

Il est bien sûr difficile d'interpréter l'origine de ces rejets charbonneux. Dans la majorité des prélèvements, les observations des charbons n'ont pas montré d'aspects particulièrement luisants, ce qui tendrait à indiquer des rejets de foyer de type « ouvert » (combustions aérobies). Le calcul de l'indice de Pareto sur les compositions anthracologiques de la fosse FT658 (Fig. 28) montre que les bois utilisés ont probablement fait l'objet d'une sélection orientée vers le hêtre et le frêne. Ce qui, compte tenu de l'excellente combustibilité de ces deux essences, pourrait plutôt s'apparenter à rejets d'activités de « type artisanal ».

5. BIBLIOGRAPHIE

BLAIZOT F., FABRE L., WATTEZ J., VITAL J., COMBES P., 2004 - *Un système énigmatique de combustion au Bronze moyen sur le plateau d'Espalem (canton de Blesle, Haute-Loire)* In: Bulletin de la Société préhistorique française. tome 101, N. 2. pp. 325-344.

CHABAL L., 1997 - *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive) L'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Documents d'Archéologie Française. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 63, p. 18-61.

CHABAL L., FABRE L., TERRAL J.-F. and THERY-PARISOT I., 1999 - *L'anthracologie*. In BROCHIER J.E., BOURQUIN-MIGNOT C., CHABAL L., CROZAT S., FABRE L., GUIBAL F., MARINVAL P., RICHARD H., TERRAL J.-F., THERY I. (éds.), Errance (Collection "Archéologiques"). La Botanique, Paris, 207 p.

GAUDIN L., 2004 - *Les transformations spatio-temporelles de la végétation du nord-ouest de la France depuis la fin de la dernière glaciation. Reconstitutions paléo-paysagères*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 2 tomes, 768 p.

MARGUERIE D., BERNARD V., BEGIN Y., TERRAL J.-F., 2010 - Dendroanthracologie p. 311-347 in PAYETTE S., FILION L., *La Dendroécologie : Principes, méthodes et applications*. Presses de l'Université Laval, Québec

MARGUERIE D., HUNOT J.-Y. 2007 - *Charcoal analysis and dendrology : data from archaeological sites in north-western France*. Journal of Archaeological Science. p. 1417-1433

MARGUERIE D., 1992a - *Évolution de la végétation sous l'impact humain en Armorique du Néolithique aux périodes historiques*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Rennes, 40, 262 p.

MARGUERIE D., 1992b - Charbons de bois et paléoenvironnement atlantique. *Dossier A.G.O.R.A. Les bois archéologiques*, n°2, p. 15-20.

MCPARLAND L.C., COLLINSON M.E., SCOTT A.C., CAMPBELL G., VEAL R., 2010 - Is vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood? *Journal of Archaeological Science*, doi: 10.1016/j.jas.

NICOLAS E., BLANCHET A., BRISOTO V., CHEREL A.-F., DAOULAS G., GUITTON V., HENAFF A., HINGUANT S., JOUANET N., LABAUNE-JEAN F., LE FORESTIER S., SEIGNAC K., 2013 - *Châteaulin (29). Penn ar Roz : un site d'activité métallurgique protohistorique et antique*. Rapport de fouille, Cesson Sévigné, Inrap, Grand ouest, 2013, 364 p.

OILIC J.-C., 2011 - *Végétation, peuplement, métallurgie en Brocéliande : étude interdisciplinaire de la forêt de Paimpont (Bretagne, France) depuis le Tardiglaciaire*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 320 p.

PRIOR J., ALVIN K. L., 1986 - *Structural changes on charring woods of Dichrostachys and Salix from southern Africa : The effect of moisture content*. International Association of Wood Anatomists. Bulletin (Special issue), 7, p. 243 - 249.

RAMEAU J.C., MANSION D. et DUME G., 1989 - *Flore forestière française, guide écologique illustré*. T.1, plaines et collines, Institut pour le développement forestier, Paris, 1785 pages.

SCHWEINGRUBER F. H., 1982 - *Microscopic Wood Anatomy*. Flück-Wirth, Teufen.

SCHWEINGRUBER F. H., 2011 - *Anatomie europäischer Hölzer - Anatomy of European Woods*. Verlag Kessel, 800 p.

THERY-PARISOT I., 2001 - *Economie des combustibles au Paléolithique*. Dossier de Documentation Archéologiques, 20, CNRS, Paris.

6. ANNEXE – Photographies



Fig. 37 – Fragment de frêne (*Fraxinus sp.*). Coupe transversale. Grossissement x26. Prélèvement n°2. L'échelle représente des millimètres.



Fig. 38 – Fragment de hêtre (*Fagus sylvatica*). Coupe transversale. Prélèvement n°30. Grossissement x16. L'échelle représente des millimètres.