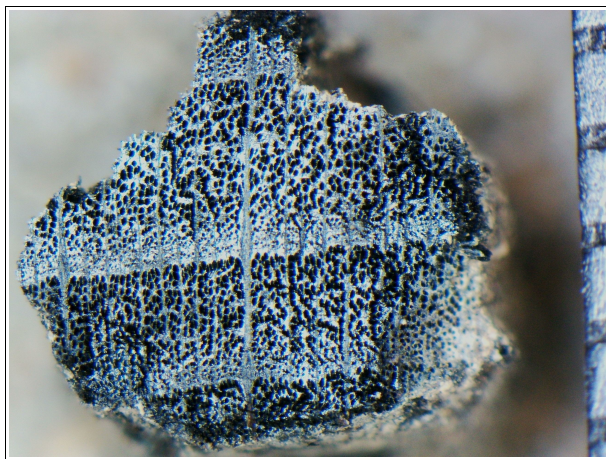




ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS
RÉALISÉS LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE
DU SITE DE « AUF STEINREICH »,
SUR LA COMMUNE DE DORSCHIED (LUXEMBOURG).**

OPÉRATION : 2024.096



INRA
SERVICE D'ARCHÉOLOGIE PROTOHISTORIQUE

JUIN 2025

Institut National de Recherches Archéologiques

Service d'archéologie protohistorique

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique du site de « Auf Steinreich », sur la commune de Dorscheid (Luxembourg).

Opération : OP. 2024.096

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

chargé de cours à l'Université de Rennes 1

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Illustration de la page de couverture :

Fragment de hêtre (Fagus sylvatica), vue en coupe transversale, grossissement x18 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°008.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	7
2.1. Équipement d'observation.....	7
2.2. Méthodologie.....	8
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	13
2.4. La sélection de fragments charbonneux favorables à des datations radiocarbone.....	15
2.5. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	16
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRETATION.....	20
3.1. Prélèvements monospécifiques (n°007, n°008, n°009, n°011, n°012, n°013, n°014, n°015).....	20
a. Résultats	20
b. Interprétations	22
3.2. Prélèvements diversifiés (Prélèvements n°001 et n°005).....	24
a. Résultats	24
b. Interprétations	26
4. BILAN.....	29
4.1. Informations d'ordre paléo-environnemental.....	29
4.2. Informations d'ordre ethnographique.....	31
5. BIBLIOGRAPHIE.....	33
6. ANNEXE – Photographies.....	35
7. ANNEXE – Inventaire des fragments sélectionnés pour datations radiocarbone.....	36
7.1. Prélèvement n°2024-096-001 (ST9).....	36
7.2. Prélèvement n°2024-096-005 (ST1).....	37
7.3. Prélèvement n°2024-096-007 (ST2).....	38
7.4. Prélèvement n°2024-096-008 (ST10).....	39
7.5. Prélèvement n°2024-096-009 (ST19).....	40
7.6. Prélèvement n°2024-096-011 (ST11).....	41
7.7. Prélèvement n°2024-096-012 (ST12).....	42
7.8. Prélèvement n°2024-096-013 (ST6).....	43
7.9. Prélèvement n°2024-096-014 (ST7).....	44
7.10. Prélèvement n°2024-096-015 (ST8).....	45

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats des analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération d'archéologie préventive menée sur le site « Auf Steinreich », situé sur la commune de Dorscheid (Luxembourg) (Opération 2024-096).

Les charbons analysés proviennent des comblements de différentes structures (tombes, fosse, récipient) appartenant à une nécropole datée du Hallstatt (D2-D3) (Fig. 1). Il convient de noter que certaines de ces structures pourraient remonter à la Seconde Guerre mondiale.

Compte tenu du contexte archéologique et des premières hypothèses d'interprétation du site, l'analyse anthracologique a été menée en suivant trois objectifs principaux :

- Déterminer l'origine des charbons : s'agit-il de résidus de combustibles ou de bois d'œuvre utilisés à la construction des tombes ?
- Dans le cas où les charbons proviendraient de combustibles, caractériser la qualité du bois employé : les assemblages révèlent-ils une sélection spécifique des essences et calibres ? Sont-ils représentatifs d'usages domestiques ou relèvent-ils de pratiques artisanales ?
- Caractériser les types de boisements présents dans l'aire de collecte à l'époque, afin de mieux cerner l'environnement végétal exploité.

Enfin, pour certains prélèvements, des charbons ont été sélectionnés de manière à limiter l'effet de « vieux bois » dans la perspective de datations radiocarbone (cf. liste en Annexe 7.).

Cette étude a été commandée par l'Institut National de Recherches Archéologiques. La fouille a été dirigée par M. Hadzhipetkov.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les dix prélèvements analysés sont issus des comblements de tombes et de fosses. Au total ce sont un peu plus de 290 fragments qui ont été étudiés (Fig 1).

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE						
Commune :		Dorscheid (Luxembourg)				
Nom de l'opération / Lieu-Dit :		Auf Steinreich				
Année :						
N° OA :		2024-096				
Resp. d'Op. ; commanditaire		Iliya Hadzhipetkov				
Type d'opération :						
Période d'analyse pressentie		mois de juin 2025				
Identifiant	Structure – ST	Type	Description du contexte	Datation	Nombre de charbons observés	Sélections pour datation
2024-096-008	10	tombe	Remplissage du tombe	Ha D2-D3 ?	25	3
2024-096-001	9	tombe	Remplissage du récipient en céramique		105	5
2024-096-005	1	tombe	Remplissage du récipient en céramique		40	2
2024-096-011	11	tombe ?	Remplissage	?	15	2
2024-096-015	8	fosse	Remplissage	?	15	2
2024-096-014	7	tombe ?	Remplissage	?	15	2
2024-096-009	19	fosse	Remplissage	?	16	1
2024-096-013	6	tombe ?	Remplissage	?	15	2
2024-096-012	12	fosse	Remplissage	?	15	3
2024-096-007	2	fosse	Remplissage	?	30	1
					291	23

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

Les prélèvements n° 001 et n°005 ont été tamisés par flottation. En revanche les autres prélèvements sont issus de ramassages directement dans le remplissage des fosses et des tombes.

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 le prélèvement le plus diversifié, n°001, 13 taxons (y compris des graines) ont été identifiés. La courbe « effort-rendement » montre un seuil situé entre 20 et 40 fragments (Fig. 2).

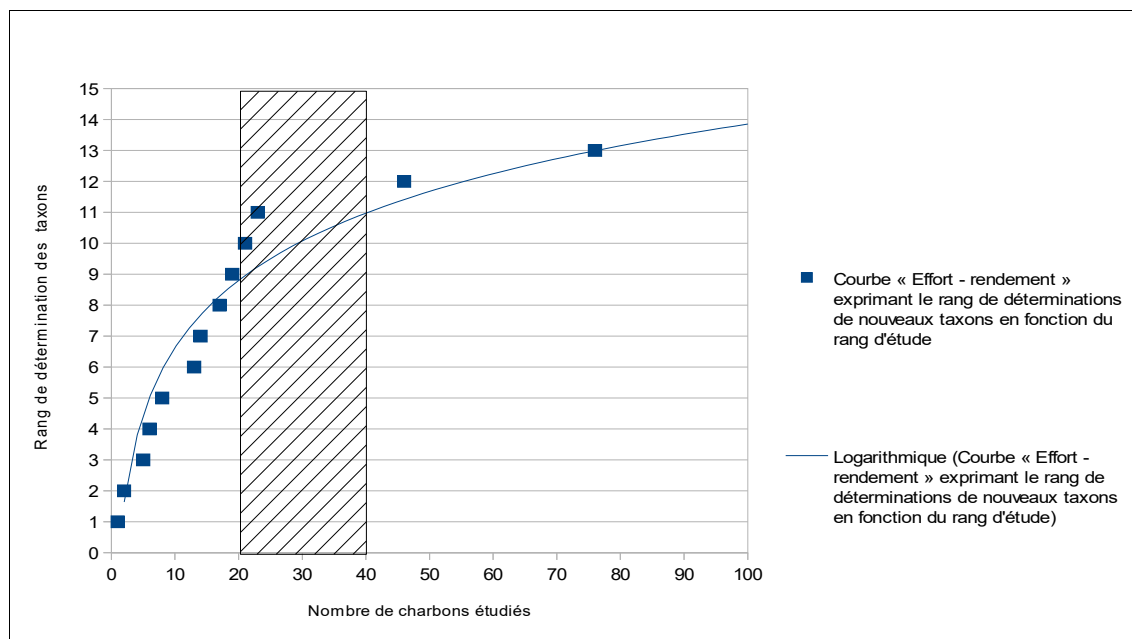


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°001. Dans cet exemple, le onzième taxon identifié une graine de céréale (*Cerealia sp.*) a été observé au 78e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 20 et 40 charbons.

De façon générale, les prélèvements étudiés montrent assez peu de diversité (souvent un seul taxon, seul le prélèvement n°005 présente aussi plusieurs taxons à la fois). Or, les indicateurs calculés à partir des courbes « effort-rendement » sont basés sur la diversité taxonomique. 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 de 15 à 40 charbons par prélèvement.

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.

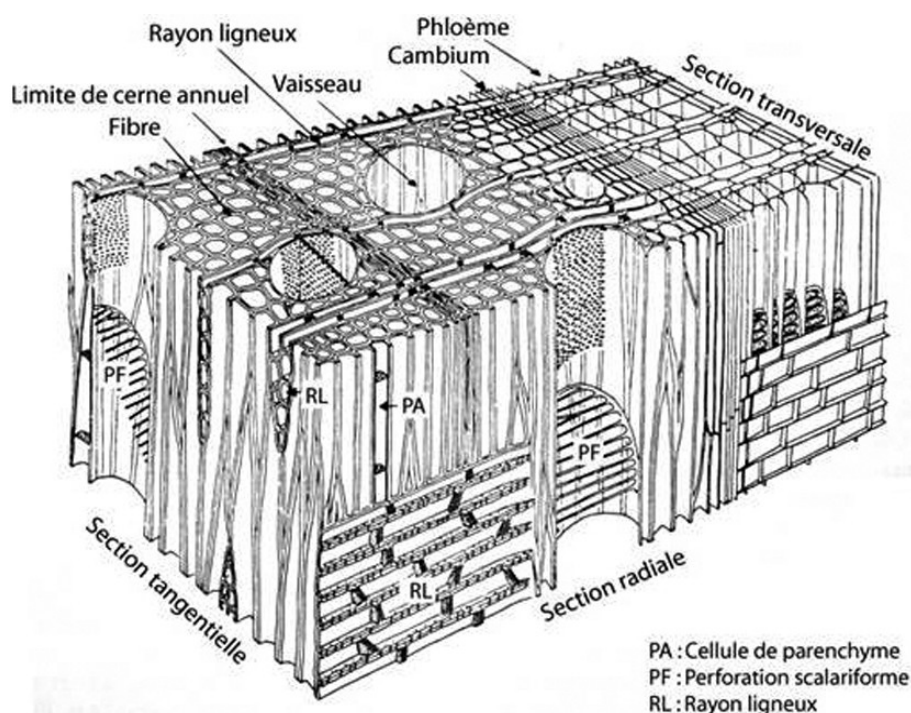


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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).

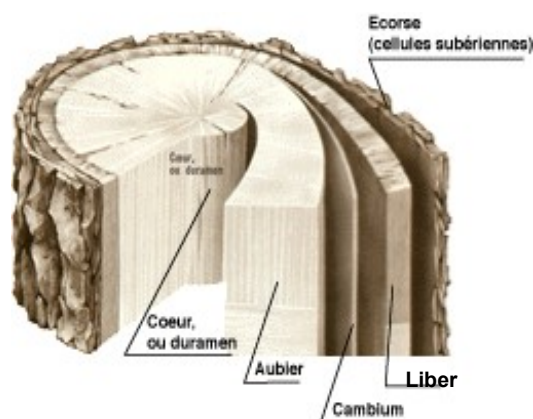
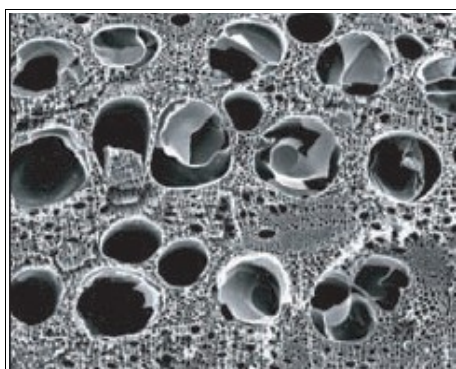
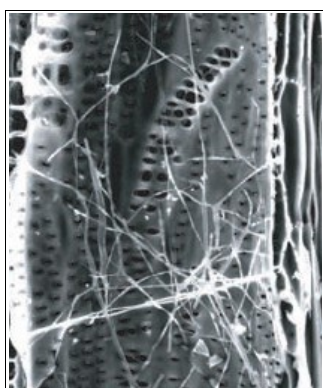


Fig. 5 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans les vaisseaux du duramen carbonisé de chêne (Marguerie et al., 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à la présence de thylles, des autres tissus dont l'aubier (thylles absents).

- 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.

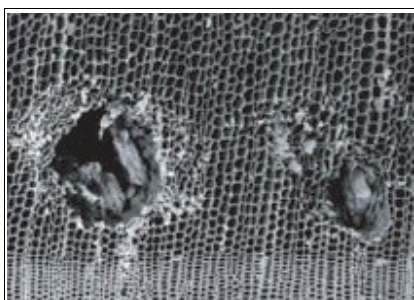
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- 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.

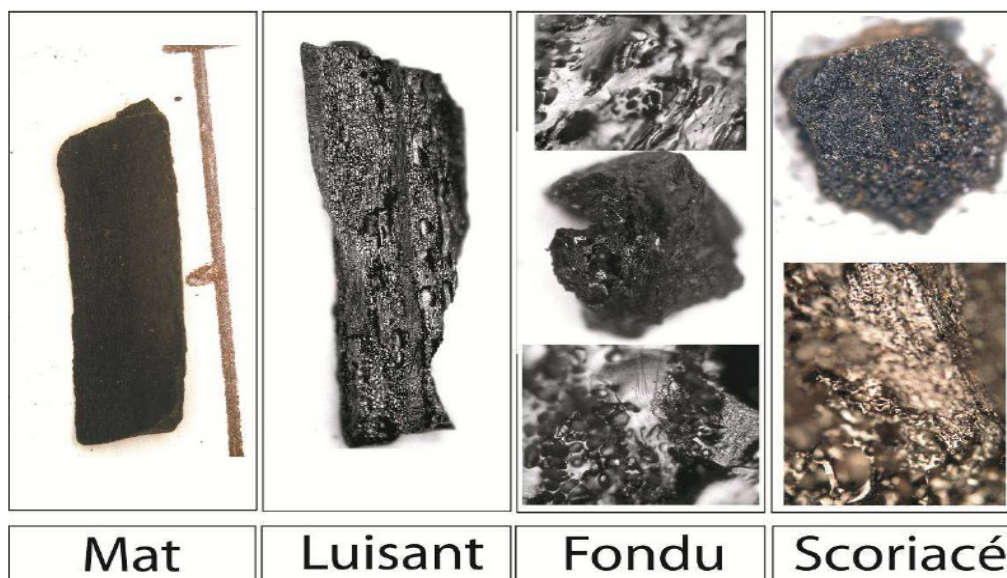
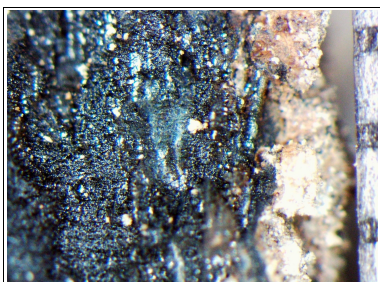


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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.

- Mesures des largeurs moyennes de cernes ou croissance radiale :

La largeur moyenne des cernes à faible courbure des charbons a également été tentée sur quelques individus lisibles afin d'apprécier l'homogénéité ou l'hétérogénéité des biotopes d'approvisionnement et de déterminer la nature du peuplement d'où ont été extraits les charbons.

A noter que sur les petites branches (bois de petit calibre, à forte courbure) cette mesure n'a pas de sens du fait de leur croissance totalement excentrée. De plus, la croissance des arbres est plus vigoureuse durant les premières années de vie ce qui donne en règle générale des largeurs très larges pour les premiers cernes. Nous écartons aussi ces cas en ne retenant que les charbons présentant des courbures faibles (charbons en provenance de troncs de fort calibre et donc relativement âgés). L'observation de la largeur des cernes d'accroissement renseigne notamment sur l'état du peuplement végétal au sein duquel le bois a été récolté. En forêt dense, l'intensité d'assimilation et de transpiration des individus est telle que les arbres connaissent une pousse lente et régulière (cernes étroits). En revanche, un milieu plus ouvert est riche en bois à croissance rapide (cernes larges).

Une synthèse des résultats réalisés sur le Massif armoricain (Marguerie et Hunot, 2007) a permis de montrer une évolution des largeurs de cerne en fonction du temps.

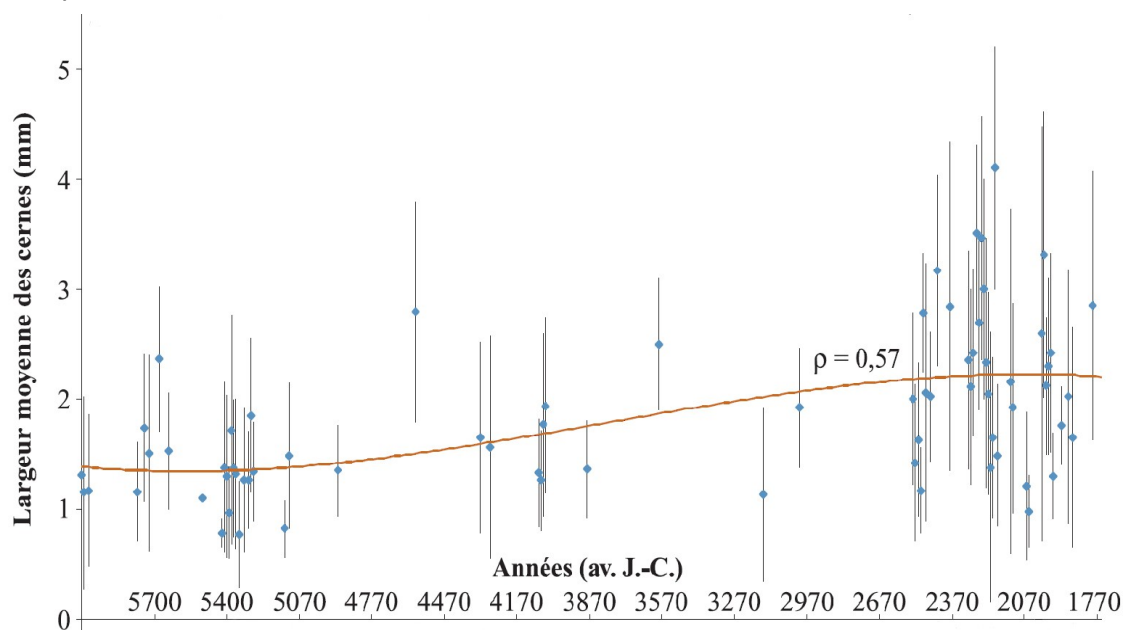


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 11). On constate des valeurs comprises entre 1 et 2 mm au cours du Néolithique puis une augmentation régulière de ces valeurs au moins jusqu'au début de l'Antiquité. Cette évolution est principalement interprétée par l'effet de l'ouverture du paysage. Les boisements fermés du Néolithique se concrétisent par des croissances difficiles (moyennes des largeurs de cerne comprises entre 1 et 2 mm) et vont progressivement céder la place à des boisements plus clairs et des formations de types lisières, haies, plus favorables à la croissance des arbres (moyennes comprises entre 4 mm et 1 mm). On note toutefois une hétérogénéité des valeurs durant l'Age du fer indiquant probablement la coexistence de milieux plus ouverts mais aussi de milieux fermés.

De nos jours, les croissances recherchées par les forestiers dans le cadre de gestions sylvicoles de type futaie sont de l'ordre de 5 mm / an.

Remarque. Il n'existe actuellement pas de synthèse régionale.

- Estimation du calibre des arbres

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

Trois catégories de courbures sont potentiellement renseignées : faible, intermédiaire, forte (Fig. 12). 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.

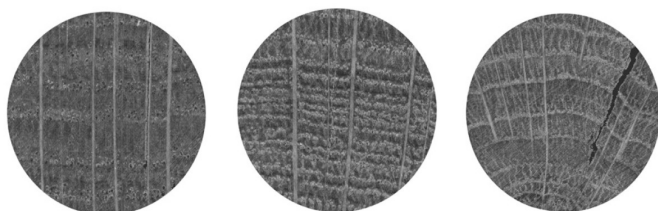


Fig. 12 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

2.4. La sélection de fragments charbonneux favorables à des datations radiocarbone.

Les prélèvements ont livré des charbons favorables dont parfois des graines. Lorsqu'elles sont détectées, les graines sont très favorables car elles correspondent à une année de vie.

Pour les charbons de bois, afin d'éviter « l'effet vieux bois » (certains arbres peuvent potentiellement vivre plusieurs siècles), il faut chercher des fragments correspondant soit à des parties d'arbre ayant eu une durée de vie courte (ex. brindilles, bois de petit calibre), soit des fragments provenant des dernières années de vie de l'arbre (ex. l'aubier). L'indice de priorité est basé sur ce principe.

On sélectionnera de façon prioritaire les fragments :

- de section entière avec une forte courbure de cerne, correspondant potentiellement à des brindilles. Dans la mesure du possible ces fragments devront présenter à la fois la moelle et l'écorce (cambium),
- appartenant à l'aubier (ex. pour le chêne, les charbons ne présentant pas ou peu de thylles),
- dont les essences n'ont pas une trop grande durée de vie (ex. la longévité du genêt est de l'ordre de 25 ans maximum, 50 ans pour le saule, mais potentiellement 500 à 1000 ans pour le chêne...).

En fonction de ces critères nous avons donné trois valeurs à cet indice :

0. Non prioritaire,

1. favorable à la datation.

2. très favorable à la datation.

Après avoir été étudiés et sélectionnés, les charbons ont ensuite été isolés dans des tubes numérotés et placés dans des sachets correspondant à chaque prélèvement. En vue d'obtenir des datations les plus précises possible, nous avons fait en sorte d'isoler chaque fragment par tube.

Dans la mesure du possible, nous avons aussi tenté d'identifier les taxons anthracologiques et faire des observations dendrologiques classiques (type de courbure de cerne, type d'aspect, présence ou pas de thylles, moelle, écorce...).

Les résultats sont présentés sous la forme de tableaux et placés en Annexe (chapitre 7.).

Pour chaque échantillon, nous proposons un tableau de synthèse par taxon, avec différents critères dendrologiques (type de courbure de cerne, rythme de croissance, type de combustion) et indice de priorité pour des datations radiocarbone.

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

L'étude a permis de déterminer une douzaine de taxons anthracologiques. La composition taxonomique des ensembles étudiés doit être interprétée en tenant compte de choix particuliers de combustibles. En effet, la diversité des essences 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. Il est identifié dans les prélèvements n°001, 005 et 009.

Le châtaignier (*Castanea sp.*) aurait une distribution naturelle en Corse, sur le pourtour méditerranéen et sans doute dans quelques points des Cévennes et des Pyrénées Orientales. Il a été planté partout ailleurs. C'est une espèce relativement thermophile, héliophile ou de demi-ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols pauvres en bases et calcaires : sols de pH assez acides. De plus, il est favorisé par les sols assez secs à assez frais. On trouve cette espèce associée aux bois et forêts acidiphiles (ex. chênaies pubescentes sur sols acides). Il fournit un bois hétérogène et à densité assez élevée, il se travaille bien et se débite très bien par fendage. C'est cependant un bois de chauffage moyen, à utiliser en foyer fermé à cause de projections d'escarbilles. Le châtaignier éclatant à la combustion brûle assez rapidement et génère généralement très peu de charbons, ce qui pourrait expliquer sa faible représentation dans les études anthracologiques.

Remarque sur la détection du châtaignier :

La présence du châtaignier (*Castanea sp.*) sur ce site reste très hypothétique car c'est la détection d'un critère anatomique (les rayons multisériés) qui permet de le différencier du chêne. Or, sur les petits fragments, l'absence de ce critère n'est pas forcément significatif du châtaignier, d'où la nécessité du taxon « chêne-châtaignier » (*Quercus sp.* / *Castanea sp.*).

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.



Le hêtre est décrit dans l'atlas du bois de Schweingruber (2011), comme un bois « peu abondant à relativement fréquent dans le matériel des couches archéologiques protohistoriques, en particulier sous la forme de copeaux. Rarement employé comme pieux, relativement fréquent dans les pièces coudées constituées par la ramification d'une branche avec le tronc ». Il est identifié dans tous les prélèvements.

Sa longévité est en moyenne de 100 à 150 ans. Plus exceptionnellement il peut vivre jusqu'à 400 ans. Il reste un bon candidat pour des datations radiocarbones, à condition de sélectionner des fragments provenant de la partie externe du tronc.

Fig. 13 – Représentation du hêtre (*Fagus sylvatica*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

L'érable (*Acer sp.*) et plus particulièrement l'érable champêtre dans l'aire considérée, est une essence héliophile ou de demi-ombre favorisée par les sols mésophiles et neutres à basiques. C'est un arbre que l'on retrouve plutôt sur des sols riches en bases mais aussi en azote (pH basique à neutre). Il possède une stratégie de croissance et de captation de la lumière typique d'une essence de trouée, qui le rend également apte aux systèmes bocagers.

A l'état naturel on le trouve plutôt en lisière forestière ou dans des forêts ouvertes. Il s'associe bien avec la chênaie-hêtraie. C'est un bois dur et dense qui présente une forte résistance mécanique, il est utilisé pour fabriquer des manches d'outils, des établis... Essence utilisée aussi en plantation d'alignement ou en ornement. L'érable fait partie des bois « semi-lourds » (environ 500 Kg / m³), c'est donc un bois qui possède un bon pouvoir calorifique.

La longévité de l'érable champêtre est de l'ordre de 150 ans maximum (Rameau et al., 1989).

Le tilleul (*Tilia sp.*) est une essence de demi-ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols riches en bases : sols de pH neutre à acide. Espèce mésophile, elle peut s'associer à la chênaie-hêtraie mais aussi aux boisements hygrophiles avec l'aulne, le saule ou le peuplier par exemple. Il constitue un combustible plutôt médiocre mais à forte chaleur rayonnante.

Des fragments de **frêne** (*Fraxinus sp.*) ont été identifiés dans les prélèvements n°001 et n°005. 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 avec un pouvoir calorifique important et générant une combustion lente.

Les Pomoïdeae ou Maloïdeae (ex. aubépine, poirier, néflier, alisier, cormier) sont 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. Il n'est pas rare de les retrouver associés aux Genistae (Fabacées).

Ce sont des bois denses, lourds constituant ainsi de bons combustibles car ils maintiennent des combustions dans la durée.

Malgré leurs duretés ce sont des bois qui se travaillent bien. Leurs grains d'une grande finesse et d'un poli exceptionnel, oriente les produits de qualité vers la lutherie, le tranchage pour des placages haut de gamme, la marqueterie, la tournerie, la sculpture et la gravure.

La longévité des Pomoïdées est hétérogène, potentiellement très longue pour l'aubépine (*Crataegus monogyna* jusqu'à 500 ans), plusieurs siècles pour le poirier (*Pyrus pyrausta*) et plus court pour les cotonéaster (jusqu'à 30 ans) (Rameau *et al.*, 1989).

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.

La longévité du noisetier est de l'ordre de 20 à 30 ans (Rameau *et al.*, 2008). C'est donc un bon candidat pour des datations radiocarbone.



Fig. 14 – Représentation du noisetier (*Corylus avellana*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Les **Fabacées** ligneuses forment une famille regroupant notamment le **genêt** (*Cytisus sp.*) et les ajoncs (*Ulex sp.*). Ce sont des essences héliophiles voire de demi-ombre se rencontrant surtout dans des landes arbustives (ou « landes fourrés ») et les friches. On peut retrouver aussi ces taxons en lisières de forêts caducifoliées, dans des bois clairs, dans des haies. Les associations de landes arbustives se retrouvent souvent dans des secteurs en cours de recolonisation végétale suite par exemple à une levée de pression des activités humaines (ex. terres cultivées abandonnées, espaces défrichés puis abandonnés...). Ces essences

fournissent du bois de petit calibre, utiles notamment pour l'allumage des combustions.

la famille des **Ericacées ou bruyères**, comprend de nombreux genres existant dans les contextes méditerranéens et collinéens. Ce sont des végétations arbustives généralement assez rustiques. En contexte collinéen ces bruyères sont détectées dans des formations de boisements clairs, de fourrés (landes-fourrés) appartenant à la série dynamique de la chênaie et de la chênaie-hêtraie. La formation de landes est le niveau dynamique où les bruyères sont le mieux représentées (souvent associées aux Fabacées de type genêt). Ces landes sont généralement la conséquence d'importants défrichements et de sur-exploitations des sols. D'autres contraintes (vents, pauvreté des sols, mauvaises expositions, piétements, activités pastorales) peuvent aussi contribuer à la stabilisation de ces formations végétales. De façon générale, ces landes sont caractérisées par une forte inflammabilité et combustibilité.

Les bruyères telles que la callune (*Calluna vulgaris*), la bruyère cendrée (*Erica cinerea*), ou la bruyère ciliée (*E. ciliaris*), (...) participent fortement à ces formations ouvertes : landes rases et boisements clairs, landes-fourrés mais aussi tourbières, lisières forestières (chênaies et hêtraies), pelouses. Les bruyères constituent un bois dur se travaillant et se polissant bien. C'est aussi un bon bois de chauffage, il peut fournir un excellent charbon de bois (Rameau *et al.*, 2008).

Le **genévrier** (*Juniperus sp.*) et plus précisément le genévrier commun (*Juniperus communis*) correspond à une végétation arbustive vivant dans des milieux pauvres et secs. Ses baies peuvent être utilisées dans la fabrication de liqueurs. Son bois est odorant ce qui peut être recherché dans un cadre funéraire. Il est aussi utilisé en marqueterie. Il est parfois planté pour faire des haies ou des brise-vents. Il a été identifié sous la forme d'un fragment de brindille dans le prélèvement n°001. Le fragment de résineux (Gymnosperme), non identifié dans ce prélèvement, correspond probablement aussi à du genévrier.

L'**aulne** (*Alnus sp.*) est une essence vivant dans des contextes humides tels que les bordures de rivières, les berges des lacs et zones alluviales. C'est un bois utilisé en vannerie. En revanche c'est un bois de feu assez médiocre, charbon léger (Rameau *et al.*, 1989). C'est une essence à forte croissance pouvant assurer un bon allumage du feu, mais sa combustion dure peu dans la durée.

Remarque : L'aulne et le noisetier présentent des similitudes anatomiques marquées, ce qui justifie l'utilisation du taxon anthracologique « noisetier / aulne » lorsque le critère différenciateur, en l'occurrence, le nombre de barreaux scalariformes, n'a pas pu être observé.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Les observations ont révélé deux types d'ensembles anthracologiques : des ensembles monospécifiques et des ensembles diversifiés.

Les deux prélèvements à composition diversifiée proviennent du remplissage de récipients en céramique associés à des tombes datées de la période Hallstatt D2-D3 (ST 9 et ST 1).

Les autres ensembles sont majoritairement monospécifiques (composés exclusivement de hêtre ou de chêne), à l'exception du prélèvement n°009, dans lequel hêtre et chêne ont été observés conjointement.

Ces différences de composition pourraient refléter des pratiques de combustion ou d'usage distincts. C'est pourquoi les résultats ont été présentés en distinguant les deux types d'ensembles.

3.1. Prélèvements monospécifiques (n°007, n°008, n°009, n°011, n°012, n°013, n°014, n°015)

a. Résultats

- Prélèvement n°2024-096-008 (Structure ST 10, tombe), daté du Ha D2-D3 ?

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant
<i>Fagus sylvatica</i>	25	6	5	5	0	0	0	9	0

Fig. 15 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°008.

- Prélèvement n°2024-096-011 (Structure ST 11, tombe ?)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant
<i>Fagus sylvatica</i>	15	0	5	5	0	0	0	11	2

Fig. 16 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°011.

- Prélèvement n°2024-096-015 (Structure ST 8, fosse?)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Insecte
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant	
<i>Fagus sylvatica</i>	14	1	5	6	0	0	0	0	0	3
<i>Frag. écorce</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	1	5	6	0	0	0	0	0	3

Fig. 17 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°015.

– Prélèvement n°2024-096-014 (Structure ST 7, tombe?)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Noeud / Fendu / luisant
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant	
Fagus sylvatica	15	2	7	5	0	0	0	1	0	1

Fig. 18 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°014.

– Prélèvement n°2024-096-009 (Structure ST 19, fosse)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant	
Fagus sylvatica	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0
Quercus sp.	14	0	6	8	5	4	0	8	3	10
	16	0	8	8	5	4	0	10	3	10

Fig. 19 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°009.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	5	15	1,82	0,49	1,16	2,35

Fig. 20 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne (mm) réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°009.

– Prélèvement n°2024-096-013 (Structure ST 6, tombe?)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Insecte
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant	
Fagus sylvatica	15	1	6	2	0	0	0	0	0	1

Fig. 21 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°013.

– Prélèvement n°2024-096-012 (Structure ST 12, fosse)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Insecte	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant		
Fagus sylvatica	14	2	7	5	0	0	0	1	1	2	1
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	2	7	5	0	0	0	1	1	2	1

Fig. 22 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°012.

– Prélèvement n°2024-096-007 (Structure ST 2, fosse)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Insecte	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant		
Fagus sylvatica	30	2	11	14	0	0	0	0	4	11	2

Fig. 23 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°012.

b. Interprétations

146 charbons ont été observés pour ces huit prélèvements.

Il s'agit pour sept des huit prélèvements (Prélèvements n°008, n°011, n°015, n°014, n°013, n°012, n°007) exclusivement de charbons de hêtre (*Fagus sylvatica*) (Fig. 24).

Pour le prélèvement n°009, la plupart des charbons observés se sont révélés être du chêne (*Quercus sp.*), mais deux charbons correspondaient à du hêtre.

L'observation des courbures de cerne montre principalement des fragments de forte et moyenne courbure. Mais quelques prélèvements ont permis d'identifier des fragments de faibles courbures de cerne. Notamment les prélèvements n°008 et n°014

Ce sont donc principalement des bois de petit et moyen calibre, probablement des branches qui ont été utilisés. Mais quelques bois de gros calibres semblent aussi avoir été employés.

Les essences telles que le hêtre et le chêne sont des bois denses, générant des braises avec beaucoup d'énergie et dans la durée. Ces bois peuvent être qualifiés d'« excellents » combustibles. En revanche, ils peuvent être difficiles à enflammer, d'où la nécessité d'emploi de bois d'allumage, typiquement des essences de bois « tendres » (non détectés) ou des bois de petit calibre. L'hypothèse de l'utilisation de petites branches de hêtre ou de chêne pour l'allumage reste plausible.

De façon générale les charbons montrant des fentes de retrait sont en faibles quantités (0 à 19%). Ces observations caractérisent un bois brûlé à l'état sec (non vert). Ce constat implique une sélection du bois lors de la collecte, peut-être aussi un stockage préalable à l'emploi.

La proportion de fragments d'aspect luisant est globalement faible, sauf pour deux prélèvements (n° 011 et n° 009) (Fig. 24). Les charbons semblent donc provenir pour la plupart de combustions plutôt aérobies avec des températures modérées. En revanche, pour les deux prélèvements (n° 011 et n° 009), les aspects luisants observés peuvent être interprétés comme un premier stade de « phénomènes de vitrification », typiques de conditions de combustions chaudes et réductrices localisées (Blaizot et al., 2004). On peut par exemple évoquer des contextes de combustion de « fours », « fourneaux » ou « fonds de foyer ».

La question quant à l'origine des bois (bois d'œuvre ou reste de combustible) est difficile à trancher :

Le caractère « monospécifique » de la plupart des prélèvements tendrait à appuyer l'hypothèse de reste de bois d'œuvre (poteau, planches?). Le bois de hêtre est peu utilisé dans la construction car il est sensible à l'humidité. Mais il est davantage pour les menuiseries intérieures, l'ébénisterie, parquets, lambris, escaliers... Le chêne est moins fragile, il est employé dans toutes les constructions et menuiseries intérieures.

Toutefois, le caractère majoritaire des bois de petit à moyen calibre (petites branches), le faible nombre de galeries de xylophages observées, la diversité des aspects (luisant ou pas), tendraient plutôt à appuyer l'hypothèse de restes de combustibles.

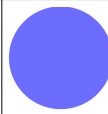
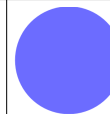
Légende	Prlvl n°008 (ST n°10) Daté du Ha D2- D3 ?	Prlvl n°011 (ST n°11)	Prlvl n°015 (ST n°08)	Prlvl n°014 (ST n°07)	Prlvl n°009 (ST n°19)	Prlvl n°013 (ST n°06)	Prlvl n°012 (ST n°12)	Prlvl n°007 (ST n°02)
■ Hêtre ■ Chêne								
Nombre de charbons étudiés.	25	15	15	15	16	15	15	30
Diversité (nb de taxons)	1	1	1	1	2	1	1	1
Courbures des cernes	Forte : 31% Interm. : 31% Faible : 38%	Forte : 50% Interm. : 50% Faible : 0%	Forte : 50% Interm. : 42% Faible : 8%	Forte : 36% Interm. : 50% Faible : 14%	Forte : 50% Interm. : 50% Faible : 0%	Forte : 22% Interm. : 67% Faible : 11%	Forte : 36% Interm. : 50% Faible : 14%	Forte : 52% Interm. : 41% Faible : 7%
Fréquences des charbons d'aspect « luisant »	36,00%	87,00%	0,00%	13,00%	81,00%	0,00%	13,00%	13,00%
Fréquences des charbons avec fentes de retrait	0,00%	13,00%	0,00%	0,00%	19,00%	0,00%	7,00%	13,00%
Moyennes de largeurs de cerne (mm)					Moyenne = 1,82 mm (N=5 ; Ec-type = 0,49 mm)			

Fig. 24 – Tableau synthétisant les principales caractéristiques (proportions des différentes essences, diversité, courbures des cernes, aspects luisants, aspects fendus) des huit compositions anthracologiques « monospécifiques » (prélèvements n°008, n°011 et n°015, n°14, n°009, n°013, n°012, n°007).

Quelques mesures de largeurs de cernes ont été effectuées sur des fragments de chêne de moyen calibre du prélèvement n°009 (Fig. 20 et 24). La moyenne obtenue indique une dynamique de croissance plutôt difficile avec une valeur de l'ordre de 1,8 mm/an. Cela suggère un ramassage dans un boisement soumis à des contraintes de croissance, peut-être des boisements denses ou mal exposés.

3.2. Prélèvements diversifiés (Prélèvements n°001 et n°005)

a. Résultats

- Prélèvement n° 2024-096-001 (Structure ST 9, tombe, remplissage d'un récipient en céramique, daté du Ha D2-D3)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant		
Acer sp.	8	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Alnus/Corylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Alnus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Ericacée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ericacée type Erica	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
Fabacée type Cytisus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	32	1	10	8	0	0	1	3	0	0	0
Frag. Écorce indét.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	14	0	4	4	0	0	0	6	0	3	0
Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Graine (type céréale)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gymnosperme (résineux)	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Indéterminé	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juniperus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Pomoidée	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	10	0	2	0	2	0	0	1	0	4	0
Tilia sp.	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	105	1	20	25	2	0	1	13	0	7	2

Fig. 25 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°001.

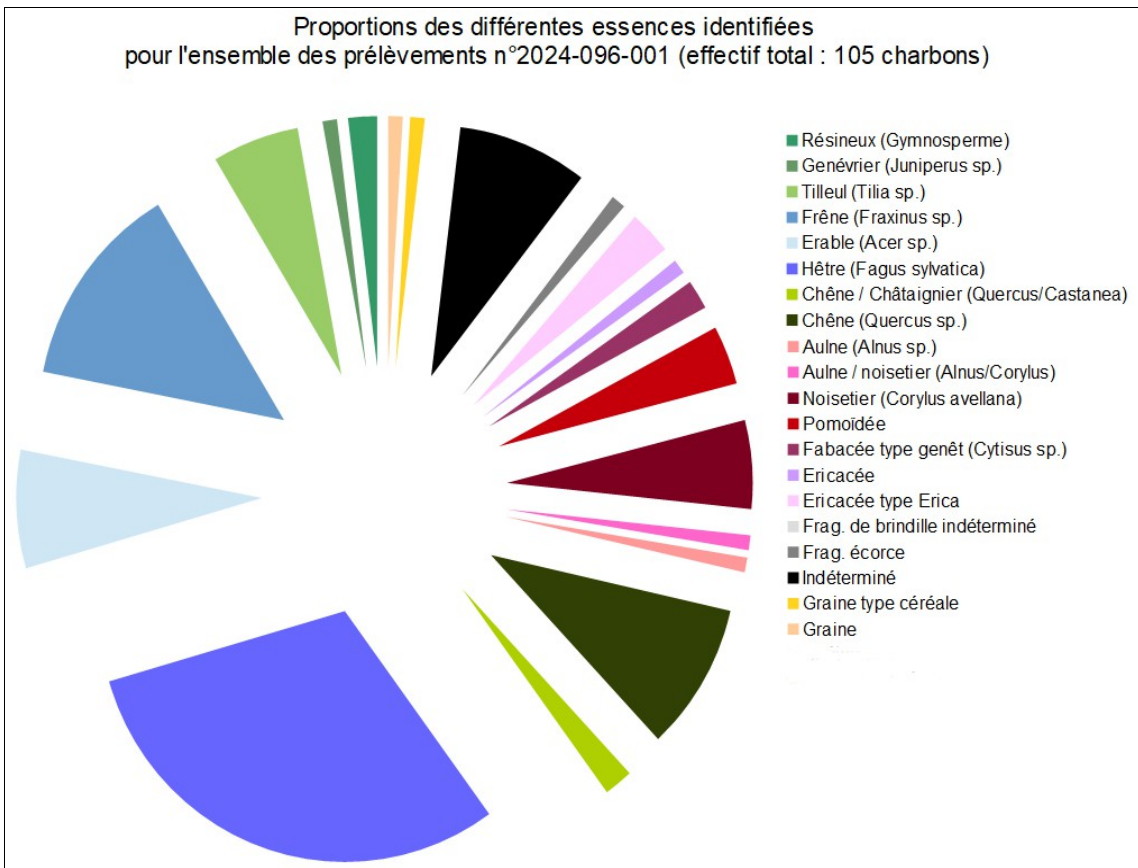


Fig. 26 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour le prélèvement n°001, sous la forme d'un « camembert éclaté ».

- Prélèvement n° 2024-096-005 (Structure ST 1, tombe, remplissage d'un récipient en céramique, daté du Ha D2-D3)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant	Thylle
Acer sp.	7	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Alnus/Corylus	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alnus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Fabacée type Cytisus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juniperus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	3	0	1	1	0	0	0	1	0	2
Tilia sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	40	1	4	9	0	0	0	2	0	1

Fig. 27 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°005.

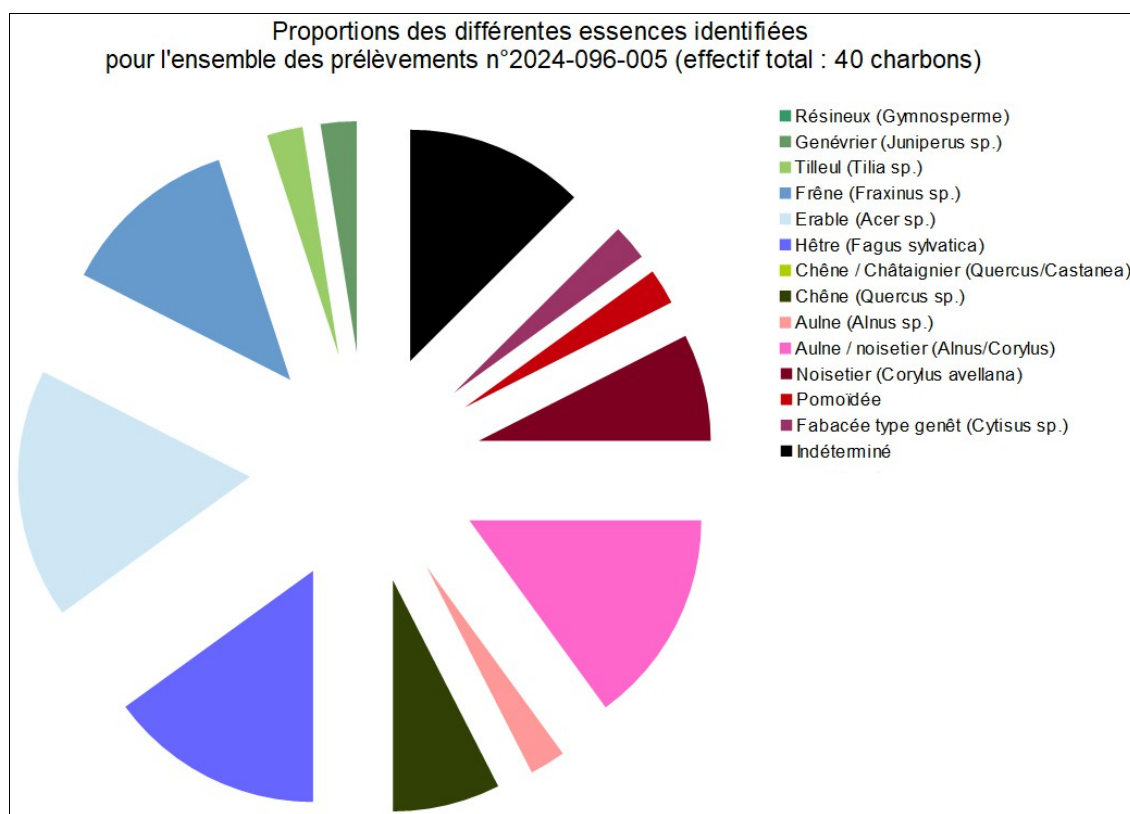


Fig. 28 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour le prélèvement n°005, sous la forme d'un « camembert éclaté ».

b. Interprétations

Un peu plus de 140 charbons ont été observés pour les deux prélèvements provenant des comblements des récipients en céramique retrouvés à l'intérieur des tombes (St n°1 et St n°9).

Les analyses révélèrent des compositions très semblables, même s'il existe quelques différences au niveau des proportions (Fig. 29). Seules la détection de bruyères et la présence de quelques graines à l'intérieur du prélèvement n°001 diffèrent de la composition du prélèvement n°005. Les deux récipients ont été trouvés dans deux tombes différentes, dans deux tumulus datant de la même époque. Il semble que les ensembles charbonneux proviennent d'un même assemblage de combustible, utilisé de manière similaire selon une chaîne opératoire bien établie.

Une douzaine de taxons anthracologiques a été déterminée.

Le hêtre (*Fagus sylvatica*), l'érable (*Acer sp.*) et le frêne (*Fraxinus sp.*) sont les principaux taxons (environ 40% à 50% des deux ensembles) (Fig. 29).

En moindre proportion, on observe également l'utilisation de bois de chêne (*Quercus sp.*), de chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), de tilleul (*Tilia sp.*) et de noisetier (*Corylus avellana*).

Enfin, quelques charbons de Pomoïdées, de Fabacées (probablement du genêt), d'aulne (*Alnus sp.*), d'Éricacées (bruyères) et de résineux de type genévrier (*Juniperus sp.*) ont été identifiés. De manière plus anecdotique, deux graines dont une apparentée à une céréale, ont également été observées dans le prélèvement n°001.

Notons que l'hypothèse de la présence du châtaignier est peu probable. Le taxon anthracologique « chêne-châtaignier » est surtout lié à la difficulté de distinguer le chêne du châtaignier pour les petits fragments (cf. note à ce sujet chapitre 2.5.).

L'observation des courbures de cerne montre surtout l'emploi de bois de petit et moyen calibre (petites branches). En effet, les fragments de forte courbure représentent plus de la moitié des charbons mesurés (respectivement 54% et 64%) et environ un tiers (43% et 29%) pour les charbons de courbure intermédiaire (Fig. 29). Seulement deux charbons semblaient montrer de faibles courbures de cernes.

Concernant l'aspect des charbons, on observe que les fragments luisants sont très peu représentés (entre 5 et 12 %), ce qui limite la probabilité qu'ils proviennent de combustions très chaudes et anaérobies, de type four (cf. chapitre 2.2.). L'hypothèse la plus plausible reste celle d'une combustion en milieu ouvert. Les rares aspects luisants identifiés sur certains fragments pourraient résulter de phénomènes localisés, possiblement en fond de foyer. Par ailleurs, le calibre réduit des bois pourrait également avoir favorisé le phénomène sur certains charbons (Oilic, 2011).

De manière générale, les charbons présentant des fentes de retrait sont négligeables. Cela suggère que le bois utilisé était sec (non vert) au moment de la combustion, peut-être après avoir été stocké.

Le hêtre, l'érable, le frêne mais aussi le chêne sont des essences à bois dense, réputées pour leurs excellentes qualités combustibles. Elles produisent notamment des braises durables, capables de restituer une grande quantité d'énergie sur le long terme. Toutefois, le calibre relativement modeste des bois utilisés,

majoritairement constitué de petites et moyennes branches, a probablement engendré des combustions plutôt vives, mais de courte durée.

Afin de caractériser le type de ramassage, des calculs de l'indice de concentration de Pareto ont été réalisés sur les deux compositions anthracologiques. Onze et dix taxons ont été retenus pour effectuer les calculs (Fig. 29).

Le principe du calcul de l'indice de concentration de Pareto repose sur le fait que dans les communautés végétales en équilibre, 20% des taxons correspondent à environ 80% de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999).

Or, les deux graphiques montrent que les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas les mêmes proportions que celles observées dans les communautés végétales naturelles en équilibre.

Cette différence pourrait s'expliquer certes, par un problème de représentativité des effectifs étudiés (respectivement 105 et 40 charbons pris en compte), mais plus probablement soit par une aire de collecte à l'intérieur d'environnement boisés fortement dégradés (on constate plusieurs essences de landes : ex. bruyères, genêt) soit aussi par des ramassages orientés notamment vers des bois de petit calibre ou bien d'essences ayant des propriétés particulières (ex. genévrier par rapport à son odeurs ?).

Remarque : De nombreux travaux ont montré que l'exploitation du combustible ligneux, notamment en contexte domestique, est en moyenne, peu sinon pas sélective (Chabal, 1994, 1997, Théry, 1998). Dans ces cas, l'indice de concentration de Pareto tend à se rapprocher du rapport d'équilibre constaté en théorie dans la nature, ce qui ne semble pas être le cas ici.

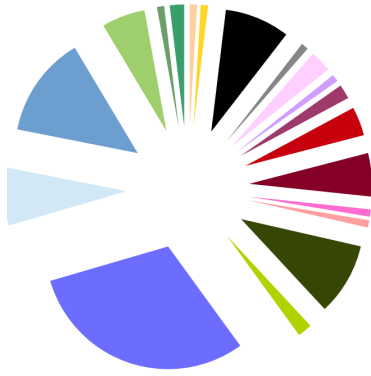
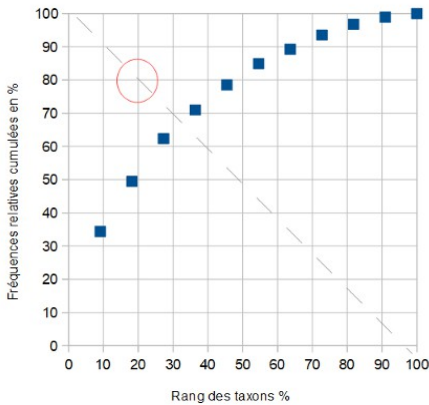
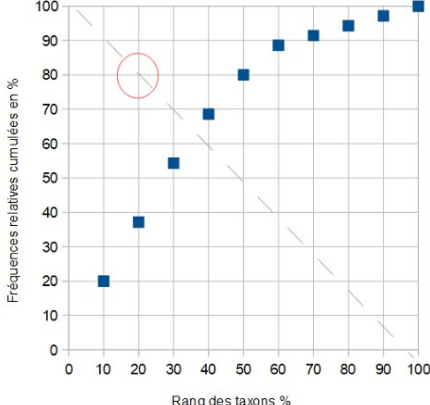
Légende	Prélèvement n°001 (Structure n°9, tombe, remplissage récipient céramique, Ha D2-D3)	Prélèvement n°005 (Structure n°1, tombe, remplissage récipient céramique, Ha D2-D3)
■ Résineux (Gymnosperme) ■ Genévrier (Juniperus sp.) ■ Tilleul (Tilia sp.) ■ Frêne (Fraxinus sp.) ■ Erable (Acer sp.) ■ Hêtre (Fagus sylvatica) ■ Chêne / Châtaignier (Quercus/Castanea) ■ Chêne (Quercus sp.) ■ Aulne (Alnus sp.) ■ Aulne / noisetier (Alnus/Corylus) ■ Noisetier (Corylus avellana) ■ Pomoldée ■ Fabacée type genêt (Cytisus sp.) ■ Ericacée ■ Ericacée type Erica ■ Frag. de brindille indéterminé ■ Frag. écorce ■ Indéterminé ■ Graine type céréale ■ Graine		
Nombre de charbons étudiés.	105	40
Diversité (nb de taxons anthracologiques)	11	10
Indices de concentration de Pareto : RQ. Chêne et chêne-châtaignier réunis. Ericacée et Type Erica réunis, Indéterminés et brindilles exclues.		
	Même si les diversités anthracologiques sont assez faibles (11 et 10 taxons), les deux graphiques montrent que les proportions observées ne reflètent pas les mêmes rapports d'équilibre que ceux constatés en théorie dans les communautés végétales naturelles (20% des taxons correspondent à 80% de biomasse). Ces différences pourraient être dues à des ramassages sélectifs vers des bois de petits calibre (ex. genévrier, bruyère, genêt) ou bien à cause d'un environnement en déséquilibre écologique (boisements arbustifs, landes).	
Courbures des cernes	Forte : 54% Intermédiaire : 43% Faible : 3%	Forte : 64% Intermédiaire : 29% Faible : 7%
Fréquences des charbons d'aspect « luisant »	12,00%	5,00%
Fréquences des charbons avec fentes de retrait	1,00%	0,00%

Fig. 29 – Tableau synthétisant les principales caractéristiques (proportions des différentes essences, diversité, courbures des cernes, aspects luisants, aspects fendus) des deux prélèvements n°001 et n°005.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Un peu plus de 290 fragments ont été observés pour les dix prélèvements (Fig. 1).

Les analyses révélèrent deux types d'ensembles anthracologiques : d'une part, des prélèvements « monospécifiques » correspondant à des ramassages de charbons directement dans le remplissage de tombes ou de fosses (prélèvements n°007, n°008, n°009, n°011, n°012, n°013, n°014, n°015), et d'autre part, deux ensembles diversifiés (prélèvements n°001 et n°005) associés aux remplissages de deux récipients en céramique retrouvés à l'intérieur de tombes (tumulus) datées de la période Hallstatt D2-D3.

4.1. Informations d'ordre paléo-environnemental

Une douzaine de taxons anthracologiques a été identifiée dans cette étude. Notons que cette diversité est essentiellement portée par les deux prélèvements n°001 et n°005, puisque seul le hêtre et le chêne ont été identifiés dans les huit autres prélèvements.

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 aléas des aires de ramassages mais aussi aux usages du combustible. Dans le cadre de cette étude, des choix techniques en rapport avec la qualité de combustibilité du frêne, érable, chêne, hêtre ou bien des choix orientés vers des bois de petit calibre plus « légers », noisetier, aulne, tilleul, sont probables.

L'identification des taxons ligneux permet toutefois de proposer différentes associations écologiques (Rameau *et al.*, 1989) (Fig. 30) :

- **les groupements de la chênaie-hêtraie et de la chênaie diversifiée** avec le chêne, (chêne-châtaignier), le hêtre, l'érable, le frêne, le tilleul.
- **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection de la famille des Pomoïdées, du noisetier, du frêne, de l'érable.

Ces boisements forestiers et boisements clairs correspondent à des collectes de bois dans des secteurs bien drainés.

- **les boisements hygrophiles ou frais** sont identifiés avec l'aulne, le frêne, le tilleul, le noisetier.

Ces boisements hygrophiles, surtout caractérisés par la présence de l'aulne, étaient probablement situés dans une zone alluviale ou à l'intérieur d'une zone humide.

Remarque : Le noisetier est une essence pionnière que l'on va retrouver à la fois dans les boisements clairs, en lisières forestières, dans les haies, mais potentiellement aussi dans les espaces en déprise agricole, dans les fourrés arbustifs. Ce sont des essences ubiquistes pouvant aussi s'accommoder de conditions humides.

- **les formations de friches, landes, fourrés** sont suggérées par l'association de ligneux de la famille des Fabacées comme le genêt (*Cytisus scoparius*) ou l'ajonc (*Ulex sp.*), potentiellement l'aubépine (*Crataegus sp.* de la famille des Pomoïdées), le genévrier (*Juniperus sp.*) et le noisetier.

Remarque : Ces végétations de friches et de landes sont interprétées dans les deux prélèvements associés au remplissage des récipients en céramique. Notons toutefois l'identification des bruyères, uniquement dans le prélèvement n°001, évoquant l'existence de landes rases.

Suivant une dynamique végétale bien connue, (Marguerie, 1992a ; Gaudin 2004), l'apparition puis le développement des végétations de landes sont la conséquence de défrichements précoces, au moins dès la Protohistoire, suivis de sur-exploitations agricoles (pastoralisme, cultures...) entraînant une dégradation générale des sols. Les déprises agricoles qui s'en suivent, donnent lieu à des recolonisations végétales sous forme de formations de landes et de landes-fourrés.

Les résultats de l'analyse palynologique de la grotte diacalse de Waldbillig « Karelsé » par exemple, recoupent assez bien cette dynamique puisque des pollens de bruyères (pollen de callune en quantités importantes), avaient aussi permis d'identifier l'apparition de ces formations de landes durant la période de l'Age du fer (Gaudin, 2019).

	Prlvt n°001, ST n°9	Prlvt n°005, ST n°1	Prlvt n°007, ST n°2	Prlvt n°008, ST n°10	Prlvt n°009, ST n°19	Prlvt n°011, ST n°11	Prlvt n°012, ST n°12	Prlvt n°013, ST n°6	Prlvt n°014, ST n°7	Prlvt n°015, ST n°8
Groupes forestiers de la chênaie-hêtraie et chênaie diversifiée										
Boisements clairs, haies, lisières										
Formations de landes et fourrés										
Boisements frais (humides)										

Fig. 30 – Tableau montrant les différents types de boisements explorés en fonction des différents contextes de prélèvement.

4.2. Informations d'ordre ethnographique

- Ensembles monospécifiques (prélèvements n°007, n°008, n°009, n°011, n°012, n°013, n°014, n°015)

Les analyses de sept des dix prélèvements ont révélé la présence d'un seul taxon, en l'occurrence le hêtre (*Fagus sp.*) (Fig. 24). Le prélèvement n°009 se distingue par une majorité de charbons de chêne (*Quercus sp.*), accompagnés de quelques fragments de hêtre.

Ces résultats doivent être interprétés à la lumière de la méthode de collecte des échantillons : les descriptions précisent en effet une « sélection du charbon dans le remplissage », ce qui indique l'absence de tamisage systématique.

Par ailleurs, selon les données issues de la fouille, pour les prélèvements 2024-096-009, 011, 012, 013, 014 et 015, « la majorité des petits charbons de bois sont des fragments de plus grands charbons ». Il est donc probable que les fragments analysés proviennent de quelques charbons de plus grande taille, prélevés directement dans le sédiment, puis fragmentés par la suite. Cette fragmentation expliquerait le caractère monospécifique de la plupart des prélèvements.

Les observations dendro-anthracologiques confirment majoritairement la présence de bois de calibre intermédiaire (petites et moyennes branches) de hêtre, ce qui appuie l'hypothèse d'un résidu de combustible (cf. chapitre 3.1.).

- Ensembles diversifiés (prélèvements n°001 et n°005, remplissages des deux récipients en céramique)

Ces deux prélèvements associés au comblement de deux récipients en céramique datés du Hallstatt D2-D3, ont en revanche fait l'objet de tamisages par flottation.

Les deux analyses ont révélé des assemblages assez similaires (Fig. 29). Les fragments de hêtre, d'érable et de frêne constituent les essences majoritairement employées dans les deux ensembles, tandis que le chêne, le tilleul et le noisetier sont également bien représentés.

De manière plus anecdotique, des charbons de Pomoidées, de Fabacées (probablement du genêt), d'aulne, de bruyères ainsi que de résineux de type genévrier (*Juniperus sp.*) ont également été identifiés. Les deux ensembles ne diffèrent que par la présence de bruyères et de quelques graines, uniquement observées dans le prélèvement n°001.

Les restes charbonneux sont majoritairement issus de bois de petit calibre, brûlés à l'état sec, dans un contexte de type « foyer ouvert ». Ces similitudes suggèrent des modalités de combustion comparables, probablement en lien avec un même type d'usage.

L'analyse statistique des compositions des deux prélèvements (indice de Pareto) révèle une divergence notable par rapport aux compositions attendues dans un environnement boisé en équilibre, où, théoriquement, 20 % des essences représentent 80 % de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999) (Fig. 29). Autrement dit, les assemblages de combustibles ne reflètent pas une collecte opportuniste de type « tout-venant », mais semblent au contraire résulter d'une sélection intentionnelle des essences.

Ce type d'assemblage sélectif est généralement associé à des chaînes opératoires spécifiques, souvent liées à des activités artisanales (ex. : poterie, grillage de céréales), où le choix des essences et du calibre du bois vise à obtenir une combustion contrôlée. Dans le cas présent, bien qu'aucune activité artisanale ne puisse être directement évoquée, le contexte funéraire semble constituer un facteur significatif dans cette sélection du combustible.

Les bois de petit calibre ont vraisemblablement produit des combustions vives mais de courte durée. Par ailleurs, la présence de genévrier a pu générer des odeurs spécifiques lors de la combustion, tandis que la découverte de quelques graines pourrait également évoquer une dimension symbolique.

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., 1992 - La représentativité paléo-écologique des charbons de bois issus du bois de feu. *Bulletin de la Société botanique Française*, 139, Actualités botaniques (2/3/4), p. 213-236.

CHABAL L., 1994 - Apports récents de l'anthracologie à la connaissance des paysages passés : performances et limites. *Histoire et Mesure*, IX-3/4, p. 317-338.

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.

DUFRAISSE A., GARCIA MARTINEZ M.-S., 2011 - Mesurer les diamètres du bois de feu en anthracologie. Outils dendrométriques et interprétation des données. *ANTHROPOBOTANICA*, 2, 16p.

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.

GAUDIN L., 2019 - Analyse palynologique de la grotte diaclose de la « Karelsé » (Waldbillig). Reprise et interprétation des observations effectuées par J. Heim en 1992. *Bulletin du centre national de recherche archéologique*, 2019-5, 20-53.

MARCOUX N., 2009 - Les bois utilisés comme combustible dans l'atelier gallo-romain de réduction du minerai de fer in SARRESTE F., *Archéologie dans le Silléen, Rapport d'opérations archéologiques programmées*. Roche-Brune (Pezé-le-Robert, Sarthe). p. 20-39.

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.

PARADIS S. 2007 – *Étude dendro-anthracologique : une approche méthodologique pour l'étude du calibre des bois*. Mémoire de Master 2, université de Dijon, 64 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., 1998 - *Economie du combustible et Paléoécologie en contexte glaciaire et périglaciaire, Paléolithique moyen et supérieur du sud de la France. Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie*. Thèse de doctorat, Université de Paris 1, 500 p.

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

6. ANNEXE – Photographies

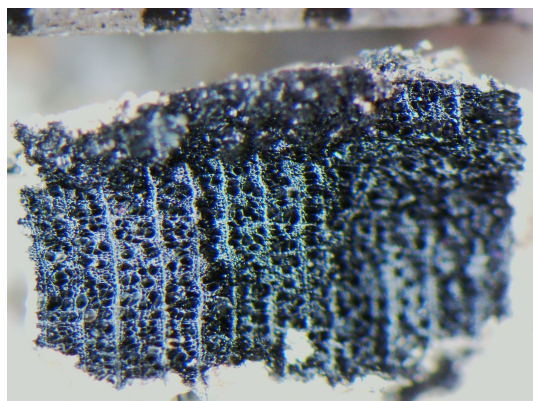


Fig. 31 – Fragment de tilleul (*Tilia sp.*) de courbure de cerne intermédiaire. Coupe transversale. Grossissement x39. Prélèvement n°001. L'échelle représente des millimètres.

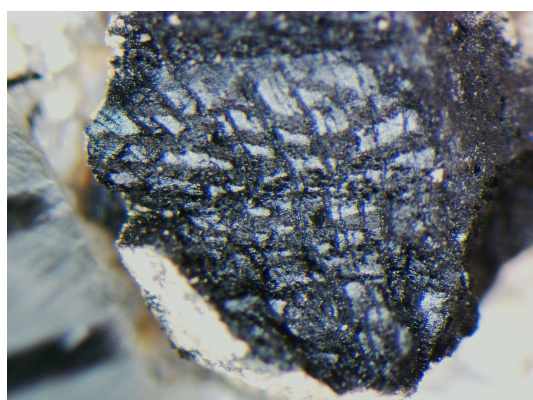


Fig. 32 – Fragment de Fabacée de type genêt (*Cytiscus sp.*) de courbure intermédiaire. Coupe transversale. Grossissement x38. Prélèvement n°001. L'échelle représente des millimètres.

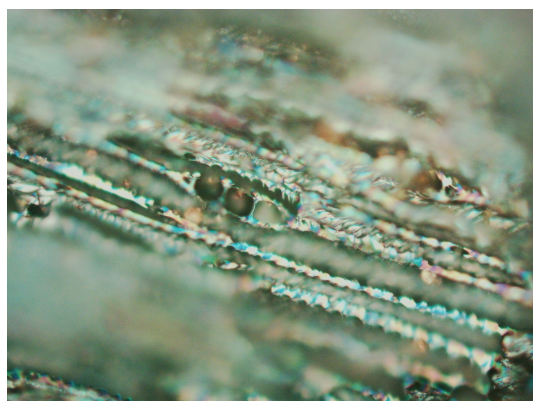


Fig. 33 – Fragment de genévrier (*Juniperus sp.*). Coupe tangentielle. Grossissement x400. Prélèvement n°005. Vue de détail d'un rayon de 3 cellules de hauteur.

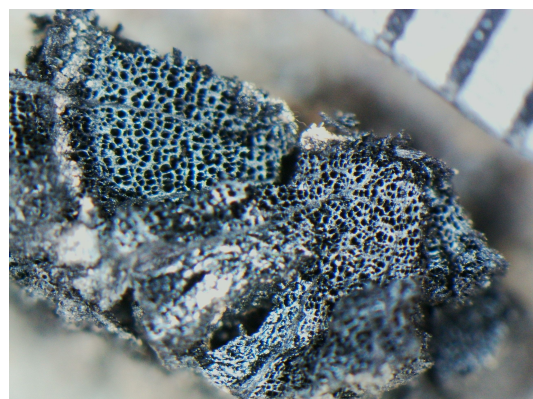


Fig. 34 – Fragment de hêtre (*Fagus sylvatica*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x18. Prélèvement n°012. L'échelle représente des millimètres.

7. ANNEXE – Inventaire des fragments sélectionnés pour datations radiocarbone.

7.1. Prélèvement n°2024-096-001 (ST9)

● Résultats

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fabaceae type Cytisus	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (3e choix)
2	Corylus avellana	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1
3	Corylus avellana	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1
4	Graine type céréale	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2 (1er choix)
5	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2 (2dchoix)

Fig. 35 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°001.

● Description

L'observation globale a permis d'identifier des graines.

Tube 1 : fragment de genêt de forte courbure (brindille). Faible longévité (10-25 ans pour le genêt à balais selon Rameau et al., 1989). Favorable (3e choix).

Tube 2 : fragment de noisetier de forte courbure. Faible longévité (de l'ordre de 20 à 30 ans selon Rameau et al., 2008). Favorable.

Tube 3 : fragment de noisetier de forte courbure. Faible longévité (de l'ordre de 20 à 30 ans selon Rameau et al., 2008). Favorable.

Tube 4 : Fragment de graine de type céréale. Très favorable. Premier choix si besoin.

Tube 5 : Fragment de graine indéterminé. Très favorable, mais en plus petite quantité de matière que le charbon du tube n°4. Second choix si besoin.

Charbons à sélectionner pour datation : Les deux fragments correspondant aux graines sont les plus favorables. Le fragment du tube n°4 semble un peu plus favorable.

7.2. Prélèvement n°2024-096-005 (ST1)

- **Résultats**

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Corylus / Alnus	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1
2	Corylus avellana	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (1er choix)

Fig. 36 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°005.

- **Description**

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de noisetier / aulne de forte courbure. Probable brindille, faible longévité. Favorable.

Tube 2 : fragment de noisetier de courbure intermédiaire. Faible longévité. Favorable. A choisir en premier.

Charbons à sélectionner pour datation : Les deux fragments correspondent à du noisetier ou à de l'aulne. Ces essences ont une faible longévité. Le fragment du tube n°2 semble un peu plus favorable car situé plus en extérieur.

7.3. Prélèvement n°2024-096-007 (ST2)

- **Résultats**

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 37 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°007.

- **Description**

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur par rapport à d'autres fragments.

Charbons à sélectionner pour datation : Fragment de hêtre de longévité plutôt « moyenne » (150 ans maximum).

7.4. Prélèvement n°2024-096-008 (ST10)

● Résultats

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (2e choix)
2	Fagus sylvatica	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (3e choix)
3	Fagus sylvatica	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (1er choix)

Fig. 38 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°008.

● Description

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure faible. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. Le fragment a été prélevé sur la partie extérieure d'un gros charbon. Second choix

Tube 2 : fragment de hêtre de courbure faible. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. Le fragment a été prélevé sur la partie extérieure d'un gros charbon. A choisir en premier.

Tube 3 : fragment de hêtre de courbure faible. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. Le fragment a été prélevé sur la partie extérieure d'un gros charbon. Troisième choix.

Charbons à sélectionner pour datation : Les trois fragments correspondent à du hêtre d'une longévité plutôt « moyenne » (150 ans maximum). Le fragment du tube n°2 semble un peu plus favorable car prélevé sur la partie extérieure d'un charbon.

7.5. Prélèvement n°2024-096-009 (ST19)

- **Résultats**

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 39 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°009.

- **Description**

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur par rapport à d'autres fragments.

Charbons à sélectionner pour datation : Fragment de hêtre de longévité plutôt « moyenne » (150 ans maximum).

7.6. Prélèvement n°2024-096-011 (ST11)

● Résultats

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Luisant	Absence	Absence	Absence	1 (1er choix)
2	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Luisant	Absence	Absence	Absence	1 (2e choix)

Fig. 40 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°011.

● Description

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire, d'aspect luisant. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. A choisir en premier

Tube 2 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire, d'aspect luisant. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. Second choix

Charbons à sélectionner pour datation : Les deux fragments correspondent à du hêtre d'une longévité plutôt « moyenne » (150 ans maximum). Le fragment du tube n°2 semble un peu plus favorable car prélevé sur une partie un peu plus extérieure.

7.7. Prélèvement n°2024-096-012 (ST12)

● Résultats

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (3e choix)
2	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (2e choix)
3	Fagus sylvatica	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (1er choix)

Fig. 41 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°012.

● Description

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur par rapport à d'autres fragments.

Tube 2 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire, d'aspect luisant. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. Second choix

Tube 3 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. Le fragment a été prélevé sur la partie extérieure d'un charbon. A choisir en premier.

Charbons à sélectionner pour datation : Les deux fragments correspondent à du charme d'une longévité plutôt « moyenne » (150 ans maximum). Le fragment du tube n°3 semble un peu plus favorable.

7.8. Prélèvement n°2024-096-013 (ST6)

● Résultats

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (2e choix)
2	Fagus sylvatica	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (1er choix)

Fig. 42 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°13.

● Description

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur par rapport à d'autres fragments.

Tube 2 : fragment de hêtre de courbure faible à intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. Le fragment semble situé un peu plus à l'extérieur que le tube n°1. A choisir en premier.

Charbons à sélectionner pour datation : Les deux fragments correspondent à du hêtre d'une longévité plutôt « moyenne » (150 ans maximum). Le fragment du tube n°2 semble un peu plus favorable.

7.9. Prélèvement n°2024-096-014 (ST7)

● Résultats

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (1er choix)
2	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (2e choix)

Fig. 43 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°14.

● Description

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur (ray. minimum estimé à 55 mm). A choisir en premier.

Tube 2 : fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur.

Charbons à sélectionner pour datation : Les deux fragments correspondent à du hêtre d'une longévité plutôt « moyenne » (150 ans maximum). Le fragment du tube n°1 semble un peu plus favorable.

7.10. Prélèvement n°2024-096-015 (ST8)

● Résultats

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Faible à Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (1er choix)
2	Frag. Ecorce possible	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (2e choix)

Fig. 44 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°15.

● Description

L'observation globale n'a pas permis d'identifier de brindilles ni de graines.

Tube 1 : fragment de hêtre de courbure faible à intermédiaire. Le hêtre a une longévité de 100 – 150 ans, pas particulièrement favorable, mais intéressant car le charbon est situé plutôt à l'extérieur. A choisir en premier.

Tube 2 : Probable fragment d'écorce, donc potentiellement très favorable. Toutefois le fragment n'a pas pu être déterminé avec certitude (manque le cambium). Le charbon a donc été sélectionné comme un second choix.

Charbons à sélectionner pour datation : Le fragment du tube n°1, compte tenu de sa détermination plus certaine, est à choisir en premier.