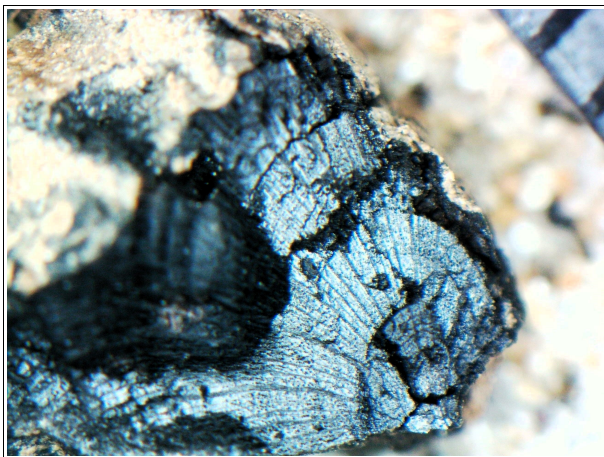




ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE D'UNE OCCUPATION DU
1^{ER} ÂGE DU FER, AU LIEU-DIT « ZAC DES BRUYÈRES » SUR
LA COMMUNE DE CHÂTEAUDUN (28).**

OPÉRATION : OA 0631189



Institut National de Recherches Archéologiques Préventives

Juin 2023

Institut National de Recherches Archéologiques Préventives

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique d'une occupation du 1er Âge du Fer, au lieu-dit « ZAC des Bruyères » sur la commune de Châteaudun (28).

Opération : OA 0631189

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Juin 2023

Illustration de la page de couverture :

Fragment de Hêtre (Fagus sylvatica), vue en coupe transversale, grossissement x15 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°3 du Fait n°30 (trou de poteau).

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	5
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	6
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	9
2.1. Équipement d'observation.....	9
2.2. Méthodologie.....	10
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	16
2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration »	18
2.5. La sélection de fragments charbonneux favorables à une datation radiocarbone.....	20
2.6. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	21
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	25
3.1. Ensemble n°1.....	25
a. Résultats	25
- Fait 16, PRV n°6 – Four.....	25
- Fait 79, PRV n°11 – Trou de poteau	25
b. Interprétations	26
3.2. Ensemble n°2.....	28
a. Résultats	28
- Fait 18, PRV n°10 – Trou de poteau.....	28
- Fait 2, PRV n°16 – Fosse F.2.....	28
- Fait 3, PRV n°13 – Fosse polylobée F.3.....	28
b. Interprétations	29
3.3. Ensemble n°3.....	30
a. Résultats	30
- Fait 31, PRV n°2 – Fosse F.31.....	30
- Fait 30, PRV n°3 – Trou de poteau.....	30
- Fait 91, PRV n°4 – Trou de poteau.....	30
- Fait 32, PRV n°5 – Trou de poteau	31
- Fait 94, PRV n°9 – Trou de poteau.....	31
- Fait 33, PRV n°1 – Fosse à pierres chauffées F.33.....	31
b. Interprétations	32
3.4. Ensemble des prélèvements de l'unité spatiale de « l'US 1007 ».....	35
a. Résultats	35
- Fait 106, PRV n°14 – Trou de poteau.....	35
- Fait 108, PRV n°15 – Fosse F.108.....	35
b. Interprétations	36
4. BILAN.....	37
5. BIBLIOGRAPHIE.....	45
6. ANNEXE – Photographies.....	47
7. ANNEXE – Inventaire des fragments sélectionnés pour datations radiocarbone.....	48
7.1. Prélèvement n°1.....	48
7.2. Prélèvement n°2.....	48
7.3. Prélèvement n°3.....	49
7.4. Prélèvement n°5.....	49
7.5. Prélèvement n°6.....	49
7.6. Prélèvement n°9.....	50
7.7. Prélèvement n°13.....	50
7.8. Prélèvement n°15.....	50

7.9. Prélèvement n°16.....	51
----------------------------	----

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique préventive menée sur le site de « La ZAC des Bruyères » sur la commune de Chateaudun (28).

Les vestiges concernent essentiellement une occupation du 1er Âge du Fer dans laquelle des comblements de trous de poteau, de fosses (dont fosses à pierres chauffées, fosses polylobées) et d'un four ont livré des restes charbonneux.

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

- Tenter de percevoir l'origine des charbons. Dans le cadre de la fouille des comblements du four et des fosses, il s'agit probablement de restes ou de rejets de combustibles, mais l'hypothèse reste à confirmer. Pour les comblements des trous de poteaux, s'agit-il de restes de bois d'œuvre (poteaux?) ou pas.

- s'il s'agit de restes de combustible, tenter de caractériser la qualité du bois utilisé. En déduire si les assemblages ont fait l'objet de sélections (ex. essences ou calibres particuliers), s'ils sont plutôt caractéristiques d'usages domestiques ou artisanaux.

Plus spécifiquement en ce qui concerne l'hypothèse des structures de pierres chauffées (ex. ensemble de la fosse F 33), retrouve t-on un ensemble anthracologique qui correspondrait à un combustible spécifique associé à ce type de structures de pierres chauffées? Les ensembles charbonneux retrouvés en rejet à l'intérieur des comblements des fosses F.2 et F.3 sont ils semblables à l'ensemble associé à la Fosse F.33,

- caractériser les boisements qui existaient dans l'aire de ramassage.

Cette opération a été menée par Eric Champault, responsable d'opération à l'INRAP.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les prélèvements charbonneux ont fait l'objet de tamisages effectués par le service archéologique (mailles de 0,5 et 2 mm).

Sébastien Lecuyer nous a livré une description de l'opération ainsi que des contextes archéologiques associés aux ensembles charbonneux prélevés.

En préambule, au moment de la réalisation de l'étude, aucune datation assurée n'est encore disponible car ni l'étude céramique, ni bien sûr la datation radiocarbone n'ont été réalisées. Les datations a priori proposées correspondent aux données issues de l'étude céramique du diagnostic, et de quelques échanges avec le céramologue en charge de l'étude à venir.

La prescription porte sur une occupation de la fin du 1^{er} Âge du Fer. Trois ensembles architecturaux ont été identifiés lors du diagnostic et deux autres lors du décapage de la fouille. (Ens. 1 à Ens. 5). La plupart des ensembles architecturaux ont pu être rattachés à ces ensembles grâce à leur répartition spatiale.

Par exemple la Fosse F.2 et la fosse polylobée F.3 forment une unité spatiale cohérente avec l'ensemble 2. Le four de forge F.16 est à la marge de l'ensemble 1, le fosse F.31 borde l'ensemble 3 et la structure à pierre chauffée (parfois évoquée comme « four polynésien ») F.33 est dans l'aire de l'Ensemble 3. Cette structure, qui ne recelait pas de mobilier, pose toutefois question car sa morphologie évoque les structures du Néolithique moyen, période qui apparaît sur le site avec un peu de mobilier découvert en « bruit de fond ».

Enfin, un dernier petit ensemble (qui n'a pas été enregistré avec un numéro d'Ensemble) semble se dessiner avec le poteau F.106 qui gît au centre d'une couche anthropisée (Us 1007) d'environ 10m de diamètre et de la fosse F.108 en périphérie de l'Us 1007.

Seize prélèvements ont été réalisés lors de cette opération. Trois se sont révélés infructueux après traitement (P7, P8, et P12).

Les treize prélèvements livrés ont été observés. Au total ce sont un peu plus de 280 fragments qui ont été étudiés (Fig 1).

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE							
Commune :		Chateaudun (28)					
Nom de l'opération / Lieu-Dit :		ZAC des Bruyères					
Année :		2023					
N° OA :		OA 0631189					
Resp. d'Op., Interlocuteurs		E. Champault, étude suivie par S. Lecuyer					
Type d'opération :		fouille préventive					
Période d'analyse pressentie		2023					
N° Prélèvements	N° d'ensemble	N° Faits	Nature du fait	US	Hypothèses de datation	Remarques, éléments d'interprétation et problématiques	Effectifs étudiés
6	1	16	four	1080	?	Hypothèse de torchis, rejetée dans un second temps. Présence de batitures. Hypothèse de présence de graines? À confirmer.	38
11		79	tp	1156			13
10		18	tp	1125			12
16	2	2	fosse	1116	1 ^{er} Âge du Fer	lot de céramique associé. Lot de terre crue.	27
13		3	fosse polylobée	1231		sd 11	30
2		31	fosse	1055		Le tamisage à 0,5 mm a révélé la présence de graines.	30
3	3	30	tp	1053	1 ^{er} Âge du Fer		14
4		91	tp	1044			13
5		32	tp	1046		Beaucoup de céramique associée	21
9		94	tp	1123			15
1	3?	33	fosse à pierres chauffées	1034	?	Néo moyen ?	22
14		106	tp	1256		Les 2 prélèvements concernent l'« unité spatiale » de l'Us 1007	21
15		108	fosse	1271			29
							285

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

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

Pour l'exemple du prélèvement du fait F.31 (comblement de fosse), prélèvement n°2, seulement quatre taxons ont été identifiées. La courbe effort-rendement montre un seuil situé entre 10 et 20 fragments (Fig. 2), mais compte tenu de la faible diversité taxonomique et du faible effectif pris en compte, cette courbe n'est pas très démonstrative.

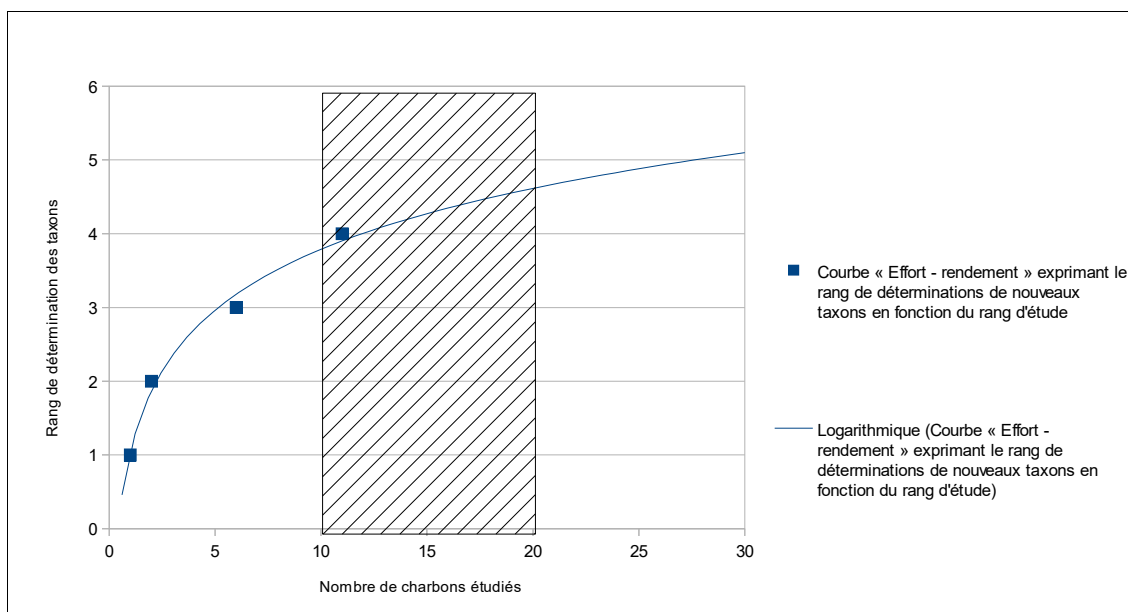


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement du Fait 31, prélèvement n°2. Dans cet exemple, le quatrième taxon identifié (*Juniperus sp.*) a été observé au 11e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 10 et 20 charbons.

De façon générale, les prélèvements étudiés montrent très peu de diversité (quatre taxons à la fois maximum). 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 à environ 30 charbons par lot, voire davantage 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. 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.

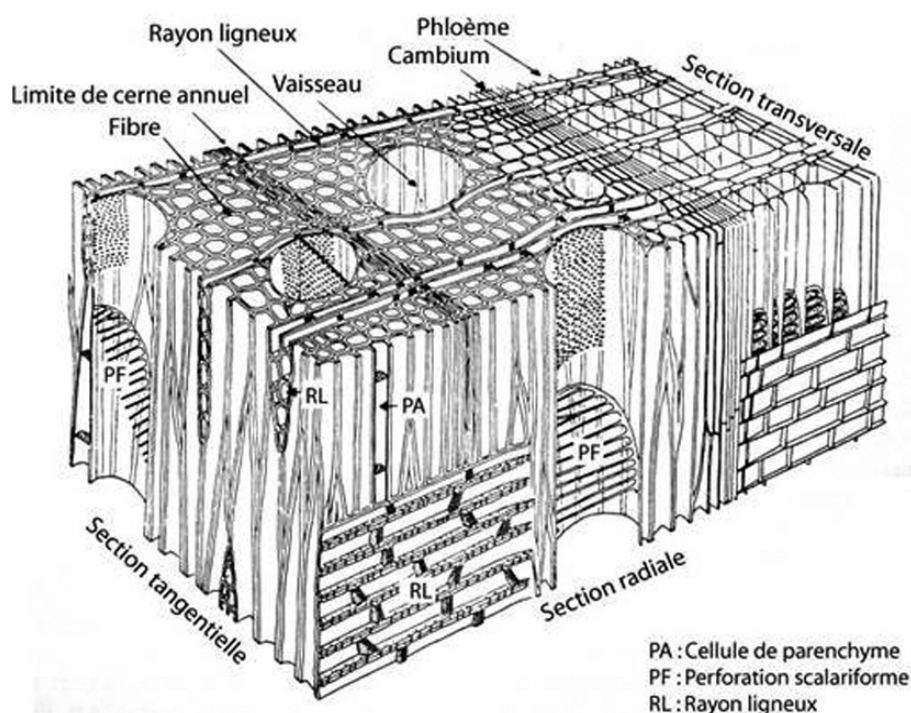


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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).

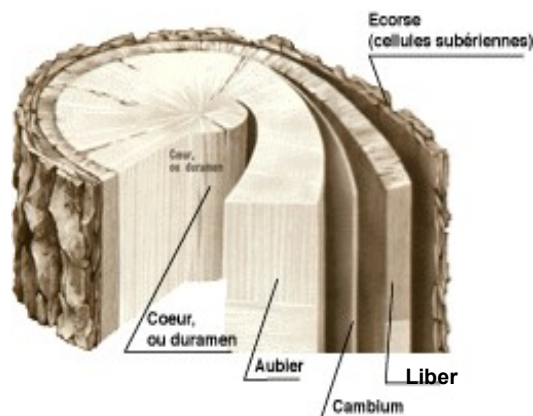
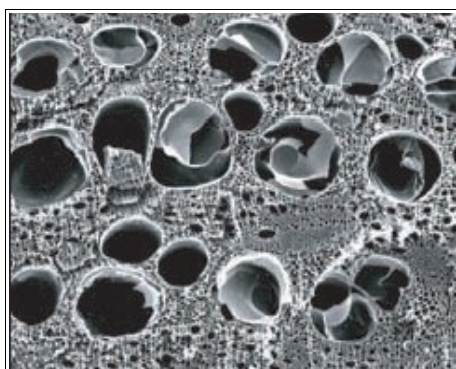
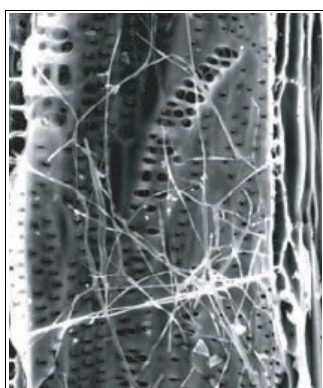


Fig. 5 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans les vaisseaux du duramen carbonisé de chêne (Marguerie et al., 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à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

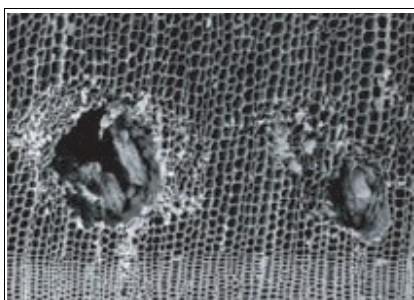
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- 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.

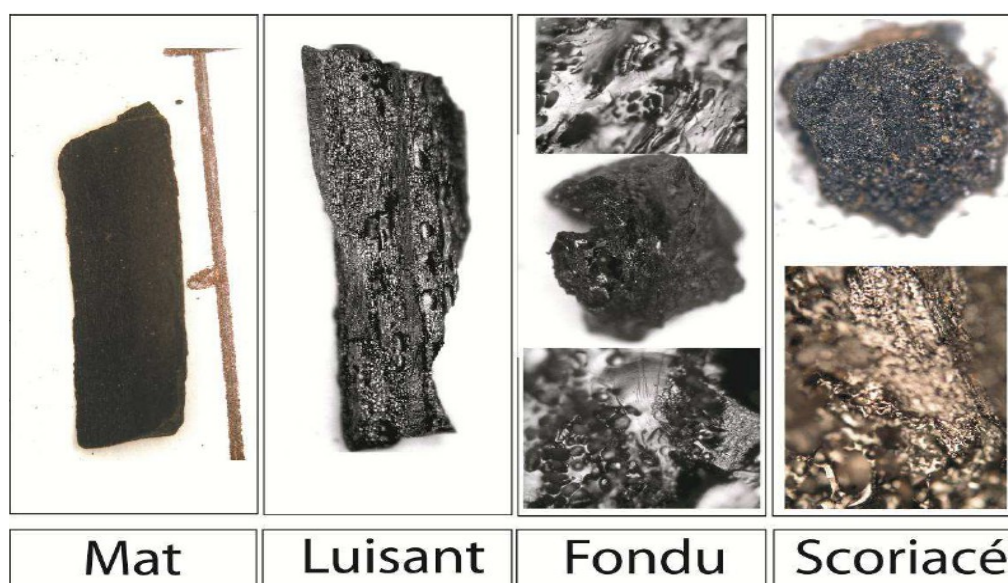
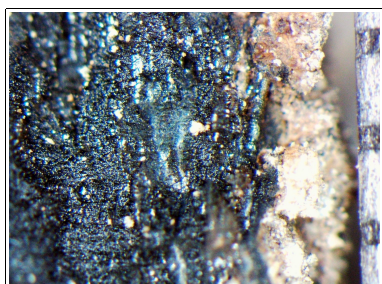


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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.

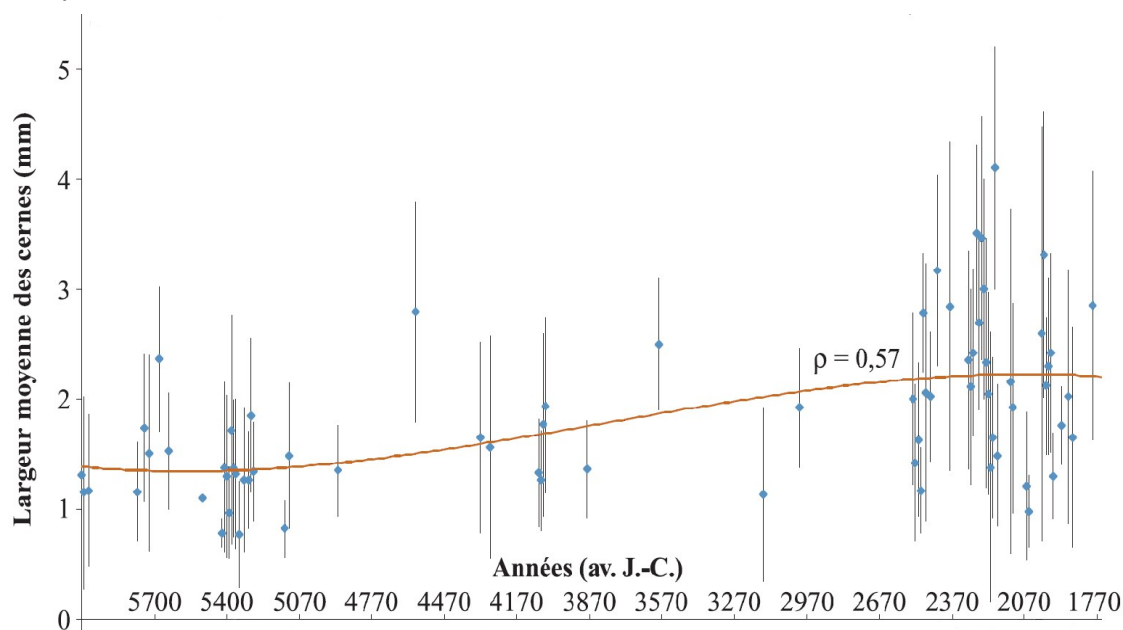


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 20). 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.

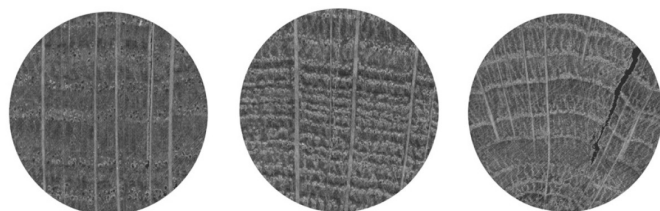


Fig. 12 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

2.4. 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. 13). 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. 13).

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).

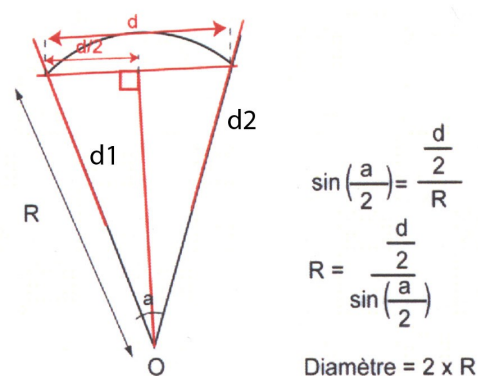


Fig. 13 : calculs trigonométriques pour la détermination des calibres des bois à partir du sinus de l'angle (Paradis S., 2007).

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.

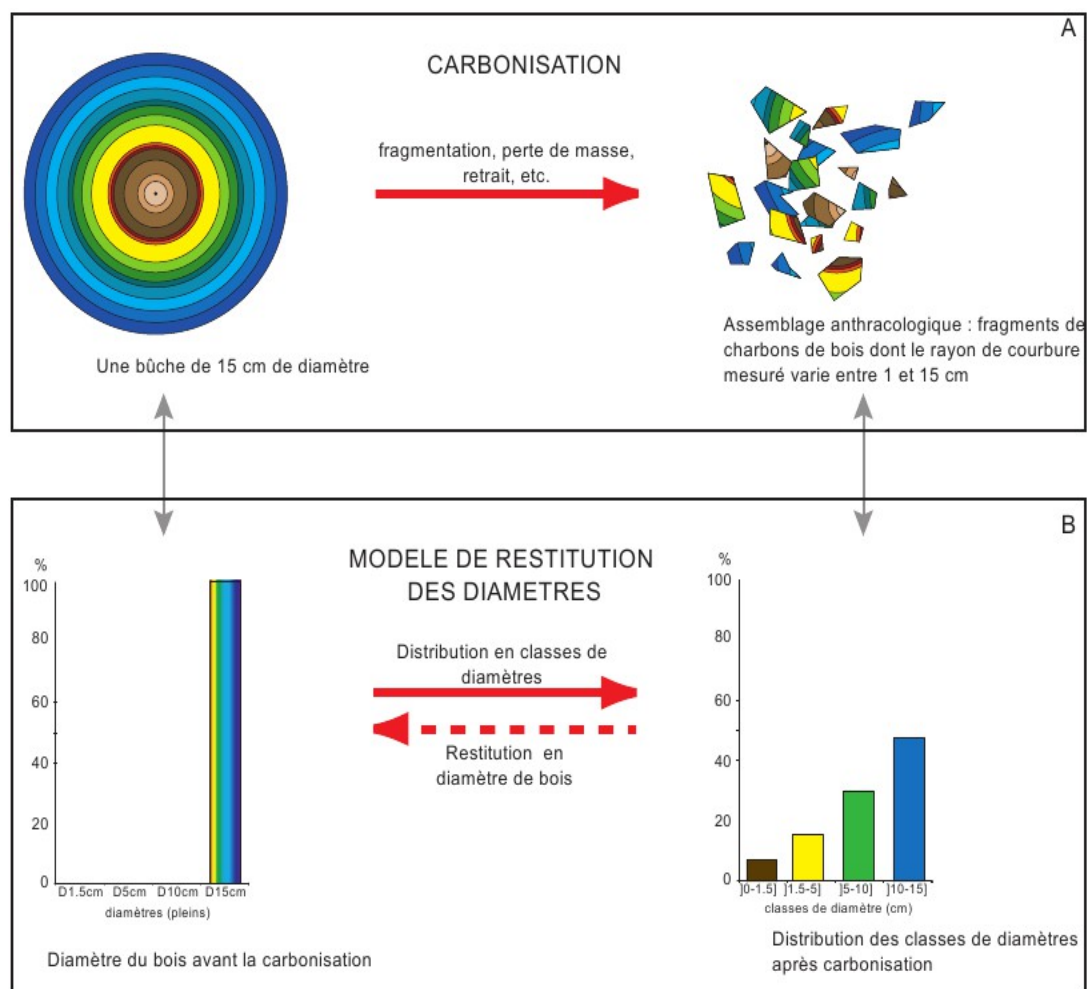


Fig. 14 – Principe du modèle de restitution des diamètres de bois (extrait de Dufraisse *et al.*, 2011).

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. La sélection de fragments charbonneux favorables à une datation radiocarbone.

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, graine carbonisée), 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 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.

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 à la datation radiocarbone.

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

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

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

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

Le 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 anthracologique « chêne-châtaignier » (*Quercus sp. / Castanea sp.*).

Le hêtre (*Fagus sylvatica*) 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.

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. Sa présence est toutefois à considérer avec précaution car il n'est représenté que par un seul fragment...

Quelques éléments de **frêne** (*Fraxinus sp.*) ont été identifiés dans le prélèvement n°2 (fosse F.31). Ce genre correspond au frêne commun (*Fraxinus excelsior*) dans la région considérée. C'est un taxon mésophile à mésohygrophile que l'on trouve dans les bois frais, aux bords des eaux, sur les versants ombragés. Il est souvent associé aux forêts ripicoles, chênaies et hêtraies-chênaies. Le feuillage est un très bon fourrage pour les animaux (Rameau *et al.*, 1989). Il est considéré comme un bon bois de chauffage car c'est un bois dense (570 kg / m³) avec un pouvoir calorifique important et générant une combustion lente.

Le **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. Il est représenté par un seul charbon retrouvé dans le prélèvement n° 4 (Trou de poteau F.91).



Fig. 15 – Représentation du noisetier (*Corylus avellana*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

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)**.

Les **Pomoïdées** englobent par exemple les **poiriers-pommiers** mais aussi l'**aubépine**. Ces taxons fournissent de bons combustibles.

Les bois des Pomoïdées comme l'alisier, le cormier ou le poirier sauvage, sont denses, lourds, stables avec une teinte généralement brun rougeâtre. 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.

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

Deux fragments de genévrier (*Juniperus sp.*) ont été identifiés dans le prélèvement n°2 (Fosse F.31).

Le genévrier (genre *Juniperus sp.*) a une répartition géographique et un spectre écologique très large. Il s'agit probablement du genévrier commun (*Juniperus communis*) dans l'aire considérée. Cette essence constitue dans tous les cas de figures une végétation arbustive vivant dans des milieux pauvres et secs. En ce qui concerne le genévrier commun, ses baies peuvent être utilisées dans la fabrication de liqueurs, son bois est odorant et est utilisé en marqueterie. Il est parfois planté pour faire des haies ou des brise-vent.



Fig. 16 – Représentation du genévrier commun (*Juniperus communis*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

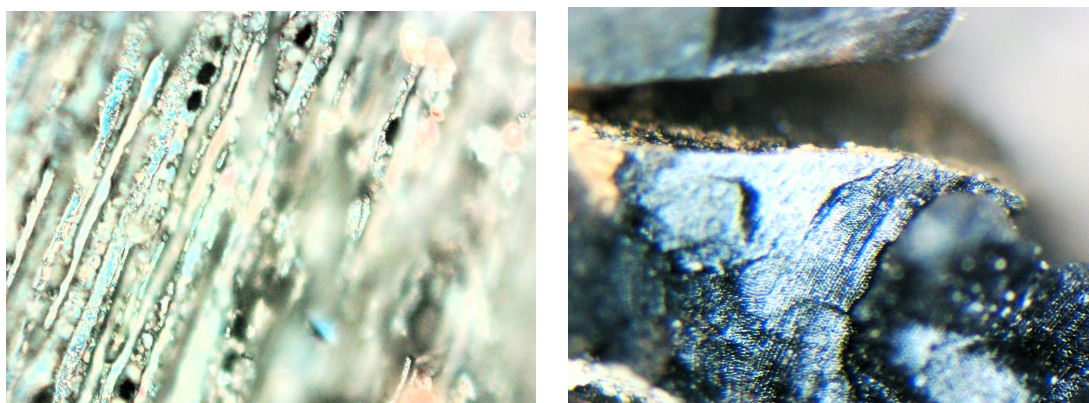


Fig. 17 – Fragment de genévrier (*Juniperus sp.*). A gauche, vue du plan tangentiel montrant quelques rayons de deux à trois cellules de hauteur (grossissement x400). A droite, vue du plan transversal montrant des cellules du parenchyme avec une structure anatomique typique des résineux, l'absence de canaux résinifères et le passage continu du bois initial au bois final est à noter. Prélèvement n°2 (Fosse F.31), grossissement x43, l'échelle représente des millimètres.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

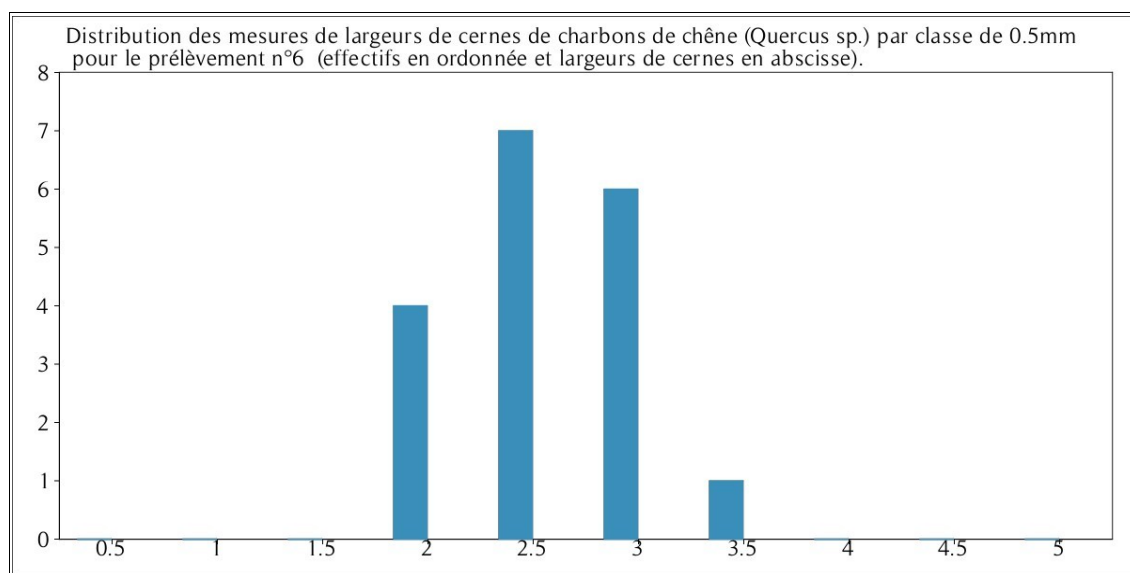
3.1. Ensemble n°1

a. Résultats

- Fait 16, PRV n°6 – Four

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud			
Indéterminé	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	
Quercus/Castanea	9	0	1	0	0	0	0	2	1	0	2	4	0	
Quercus sp.	24	5	16	1	18	3	0	11	1	0	0	4	0	

Fig. 18 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°6



Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	18	30	2,41	0,43	1,63	3,12

Fig. 19 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°6.

- Fait 79, PRV n°11 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	7	0	1	0	0	0	0	1	5	2
Quercus sp.	5	0	2	0	1	0	0	2	1	2

Fig. 20 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°11

b. Interprétations

Deux prélèvements sont associés à l'ensemble n°1 : le prélèvement n°6 (Four F.16) et n°11 (Trou de poteau F.79).

- Le prélèvement n°6 provient du comblement de l'intérieur du four F.16. L'ensemble anthracologique est composé exclusivement par des charbons de chêne (*Quercus sp.*) ou chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*). Notons que l'hypothèse de la présence du châtaignier est peu probable. Le taxon anthracologique « chêne-châtaigner » est surtout lié à la difficulté de distinguer le chêne du châtaignier pour les petits fragments et cela d'autant plus que ce sont souvent des fragments de bois de petit calibre, où les rayons multi-sériés du chêne sont moins fréquents (cf. note à ce sujet chapitre 2.6.).

L'observation des courbures de cernes montre l'emploi de bois de « moyen à gros calibre » (courbures de cerne faibles).

Une des particularités de cet ensemble charbonneux réside aussi dans une part importante de fragments aux aspects « luisants » (un peu plus de 50% des charbons) (Fig. 18). L'aspect luisant correspond à un premier niveau de vitrification. Il est probable que le phénomène ait été provoqué par un contexte de combustion réducteur (contexte fermé) et de fortes températures (Blaizot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011), en parfaite cohérence avec le contexte de four.

Le chêne est un bois dur et procure un excellent combustible car ses braises durent longtemps. Il est parfois difficile à enflammer, d'où peut-être l'emploi de bois de petit calibre (quelques rares fragments avaient une courbure de cerne forte) pour faciliter l'allumage.

Fait peut-être un peu plus surprenant, l'observation de fentes de retrait sur quelques charbons indiquant l'emploi probable de bois « vert ».

Des mesures de largeurs de cerne réalisées sur une vingtaine de fragments (Fig. 19) ont permis de calculer une largeur moyenne de l'ordre de 2,4 mm / an, ce qui caractériserait un contexte de croissance plutôt favorable, par exemple un bois clair, une haie ou une lisière forestière. La représentation des résultats sous la forme d'un histogramme montre que les valeurs sont assez bien regroupées autour du mode, indiquant que les charbons proviennent d'une même source d'approvisionnement.

- Le prélèvement n°11 est associé au comblement d'un trou de poteau (F.79). L'ensemble anthracologique est composé presque exclusivement par des charbons de chêne (*Quercus sp.*) ou de chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*), en plus d'un charbon de Pomoïdée.

Les quelques fragments qui ont pu faire l'objet d'observations de courbure de cerne montrent des courbures « intermédiaires », caractéristiques de bois de « moyen calibre ».

Parmi les charbons, on détecte régulièrement des fragments d'aspect luisant (9 charbons sur 13) liés probablement à une combustion en contexte confiné.

De plus, plusieurs fragments (6 / 13) présentaient des fentes de retrait, caractéristiques de bois brûlés à l'état « vert ».

L'observation archéologique n'ayant pas relevé de traces de rubéfaction à l'intérieur du trou de poteau, même si l'hypothèse de restes charbonneux de poteau ne peut être exclue, la suggestion de restes de combustibles est la plus probable. Le chêne, chêne-châtaignier, est un bois dur et procure un excellent combustible car ses braises durent longtemps. Il est parfois difficile à enflammer, d'où peut-être l'emploi de bois de Pomoïdée pour faciliter l'allumage. L'aspect luisant correspond à un premier niveau de vitrification. Le phénomène a probablement été favorisé par un contexte de combustion réducteur (contexte fermé) et de fortes températures (Blaizot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). Il est tentant de rapprocher ces charbons luisants à la proximité du four (F.16).

On note d'ailleurs quelques traits communs avec la composition anthracologique observée dans le prélèvement n°6 associé au four : l'utilisation de bois vert et l'aspect luisant des charbons. En revanche aucun fragment de Pomoïdée n'avait été observé à l'intérieur du prélèvement n°6.

3.2. Ensemble n°2

a. Résultats

- Fait 18, PRV n°10 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Quercus/Castanea	5	0	1	2	0	0	0	0	3	0	1	2
Quercus sp.	7	0	3	2	3	0	0	0	2	0	1	1

Fig. 21 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°10

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	3	6	2,28	1,03	1,1	3

Fig. 22 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°10

- Fait 2, PRV n°16 – Fosse F.2

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus/Castanea	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Quercus sp.	23	1	18	2	14	0	1	2	1	1

Fig. 23 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°16

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	13	17	3,49	0,71	2,4	4,4

Fig. 24 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°16

- Fait 3, PRV n°13 – Fosse polylobée F.3

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
Quercus/Castanea	8	0	0	1	0	0	0	1	2	0	1
Quercus sp.	22	0	13	1	12	1	1	5	1	3	0

Fig. 25 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°13

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	12	24	1,65	0,77	0,67	3

Fig. 26 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°13

b. Interprétations

Trois prélèvements sont associés à l'ensemble n°2. Le prélèvement n°10 provient d'un trou de poteau (F.18), le prélèvement n°16 du comblement de la fosse F.2 et le prélèvement n°13 du comblement de la fosse polylobée F.3.

Les trois ensembles anthracologiques sont composés exclusivement par des charbons de chêne et de chêne-châtaigner. Les observations des courbures de cerne montrent aussi des traits assez semblables, avec essentiellement l'emploi de bois de moyen calibre (courbures de cerne intermédiaires).

L'ensemble du prélèvement n°10 (Trou de poteau F.18) diffère par la fréquence des charbons montrant des fentes de retrait. Ces observations sont plutôt caractéristiques de l'emploi de bois « vert ».

En ce qui concerne l'aspect des charbons, la proportion des charbons « luisants » est assez importante pour le prélèvement n°10 (plus de 50% des fragments), en revanche cette proportion est moindre (moins d'un tiers) pour les prélèvements n°16 (F.2) et n°13 (F.3).

Il est difficile de trancher quant à l'origine des charbons retrouvés dans les différents prélèvements.

Pour le prélèvement n°10 (Trou de poteau F.18), le caractère mono-spécifique serait plutôt un argument en faveur de restes de bois d'œuvre, mais l'absence de galeries de xylophages et de traces de rubéfaction sur les parois du trou de poteau appuierait plutôt l'hypothèse de restes de combustibles. Au regard de la proportion des charbons « luisants », il s'agit probablement de rejets d'une combustion en contexte fermé (types « fours », « fonds de foyer »).

En revanche, pour les prélèvements n°16 et n°13 (comblements des Fosses F.2 et F.3), l'hypothèse de rejets de combustions de foyers plus ou moins ouverts est plus probable (la proportion des charbons d'aspects mats est dominante). La description archéologique des comblements de ces deux fosses indique d'ailleurs la présence de pierres ayant subi « l'action du feu », ce qui semble en cohérence avec l'hypothèse de rejets charbonneux associés à des structures de combustions de type « pierres chauffées ».

Pour ces trois prélèvements, l'hypothèse de restes de combustibles sélectionnés (le chêne est un excellent combustible) pour des activités spécifiques est probable.

Les mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne de courbure faible et intermédiaire ont permis de calculer des moyennes comprises entre 1,65 et 3,49 mm / an (Fig. 24, 26, 48). Ces valeurs sont caractéristiques de collectes dans des boisements aux contextes de croissance variées. Probablement un boisement assez dense pour le bois du prélèvement n°13, et des collectes dans des boisements plus clairs pour les bois des prélèvements n°10 et n°16.

3.3. Ensemble n°3

a. Résultats

- Fait 31, PRV n°2 – Fosse F.31

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fraxinus sp.	9	0	5	4	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Juniperus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	8	0	1	0	0	0	0	3	0
Quercus sp.	10	0	3	2	0	0	0	1	5

Fig. 27 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°2

- Fait 30, PRV n°3 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
Fagus sylvatica	4	0	1	3	0	0	0	4	0	0	1
Quercus/Castanea	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0
Quercus sp.	7	0	7	0	5	1	0	4	1	2	0

Fig. 28 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°3

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Intermédiaire	Régulier	5	7	2,27	0,77	1,52	3,3

Fig. 29 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°3

- Fait 91, PRV n°4 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant			
Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus/Castanea	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Quercus sp.	8	0	6	0	4	0	1	1	0	0	1	2

Fig. 30 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°4

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	4	8	1,46	0,92	0,65	2,7

Fig. 31 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°4

- Fait 32, PRV n°5 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Quercus/Castanea	6	0	1	3	0	1	0	1	0
Quercus sp.	15	0	8	6	7	0	0	3	0

Fig. 32 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°5

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Intermédiaire	Régulier	7	21	0,99	0,17	0,78	1,15

Fig. 33 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°5

- Fait 94, PRV n°9 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Quercus sp.	14	4	10	0	13	0	0	9	1	5

Fig. 34 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°9

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	13	38	1,21	0,37	0,77	1,88

Fig. 35 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°9

- Fait 33, PRV n°1 – Fosse à pierres chauffées F.33

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle	Moelle
Pomoidée	10	0	5	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus. sp	11	0	3	7	3	1	1	1	1	0	2	4	1

Fig. 36 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°1

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	3	7	1,19	0,73	0,5	1,95

Fig. 37 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°1

b. Interprétations

Les prélèvements étudiés correspondent aux comblements de différentes fosses : prélèvements n°2 (F.31) et n°1 (F.33) et trous de poteau : prélèvements n°3 (F.31), n°4 (F.91), n°5 (F.32) et n°9 (F.94) de l'ensemble spatial n°2.

- Prélèvements associés aux trous de poteau :

En ce qui concerne les comblements de trous de poteau, on constate systématiquement une dominance des charbons de chêne et chêne-châtaigner. L'observation des courbures de cerne montre que nous avons affaire en règle générale à des fragments issus de bois de calibre « intermédiaire ».

Fait important, exception faite du prélèvement n°9 (F.94), mono-spécifique en charbons de chêne et chêne-châtaigner, l'ensemble des compositions anthracologiques comportaient au moins deux essences. En plus du chêne, chêne-châtaigner, le prélèvement n°3 (F.30) comprend aussi des charbons de hêtre (*Fagus sylvatica*) issus de bois de petit calibre, le prélèvement n°4 (F.91) comprend un fragment de noisetier (*Corylus avellana*), le prélèvement n°9 (F.94), un charbon d'érable (*Acer sp.*) de forte courbure de cerne.

La description archéologique n'indique pas de rubéfaction sur les parois des trous de poteau. De plus, aucune galerie de xylophage n'a été observée sur les charbons. De nouveau, ces constats appuient plutôt l'hypothèse de rejets de combustibles, voire peut-être à des « mélanges » de combustibles et restes de bois d'œuvre. L'hypothèse de rejets de combustibles en position secondaire est la plus probable.

Rappelons que le bois de chêne est un bois dense et constitue un excellent combustible. Il est toutefois nécessaire de l'associer à des bois tendres (ex. noisetier) ou de petit calibre pour faciliter l'allumage. Les essences accompagnatrices observées, souvent des restes de bois petits calibres, correspondent très probablement à des bois utilisés pour l'allumage ou faciliter les combustions.

Les mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne de courbure faible et intermédiaire ont permis de calculer des moyennes comprises entre 1 et 2,3 mm / an (Fig. 31, 33, 35, 37). Ces valeurs sont caractéristiques de collectes dans des boisements aux contextes de croissance plutôt contraignants. Exemple : une chênaie assez dense combinant des sols pauvres et/ou avec une mauvaise exposition.

- Prélèvements associés aux comblements des fosses F.31 (Prélèvement n°2) et F.33 (prélèvement n° 1):

- La composition anthracologique du prélèvement n°2 de la fosse F.31 comprend trois à quatre essences. Le chêne, chêne-châtaigner constituent les taxons principaux. Ils correspondent probablement à du bois de chêne de moyen à petit calibre.

Associé au chêne, des fragments de frêne (*Fraxinus sp.*) ont été déterminés en proportions non négligeables (environ un tiers des charbons), ainsi que deux charbons de genévrier (*Juniperus sp.*). Les charbons de frêne sont probablement issus de bois de petit à moyen calibre, en revanche les charbons de genévrier correspondent à du bois de petit calibre.

Cet assemblage correspond à des rejets de combustible, potentiellement associés à « des pierres ayant subie l'action du feu ».

Tout comme le chêne, le frêne est un bois assez dense (570 kg / m³) avec un pouvoir calorifique important et générant une combustion lente. Les bois de ces deux essences ont nécessité l'utilisation de bois tendres ou de petits calibre pour l'allumage. Les restes de brindilles de genévrier identifiées ont dû faciliter la combustion.

L'observation des charbons ne montre pas d'aspect luisant en forte proportion (moins d'un tiers), ce qui caractériserait une combustion plutôt ouverte.

- En ce qui concerne le prélèvement n°1 associé au fait F.33 (Fosse à pierres chauffées), on constate une composition anthracologique de charbons de chêne, chêne-châtaignier et de Pomoïdée. L'observation des courbures de cerne montre des fragments provenant de bois de petit à moyen calibre.

Cet assemblage anthracologique correspond à des restes de bois denses. On peut penser que l'utilisation de bois de petit calibre a dû faciliter la combustion.

De façon globale ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui ont été utilisés. En effet, un peu plus de la moitié des fragments identifiés avaient une forte courbure de cerne et aucun fragment ne présentait une courbure faible. Des calculs de calibration réalisés sur 6 fragments ont permis d'estimer des rayons de l'ordre de 5 à 15 mm environ (Fig. 38), même si des fragments de courbure intermédiaire devaient avoir des rayons un peu plus large.

Distribution des effectifs cumulés des rayons mesurés sur des bois de section entière ou estimés par calibration, pour des fragments prélevés à l'intérieur du comblement de la fosse "à pierres chauffées" (Fait 33, prélèvement n°1).

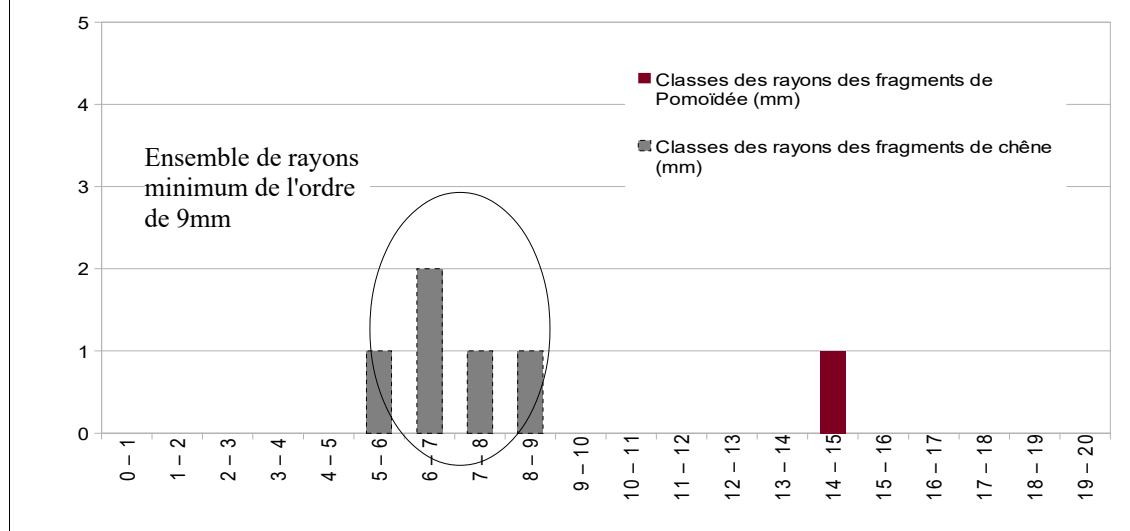


Fig. 38 – Distribution des rayons mesurés ou des positions radiales calculées pour quelques fragments de chêne et un fragment de Pomoïdée provenant du prélèvement n°1 (fosse F.33, structure à « Pierres chauffées »), par classe de 1 mm.

Ces petits bois constituent généralement un type de combustible utilisé pour l'allumage et/ou pour obtenir des combustions vives mais qui durent peu de temps, à moins d'être brûlé en grande quantité ou ajouté de façon régulière.

Une des particularités de cet ensemble charbonneux réside aussi dans la fréquence de fragments aux aspects « luisants » (environ un tiers des cas) (Fig. 36). Il est probable que le phénomène ait été favorisé par le petit calibre du bois, notamment de Pomoïdée (Oilic, 2011), mais peut-être aussi par les fortes températures générées par la combustion de bois de petit calibre (Blaizot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). On peut par exemple évoquer des contextes de « fonds de foyers, d'entretien de braises ».

Il est tentant de rapprocher cette composition anthracologique avec l'assemblage retrouvé dans le prélèvement n°11 (Trou de poteau, F.79, ensemble n°1), interprété comme des rejets de combustible, avec notamment la détection à la fois de restes de chêne et de Pomoïdée, souvent d'aspects luisants.

Au niveau paléoenvironnemental, quelques mesures de largeurs de cerne ont été réalisées montrant une moyenne de l'ordre de 1,2 mm / an. Ce résultat est caractéristique d'un contexte de croissance difficile (ex. boisement dense), potentiellement en cohérence avec l'hypothèse de forêts très anciennes (hypothèse à considérer au regard d'une éventuelle datation de la période néolithique).

3.4. Ensemble des prélèvements de l'unité spatiale de « l'US 1007 »

a. Résultats

- Fait 106, PRV n°14 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fendu très brillant - struct. Inform	
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus/Castanea	10	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Quercus sp.	10	0	6	2	3	0	0	5	2	0	0	0	1

Fig. 39 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°14

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Intermédiaire	Régulier	3	4	2,09	0,36	1,68	2,3

Fig. 40 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°14

- Fait 108, PRV n°15 – Fosse F.108

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Aspect granuleux – indet.	
Indéterminé	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Quercus/Castanea	11	0	1	0	0	0	0	4	1	1	0	1
Quercus sp.	14	0	5	0	5	0	0	4	1	1	0	0

Fig. 41 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°15

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Intermédiaire	Régulier	5	8	0,92	0,25	0,72	1,31

Fig. 42 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°15

b. Interprétations

Deux prélèvements sont associés à l'unité spatiale de « l'US 1007 ». L'un concerne un trou de poteau (Prélèvement n°14, Fait F.16), l'autre le comblement d'une fosse (prélèvement n°15, Fosse F.108).

En ce qui concerne le prélèvement du trou de poteau F.16 (Prélèvement 14), l'ensemble anthracologique est composé uniquement de fragments de chêne, chêne-châtaigner. L'observation des courbures de cerne montre des fragments provenant de bois de moyen à petit calibre. La moitié des charbons environ avait des aspects luisants, dont un fragment d'aspect « fondu très brillant ». Aucune trace de xylophage n'a été observée.

La description archéologique n'indique pas de traces de rubéfaction sur les parois du trou de poteau. Pourtant quelques traces de rubéfaction semblent perceptibles au niveau du sédiment englobant et directement au contact des charbons.

Il est donc difficile de trancher entre l'interprétation de rejets d'une combustion en contexte fermé (type four) ou bien des restes de bois d'œuvre qui se seraient consumés en contexte confiné (ex. base de poteau, paroi de structure de combustion?). La détection d'un charbon d'aspect « fondu, très brillant » serait plutôt caractéristique d'une combustion en four, voire d'un bas-fourneau...

Quelques mesures de largeurs de cerne ont permis de calculer une moyenne de l'ordre de 2,09 mm / an, caractéristique d'un contexte de croissance plutôt favorable, de type « boisements clairs ».

L'ensemble anthracologique du prélèvement n°15 est aussi composé uniquement par des charbons de chêne et de chêne-châtaigner. L'observation des courbures de cerne indique l'utilisation de bois de calibre intermédiaire.

Une proportion assez importante (environ 50%) des charbons montre un aspect luisant. De nouveau, le sédiment resté au contact des charbons avait une teinte orangée, indice potentiel d'une combustion en contexte confiné, maintenue au contact du sédiment.



Fig. 43 – Fragment de chêne (*Quercus* sp.) d'aspect luisant, montrant le sédiment situé au contact du charbon de teinte « orangée ». Coupe transversale. Grossissement x43. Prélèvement n°15 L'échelle représente des millimètres.

L'hypothèse de rejets d'une combustion de hautes températures et en contexte réducteur (type four) est probable.

Une moyenne de largeurs de cerne de l'ordre de 0,92 mm / an indique une collecte de bois dans un milieu contraignant, peut-être une chênaie dense.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Un peu plus de 280 fragments ont été observés pour l'ensemble des prélèvements (Fig. 1).

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Ensemble n°1 Trous de poteaux et four Prélèvements Faits : PR6 (F.16, four) PR11 (F.79, TP)	chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), Pomoïdée	Probables restes de combustion du four et rejet de combustible Pour les deux prélèvements ce sont des ensembles composés exclusivement par des charbons de chêne (<i>Quercus sp.</i>) ou chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i>) qui ont été constatés en plus d'un fragment de Pomoïdée pour le prélèvement n°11. - En ce qui concerne le prélèvement du four (PR6, F.16), l'observation des courbures de cernes montre l'emploi de bois de « moyen à gros calibre » (courbures de cerne faibles). Une part importante de fragments montre des aspects « luisants » (un peu plus de 50% des charbons). L'aspect luisant correspond à un premier niveau de vitrification. Il est probable que le phénomène ait été provoqué par un contexte de combustion réducteur et de fortes températures. Le contexte de four apparaît en cohérence avec ce type de combustion. - Pour le prélèvement n°11 (trou de poteau F.79), l'observation archéologique n'ayant pas relevé de traces de rubéfaction à l'intérieur du trou de poteau, même si l'hypothèse de restes charbonneux de poteau n'est pas complètement à exclure, la suggestion de rejets de combustibles est la plus probable. Le chêne, chêne-châtaigner, est un bois dur et procure un excellent combustible car ses braises durent longtemps. Il est parfois difficile à enflammer, d'où peut-être l'emploi de bois de Pomoïdée pour faciliter l'allumage.	Boisement de type chênaie : <i>Quercus sp.</i> , <i>Quercus sp.</i> , <i>Castanea sativa</i> , Boisements clairs, haies, lisières boisements humides : <i>Pomoideae</i> Mesures de largeurs de cernes : PR16 : Moy. = 2,41 mm (N=18 ; Ec-type = 0,43 mm) Les moyennes constatées correspondent à des contextes de croissance « moyennement » favorables (boisements clairs?).

Fig. 44 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associées aux prélèvements de l'ensemble spatial n°1 : prélèvements n°6 (Four F.16) et n°11 (TP F.79)

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Ensemble n°2 Trous de poteaux et fosses Prélèvements : PR10 (TP F.18) PR16 (Fosse F.2) PR13 (Fosse F.3)	chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>),	Rejets de combustibles à l'intérieur du remplissage de fosses et de trous de poteau. Les trois ensembles anthracologiques sont composés exclusivement par des charbons de chêne et chêne-châtaigner. Les observations des courbures de cerne montrent aussi des traits assez semblables, avec essentiellement l'emploi de bois de moyen calibre (courbures de cerne intermédiaires). En ce qui concerne l'aspect des charbons, la proportion des charbons « luisants » est assez importante pour le prélèvement n°10 (plus de 50% des fragments), en revanche cette proportion est moindre (moins d'un tiers) pour les prélèvements n°16 (F.2) et n°13 (F.3). Pour le prélèvement n°10 (Trou de poteau F.18), l'absence de traces de rubéfaction sur les parois du trou de poteau appuierait plutôt l'hypothèse de restes de combustibles, probables rejets d'une combustion en contexte fermé (types « fours », « fonds de foyer »). En revanche, pour les prélèvements n°16 et n°13 (comblement des Fosses F.2 et F.3), l'hypothèse de rejets de combustions de foyers plus ou moins ouverts est plus probable (la proportion des charbons d'aspects mats est dominante). La description archéologique des comblements de ces deux fosses indique d'ailleurs la présence de pierres ayant subi « l'action du feu », ce qui semble en cohérence avec l'hypothèse de rejets charbonneux associés à des structures de combustions de type « pierres chauffées ». Pour ces trois prélèvements, l'hypothèse de restes de combustibles <u>sélectionnés</u> (le chêne est un excellent combustible) pour des activités spécifiques, voire artisanales est probable.	Boisement de type chênaie diversifiée : <i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, Mesures de largeurs de cernes : PR10 : Moy. = 2,28 mm (N=3 ; Ec-type = 1,03 mm) PR2 : Moy. = 3,49 mm (N=13 ; Ec-type = 0,71 mm) PR13 : Moy. = 1,65 mm (N=12; Ec-type = 0,77mm) Ces valeurs sont caractéristiques de collectes dans des boisements aux contextes de croissance variées. Probablement un boisement assez dense pour le bois du prélèvement n°13 (fosse F.3), et des collectes dans des boisements plus clairs pour les bois des prélèvements n°10 (Trou de poteau F.18) et n°16 (Fosse F.2)

Fig. 45 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associées aux prélèvements de l'ensemble spatial n°2 : prélèvements n°10 (Four F.18), n°16 (Fosse F.2) et n°13 (Fosse polylobée F.3)

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Ensemble n°3 Prélèvements correspondant aux comblements de trous de poteaux et fosses Prélèvements : PR2 (F.31, Fosse) PR3 (F.30, TP) PR4 (F.91, TP) PR5 (F.32, TP) PR9 (F.94, TP) PR1 (F.33 fosse à pierres chauffées)	chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), Erable (<i>Acer sp.</i>) Noisetier (<i>Corylus avellana</i>) Pomoïdée Frêne (<i>Fraxinus sp.</i>), Genévrier (<i>Juniperus sp.</i>)	Rejets de combustibles retrouvés à l'intérieur de structures de combustion dite « à pierres chauffées » (F.33) ou en position de rejets à l'intérieur de trous de poteau ou de fosse (F.31). <u>- Prélèvements associés aux comblements trous de poteau :</u> On constate systématiquement une dominance des charbons de chêne et chêne-châtaigner. L'observation des courbures de cerne montre des fragments issus de bois de calibre « intermédiaire ». Exception faite du prélèvement n°9 (F.94), mono-spécifique en charbons de chêne et chêne-châtaigner, l'ensemble des compositions anthracologiques comportaient au moins deux essences. Le prélèvement n°3 (F.30) comprend des charbons de hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) issus de bois de petit calibre, le prélèvement n°4 (F.91) comprend un fragment de noisetier (<i>Corylus avellana</i>), le prélèvement n°9 (F.94), un charbon d'érable (<i>Acer sp.</i>) de forte courbure de cerne. Ces constats <u>appuient plutôt l'hypothèse de rejets de combustibles.</u> <u>- Prélèvements associés aux comblements des fosses F.31 (Prélèvement n°2) et F.33 (prélèvement n°1):</u> - La composition anthracologique du prélèvement n°2 de la fosse F.31 comprend du chêne, chêne-châtaigner, frêne et genévrier. Le bois de chêne et de frêne (bois denses) ont dû servir pour alimenter la combustion, alors que le genévrier a dû être utilisé pour l'allumage ou faciliter la combustion. L'observation des aspects des charbons ne montre pas d'aspect luisant en forte proportion (moins d'un tiers), ce qui caractériserait plutôt une <u>combustion ouverte</u>. <u>- En ce qui concerne les charbons associés à la structure F.33 (fosse à pierres chauffées),</u> on constate une composition anthracologique de charbons de chêne, chêne-châtaigner et de Pomoïdée. <u>De façon globale ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui ont été utilisés.</u> Ces petits bois constituent généralement un type de combustible utilisé pour l'allumage et/ou pour obtenir <u>des combustions vives mais qui durent peu de temps</u>, à moins d'être brûlé en grande quantité ou ajouté de façon régulière. Une des particularités de cet ensemble charbonneux réside aussi dans une part non négligeable de fragments aux aspects « luisants » (environ un tiers des cas). Il est probable que le phénomène ait été favorisé par le petit calibre du bois, notamment de Pomoïdée, mais peut-être aussi par les fortes températures générées par la combustion de bois de petit calibre (Blaizot <i>et al.</i>, 2004 ; Oilic, 2011). On peut par exemple évoquer des contextes de « fonds de foyers, d'entretien de braises ».	Boisement de type chênaie hêtraie et chênaie diversifiée : <i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i> Boisements clairs, haies : <i>Corylus avellana</i>, <i>Pomoideae</i>, <i>Fraxinus sp.</i>, <i>Acer sp.</i>, <i>Juniperus sp.</i> Friches, landes fourrés : <i>Juniperus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i> Boisements hygrophiles (frais) : <i>Fraxinus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i> Mesures de largeurs de cernes : PR3 : Moy. = 2,27 mm (N=5 ; Ec-type = 0,77 mm) PR4 : Moy. = 1,46 mm (N=4 ; Ec-type = 0,92 mm) PR9 : Moy. = 1,21 mm (N=13 ; Ec-type = 0,37 mm) PR1 : Moy. = 1,19 mm (N=3 ; Ec-type = 0,73 mm) Les moyennes constatées correspondent à des contextes de croissance <u>difficiles</u> (boisements denses, et/ ou sols pauvres).

Fig. 46 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associées aux prélèvements de l'ensemble spatial n°3 : prélèvements n°1 (Fosse F.33), n°2 (Fosse F.31) et prélèvements de comblements de trous de poteau n°3, n°4, n°5 et n°9.

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Prélèvements de l'unité spatiale « US 1007 » Trous de poteaux et comblement de fosse : PR14 (TP F.106) PR15 (Fosse F.108)	chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>),	Rejets de combustibles à l'intérieur du remplissage de fosses et de trous de poteau. - En ce qui concerne le prélèvement du trou de poteau F.16 (Prélèvement 14), l'ensemble anthracologique est composé uniquement de fragments de chêne, chêne-châtaigner. L'observation des courbures de cerne montre des fragments provenant de bois de moyen à petit calibre. La moitié des charbons environ avait des aspects luisants, dont un fragment d'aspect « fondu très brillant ». Aucune trace de xylophage n'a été observée. La détection d'un charbon d'aspect « fondu, très brillant » serait plutôt caractéristique de rejet d'une combustion en four, voire d'un bas-fourneau... - L'ensemble anthracologique du prélèvement n°15 est aussi composé uniquement par des charbons de chêne et de chêne-châtaigner. L'observation des courbures de cerne indique l'utilisation de bois de calibre intermédiaire. Une proportion assez importante (environ 50%) des charbons montre un aspect luisant. De nouveau, le sédiment resté au contact des charbons avait une teinte orangée, indice potentiel d'une combustion en contexte confiné, maintenue au contact du sédiment. L'hypothèse de rejets d'une combustion de hautes températures et en contexte confiné (type four) est probable.	Boisement de type chênaie diversifiée : <i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, Mesures de largeurs de cernes : PR14 : Moy. = 2,09 mm (N=3 ; Ec-type = 0,36 mm) PR15 : Moy. = 0,92 mm (N=5 ; Ec-type = 0,25 mm) Ces valeurs sont caractéristiques de collectes dans des boisements aux contextes de croissance variées. Probablement un boisement assez dense pour le bois du prélèvement n°15 et une collecte dans des boisements plus clairs pour le prélèvement n°14.

Fig. 47 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associées aux prélèvements de l'unité spatiale de « l'US 1007 » : Prélèvement n°14 (trou de poteau F.106) et prélèvement n° 15 (comblement de la fosse F.108).

– **Informations d'ordre environnemental :**

Sept à huit taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le chêne et chêne-châtaigner ont été identifiés dans l'ensemble des prélèvements. Rappelons au passage que le « chêne » et le « chêne-châtaigner » forment en réalité probablement un seul et même taxon (chapitre 2.6).

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 vis à vis de l'excellente combustibilité du chêne sont très probables...

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

- les groupements forestiers de la **chênaie diversifiée** et de la **chênaie-hêtraie** avec le chêne, chêne-châtaigner, le hêtre, le frêne et forêts **collinéennes** avec l'érable.
- **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection de la famille des Pomoïdées (aubépine, poirier, alisier, cormier...), du frêne, de l'érable et du noisetier.
- **les boisements hygrophiles ou frais** sont plausibles avec le noisetier et le frêne.

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

Les mesures de largeurs de cernes effectuées sur les fragments de chêne de gros et moyen calibre des différents prélèvements des trous de poteaux et des comblements de fosses ont permis de calculer des moyennes de largeurs de cerne comprises entre 0,9 mm et 3,5 mm / an. Ce résultat correspond à des collectes dans des boisements de structures variées. Probablement des lisières, haies, boisements clairs pour les charbons de chêne des prélèvements n°2, n°10, n°16, n°3 et n°14 et des contextes de croissances plus difficiles, en liaison avec des contextes abiotiques (ex. sols pauvres, météorologie,...) et/ou biotiques contraignants (compétition vis-à-vis des ressources, ex. chênaie dense) pour les fragments de chêne des prélèvements n° 15, n°4, n°9, n°1 et n°13.

- Informations d'ordre ethnographique :

- Les interprétations de bois d'œuvre :

Il n'y a pas eu d'ensemble anthracologique à avoir été formellement interprété comme des restes de bois d'œuvre. Plusieurs prélèvements, notamment des comblements de trous de poteau, ont révélé des compositions mono-spécifiques ou presque (ex. prélèvements n°10, n°5, n°14). Toutefois, le calibre souvent assez modeste des bois de provenance (moyen à petit calibre), l'absence de rubéfaction sur les parois des trous de poteau, mais aussi l'absence de traces de galeries de xylophage sur les charbons n'ont pas permis d'étayer cette interprétation.

Cette hypothèse ne peut cependant être tout à fait écartée, notamment pour les ensembles mono-spécifiques. Il y a peut-être eu des mélanges de charbons de diverses origines et le bois de chêne reste une essence privilégiée pour la construction (ex. charpente notamment). De plus, même s'il n'y a pas eu de traces de rubéfaction identifiées sur les parois des trous de poteau, on ne peut pas non plus exclure l'hypothèse de charbons résultant du « passage au feu » de la base de poteaux afin de les rendre imputrescibles.

- Les interprétations de restes de combustibles :

Même si les compositions anthracologiques sont peu diversifiées, quelques essences accompagnatrices ont souvent été identifiées. Ce constat constitue un indice important dans l'interprétation de restes de combustibles.

Les essences utilisées sont principalement le chêne et le chêne-châtaigner, excellents combustibles. Mais d'autres essences ont aussi été identifiées ponctuellement. C'est le cas du bois de la famille des Pomoïdées, du noisetier, du hêtre, du frêne, du genévrier et de l'érable.

Le choix du chêne mais aussi du hêtre, du frêne et de l'érable, essences considérées comme des bois « durs » ou « denses » ont probablement permis une montée en température relativement lente tout en générant des braises dans la durée. Ces essences de bois « durs » sont plutôt difficiles à enflammer, d'où la nécessité de les associer à des bois plus tendres ou de petits calibres. L'emploi du noisetier (bois tendre) ou du bois de petit calibre comme le genévrier ou le bois de Pomoïdée ont probablement facilité les combustions et les phases d'allumage.

De façon générale, les fragments identifiés proviennent surtout de bois de « petit à moyen » calibre. Les courbures de cernes les plus fréquemment observées dans les prélèvements étaient intermédiaires ou fortes. Pour la plupart des prélèvements, les bois utilisés comme combustible proviennent donc surtout de branches ou de petits troncs d'arbres.

En ce qui concerne l'aspect des charbons, les analyses montrèrent régulièrement des charbons d'aspects luisants. Ce premier niveau de vitrification a probablement été favorisé par le petit calibre des bois brûlés (exemple du prélèvement n°1, F.33), mais peut-être aussi dans certains cas (exemple du prélèvement n°6 du four F.16) par des contextes de combustions réducteurs et de fortes températures (Blaisot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). Des contextes de lits de braises en fonds de foyers ou de fours ont parfois été suggérés.

Pour l'ensemble des prélèvements, le combustible utilisé, très largement orienté vers le bois de chêne, semble avoir fait l'objet d'un soin tout particulier.

Pour illustrer ce propos, un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur la composition anthracologique du prélèvement n°2 (Fosse F.31) (Fig. 48). 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, le graphique montre que les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas les mêmes proportions que dans les communautés végétales naturelles.

Cette différence pourrait s'expliquer certes, par un problème de représentativité des effectifs étudiés (30 charbons et seulement trois taxons identifiés), mais plus probablement par un ramassage sélectif du bois de chêne (Fig. 48). Cette tendance que l'on retrouve dans l'ensemble des prélèvements serait plutôt caractéristique d'activités de type « artisanales » ou appartenant à un système technique nécessitant des choix en combustible bien définis.

La qualité du combustible identifié (hêtre, chêne, frêne sont d'excellents combustibles) et l'aspect « luisant » d'une partie des charbons, tendraient aussi à renforcer cette hypothèse.

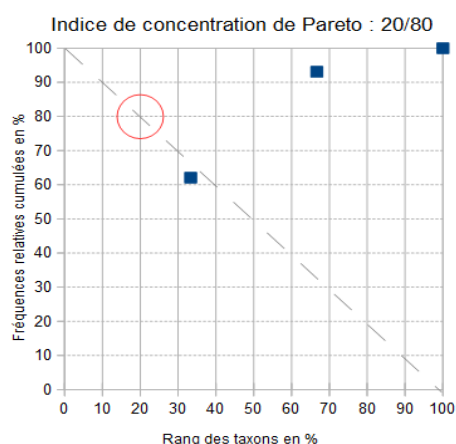


Fig. 48 – Indice de concentration de Pareto pour le prélèvement n°2 de la fosse F.31. Le calcul a été effectué sur trois taxons. Dans cet exemple, les charbons de chêne et de chêne-châtaigner ont été rassemblés, ils correspondent au taxon majoritaire et représentent près de 60% de l'ensemble des charbons.

Remarque : le contre-exemple serait celui des foyers domestiques avec des collectes régulières de bois de « tout-venant », généralement beaucoup plus diversifiés tant au niveau des essences que des calibres de bois utilisés. De nombreux travaux ont montré que l'exploitation du combustible ligneux, notamment en contexte domestique, est en moyenne, peu sinon pas sélective (Chabal, 1992, 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.

- L'interprétation des ensembles charbonneux associés aux structures à « pierres chauffées ».

Le prélèvement n°1 (fosse « à pierre chauffée » F.33) était en partie composé de bois de chêne, chêne-châtaigner, en plus d'un fragment de Pomoïdée. Une proportion élevée de fragments de « forte courbure de cerne » (plus de 50%) et « d'aspect luisant » (environ un tiers) y a été observée. Cela pourrait résulter de choix techniques privilégiant l'emploi de bois de petit calibre (petites branches), voire de brindilles. L'utilisation de bois de petit calibre permet d'obtenir des combustions vives, mais nécessite des volumes ou des apports de combustibles réguliers pour durer.

Les ensembles charbonneux retrouvés en rejet à l'intérieur des comblements des fosses F.2 et F.3 (provenant potentiellement aussi de structures de pierres chauffées), montrent des traits assez semblables avec l'emploi exclusif de bois de chêne et de chêne-châtaigner. Toutefois la proportion des fragments d'aspects luisants et provenant de bois de petit calibre était moindre. Au regard des résultats d'analyses des prélèvements des fosses F.33, F.2, F.3, il n'apparaît donc pas clairement « d'assemblage anthracologique type » associé à ces trois ensembles, si ce n'est l'utilisation systématique et en abondance de bois de chêne de petit à moyen calibre.

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.

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.

SAEDLOU N., DUPERON M., 2014 – Utilisation de résineux dans l'artisanat du bois en Gaule romaine. In : BERNARD V., FAVORY F., FICHES J.-L. (Dir.), *Silva et Saltus en Gaule romaine : dynamique et gestion des forêts et des zones rurales marginales*. Actes du Colloque AGER VII, Rennes, 27-28 octobre 2004., Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, pp. 199-210.

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

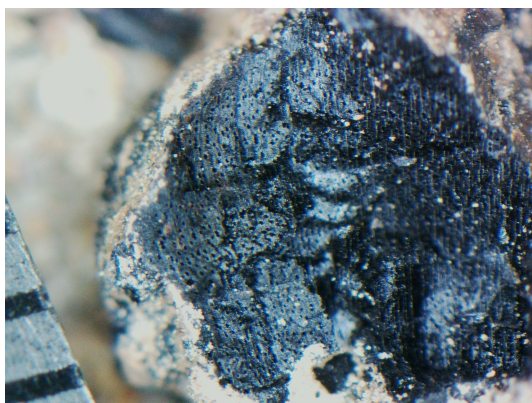


Fig. 49 – Fragment d'érable (*Acer sp.*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x7. Prélèvement n°9. L'échelle représente des millimètres.

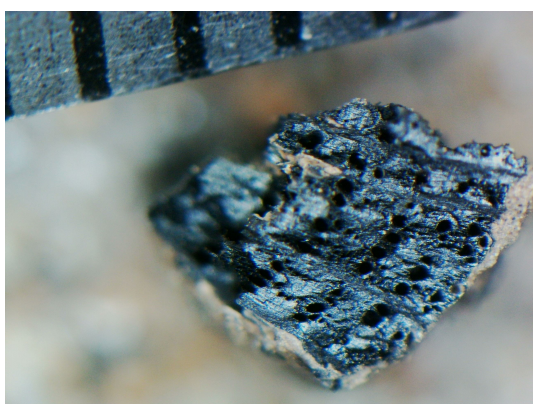


Fig. 50 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x20. Prélèvement n°10. L'échelle représente des millimètres.

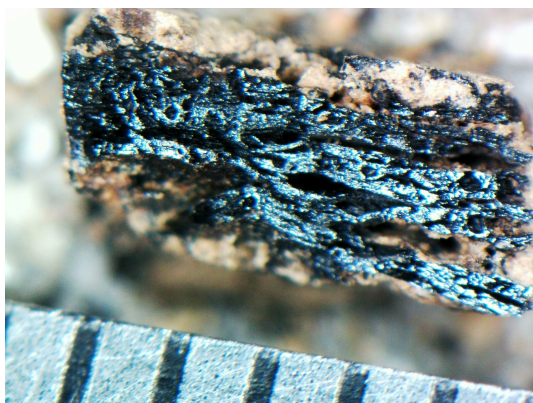


Fig. 51 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*) de courbure de cerne intermédiaire et d'aspect « fendu-luisant ». Coupe transversale. Grossissement x40. Prélèvement n°9. « A ». L'échelle représente des millimètres.

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

7.1. Prélèvement n°1

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Chêne (Quercus sp.)	Forte	Fendu-luisant	Absence	Absence	Absence	0	1
2	Chêne (Quercus sp.)	Forte	Dur-luisant	Absence	Absence	Absence	0	1 (à choisir)

Fig. 52 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°1.

Tube 1. : fragment de chêne de forte courbure de cerne, fendu luisant, absence de thylles, probable aubier ou brindilles : indice plutôt favorable.

Tube 2. : fragment de chêne de forte courbure de cerne, probablement une dizaine de cernes; aspect dur luisant; absence de thylles : aubier probable ou brindille, même si l'écorce n'est pas visible : plutôt favorable pour une datation, au besoin à choisir par rapport au tube 1 car la brindille semble plus complète.

7.2. Prélèvement n°2

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Frêne (Fraxinus sp.)	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
2	Frêne (Fraxinus sp.)	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
3	Frêne (Fraxinus sp.)	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1 (à choisir)
4	Génévrier (Juniperus sp.)	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
5	Génévrier (Juniperus sp.)	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1

Fig. 53 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°2.

Tube 1. : fragment de frêne (longévité maximum de 150 ans) de calibre intermédiaire : indice plutôt favorable.

Tube 2. : fragment de frêne (longévité maximum de 150 ans) de forte courbure de cerne : indice plutôt favorable.

Tube 3. : fragment de frêne (longévité maximum de 150 ans) de calibre intermédiaire : indice plutôt favorable. A choisir si besoin car la position radiale semble un peu plus extérieure par rapport au tube n°1 (courbure de cerne plus faible).

Tubes 4 et 5 : fragments de genévrier (longévité maximum de 400 ans) de fortes courbures de cerne : moyennement favorables car petite branche, probablement une brindille mais forte longévité.

7.3. Prélèvement n°3

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Chêne	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
2	Chêne	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1 (à choisir)

Fig. 54 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°3.

Tube 1. : fragment de chêne de courbure de cerne faible à intermédiaire, absence de thylls, probable aubier : indice plutôt favorable.

Tube 2. : fragment de chêne de courbure de cerne faible à intermédiaire, absence de thylls donc probable appartenance à l'aubier : indice plutôt favorable. A choisir si besoin car la position radiale semble un peu plus extérieure (courbure de cerne plus faible).

7.4. Prélèvement n°5

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Chêne (Quercus sp.)	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1

Fig. 55 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°5.

Tube 1. : fragment de chêne de faible courbure de cerne, l'absence de thylls indique une probable appartenance à l'aubier : indice plutôt favorable.

7.5. Prélèvement n°6

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Chêne (Quercus sp.)	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1

Fig. 56 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°6.

Tube 1. : fragment de chêne de courbure de cerne faible, absence de thylls, probable aubier. A choisir si besoin par rapport au prélèvement n°13, car la position radiale semble un peu plus extérieure (courbure de cerne plus faible).

7.6. Prélèvement n°9

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Chêne (Quercus sp.)	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
2	Erable (Acer sp.)	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
3	Chêne (Quercus sp.)	Faible	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1 (à choisir)

Fig. 57 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°9.

Tube 1. : fragment de chêne de faible courbure de cerne, absence de thylls, probable aubier : indice plutôt favorable.

Tube 2. : fragment d'érable de forte courbure de cerne, probable petite branche : indice plutôt favorable (longévité d'une 100aie d'années)

Tube 3. : fragment de chêne de faible courbure de cerne, absence de thylls, probable aubier. A choisir si besoin car la position radiale semble un peu plus extérieure (courbure de cerne plus faible).

7.7. Prélèvement n°13

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Chêne (Quercus sp.)	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1

Fig. 58 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°13.

Tube 1. : fragment de chêne de courbure de cerne intermédiaire, absence de thylls, probable aubier.

7.8. Prélèvement n°15

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Indéterminé, coquille?	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1? à confirmer

Fig. 59 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°15.

Tube 1. : fragment indéterminé, potentiellement fragment de coquille (forme arrondie évoquant un fragment de coquille de noisette ?) A confirmer, mais pourrait être pertinent pour une datation.

7.9. Prélèvement n°16

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Chêne (Quercus sp.)	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
2	Chêne (Quercus sp.)	Interm. à faible	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1 (à choisir)
3	Chêne (Quercus sp.)	Interm. à faible	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1 (à choisir)

Fig. 60 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°16.

Tube 1. : fragment de chêne de courbure de cerne intermédiaire, absence de thylles, probable aubier. A choisir si besoin car la position radiale semble un peu plus extérieure (courbure de cerne plus faible).

Tubes 2. et 3. : fragments de chêne de courbure de cerne faible à intermédiaire, absence de thylles, probable aubier. A choisir si besoin car la position radiale semble un peu plus extérieure (courbure de cerne plus faible) par rapport au tube n°1.