



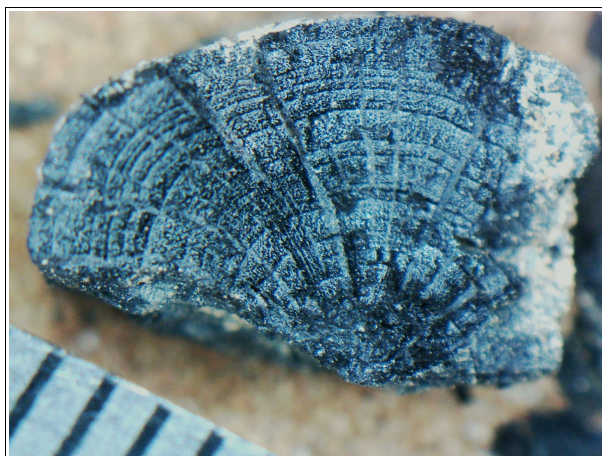
ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS
RÉALISÉS LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU
SITE DU « 14 RUE DE L'ÉCOLE CENTRALE » SUR LA
COMMUNE DE ROZÉRIEULLES (57).**

***COMBLEMENTS DE FONDS DE CABANE
ET FOSSES DU MOYEN-ÂGE.***

OA : 13/12844



SERVICE D'ARCHÉOLOGIE PRÉVENTIVE – EUROMÉTROPOLE DE METZ

Août 2026

Maison de l'Archéologie Préventive de l'Euro-Métropole de Metz

Rue de la Mouée
57070 Metz

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique du site du « 14 rue de l'école centrale » sur la commune de Rozérieulles (57).

Complements de fonds de cabane et fosses du Moyen-Age.

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) de forte courbure de cerne, vue en coupe transversale, grossissement x12 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°4.

SOMMAIRE

Maison de l'Archéologie Préventive de l'Euro-Métropole de Metz	2
Rue de la Mouée	
57070 Metz.....	2
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	15
2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration »	17
2.5. Les principales essences et formations végétales observées, éléments	
d'interprétation.....	19
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRETATION.....	23
3.1. Prélèvements n°1, n°2, n°3 et n°4 associés au fond de cabane de la structure	
ST1 (US2).....	24
a. Résultats	24
b. Interprétations	26
3.2. Prélèvement n°7 provenant du comblement de la fosse ST22 (US 47).....	28
a. Résultats	28
b. Interprétations	29
3.3. Prélèvement n°8 associé à la fosse ST15 (US 16).....	31
a. Résultats	31
b. Interprétations	32
3.4. Prélèvement n°14 associé à la fosse ST41 (US 42).....	34
a. Résultats	34
b. Interprétations	35
4. BILAN.....	37
4.1. Informations d'ordre paléo-environnemental.....	37
4.2. Informations d'ordre ethnographique.....	39
5. BIBLIOGRAPHIE.....	41
6. ANNEXE – Photographies.....	43

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses anthracologiques des restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique menée sur le site du « 14 rue de l'école centrale » à Rozérieulles (57). L'opération a révélé plusieurs structures excavées sèches et hydromorphes (fond de cabane et fosses) qui ont fait l'objet d'échantillonnages de sédiments en vue de réaliser des analyses carpologiques et anthracologiques.

Les structures étudiées ont été datées du Moyen-Age (ST41) et plus exactement des VIII^e – IX^e s. pour le fond de cabane ST1, fosse ST22, et Xe – XII^e s. pour la fosse ST15 (Fig. 1).

L'analyse anthracologique a été conduite selon trois objectifs principaux :

- déterminer l'origine des charbons, afin d'établir s'ils correspondent à des résidus de combustibles ou à des éléments de bois d'œuvre utilisés, par exemple, dans le cadre de constructions ;
- dans l'hypothèse où les charbons proviendraient de combustibles, caractériser la nature du bois utilisé : les assemblages traduisent-ils une sélection particulière des essences et des calibres ? Sont-ils représentatifs de rejets liés à des usages domestiques ou peuvent-ils être mis en relation avec les activités de « type artisanale » par exemple en lien avec des activités agricoles ?
- caractériser les boisements exploités dans l'aire d'approvisionnement à l'époque, afin de mieux restituer l'environnement végétal et les ressources ligneuses mobilisées.

Cette étude a été commandée par M. BRKOJEWITSCH, responsable de l'opération au sein du service d'Archéologie Préventive de l'Euro-Métropole de Metz.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les sept prélèvements analysés sont issus de quatre structures : un fond de cabane et trois fosses. Au total ce sont un peu plus de 200 fragments qui ont été étudiés (Fig 1).

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE	
Commune :	Rozérieulles (57)
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	14 rue de l'école centrale
Année :	2025
N° OA :	13/12844
Resp. d'Op. ; commanditaire	BRKOJEWITSCH Gaël
Type d'opération :	
Période d'analyse pressentie	mois de juillet 2026

Structure – US	Localisation	Description	Datation	Nombre de charbons observés
ST1 – US 2	P1 : ¼ NE	Fond de cabane HMA	VIIIe – IXe s.	30
	P2 : ¼ SO			35
	P3 : ¼ SE			30
	P4 : ¼ NO			35
ST 22 – US 47	P7	Prélèvements provenant de fosses de comblements hydromorphes	Xe – XIIe s.	30
ST 15 – US 16	P8			30
ST 41 – US 42	P14		Moyen-Age	20
				210

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 les deux prélèvements les plus diversifiés (ST1 – Prélèvement n°1 et ST15 – Prélèvement n°8) neuf et huit taxons ont été identifiés. Les courbes « effort-rendement » montrent des seuils situés entre 15 et 25 fragments (Fig. 2).

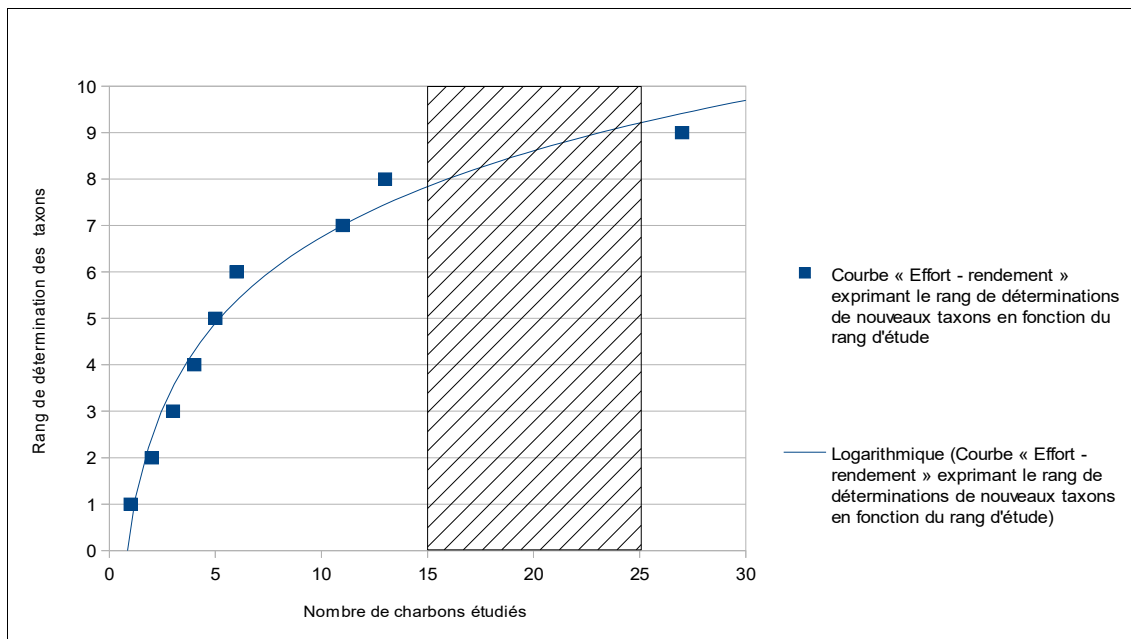


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°1 (ST1). Dans cet exemple, le neuvième taxon identifié, le noyer, a été observé au 27e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 15 et 25 charbons.

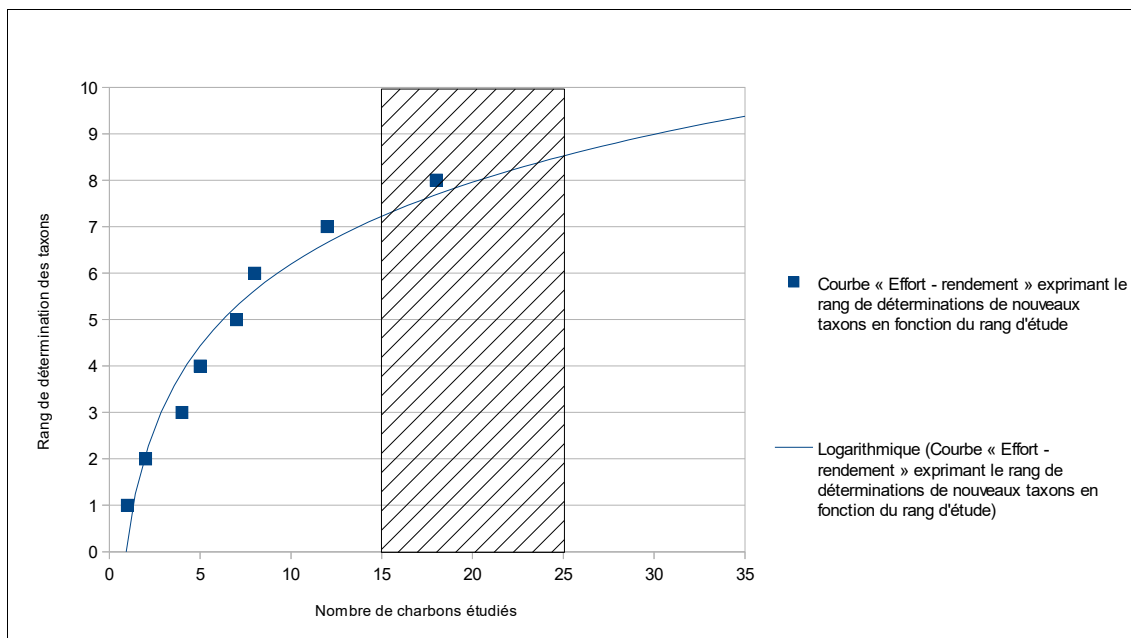


Fig. 3 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°8 ST15. Dans cet exemple, le huitième taxon identifié, le noisetier a été observé au 17e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 15 et 25 charbons.

De façon générale, les prélèvements étudiés montrent assez peu de diversité (souvent entre sept et neuf taxons). 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 20 à 35 charbons (120 charbons pour l'ensemble de la structure ST1) par prélèvement lorsque cela était possible.

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. 4 - 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.

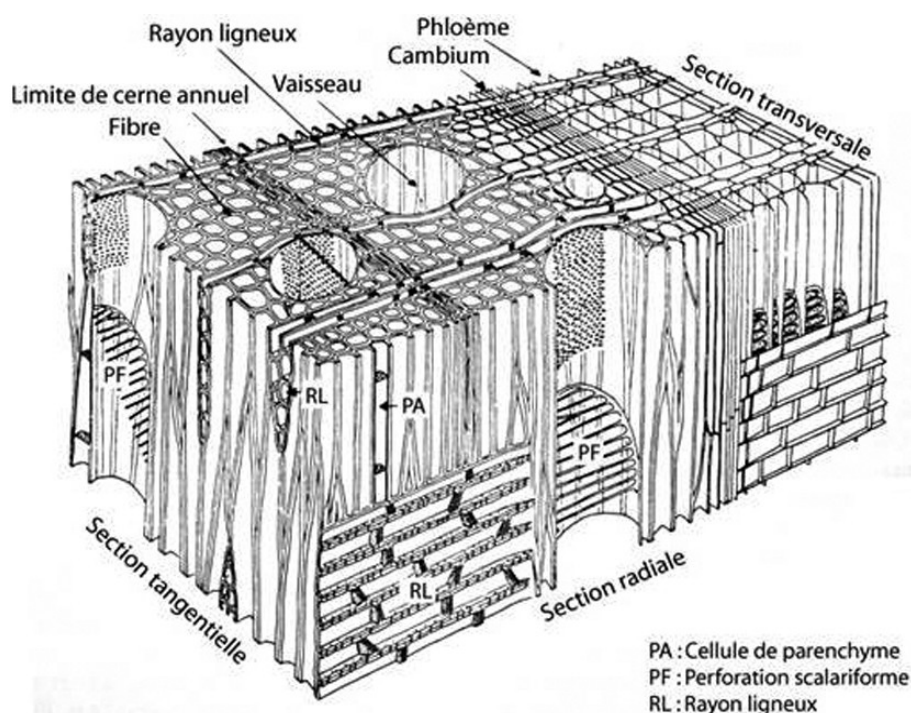


Fig. 5 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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).

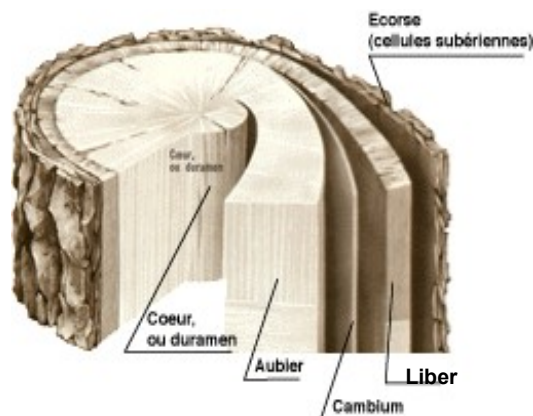
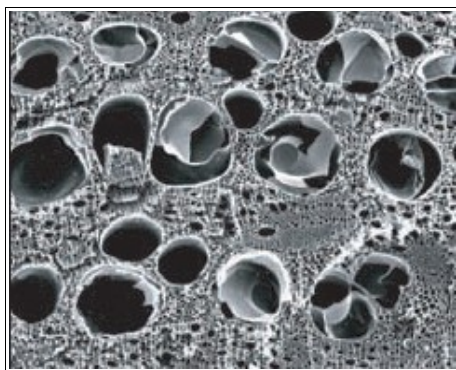
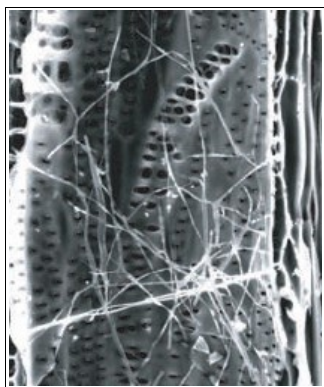


Fig. 6 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans les vaisseaux du duramen carbonisé de chêne (Marguerie et al., 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à 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.

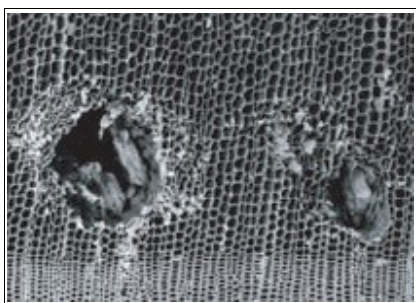
Fig. 7 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- 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. 8 – 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. 9 – 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). Des études un peu plus récentes d'A. Henry (*in* Excoffon., 2010), citées aussi par C. Cenzon-Salvayre (2014), tendent à montrer que l'effet de températures particulièrement élevées ne constituent pas un facteur déterminant dans l'apparition du phénomène de vitrification. Celui-ci semble en revanche étroitement lié à la durée de la combustion, tandis que la présence d'un milieu réducteur apparaît comme une condition indispensable. En 2010, A. Henry observe en effet une grande quantité de charbons vitrifiés dans une structure de crémation et émet l'hypothèse que ces charbons correspondent à des résidus qui ont « continué à cuire » sous la masse cendreuse du bûcher. 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 des types de structures tels que 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, durée, 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.

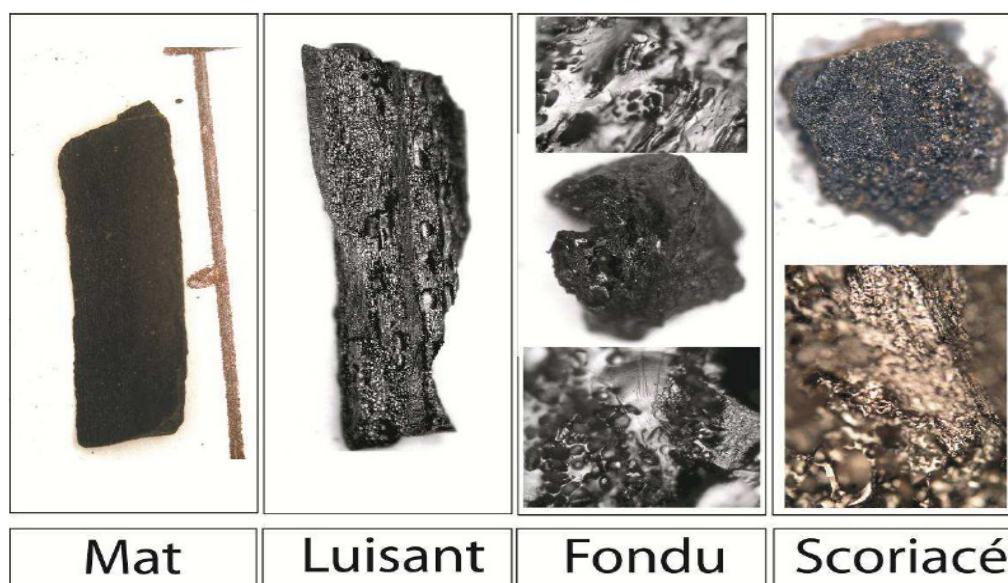
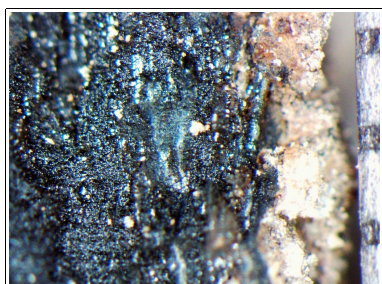


Fig. 10 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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. 11) a donc parfois été utilisé.

Fig. 11 – 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 par exemple permis de montrer une évolution des largeurs de cerne en fonction du temps.

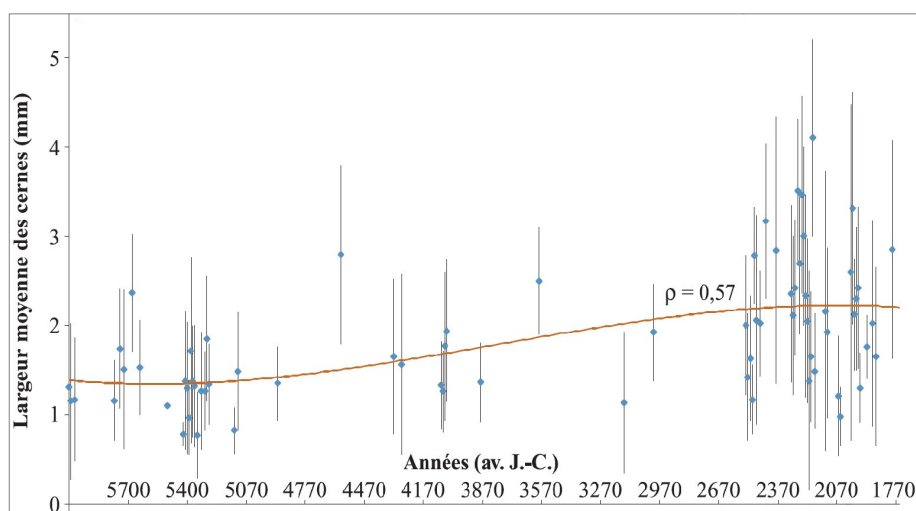


Fig. 12 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie et al., 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 12). 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. 13). 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.

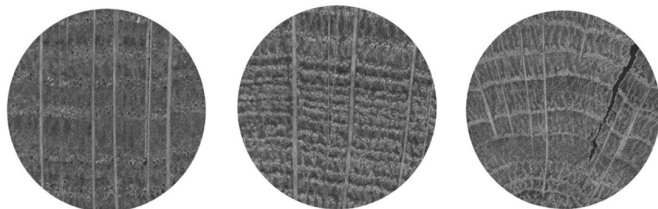


Fig. 13 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration »

La technique dite de « calibration » a pour objectif d'estimer le diamètre minimum des arbres. Cette approche permet de mesurer les calibres minimum à partir de l'angle que forment les rayons ligneux entre eux. Il est ensuite possible de les répartir dans chacune des classes de calibre de façon à mieux appréhender les calibres réellement utilisés (Dufraisse *et al.*, 2011).

La mesure des calibres s'effectue à l'aide d'un logiciel d'analyse d'image. Une loupe binoculaire équipée d'une caméra et couplée à un ordinateur permet la capture de l'image du charbon à mesurer. Les grossissements 7x à 40x ont été utilisés.

Selon N. Marcoux (2009), la capture est à effectuer sur la partie la plus externe du charbon de façon à estimer au mieux son calibre. Deux droites correspondant à des rayons ligneux sont dessinées : d1 et d2 (Fig. 15). Si la marge extérieure du charbon suit la courbure des cernes, une droite d est tracée entre les points de croisement des droites d1 et d2 et la bordure du charbon. La distance d et l'angle a formé par les deux droites d1 et d2 sont les données utilisées dans le calcul trigonométrique basé sur le sinus (Fig. 15).

Dans ces exemples, il est préconisé d'utiliser la marge extérieure du charbon de bois de façon à estimer au mieux son calibre. Il s'avère parfois que dans cette partie, les rayons ligneux présentent une déviation liée vraisemblablement à une déformation du charbon. Dans ce cas, il est plus judicieux d'effectuer les mesures dans une partie saine du charbon et d'ajouter ensuite au rayon la distance entre le lieu de ces mesures et la marge externe du charbon.

Il est important de noter que les expérimentations ayant pour but de vérifier la méthode de mesures et de répartition des calibres ont montré que les calibres les plus gros sont sous-représentés dans les résultats (Paradis S., 2007) d'une part parce que les parties périphériques des bûches sont davantage consommées, diminuant l'effectif des restes carbonisés de ces calibres, et d'autre part parce que le bois se rétracte au moment de la combustion, diminuant d'autant le diamètre.

Ces mesures nécessitent des analyses d'images qui ont été réalisées au laboratoire ArkéoMap sous stéréomicroscope Olympus (SZX7).

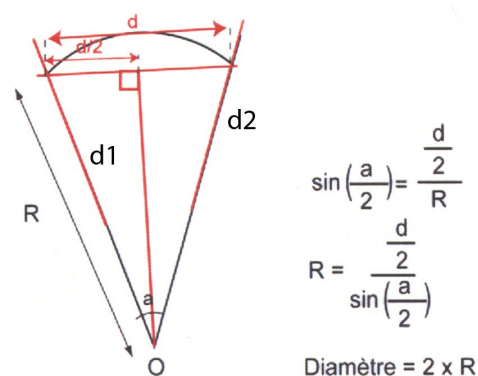


Fig. 14 : calculs trigonométriques pour la détermination des calibres des bois à partir du sinus de l'angle (Paradis S., 2007).

Par la suite, c'est la fréquence des effectifs des rayons obtenus qui va permettre d'estimer le rayon des arbres utilisés. En toute logique, les charbons les plus à l'extérieur (et donc avec les plus fortes positions radiales calculées) sont aussi les plus nombreux. (Cf. Fig. 14, principe des histogrammes de fréquences, selon Dufraisse *et al.*, 2011). Le rayon de l'arbre pourra ainsi être estimé en prenant la classe de diamètre maximale.

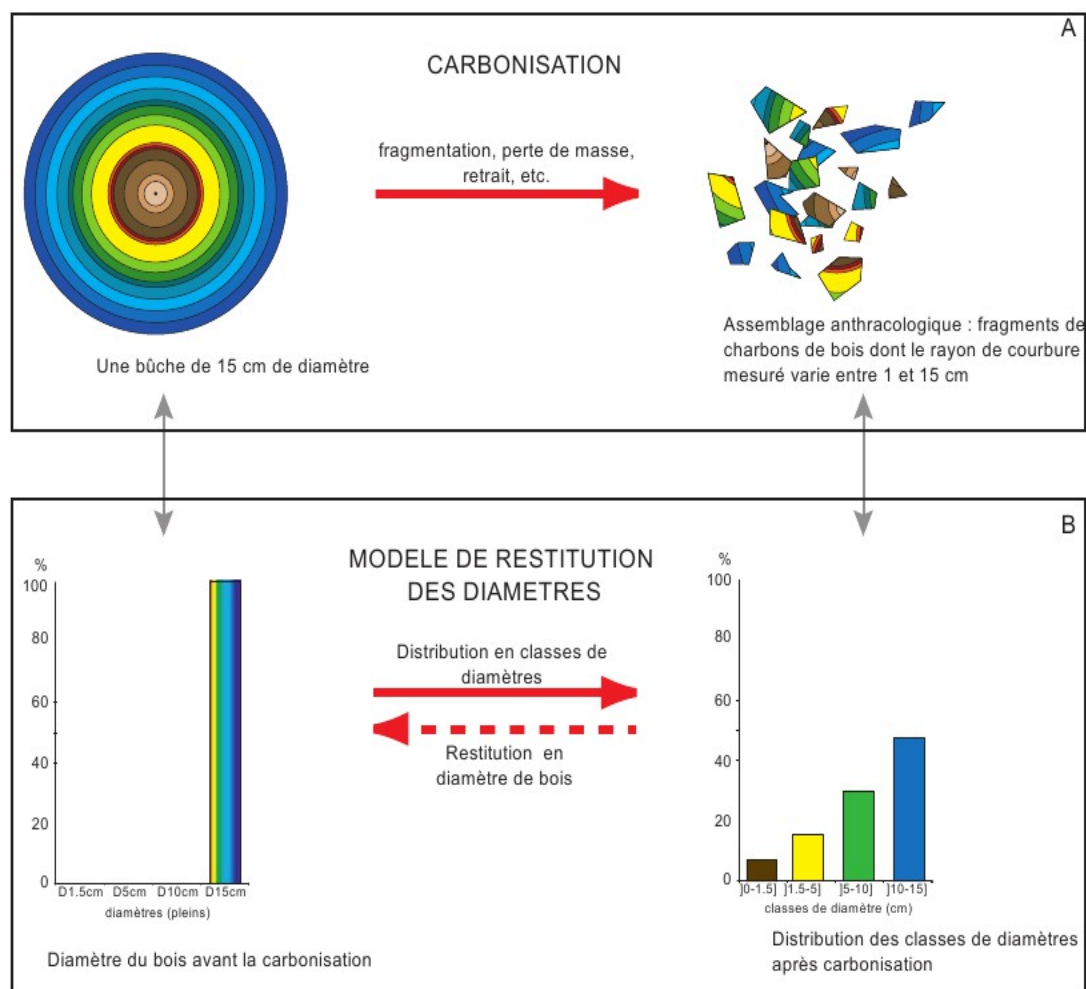


Fig. 15 – Principe du modèle de restitution des diamètres de bois (extrait de Dufraisse *et al.*, 2011).

Remarque : Dans le cadre de cette étude, une majorité de fragments provient de bois de petit calibre et il a parfois été possible d'identifier le centre de la tige (moelle). Dans ce cas, nous avons directement mesuré le rayon du fragment dans sa longueur maximale.

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

L'étude a permis de déterminer entre quatorze et seize 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 et 2008) :

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 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.

Fig. 16 – 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.

Le charme (*Carpinus sp.*) est une essence de demi-ombre ou d'ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols à richesse minérale variable : sols de pH basique à moyennement acide. Il apprécie les sols profonds secs à frais. C'est une espèce qui a besoin d'étés chauds pour la maturation des graines. On le trouve partout en France, sauf dans le Sud-Ouest, en Bretagne et Basse-Normandie et sur le pourtour méditerranéen. Il est fréquemment associé aux forêts collinéennes (*Carpinion betuli*) et chênaies mixtes, aux bois, aux haies. Il fournit un bois homogène à densité élevée, très dur et peu fissible. Plante astringente, c'est un excellent bois de chauffage, brûlant lentement avec une flamme vive. C'est un très bon charbon de bois, mais très peu utilisé en menuiserie car son tronc est trop peu régulier.

Le noyer (*Juglans sp.*, probablement le noyer commun *Juglans regia*) a été identifié. C'est une essence de climat assez doux qui reste sensible aux gelées. C'est une espèce héliophile et mésophile à méso-hygrophile. Il serait originaire des Balkans et aurait été planté un peu partout en France depuis l'époque gallo-romaine. Il serait « subspontané » dans les zones alluviales (Rameau *et al.*, 1989). Néanmoins, on le trouve régulièrement dans les études polliniques parfois de façon très ancienne. Il a parfois été cultivé pour ses noix à amandes comestibles. Il fournit un bois homogène à gros pores, duramen brun à brun-noir, facile à travailler, se courbant très bien, de très grande valeur, très recherché. Il est très régulièrement utilisé en ébénisterie, en tournerie, sculpture, marqueterie. Il fournit un bois de densité moyenne à forte donnant un bon combustible et un charbon estimé.

Un charbon de **frêne** (*Fraxinus sp.*) a été identifié dans le prélèvement n°8 (ST15). 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.

Les Pomoïdées ou Maloïdeae (ex. aubépine, poirier, néflier, alisier, cormier) et les **Prunoïdées** dont le genre **Prunus** (ex. merisier, cerisier, prunellier) 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 bois denses et considérés comme de très bons combustibles, souvent employés sous la forme de bois de petit calibre (ex. type fagot), et privilégié pour générer des combustions vives telles que lors de phases d'allumages.

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.

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.

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.

Le cornouiller (*Cornus sp.*) est un genre qui correspond potentiellement à deux espèces d'arbres dans l'aire considérée : le cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*) et le cornouiller mâle (*Cornus mas*). Ce sont des arbustes héliophiles et poussant sur des sols riches en bases (pH basique à légèrement acide). On les trouve dans les bois de types chênaies, chênaies-hêtraies, forêts ripicoles, lisières forestières, haies, fourrés et friches. Il est utilisé en marqueterie, dans la confection d'outils... Le cornouiller mâle est réputé pour fournir un excellent bois de chauffage. Ses fruits sont comestibles à maturité. Les fruits du cornouiller sanguin donnent une huile utilisée autrefois pour l'éclairage et la fabrication du savon.

Le buis (*Buxus sempervirens*) est une essence plutôt thermophile et de sols secs (étage supraméditerranéen). Il est commun dans le midi et disséminé ailleurs. On

le trouve à l'état naturel dans les formations végétales ouvertes comme les landes, fruticées, broussailles, friches, bois clairs. Son bois est parfois utilisé en marqueterie. Il est aussi utilisé comme plante ornementale dans les haies et bordures taillées.

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. Ils sont souvent associés au noisetier et bouleau. 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.

Quelques fragments de **vigne** (*Vitis sp.*) ont été identifiés à l'intérieur des comblements des structures ST1 (fond de cabane), ST22, et ST15 (fosse). C'est donc une essence qui semble être bien présente et probablement cultivée dans le paysage environnant. De plus, notons que des pépins ont aussi été identifiés à l'intérieur des structures ST1 (prélèvements n°1 et n°4), ST22 et ST15. Ce sont des plantes grimpantes, ligneuses, des régions au climat tempéré ou de type méditerranéen. C'est une espèce que l'on trouve principalement dans les vallées des grands fleuves, ripisylves, bois humides. Selon Rameau (2008), on peut la trouver à l'état subspontané, notamment dans le sud de la France mais aussi dans le Centre, l'Alsace, dans les vallées de la Marne. Son implantation n'est donc pas complètement inattendue dans ce secteur géographique. *Vitis vinifera L.* est une espèce qui serait cultivée depuis le VI^e millénaire en Europe (dans le Caucase). Les Phocéens implantent la vigne au VIII^e avant J.-C. dans le sud de l'Italie, au VII^e à Marseille. Dans le nord de la France, la viticulture semble se développer à partir de l'Antiquité. Mais le taxon, sous une forme sauvage, est identifié bien avant par la palynologie et l'anthracologie dans les zones alluviales du Bassin parisien. Selon V. Zech-Matterne (2011), « *Dès le Haut-Empire, des indices polliniques ponctuels signalent l'existence d'une viticulture dans le Bassin parisien, notamment dans le bassin aval de la Marne, d'après les analyses de Chantal Leroyer (1997)* ». L'analyse anthracologique ci-présente ne permet pas de différencier la vigne sauvage de la vigne cultivée. En revanche, l'analyse carpologique indique de la vigne « cultivée » (cf. rapport carpologique associé, N. KERBASTARD, ArchéoBota. Ent.).

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Les analyses anthracologiques portent sur sept prélèvements distincts correspondant à quatre structures (Fig. 1). Un fond de cabane (Structure ST1) et trois comblements de fosses.

Notons que le fond de cabane (ST1) et la fosse ST22 semblent être contemporains et datés du VIII^e – IX^e siècle. La fosse ST15 a été attribuée au Xe – XII^e siècle, alors que la structure ST41 est datée du Moyen Age.

Les résultats sont présentés ci-après en quatre parties distinctes correspondant aux quatre structures.

3.1. Prélèvements n°1, n°2, n°3 et n°4 associés au fond de cabane de la structure ST1 (US2).

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Courbure				Rythme		Combustion							Thylle	Moelle
		Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fendu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux		
ST1 – US 2 : Pr 1 : ¼ NE	Acer sp.	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Carpinus betulus	5	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Juglans sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Quercus/Castanea	3	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	9	0	6	2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0
	Salix/Populus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vitis sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOMME		30	0	13	15	7	0	0	0	1	0	0	0	1	3	3
ST1 – US 2 : Pr 2 : ¼ SO	Acer sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Carpinus betulus	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	5	0	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	Pomoidée	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	11	0	8	1	6	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0
	Salix/Populus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOMME		35	0	14	12	6	0	1	2	0	0	1	0	3	2	0
ST1 – US 2 : Pr 3 : ¼ SE	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	6	0	2	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	14	0	10	2	3	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0
	Salix/Populus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vitis sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SOMME	30	0	17	10	3	0	0	5	1	0	0	0	0	3	0
ST1 – US 2 : Pr 4 : ¼ NO	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	7	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	6	0	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Frag. écorce	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Juglans sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	13	0	10	3	4	3	2	2	0	0	0	0	0	4	0
	SOMME	35	0	15	15	4	3	2	3	0	0	0	0	0	4	3
SOMME TOTALE		130	0	59	52	20	3	3	10	2	0	1	0	4	12	6

Fig. 17 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les quatre prélèvements du fond de cabane ST1 - US2. Résultats présentés par prélèvements.

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Courbure				Rythme		Combustion							Thylle	Moelle
		Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fendu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux		
ST1 – US 2	Acer sp.	6	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Carpinus betulus	8	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cornus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	15	0	4	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	20	0	7	13	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2
	Frag. écorce	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	Juglans sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Quercus/Castanea	9	0	3	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	47	0	34	8	19	3	3	4	2	0	0	0	0	12	0
	Salix/Populus	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vitis sp.	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOMME		130	0	59	52	20	3	3	10	2	0	1	0	4	12	6

Fig. 18 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour l'ensemble des prélèvements du fond de cabane ST1 (US2). Résultats présentés pour l'ensemble des quatre prélèvements.

Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
P1 : ¼ NE	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	6	11	2,21	0,62	1,45	3
P2 : ¼ SO	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	6	17	1,59	0,72	0,7	2,27
P3 : ¼ SE	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	3	5	3,07	0,55	2,7	3,7
P4 : ¼ NO	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	4	11	2,39	0,83	1,8	3,61
TOTAL ST1	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	19	44	1,87	0,8	0,5	3,5

Fig. 19 – Tableau des résultats des mesures de largeurs de cerne (mm) réalisées sur les charbons de chêne (*Quercus sp.*) présentant une courbure faible à intermédiaire pour l'ensemble des prélèvements de ST1 - US2.

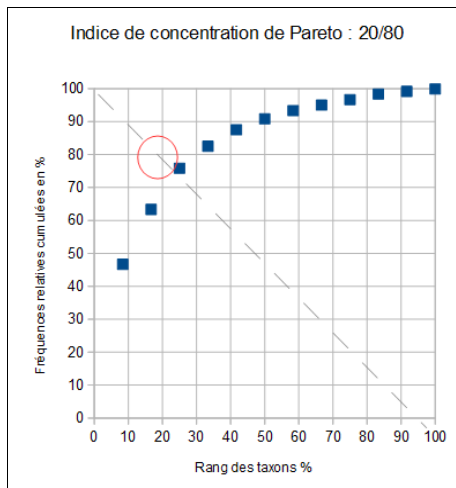


Fig. 20 – Indice de concentration de Pareto pour l'ensemble des charbons provenant du fond de cabane ST1 (US2). Le calcul a été effectué sur les effectifs des quatre prélèvements, soit 12 taxons anthracologiques distincts et 120 charbons retenus pour le calcul.

b. Interprétations

130 charbons ont été observés pour l'ensemble des quatre prélèvements associés au fond de cabane (ST1 – US2).

Onze à treize taxons anthracologiques ont été identifiés (Fig. 21). Par ordre d'importance on constate des charbons de chêne et chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*), de hêtre (*Fagus sylvatica*), de noisetier (*Corylus avellana*), de charme (*Caprinus sp.*). Dans une moindre mesure, des charbons d'érable (*Acer sp.*), de Pomoïdée, de noyer (*Juglans sp.*), de saule/peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*), de cornouiller (*Cornus sp.*), de vigne (*Vitis sp.*), de prunellier (*Prunus sp.*) et de buis (*Buxus sp.*). Quelques fragments d'écorce et indéterminés ont aussi été observés (Fig. 17 et 21).

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-châtaigner » (*Quercus sp. / Castanea sp.*) (cf. notes à ce sujet chapitre 2.5.).

Quelques différences sont observées entre les quatre prélèvements, mais sont semblables dans leurs grands traits. En effet, les principaux taxons : chêne et chêne-châtaigner, de hêtre, de noisetier sont systématiquement identifiés. Le saule/peuplier, l'érable sont identifiés dans trois des quatre prélèvements. Le prélèvement n°4 (¼ NO) montrerait quelques différences avec les détections du buis, du noyer, du prunellier.

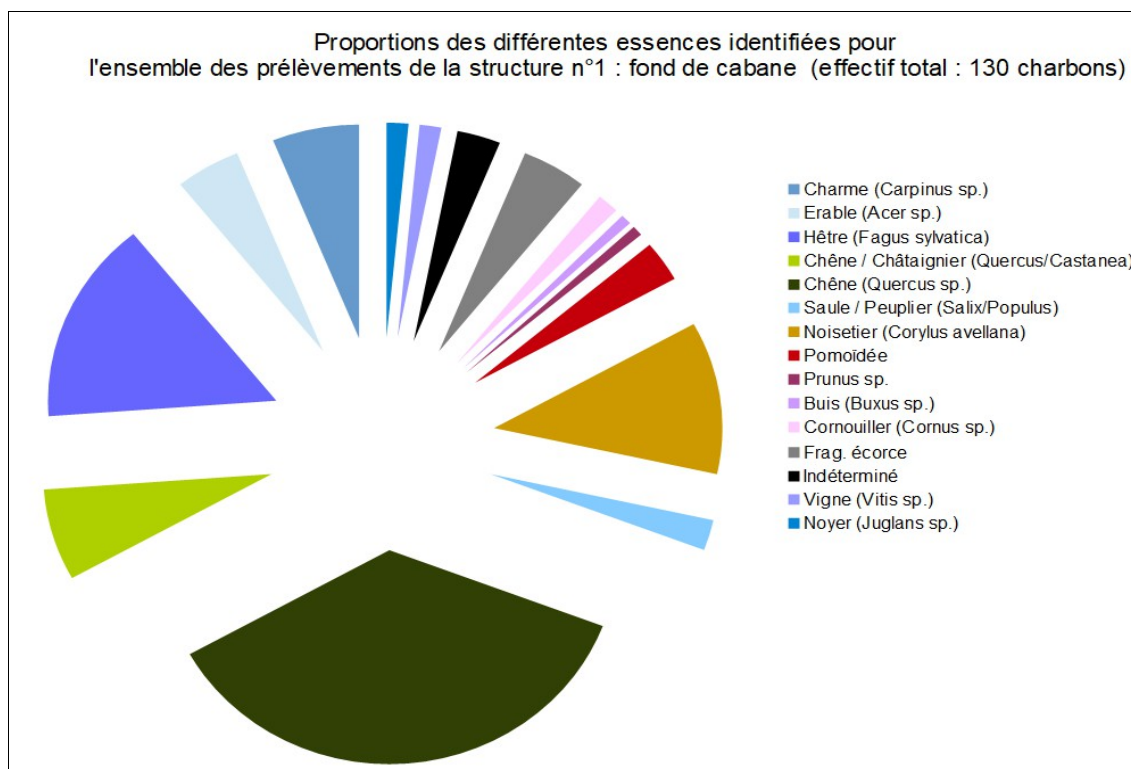


Fig. 21 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour l'ensemble des prélèvements du fond de cabane (ST1 - US2) sous la forme d'un « camembert éclaté ».

L'observation des courbures de cernes montre des charbons présentant des courbures de cerne forte et intermédiaire en quantité sensiblement équivalentes. (Fig. 17). Cette caractéristique indique que les combustibles utilisés étaient essentiellement constitués de bois de petit à moyen calibre, probablement des petites branches de quelques centimètres de diamètre.

Les essences telles que le chêne, le hêtre, le charme, voire l'érable et le noyer correspondent à des bois denses, produisant des braises durables et à fort pouvoir calorifique. Elles peuvent ainsi être considérées comme de bons combustibles pour alimenter et maintenir un feu. À l'inverse, le noisetier, le saule/peuplier sont des essences de bois plus tendre et les petites branches de Pomoïdée, de *Prunus*, s'enflamment plus rapidement et produisent une combustion vive et intense, mais de courte durée. L'association de ces différents combustibles suggère donc une complémentarité fonctionnelle : les petits bois de Pomoïdée et *Prunus* ainsi que les brindilles de noisetier, de saule-peuplier auraient favorisé l'allumage ainsi que l'obtention de flammes vives, tandis que le chêne, le hêtre, le charme, le noyer et l'érable auraient assuré l'entretien de la combustion sur une plus longue durée.

La proportion de fragments d'aspect luisant est assez faible (10%). Les charbons semblent donc provenir de combustions plutôt aérobies (cf. chapitre 2.2. à propos du phénomène de « vitrification »). L'hypothèse de charbons provenant de combustions « ouvertes » (ex. foyer) est donc la plus probable. Les quelques aspects luisants observés sur certains charbons relèvent probablement d'effets localisés, peut-être en « fond de foyer » (Blaizot *et al.*, 2004).

Par ailleurs, les charbons montrant des fentes de retrait sont en très faibles quantités (environ 4%). 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.

En ce qui concerne la collecte du combustible, le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre que le rapport d'équilibre est assez proche de celui attendu en théorie dans la nature à savoir une situation où environ 20 % des taxons représentent près de 80 % de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999)(Fig. 20). Sur la base de cet indice, la composition anthracologique constatée pour l'ensemble des prélèvements du fond de cabane peut être interprétée comme le résultat de ramassages peu sélectifs, de type « tout venant ». Aucun critère de sélection à caractère spécifiquement « technique » ne semble, a priori, avoir guidé le choix de cet assemblage de combustible. Ce mode de collecte « opportuniste », associé à l'utilisation d'essences de combustibilité relativement médiocre (noisetier, saule/peuplier, cornouiller, buis, vigne) est généralement à rapprocher des usages domestiques.

Enfin, des mesures de largeur de cernes ont été effectuées sur une vingtaine de fragments de chêne, permettant de calculer une moyenne d'environ 1,87 mm/an (fig. 19). Cette valeur est caractéristique de conditions de croissance plutôt contraignantes, pouvant correspondre à un environnement défavorable (sols pauvres, exposition limitée) ou à un milieu soumis à une compétition inter- ou intraspécifique pour l'accès aux ressources (par exemple un boisement dense).

3.2. Prélèvement n°7 provenant du comblement de la fosse ST22 (US 47)

a. Résultats

			Courbure			Rythme		Combustion									
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux	Thylle	Moelle	
ST 22 – US 47 Pr7	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Corylus avellana	8	0	0	8	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	
	Fagus sylvatica	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Prunus sp.	14	0	0	14	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	4	
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Vitis sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SOMME		30	0	3	27	0	0	7	1	1	0	2	0	0	0	7	

Fig. 22 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°7, provenant du comblement de la fosse ST22 (US47)

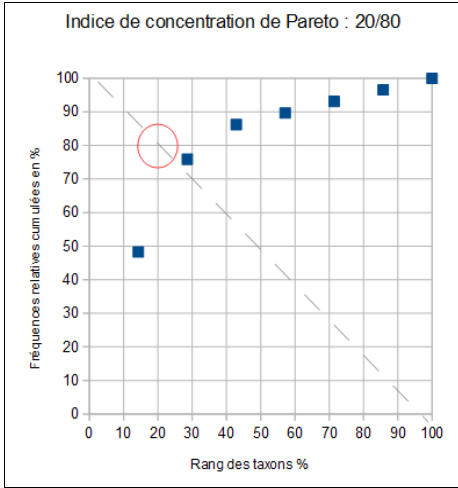


Fig. 23 – Indice de concentration de Pareto pour l'ensemble des charbons provenant du prélèvement n°7 fosse ST22 (US 47). Le calcul a été effectué sur les effectifs de sept taxons anthracologiques et 29 charbons observés.

b. Interprétations

Ce prélèvement charbonneux est associé au comblement de la fosse ST22 (US 47). Il serait contemporain de l'ensemble charbonneux du fond de cabane ST1 (VIIIe–IXe s. apr. J.-C.).

Toutefois, bien que les sept taxons identifiés dans ce prélèvement aient également été observés dans les ensembles charbonneux du fond de cabane ST1, la composition anthracologique diffère nettement, notamment dans les proportions relatives des différentes essences.

Trente fragments de charbon ont été analysés dans ce prélèvement. Ils correspondent principalement au genre *Prunus*, au noisetier et au hêtre. Quelques fragments d'érable, de chêne, de Pomoidées et de vigne ont également été identifiés, mais de manière plus ponctuelle.

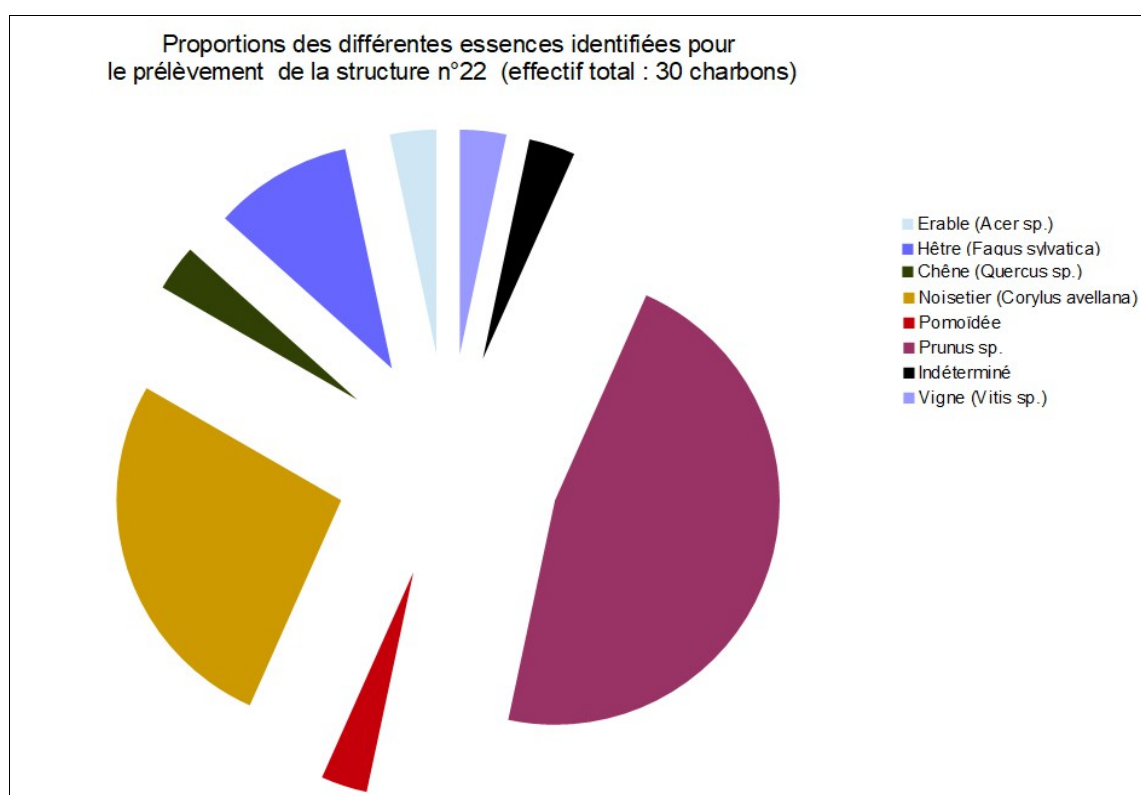


Fig. 24 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour le prélèvement n°7 fosse ST22 (US 47), sous la forme d'un « camembert éclaté ».

L'analyse des courbures de cernes met en évidence une large prédominance de fragments présentant une forte courbure, caractéristique de bois de petit calibre (90%), combustible de type fagot. Cette tendance est particulièrement marquée pour les essences du genre *Prunus* et noisetier, correspondant exclusivement à des bois de petit calibre, voire de brindilles. Des calculs de calibration réalisés sur plusieurs fragments de section entière indiquent des rayons minimaux compris entre 1,5 et 13 mm. Les charbons de hêtre présentent en revanche davantage de courbures intermédiaires, traduisant l'utilisation de branches légèrement plus grosses, probablement de quelques centimètres de diamètre (Fig. 22).

La proportion de fragments d'aspect luisant est également très faible (environ 10 %). Les charbons semblent donc résulter de combustions majoritairement aérobie

(cf. chap. 2.2. concernant le phénomène de « vitrification »). L'hypothèse de rejets issus de combustions ouvertes, de type foyer, apparaît ainsi la plus probable. Les rares surfaces luisantes observées sur certains charbons relèvent vraisemblablement d'effets localisés, possiblement en fond de foyer (Blaizot *et al.*, 2004).

Notons que les bois de *Prunus*, de hêtre, des Pomoïdées et de chêne sont qualifiés de bois dense produisant des braises avec un fort pouvoir calorifique. Les combustions ont dû être assez intenses, mais à défaut de bois de gros calibre ou intermédiaire, assez brèves.

Les charbons présentant des fentes de retrait sont non négligeables (30%) une partie au moins des branches collectées a dû l'être à l'état vert.

Afin de caractériser les modalités d'approvisionnement en combustible, un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été réalisé à partir des sept taxons anthracologiques identifiés (Fig. 23). Ce calcul repose sur le principe selon lequel, dans une communauté végétale en équilibre, environ 20 % des essences représentent près de 80 % de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999).

Or, les proportions observées s'écartent sensiblement de ce modèle théorique (cf. graphique Fig. 23). Cette différence pourrait s'expliquer par le faible effectif étudié (25 charbons), mais elle traduit probablement aussi un approvisionnement sélectif en combustible. Au regard des calibres observés, il est plausible que les collectes aient privilégié des bois de petit diamètre, favorisant ainsi des essences produisant naturellement de fines branches, telles que le genre *Prunus* (ex. prunellier) ou le noisetier, au détriment d'espèces générant des branches plus grosses, comme le chêne ou le hêtre. Ce choix apparaîtrait cohérent avec l'hypothèse de combustions recherchées pour leur intensité.

3.3. Prélèvement n°8 associé à la fosse ST15 (US 16)

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fendu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux
ST 15 – US 16 Pr8	Carpinus betulus	5	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indétermi	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Prunus sp.	5	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	Salix/Populus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vitis sp.	4	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SOMME		30	0	6	8	0	0	0	1	3	0	1	0	0

Fig. 25 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°8 fosse ST15 (US 16).

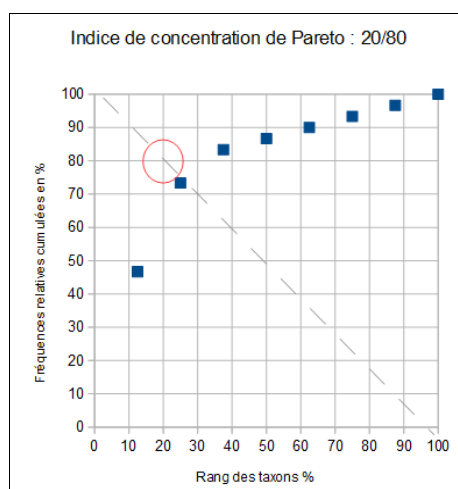


Fig. 26 – Indice de concentration de Pareto pour les charbons provenant du prélèvement n°8 – fosse ST15 US16. Le calcul a été effectué sur les effectifs de huit taxons anthracologiques. Les fragments de chêne et de chêne-châtaigner ont été rassemblés dans un même taxon. 25 charbons ont été retenus pour le calcul.

b. Interprétations

Une trentaine de charbons a été observée pour ce prélèvement. L'analyse permet d'identifier sept à neuf essences de bois. Par ordre d'importance on constate des charbons de charme (*Carpinus sp.*), du genre *Prunus*, de chêne (*Quercus sp.*), de chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*), de vigne (*Vitis sp.*) et de hêtre (*Fagus sylvatica*). Dans une moindre mesure, quelques fragments de saule/peuplier (*Salix sp/ Populus sp.*) de noisetier (*Corylus avellana*) et de frêne (*Fraxinus sp.*) ont aussi été observés (Fig. 27).

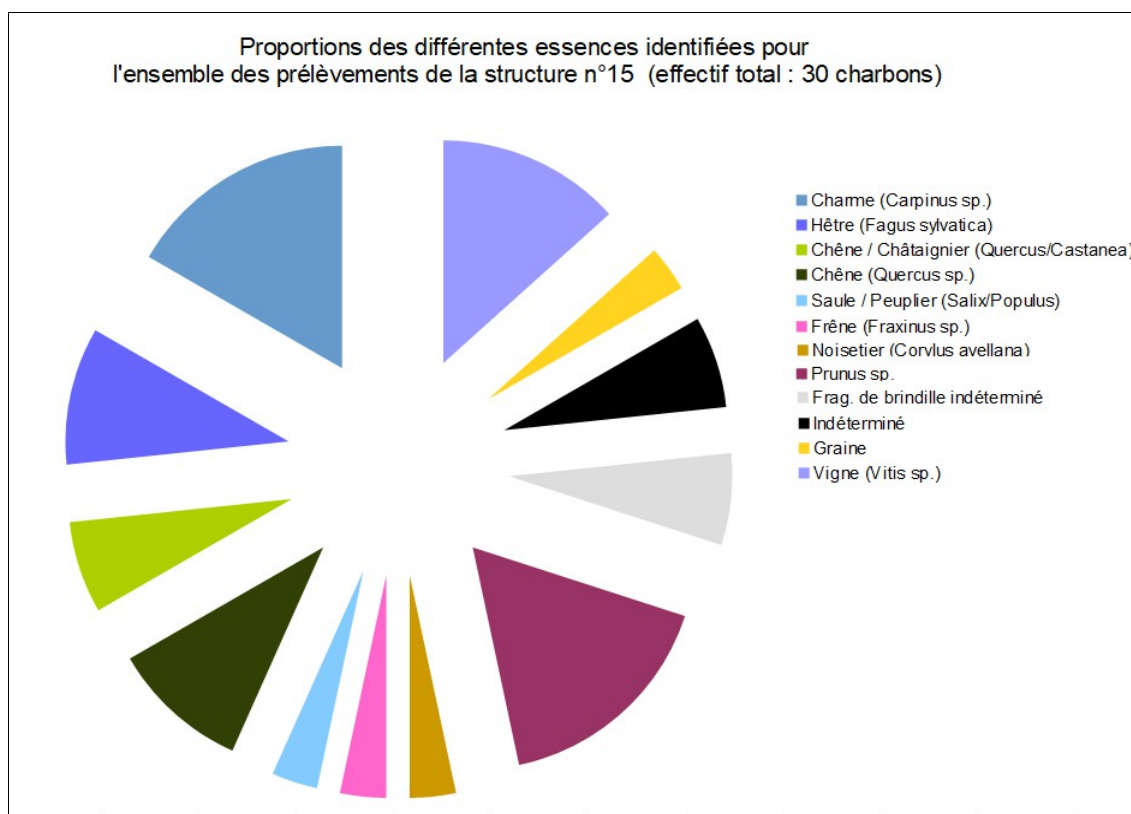


Fig. 27 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour le prélèvement n°8 fosse ST15 (US 16), sous la forme d'un « camembert éclaté ».

L'observation des courbures de cernes met en évidence une prédominance de fragments présentant des courbures fortes (57 %) et moyenne (43 %). Aucun charbon ne présente une faible courbure (fig. 25). Ces données indiquent que les combustibles utilisés proviennent majoritairement de bois de petites branches, probablement de quelques centimètres de diamètre.

Les essences telles que le charme, le chêne, le hêtre, le genre *Prunus*, le châtaigner, correspondent à des bois denses et relativement durs, susceptibles de produire des braises à fort pouvoir énergétique et d'assurer une combustion prolongée. Elles peuvent ainsi être considérées comme de « bons combustibles ». À l'inverse, le noisetier et le saule-peuplier correspondent à des bois plus tendres,

s'enflammant rapidement mais offrant une durée de combustion plus limitée. Il apparaît ainsi que le charme, le hêtre et le chêne, voire le châtaignier, ont probablement été sélectionnés pour entretenir la combustion dans la durée, tandis que les petites branches de *Prunus* et des bois de noisetier et de saule-peuplier ont pu jouer un rôle dans les phases d'allumage et de montée en température. La forte proportion de bois de petit calibre a toutefois probablement favorisé des combustions assez vives.

Les charbons présentant des fentes de retrait sont peu représentés (13 %). Dans l'ensemble, ces observations indiquent donc que le combustible a majoritairement été brûlé à l'état sec et non vert. Cette caractéristique implique une sélection préalable du combustible lors de la collecte et peut éventuellement suggérer l'existence d'un stockage avant son utilisation.

La proportion de fragments présentant un aspect luisant est également très faible (environ 13%). Les charbons semblent donc principalement résulter de combustions aérobies (cf. chap. 2.2. concernant le phénomène de « vitrification »). L'hypothèse de rejets issus de combustions ouvertes, de type foyer, apparaît ainsi la plus probable. Les rares aspects luisants observés sur certains fragments relèvent vraisemblablement de phénomènes localisés, possiblement liés à des conditions particulières en fond de foyer (Blaizot *et al.*, 2004). Dans l'ensemble, la combustion semble avoir été bien oxygénée, les résidus charbonneux proviennent donc plutôt d'une combustion de type « foyer ouvert ».

En ce qui concerne la collecte du combustible, le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre que le rapport d'équilibre est relativement proche de celui théoriquement attendu pour une végétation naturelle (fig. 26), dans laquelle environ 20 % des taxons représenteraient près de 80 % de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999).

Il est probable que l'étude d'un plus grand nombre de charbons aurait permis de rapprocher davantage le rapport observé de cet équilibre théorique. Ce résultat est caractéristique d'une collecte de bois de type « tout venant », généralement associée aux combustions liées aux activités domestiques.

3.4. Prélèvement n°14 associé à la fosse ST41 (US 42)

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Fendu très brillant- struct. Inform.	Aspect granuleux	Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud			
ST 41 – 42 Pr14	Acer sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fabacée type Cytisus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Fagus sylvatica	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Quercus/Castanea	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOMME		20	0	5	3	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1

Fig. 28 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°14 fosse ST41 (US 42).

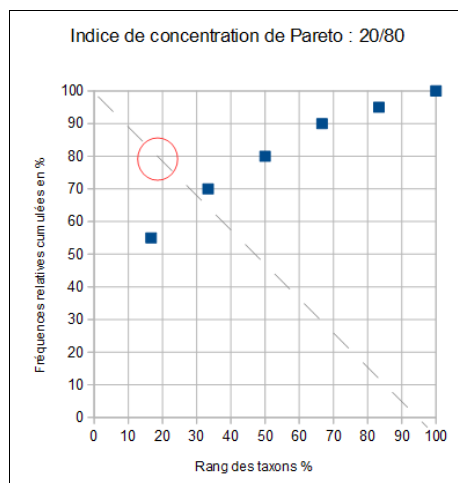


Fig. 29 – Indice de concentration de Pareto pour les charbons provenant du prélèvement n°14 – fosse ST41 US42. Le calcul a été effectué sur les effectifs de six taxons anthracologiques. Les fragments de chêne et de chêne-châtaigner ont été rassemblés dans un même taxon. 20 charbons ont été retenus pour le calcul.

b. Interprétations

Une vingtaine de fragments ont été observés dans ce prélèvement. Ils correspondent principalement à du chêne, à des charbons de type chêne-châtaignier et à du hêtre. De manière plus marginale, quelques fragments du genre *Prunus*, de Pomoïdée, d'érable, de genêt (Fabacée, type *Cytisus* sp.) ont également été identifiés (Fig. 30).

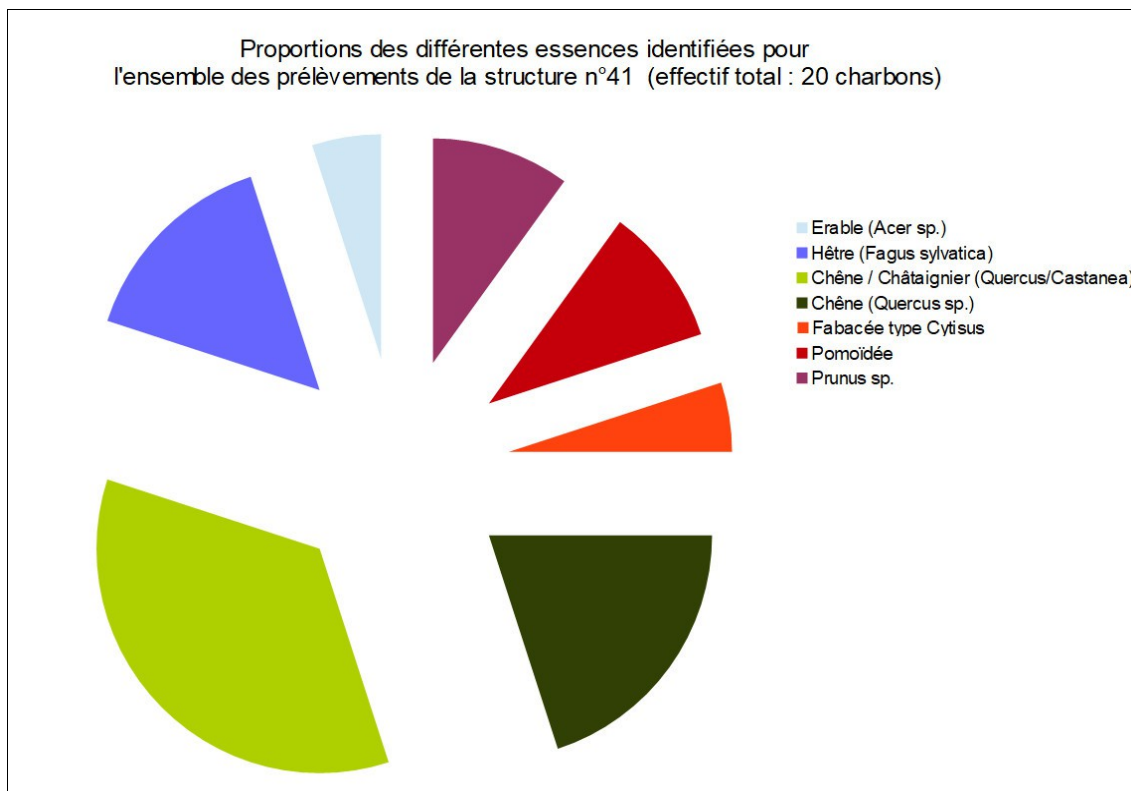


Fig. 30 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour le prélèvement n°14, fosse « ST41 - US 42 » sous la forme d'un « camembert éclaté ».

L'analyse des courbures de cernes met en évidence une majorité de fragments présentant une courbure intermédiaire, suggérant l'utilisation de branches de quelques centimètres de diamètre.

Concernant l'aspect des charbons, les fragments luisants sont faiblement représentés il s'agit probablement de rejet d'une combustion ouverte de type « foyer ouvert » (cf. chapitre 2.2.).

Par ailleurs, les charbons présentant des fentes de retrait sont peu nombreux, ce qui suggère l'utilisation de bois sec (non vert) au moment de la combustion.

La composition de cet assemblage est globalement comparable à celle observée pour le prélèvement de la structure « ST1 » avec une forte proportion de bois durs, notamment le chêne, chêne-châtaignier et le hêtre. Dans les deux cas, on peut émettre l'hypothèse d'un recours préférentiel à des essences denses pour l'alimentation du feu. Les bois plus tendres et de plus petits calibres (genêt, saule, *Prunus*) ont probablement été utilisés lors des phases d'allumage.

Notons que les bois de *Prunus*, de hêtre, des Pomoïdées et de chêne sont qualifiés de bois dense produisant des braises avec un fort pouvoir calorifique.

Afin de caractériser les modalités d'approvisionnement en combustible, un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été réalisé à partir des six taxons anthracologiques identifiés (Fig. 29).

Or, les proportions observées s'écartent sensiblement du modèle théorique (cf. graphique Fig. 29). Cette différence pourrait s'expliquer par le faible effectif étudié (20 charbons seulement), mais elle traduit peut être aussi un approvisionnement sélectif en combustible orienté visiblement vers des essences de bois denses. Cette sélection pourrait correspondre à un choix technique pour alimenter une combustion destinée à générer des braises par exemple. Il pourrait donc potentiellement s'agir de rejets d'une combustion en lien avec des activités « artisanales ».

4. BILAN

Cette étude apporte des éléments d'interprétation fondés sur l'analyse des vestiges ligneux. Un total de 210 fragments a été observé à partir de sept prélèvements charbonneux associé à quatre structures (Fig. 1).

4.1. Informations d'ordre paléo-environnemental

Quatorze à seize taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude.

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 charme, du noyer, du chêne, du hêtre, voire du châtaignier ou bien des choix orientés vers des bois de petit calibre plus « légers », genêt, saule-peuplier, sont probables. La détection de la vigne est aussi à noter.

L'identification des taxons ligneux permet de proposer différentes associations écologiques (Rameau *et al.*, 1989) (Fig. 31) :

- **les groupements forestiers de la chênaie-hêtraie et de la chênaie diversifiée** avec le chêne, (chêne-châtaignier), le hêtre, l'érable, le charme, voire le frêne et le noyer.
 - **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection du noisetier (*Corylus avellana*), du genre *Prunus* (ex. merisier, cerisier), de la famille des Pomoïdées (ex. aubépine), du cornouiller (*Cornus sp.*), du buis (*Buxus sp.*) et du genêt (Fabacée type *Cytisus sp.*).
 - **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.*), le buis, le genre *Prunus* (ex. le prunellier).
- Ces boisements forestiers et boisements clairs correspondent à des collectes de bois dans des secteurs bien drainés.
- **les formations ripicoles (bois humides)** : saule-peuplier, frêne, voire noyer.
 - **les cultures (?)** : potentiellement le noyer et la vigne (cf notes à propos de potentielles cultures de ces essences, chapitre 2.5.).

Remarque à propos des essences de « landes fourrés » : L'identification potentielle d'espèces de landes, landes-fourrés (fruticées) est à souligner. Suivant une dynamique végétale bien connue, (Marguerie, 1992a), l'apparition puis le développement des végétations de landes sont la conséquence de défrichements précoces, potentiellement dès la Protohistoire, suivis de surexploitations agricoles (pastoralisme, cultures...) entraînant une dégradation générale des sols. Les déprises agricoles qui s'en suivirent ont probablement donné lieu à des recolonisations végétales sous forme de formations de landes et landes-fourrés dans les environs du site.

	Fond de cabane ST1 - US2	Fosse ST22	Fosse ST15	Fosse ST41
Groupes forestiers de la chênaie-hêtraie et chênaie diversifiée				
Boisements clairs, haies, lisières				
Formations de landes et fourrés				
Formations ripicoles (boisements humides)				
Essence cultivée ? (noyer et vigne)	 Vigne et noyer	 Vigne	 Vigne	

Fig. 31 – Tableau montrant les différents types de boisements explorés en fonction des différents contextes de prélèvement.

Les aires de collectes ont surtout recoupé des formations forestière de type « chênaie et chênaie-hêtraie » et des formations de « boisements ouverts, de haies ». Ces deux formations ligneuses sont systématiquement représentées dans les quatre ensembles charbonneux.

Les formations ripicoles sont détectées par l'intermédiaire de quelques charbons de saule-peuplier dans les structures ST1 et ST15.

La formation de « landes-fourrés » essentiellement représentée par l'association du genre *Prunus* et du genêt est interprété dans l'ensemble de la structure ST41.

La vigne, potentiellement cultivée, est identifiée dans les ensembles des structures ST1, ST 22 et ST15. La régularité de sa détection montre une présence dans l'environnement durant les périodes du VIII^e - IX^e (ST1, ST22) et du Xe - XII^e (ST15). Il pourrait s'agir de sarments de vigne coupés dans le cadre d'activités vinicoles.

Le noyer est quant à lui identifié dans l'ensemble charbonneux du fond de cabane ST1.

Enfin, quelques mesures de largeur de cernes ont pu être réalisées sur des charbons de chêne de courbure intermédiaire de la structure ST1. Ces mesures ont permis de calculer des largeurs de cernes moyennes comprises entre 1,6 mm à 3,1 mm par an (Fig. 19). Ces valeurs traduisent des conditions de croissance moyennes à difficiles, pouvant être liées à des facteurs abiotiques (sols pauvres ou hydromorphes, mauvaise exposition, pentes marquées, etc.) et/ou à des contraintes biotiques, telles qu'une forte compétition pour les ressources, par exemple au sein d'une mosaïque de chênaie présentant à la fois des secteurs denses et plus ouverts.

4.2. Informations d'ordre ethnographique

L'analyse des quatre compositions anthracologiques permet de distinguer deux types d'ensembles charbonneux.

- Les ensembles ST1, ST15 et ST41.

Les compositions anthracologiques des prélèvements **ST1** (fond de cabane), **ST15** et **ST41** (comblements de fosses) présentent plusieurs similitudes. Elles se caractérisent notamment par une prédominance d'essences de bois dense, principalement le chêne, le chêne-châtaignier et le hêtre, auxquels s'ajoutent ponctuellement le charme et l'érable.

L'observation des courbures de cernes met en évidence une certaine diversité dans les calibres de bois exploités. Les fragments analysés proviennent principalement de petites branches, probablement de quelques centimètres de diamètre. L'utilisation de bois de plus gros calibre ne peut toutefois être totalement exclue, les dimensions réduites de certains fragments ne permettant pas toujours d'estimer leur courbure de cerne.

L'association d'essences de bois dense, telles que le chêne, le hêtre, le charme, voire le noyer et l'érable, avec des essences à bois plus tendre comme le noisetier et le saule, ainsi qu'avec des bois de petit calibre (buis, cornouiller, *Prunus*, genêt), peut être mise en relation avec les contraintes techniques liées à la conduite de la combustion. Les bois denses produisent des braises se consumant lentement et avec un pouvoir énergétique important, tandis que les bois plus tendres et/ou de petit calibre s'enflamment plus rapidement et favorisent des combustions vives, mais de durée plus limitée. Ces derniers ont ainsi pu être privilégiés lors des phases d'allumage et de montée en température, tandis que les bois denses, notamment le chêne et le hêtre, auraient davantage contribué au maintien des combustions.

De manière générale, la forte fréquence des charbons d'aspect mat, associée à la faible proportion de fragments luisants (10 à 13 %), témoigne de conditions de combustion majoritairement aérobies. Ces caractéristiques sont donc compatibles avec des combustions en contexte ouvert, notamment de type « foyer ouvert ».

L'indice de concentration de Pareto a été calculé pour les trois ensembles. Les résultats obtenus pour **ST1** et **ST15** indiquent des compositions proches du rapport d'équilibre théoriquement attendu dans les formations végétales naturelles. Ils traduisent vraisemblablement des ramassages peu sélectifs, de type « tout venant ». Ces résultats plaident ainsi en faveur d'une collecte opportuniste du combustible ce qui est plutôt caractéristique des contextes domestiques.

La composition de **ST41** s'écarte en revanche du rapport d'équilibre théoriquement attendu dans une communauté végétale naturelle. Cette distribution pourrait traduire une collecte plus sélective des combustibles ou refléter des contraintes liées à la disponibilité des ressources ligneuses dans l'environnement immédiat. Cette interprétation doit toutefois être considérée avec prudence, compte tenu du faible effectif de charbons analysés pour cet ensemble.

- L'ensemble ST22

Le prélèvement associé à la fosse **ST22** se distingue nettement des trois ensembles précédents. Le combustible est composé très majoritairement de bois de petit calibre (environ 90 %), principalement représenté par le genre *Prunus* (par exemple le prunellier) et par de petites branches de noisetier. L'utilisation préférentielle de ce type de combustible, éventuellement sous forme de fagots, a vraisemblablement favorisé des combustions rapides et relativement vives, mais de durée limitée.

Notons par ailleurs que les charbons ne montraient pas d'aspect particulièrement luisant, il s'agit donc de rejets d'une combustion qui s'est probablement déroulée en contexte ouvert.

L'analyse statistique (Indice de Pareto) de cet ensemble montre un écart sensible par rapport au rapport d'équilibre naturel. Cela s'explique probablement par un ramassage sélectif de bois de petit calibre, ce qui accrédirait plutôt l'hypothèse de rejets de combustible lié à une activité spécifique de « type artisanal » et non à une utilisation strictement domestique.

Au total, les ensembles **ST1, ST15 et ST41** apparaissent globalement semblables avec une collecte opportuniste de bois, et correspondent probablement à des rejets de combustions domestiques, tandis que **ST22** se singularise par une sélection très nette de bois de petit calibre, répondant potentiellement à des besoins techniques spécifiques souvent associés à des activités de type « artisanales ».

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.
- CENZON-SALVAYRE C., 2014 - *Le bûcher funéraire dans l'Antiquité : une approche archéologique, bioarchéologique et historique d'après l'étude des structures de crémation en Gaule méridionale*. Archéologie et Préhistoire. Volume 1. Université du Maine, 2014. 444 p.
- 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.
- EXCOFFON P., 2010 - *Une tombe à incinération du premier âge du fer au quartier du Capitou à Fréjus (Var)*. BAP, 33, p. 19-26.
- 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.
- LEROYER Ch., 1997 - *Homme, climat, végétation au Tardi- et Postglaciaire dans le Bassin parisien : apports de l'étude palynologique des fonds de vallée*, thèse, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, vol. 1, 574 p.
- 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.

RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. et GAUBERVILLE C., 2008 - *Flore forestière française, guide écologique illustré*. T.3, Région méditerranéenne, Institut pour le développement forestier, Paris, 2426 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.

ZECH-MATTERNE V., BOUBY L., COUBRAY S., BOULEN M., LEMAÎTRE S., 2011 - *Viticulture et viniculture dans le nord du Bassin parisien d'après les données archéobotaniques*. Gallia. 68. 257-262.

6. ANNEXE – Photographies

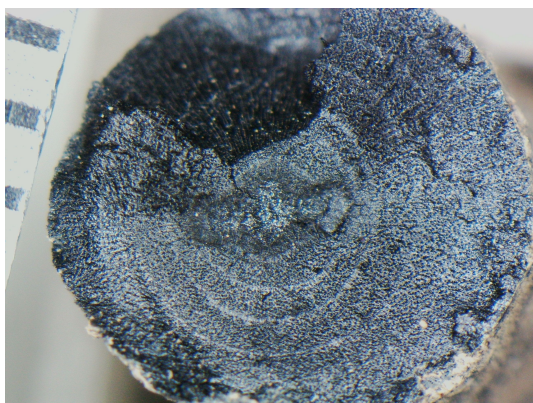


Fig. 32 – Fragment de buis (*Buxus sp.*) de section entière. Coupe transversale. Grossissement x17. Prélèvement n°4 (ST1). L'échelle représente des millimètres.

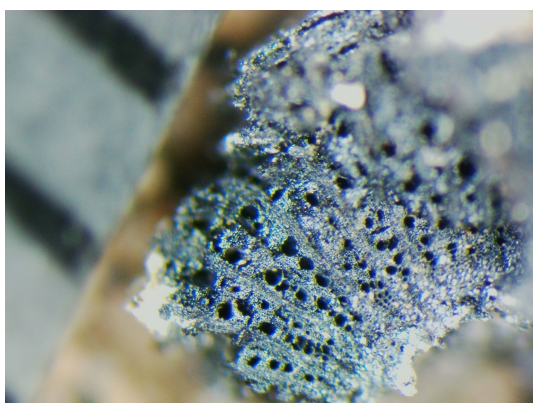


Fig. 33 – Fragment de vigne (*Vitis sp.*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x43. Prélèvement n°7 (ST22). L'échelle représente des millimètres.

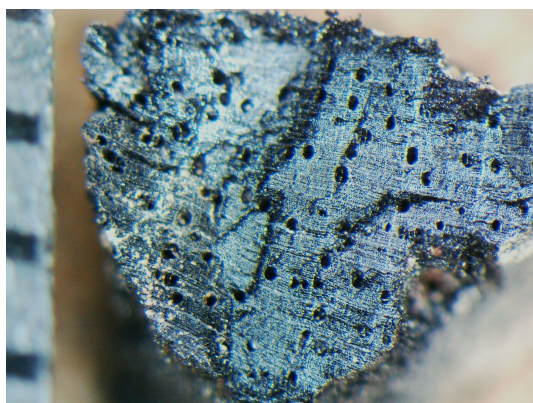


Fig. 34 – Fragment de noyer (*Juglans sp.*) de courbure de cerne forte à intermédiaire. Coupe transversale. Grossissement x28. Prélèvement n°7 (ST1). L'échelle représente des millimètres.