



ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS
LORS DE FOUILLES DE FOURS DE POTIER ET D'UN FOUR
DOMESTIQUE ASSOCIÉS À UN VILLAGE DU HAUT MOYEN ÂGE,
OPÉRATION DE LA ZAC « PORTES DU LOIRET »,
SITE « LES PARIÈRES » SUR LA COMMUNE DE SARAN (45).**



**Service de l'archéologie préventive
Département du Loiret**

Décembre 2022

Service de l'archéologie préventive, département du Loiret.

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de fouilles d'un enclos laténiens et d'un village alto-médiéval, opération de la ZAC « Portes du Loiret », site « Les Parières » sur la commune de Saran (45).

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Décembre 2022

Illustration de la page de couverture :

Fragment de Fabacée de type genêt (Cytisus sp.), vue en coupe transversale, grossissement x43 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°9 (EA 1030, US 10219.1).

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	7
2.1. Équipement d'observation.....	7
2.2. Méthodologie.....	8
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	13
2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration ».....	15
2.5. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	17
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	19
3.1. Four de potier - EA n°1030, prélèvements n°9 et n°10, US 10219.....	19
a. Résultats	19
- Prélèvement n°9 (US 10219.1).....	19
- Prélèvement n°10 (US 10219.2).....	19
b. Interprétations	21
3.2. Four de potier - EA n°1084, prélèvements n°22 et n°23, US 10290.....	23
a. Résultats	23
- Prélèvement n°22 (US 10290.1).....	23
- Prélèvement n°23 (US 10290.2).....	23
b. Interprétations	24
3.3. Four de potier - EA n°1098, prélèvement n°30, US 10313.....	25
a. Résultats	25
b. Interprétations	25
3.4. Four domestique - EA n°1100, prélèvements n°27, n°28 et n°29, US 10273.....	26
a. Résultats	26
- Prélèvement n°27 (US 10273.1).....	26
- Prélèvement n°28 (US 10273.2).....	26
- Prélèvement n°29 (US 10273.3).....	26
b. Interprétations	27
4. BILAN.....	29
5. BIBLIOGRAPHIE.....	33
6. ANNEXE – Photographies.....	35

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique préventive menée sur la « ZAC Portes du Loiret », site « Les Parières » sur la commune de Saran (45).

La fouille est localisée dans un secteur fouillé depuis 2009 où des enclos laténiens et un village alto-médiéval ont été mis au jour. Pour la période du Haut Moyen Âge, une zone importante de production de poterie a été mise au jour. Par ailleurs, des fours domestiques ont également été étudiés.

Sur le site « Les Parières », les vestiges concernent une occupation domestique (four domestique, silo, bâtiment sur poteaux, puits) jouxtant une zone artisanale (3 fours de potiers). D'après le premier examen de la céramique (étude en cours), les productions de céramique sont datés entre le 6^e et le 8^e siècle.

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 de fours de potier, il s'agit probablement de rejets de combustible, mais l'hypothèse reste à confirmer.
- s'il s'agit de restes de combustible, tenter de caractériser la qualité du bois utilisé. En déduire si les assemblages ont fait l'objet de sélections (ex. essences ou calibres particuliers), s'ils sont plutôt caractéristiques d'usages domestiques ou artisanaux,
- caractériser les boisements qui existaient dans l'aire de ramassage.

Cette opération a été menée par Amélie Laurent-Dehecq, responsable d'opération au sein du Service de l'Archéologie Préventive du Loiret.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

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

Les charbons étudiés ont fait l'objet de tamisages effectués par Arkéomap (mailles de 5 et 2 mm).

L'ensemble des échantillons a été observé. 250 charbons ont été étudiés.

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE				
Site :		Saran (45)		
Nom de l'opération / Lieu-Dit :		ZAC Portes du Loiret, site "Les Parières".		
Année de fouille :		2022		
N° OA :				
Resp. d'Op.		Amélie Laurent-Dehecq		
Type d'opération :		Archéologie préventive		
Période d'analyse pressentie		2022		
Identifiants	EA	US	Description	Effectifs étudiés
9	Four de potier - n° 1030	10219.1	Dans l'alendrier. Sable brun à gris, meuble et homogène avec de la céramique, nombreux micro charbon de bois.	33
10		10219.2	Dans l'alendrier. Sable brun à gris, meuble et homogène avec de la céramique, nombreux micro charbon de bois.	42
22	Four de potier - n° 1084	10290.1	Rejet dans la fosse de travail du four 1098. Sédiment sableux brun orange avec poche cendreuse	38
23		10290.2	Rejet dans la fosse de travail du four 1098. Sédiment sableux brun orange avec poche cendreuse	36
30	Four de potier - n° 1098	10313	Dans l'alendrier. Sédiment charbonneux.	31
27	Four domestique - n° 1100	10273.1	Fond du laboratoire. Sédiment charbonneux, noir, rares gravillons de calcaire, meuble et homogène.	23
28		10273.2	Fond du laboratoire. Sédiment charbonneux, noir, rares gravillons de calcaire, meuble et homogène.	26
29		10273.3	Fond du laboratoire. Sédiment charbonneux, noir, rares gravillons de calcaire, meuble et homogène.	21
				250

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

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

Pour l'exemple du prélèvement n°9, seulement quatre taxons ont été identifiées. La courbe effort-rendement montre un seuil situé entre 10 et 20 fragments (Fig. 2), mais compte tenu de la faible diversité taxonomique, cette courbe n'est pas très démonstrative.

Les indicateurs calculés à partir des courbes « effort-rendement » sont basés sur la diversité taxonomique, or en plus des identifications nous avons aussi procédé à des observations permettant de préciser la nature des ensembles anthracologiques : estimations des calibres, types de combustion, traces de découpes, de xylophages, etc... Les courbes « effort-rendement » étant basées sur

la diversité taxonomique, nous n'avons donc pas jugé judicieux de nous baser exclusivement sur les seuils obtenus pour établir des effectifs d'échantillonnages représentatifs.

En concertation avec l'archéologue et en fonction de l'enveloppe allouée pour cette étude, nous avons choisi d'étudier les prélèvements de façon la plus exhaustive possible, en poussant l'observation à environ 20 à 40 charbons par lot.

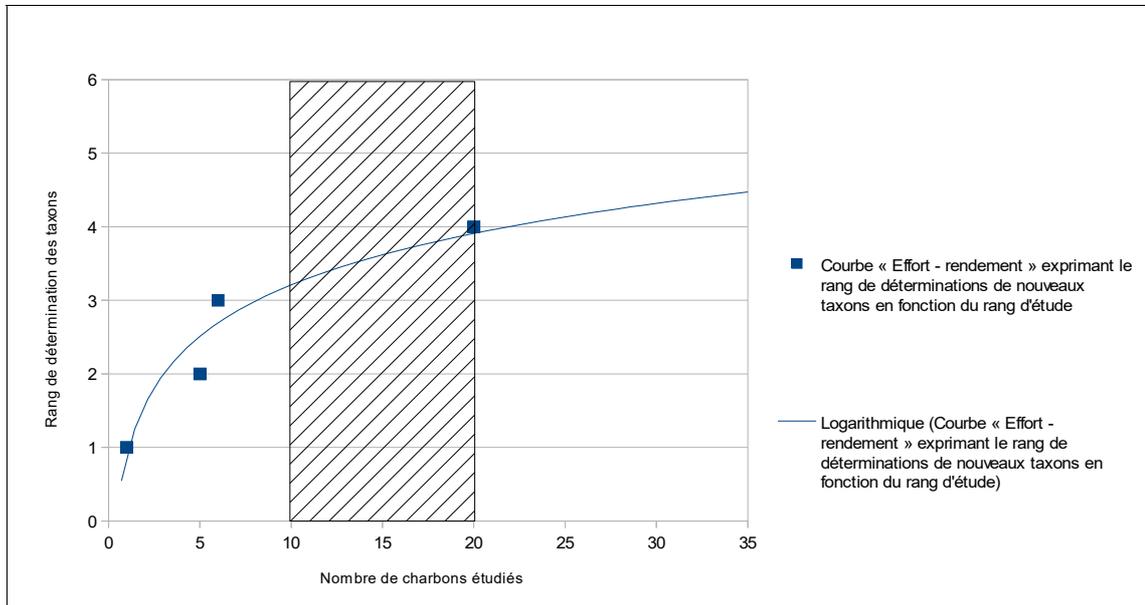


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°9 (Fait 1030, US 10219.1). Dans cet exemple, le quatrième taxon (Pomoidées) a été observé au 20e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 10 et 20 charbons.

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

2.1. Équipement d'observation

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



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

2.2. Méthodologie

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

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

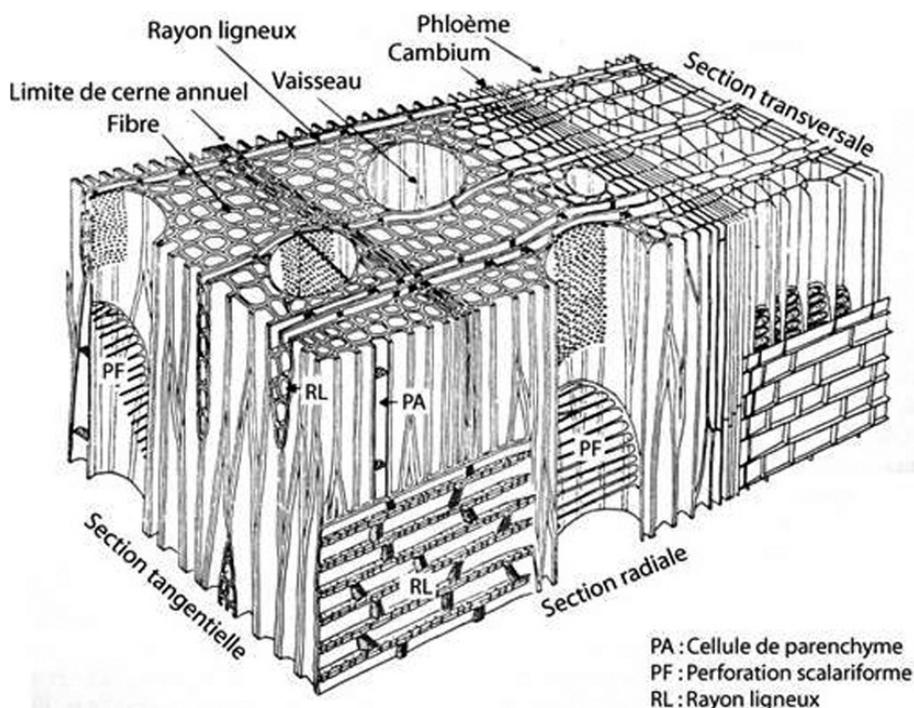


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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

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

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

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

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

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

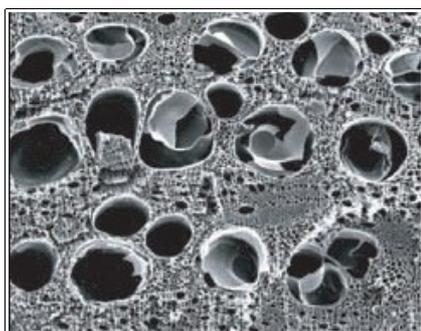
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- **le rythme de croissance**

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

- **la présence de thylles**

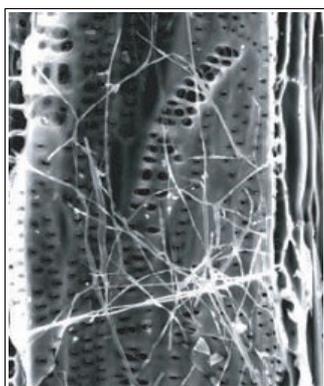
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne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



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

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

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



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

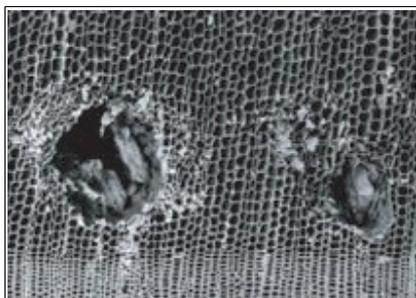
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

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

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

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

- les traces de galeries laissées par les insectes xylophages.

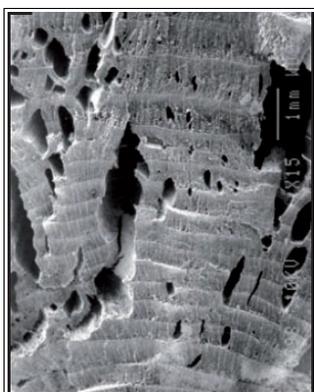


La présence de tels tunnels est plutôt un indicateur de bois morts, mais il existe parfois des bois vivants dont l'aubier peut être logiquement attaqué (Marguerie *et al.*, 2010).

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

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

- la présence de fentes radiales de retrait et vitrification.



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

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

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

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

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

Il discerne quatre niveaux de vitrification :

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

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

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

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

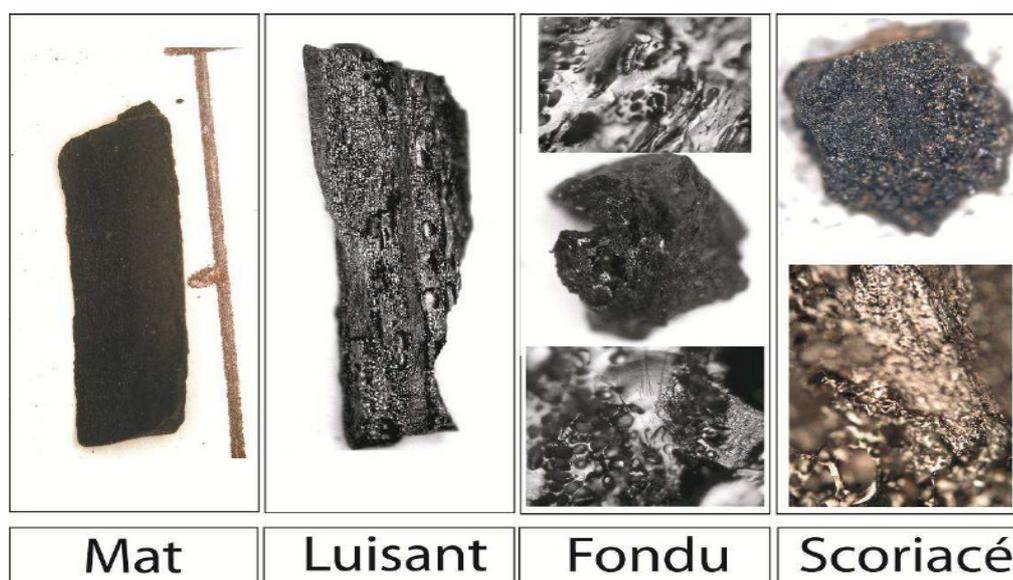
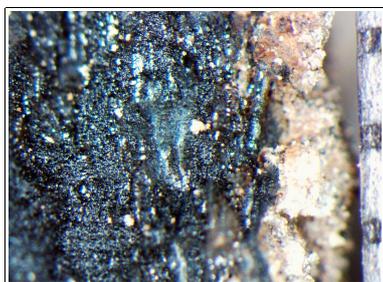


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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



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

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

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

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

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

2.3. Observation macroscopique du plan ligneux

- Observations de caractères dendrologiques :

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

- 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.

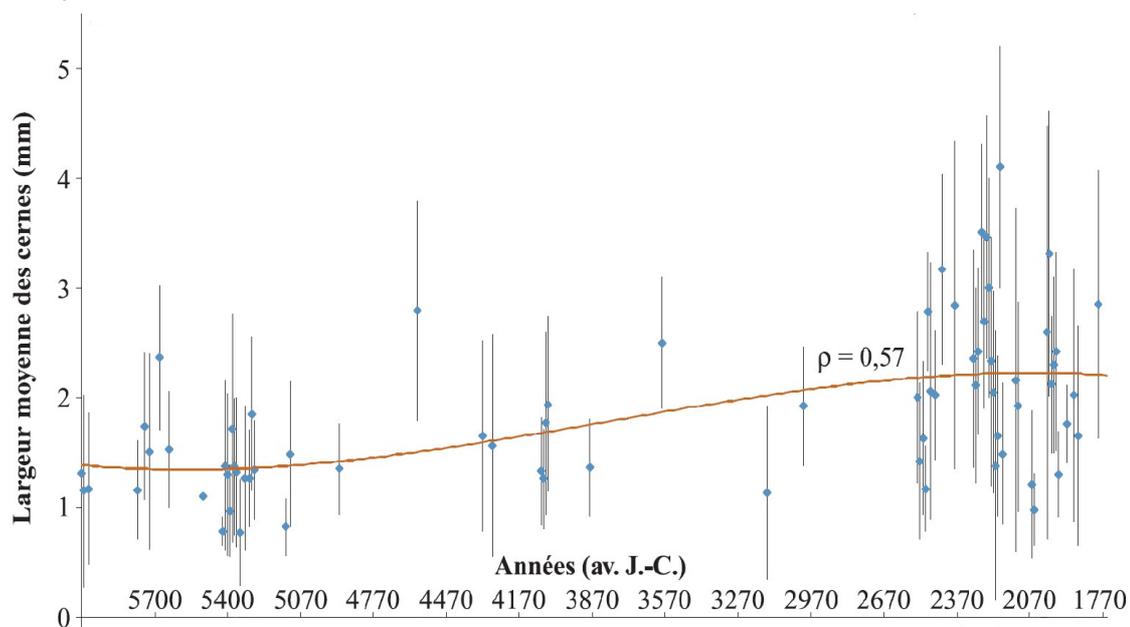


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 15). 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, recherche du diamètre des arbres utilisés : Mesures des calibres

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

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

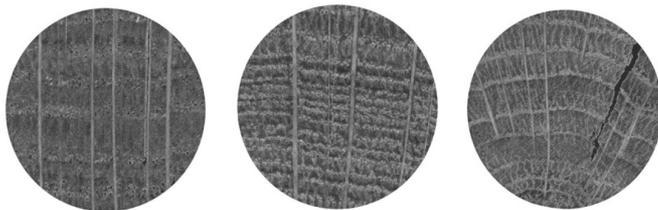


Fig. 12 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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).

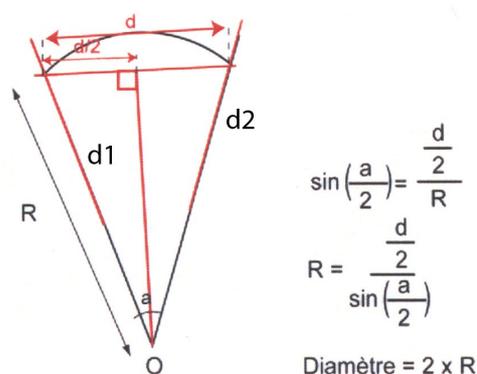


Fig. 13 : calculs trigonométriques pour la détermination des calibres des bois à partir du sinus de l'angle (Paradis S., 2007).

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.

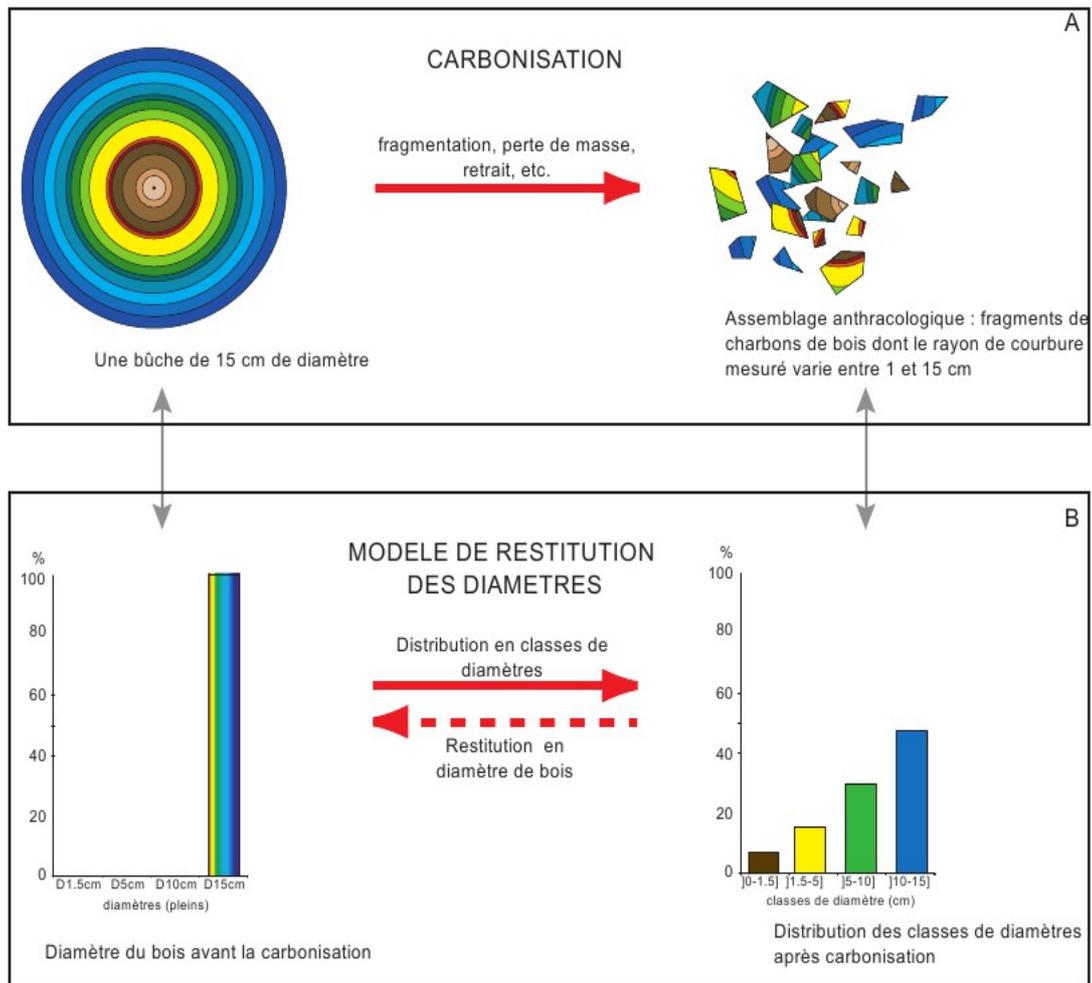


Fig. 14 – Principe du modèle de restitution des diamètres de bois (extrait de Dufraisse *et al.*, 2011).

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

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

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

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

Le 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.*).

Les Pomoïdeae ou Maloïdeae (ex. aubépine, poirier, néflier, alisier, cormier) et les **Prunoïdées** dont le genre ***Prunus sp.*** (ex. merisier, cerisier, prunellier) sont des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les lisières de bois, dans des bois clairs, des landes ou en forêts caducifoliées ouvertes. Il n'est pas rare de les retrouver associés aux **Genistae (Fabacées)**.

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

Les **Pomoïdées** englobent par exemple les **poiriers-pommiers** mais aussi l'**aubépine**. Les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent aussi correspondre aux **merisiers** et aux **cerisiers**.

Excepté le merisier (*Prunus avium*), ces taxons fournissent de bons combustibles.

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

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



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

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

3.1. Four de potier - EA n°1030, prélèvements n°9 et n°10, US 10219

a. Résultats

- Prélèvement n°9 (US 10219.1)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Aspect				Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur / Luisant	Fendu / Luisant	Granuleux	
Fabacée	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	18	0	2	6	0	0	0	3	1	0	0
Quercus sp.	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 16 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°9.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	1	2	1,65	0	1,65	1,65

Fig. 17 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°9.

- Prélèvement n°10 (US 10219.2)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Quercus/Castanea	27	0	1	15	0	0	0	0	2	0	1	0
Quercus sp.	14	0	3	9	1	2	0	0	0	0	0	0

Fig. 18 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°10.

Distribution des effectifs cumulés des rayons estimés ou mesurés pour les fragments de section entière des prélèvements des fours de potier (EA1030 et EA 1084) par classe de 1mm.

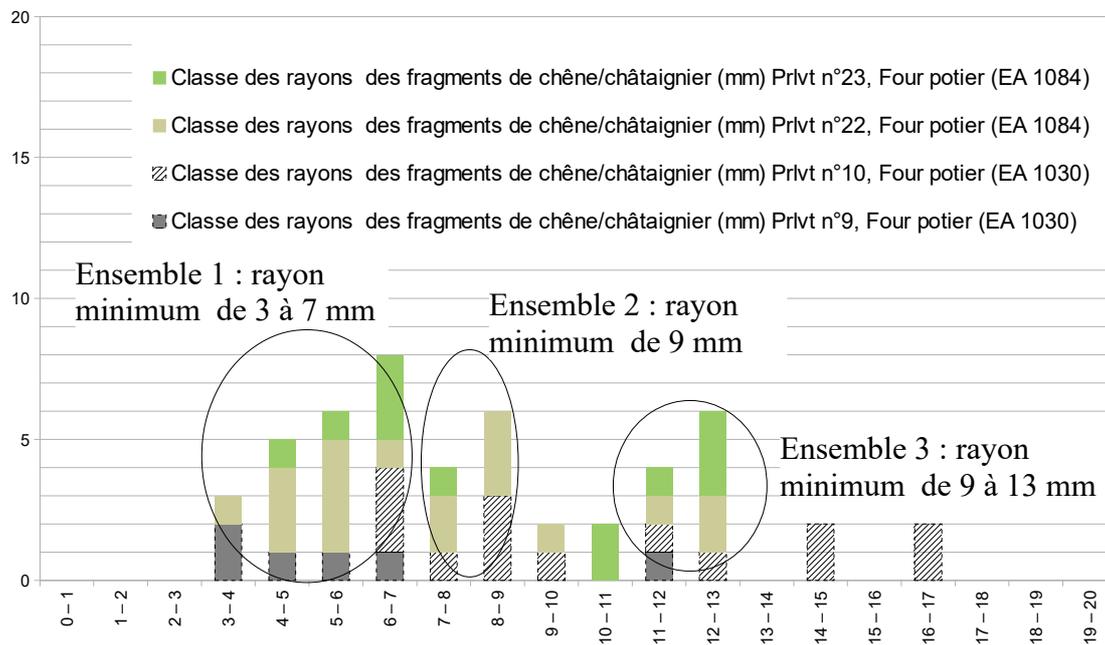


Fig. 19 - Distribution des rayons mesurés pour 64 fragments de chêne, chêne-châtaignier provenant des prélèvements de four de potier (prélèvement n° 9, 10, 22, 23, EA 1030, EA 1084), par classe de 1 mm.

b. Interprétations

Les compositions anthracologiques des deux prélèvements sont dominées par les charbons de chêne (*Quercus sp.*) et du chêne-châtaigner (*Quercus sp. - Castanea sativa*) (Fig. 16 et 18). 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 2.5.).

De façon globale ce sont des bois de petits calibres qui ont été utilisés. En effet, ce sont en majorité des fragments avec une courbure de cerne forte qui sont observés. Ils proviennent de petites branches.

Des mesures de calibration ont été réalisées ponctuellement sur quelques fragments et viennent confirmer cette impression (cf. aussi Fig. 19) :

- dans le prélèvement n°9, des rayons compris entre 3 et 12 mm ont été mesurés sur plusieurs charbons de chêne et chêne-châtaigner,
- dans le prélèvement n°10, des rayons compris entre 6 et 17 mm ont été mesurés sur des charbons de chêne et chêne-châtaigner.

Ces petits bois, ou fagot(?), 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.

Assez peu de fragments avaient des aspects fendus ou luisants. Les bois ont donc été brûlés à l'état sec et ne semblent donc pas provenir de combustions particulièrement chaudes ou confinées mais plutôt de combustions relativement bien aérées.

Le bois de chêne est un bois « dur » et constitue un bon combustible car ses braises durent longtemps et génèrent beaucoup d'énergie. Comme combustible, il est souvent utilisé pour la montée et l'entretien des combustions. C'est en revanche une essence qu'il peut être difficile à enflammer, d'où l'intérêt de l'associer à des brindilles ou des essences de bois tendres (ex. noisetier) qui flambent bien et rapidement. Cela a probablement été le rôle des quelques restes de noisetier, de genêt (Fabacée type *Cytisus*) et de Pomoïdées.

Toutefois, on ne peut écarter aussi l'hypothèse de l'emploi d'essences plus tendres (bois blanc) en vue d'obtenir des températures plus élevées (cf. notes à ce sujet chapitre 4.).

Les rares mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne de courbure faible et intermédiaire indiquent une moyenne de l'ordre de 1,65 mm / an (Fig. 17). Cette valeur est caractéristique d'une collecte dans un boisement au contexte de croissance plutôt contraignant (boisement assez dense, sols pauvres, mauvaise exposition ?), mais compte tenu du faible nombre de mesures, il faut considérer cette valeur avec précaution.

3.2. Four de potier - EA n°1084, prélèvements n°22 et n°23, US 10290

a. Résultats

- Prélèvement n°22 (US 10290.1)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Aspect					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur / Luisant	Fendu / Luisant	Granuleux	Thylle	Moelle
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	18	0	1	9	0	0	1	0	1	1	0	1
Quercus sp.	18	0	0	17	0	1	1	0	2	0	1	0

Fig. 20 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°22.

- Prélèvement n°23 (US 10290.2)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Quercus/Castanea	17	0	1	12	0	1	2	4	2	2	0
Quercus sp.	17	0	0	14	0	8	5	1	0	0	2

Fig. 21 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°23.

b. Interprétations

Seulement deux taxons anthracologiques ont été identifiés pour ces prélèvements, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*) et du chêne-châtaigner (*Quercus sp. - Castanea sativa*) (Fig. 20 et 21). L'hypothèse de la présence du châtaignier est là encore peu probable (cf. chapitre 2.5.).

De la même façon que pour le four de potier « EA n°1010 », ce sont des bois de petits calibres qui ont été utilisés. En effet, près de 75% des fragments identifiés avaient une forte courbure de cerne.

Quelques mesures de calibration, non exhaustives, ont permis d'estimer des rayons compris entre 3 et 13 mm (Fig. 19).

Seuls quelques rares fragments de chêne-châtaigner sembleraient provenir de bois de calibre intermédiaire, probablement de branches (présence de thylles et courbures de cernes intermédiaires).

Une faible proportion des fragments avait des aspects fendus ou fendus-luisants. Les charbons sont donc plutôt issus d'un bois brûlé à l'état sec et d'une combustion relativement « aérobie ». Notons un peu plus de fragments d'aspect luisant dans le prélèvement n°23, mais il s'agit peut-être d'un effet associé à une combustion « en fond de foyer ».

Le bois de chêne est un bois « dur » et constitue un bon combustible car ses braises durent longtemps. Il est parfois difficile à enflammer, mais l'emploi presque exclusif de bois de petit calibre a dû faciliter l'allumage.

Notons que l'absence totale d'autres essences montre un choix précis du combustible (en plus du petit calibre et du caractère « sec »), ce qui tendrait à aussi appuyer plutôt l'origine « artisanale » de la combustion. En effet, les compositions anthracologiques des foyers domestiques sont souvent caractérisés par l'emploi de bois tendres (ex. noisetier, saule, peuplier...) typiques des phases d'allumages régulières, ce qui n'est pas le cas ici.

3.3. Four de potier - EA n°1098, prélèvement n°30, US 10313

a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoïacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
<i>Corylus avellana</i>	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabacée	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Frag. de racine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Quercus/Castanea</i>	7	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Quercus sp.</i>	7	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0

Fig. 22 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°30.

b. Interprétations

Trois à quatre taxons anthracologiques ont été identifiés à l'intérieur de ce prélèvement. Les taxons du chêne (*Quercus sp.*) et du chêne-châtaigner (*Quercus sp. - Castanea sativa*) sont les mieux représentés en plus du noisetier (*Corylus avellana*) et de bois de Fabacées de type genêt (*Cytisus sp.*) (Fig. 22).

Les fragments observés correspondent essentiellement à des restes de bois de petits calibres (courbures de cerne fortes), voire de brindilles (indéterminé).

La faible proportion des charbons d'aspects luisants ou présentant des fentes de retrait indique que les bois ont été brûlés à l'état sec et dans des conditions relativement bien « oxygénées ».

La composition anthracologique est donc semblable à celles des prélèvements n°9 et n°10 (four de potier n°EA 1030) mais aussi, par les aspects et le petit calibre des bois utilisés, à celles des prélèvements du four de potier n°EA 1084.

3.4. Four domestique - EA n°1100, prélèvements n°27, n°28 et n°29, US 10273.

a. Résultats

- Prélèvement n°27 (US 10273.1)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Insecte	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Fabacée type Cytisus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Prunus sp.	6	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	12	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Quercus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 23 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°27.

- Prélèvement n°28 (US 10273.2)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Frag. écorce	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	4	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Prunus sp.	7	0	0	6	0	0	1	2	0	0	0	1	1
Quercus/Castanea	9	0	0	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Quercus sp.	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 24 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°28.

- Prélèvement n°29 (US 10273.3)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Fabacée type Cytisus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Prunus sp.	8	0	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	6	0	0	3	0	0	1	0	2	0	0	0	0
Quercus sp.	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0

Fig. 25 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°29.

b. Interprétations

L'étude des trois prélèvements en provenance du « four domestique » (EA n°1100) a permis d'obtenir des résultats assez homogènes, tant au niveau des essences que sur la qualité du combustible utilisé (calibre, aspect des charbons). Les ensembles anthracologiques correspondent donc probablement à une même phase de remplissage.

Trois à quatre taxons anthracologiques ont été identifiés pour ces trois prélèvements. Il s'agit par ordre d'importance du chêne (*Quercus sp.*), du chêne-châtaigner (*Quercus sp. - Castanea sativa*), du genre *Prunus sp.*, observés dans les trois lots et d'un ligneux de la famille des Fabacées de type genêt (*Cytisus sp.*) observé dans deux prélèvements (Fig. 23, 24, 25).

Notons, comme pour les lots précédents, que la présence du châtaigner reste hypothétique (cf. note à ce sujet chapitre 2.5.). En revanche, la détection du genre *Prunus* marque une différence avec les prélèvements associés aux fours de potier.

Ce sont exclusivement des bois de petits calibres, voire des brindilles, qui ont été utilisés. En effet, les charbons ayant fait l'objet d'observations de courbures de cernes montrent presque systématiquement de fortes courbures de cerne. Des calculs de calibration réalisés sur une quinzaine de fragments ont permis d'estimer des rayons compris entre 7 et 11 mm (Fig. 26) .

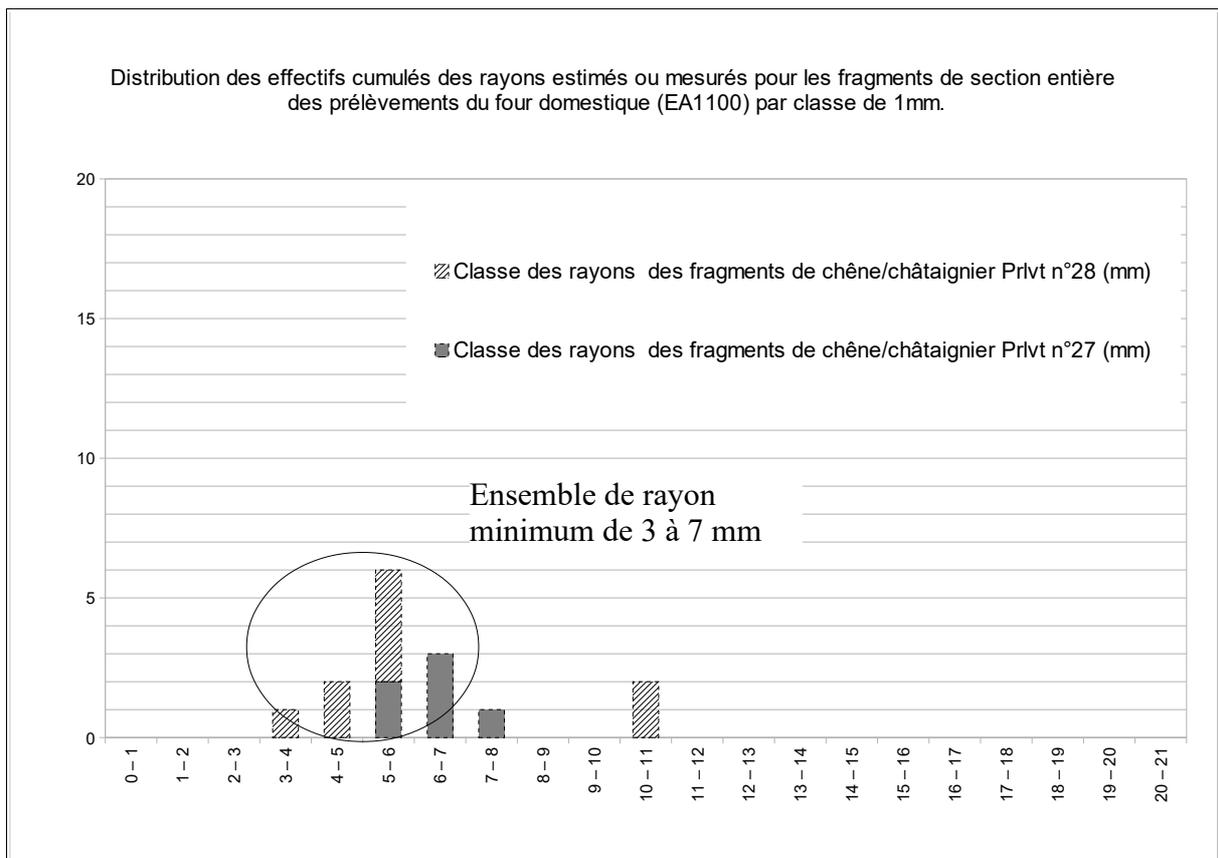


Fig. 26 – Distribution des rayons mesurés pour 15 fragments de chêne, chêne-châtaigner provenant des prélèvements du four domestique (prélèvements n° 27 et 28, EA 1100), par classe de 1 mm.

Exception faite du genêt, le chêne, chêne-châtaignier et le genre *Prunus* sont des bois denses (ou durs) et peuvent être qualifiés de bons combustibles. Leurs braises durent longtemps et rayonnent davantage. Ce sont des bois qui peuvent être difficiles à enflammer, d'où à priori ici l'association du genêt pour le lancement de la combustion. Notons toutefois que l'utilisation de bois de petit calibre génère une combustion intense mais brève si le foyer n'est pas régulièrement alimenté.

Assez peu de charbons avaient des aspects luisants. Les charbons ne semblent donc pas provenir de combustions particulièrement chaudes, ni confinées mais plutôt d'une combustion de type « foyer ouvert » (plutôt que « four »).

Très peu de fentes de retrait ont été observées, indice d'un bois brûlé à l'état sec.

Remarque : L'utilisation presque exclusif de bois de petit calibre, mais aussi l'aspect des charbons, est assez semblable aux observations faites pour les compositions anthracologiques associées aux fours de potier. Il s'agit de restes de combustible de type « fagot ». Ce type de combustible est un peu surprenant dans un cadre domestique, où l'utilisation de bois de petit calibre pour l'allumage puis de bois de calibre gros à intermédiaire (grosses branches) pour entretenir les combustions, est plutôt d'usage. L'hypothèse de rejets de combustion issus d'une activité « artisanale » (et pourquoi pas de type « four de potier ») peut être suggérée...

Les aires des ramassages semblent avoir touché à la fois des boisements de type chênaie (chêne, chêne-châtaignier), des formations végétales plus ouvertes comme des lisières, des haies (*Prunus sp.*, *Fabacée type Cytisus sp.*), voire des secteurs de landes ou landes-fourrés (genêt : *Cytisus sp.*).

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. 250 fragments ont été observés pour les huit prélèvements (Fig. 1).

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Fours de potier</p> <p>Prélèvements n° 9, n°10 (EA1030 – US 10219).</p> <p>Prélèvements n°22 et n°23 (EA1084 – US 10290)</p> <p>Prélèvements n°30 (EA1098 – US 10313)</p>	<p>chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>),</p> <p>noisetier (<i>Corylus avellana</i>),</p> <p>Fabacée type genêt (<i>Cytisus scoparius</i>)</p> <p>Pomoïdées</p>	<p>Rejets de combustion de « fours de potier »</p> <p>L'observation des courbures de cerne montre en partie des fragments avec une courbure de cerne forte. Les fragments proviennent donc presque exclusivement de bois de petit calibre, voire de brindilles. Les mesures de calibration ont permis d'estimer des bois de rayons minimums compris principalement entre <u>6 et 13 mm</u>.</p> <p>Le chêne est un bois dur et constitue un excellent combustible. Le bois de genêt, de Pomoïdée et de noisetier ont dû être utilisés plutôt pour faciliter l'allumage.</p> <p>L'utilisation d'un combustible constitué essentiellement de bois de petit calibre avait probablement pour objectif de générer une combustion intense. En revanche, l'utilisation de bois de petit calibre génère une combustion assez brève. La quantité de bois apportée a dû être régulière et importante pour maintenir la combustion dans la durée.</p> <p>Les fragments n'avaient pas particulièrement d'aspects fendus ou fendus-luisants. Cela pourrait résulter de bois brûlés à l'état sec dans des conditions relativement bien oxygénées (combustion « ouverte » ou aérée).</p>	<p>Boisement de type chênaie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Castanea sativa</i>,</p> <p>Boisements clairs, haies, lisières :</p> <p><i>Prunus sp.</i>, <i>Pomoïdeae</i>, <i>Cytisus scoparius</i></p> <p>Landes, landes-fourrés :</p> <p><i>Cytisus scoparius</i></p> <p>Mesures de largeurs de cerne :</p> <p>Moy. = 1,65 mm</p> <p>La moyenne constatée correspondent à des contextes de croissance globalement difficiles (boisements denses, et/ ou sols pauvres).</p>

Fig. 27 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associés aux prélèvements n°9, 10, 22, 23, 30 (Fours de potier, EA n°1030, n°1084 et n°1098)

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Prélèvements n°27, n°28, n°29 (US 10273), EA n°1100.</p>	<p>chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), <i>Prunus sp.</i>, genêt (<i>Cytisus scoparius</i>)</p>	<p>Rejets de combustion « d'origine domestique ».</p> <p>L'étude des différents prélèvements a révélé des compositions anthracologiques homogène (essences, aspects, calibres). Les ensembles correspondent donc à une même phase de remplissage.</p> <p>Ce sont exclusivement des bois de petits calibres, voire des brindilles, qui ont été utilisés. Des calculs de calibration réalisés sur une quinzaine de fragments ont permis d'estimer des rayons compris entre 7 et 11 mm.</p> <p>Exception faite du genêt, le chêne, chêne-châtaigner et le genre <i>Prunus</i> sont des bois denses (ou durs) et peuvent être qualifiés de bons combustibles. Leurs braises durent longtemps et rayonnent davantage. Ce sont des bois qui peuvent être difficiles à enflammer, d'où à priori ici l'association du genêt pour le lancement de la combustion. Notons toutefois que l'utilisation de bois de petit calibre a dû générer <u>une combustion intense mais brève</u>.</p> <p>C'est là un effet surprenant dans un cadre domestique. L'hypothèse de rejets de combustion d'une activité artisanale (type « four de potier ») pourrait là aussi être suggérée.</p>	<p>Boisement de type chênaie hêtraie et chênaie diversifiée :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Ulmus sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies :</p> <p><i>Prunus sp.</i>, <i>Cytisus scoparius</i></p> <p>Landes, landes-fourrés :</p> <p><i>Cytisus scoparius</i></p>

Fig. 28 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements provenant du comblement du « four domestique ». Prélèvements n°27, n°28 et n°29 (Four domestique EA n°1100)

- **Informations d'ordre environnemental**

Cinq à six taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le chêne, et chêne-châtaigner ont été identifiés dans l'ensemble des prélèvements. Le noisetier et le genêt ont régulièrement été observés.

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

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

- les groupements forestiers de la **chênaie diversifiée** avec le chêne (*Quercus sp.*), chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sativa*),
- **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection du genre *Prunus* (merisier, cerisier, prunellier), des Pomoïdées, du genêt et du noisetier.
- **les landes et landes-fourrés** avec le genêt.

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.

Des mesures de largeurs de cernes réalisées sur de rares fragments de chêne de gros et moyen calibre du prélèvement n°9, ont permis de calculer une moyenne de largeurs de cerne de 1,65 mm / an. Ce résultat correspond à une croissance difficile, en liaison avec des contextes abiotiques (ex. sols pauvres, météorologie,...) et/ou biotiques contraignants (compétition vis-à-vis des ressources, ex. chênaie dense).

- **Informations d'ordre ethnographique :**

L'ensemble des lots anthracologiques étudiés sont marqués par des compositions constituées essentiellement de fragments provenant de bois de petits calibres voire de brindilles, probablement du fagot.

Les essences utilisées sont très majoritairement du chêne et du chêne-châtaigner, excellents combustibles, mais le noisetier, le genêt ont aussi régulièrement été observés. Le genre *Prunus* a été retrouvé uniquement dans les lots attribués à un « four domestique ».

L'utilisation presque exclusive de bois de petit calibre (y compris pour les rejets du four « domestique ») correspond très probablement à un choix technique. En effet, ce type de combustible (fagot) génère des températures importantes, ce qui caractérise aussi la cuisson des fours de potier.

Le choix du chêne, essence considérée comme un bois dur, a probablement permis une montée en température relativement lente tout en générant des braises dans la durée. Le chêne est plutôt difficile à enflammer d'où la nécessité de l'employer parfois avec des bois tendres. La présence du noisetier ou du genêt a peut-être facilité cette phase d'allumage. Cet emploi du bois de chêne de petit calibre a sans doute permis l'obtention de températures de l'ordre de 900 - 1000 degrés, en cohérence avec la réalisation de poteries.

Toutefois, l'observation d'autres essences que le chêne (noisetier, genêt, Pomoïdées ?) pourrait aussi s'expliquer afin d'obtenir des températures plus importantes. On peut évoquer l'exemple dans certaines techniques de four de potier (ex. « four couché » à Moutier, 89, com.pers. de l'artisan) de l'ajout de bois blanc (ex. Bétulacées) dans un second temps, afin d'atteindre des combustions plus vives et des températures de l'ordre de 1100 à 1200 degrés nécessaires à la cuisson d'émaux ou de grès.

Dans tous les cas de figures, ces fours nécessitent beaucoup de fagots et un entretien des combustions en continu et sur une longue durée pour maintenir une combustion élevée.

5. BIBLIOGRAPHIE

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

CHABAL L., 1997 - *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive) L'antracologie, 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'antracologie*. 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.

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

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

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

6. ANNEXE – Photographies

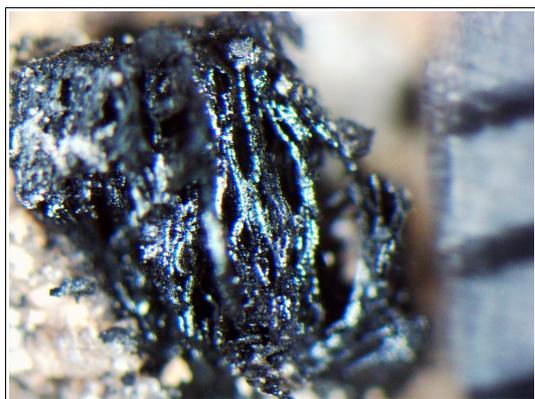


Fig. 29 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*) d'aspect « fendu-luisant » et de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x32. Prélèvement n°29. L'échelle représente des millimètres.

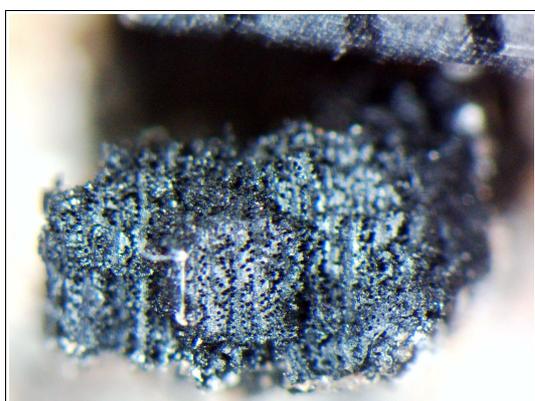


Fig. 30 – Fragment du genre *Prunus* (*Prunus sp.*). Coupe transversale. Prélèvement n°29. Grossissement x29. L'échelle représente des millimètres.

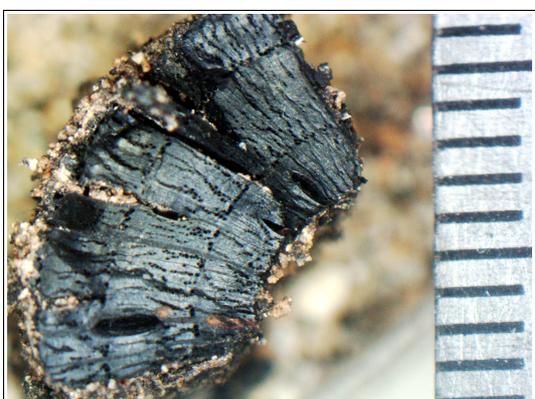


Fig. 31 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Prélèvement n°22. Grossissement x7. L'échelle représente des millimètres.

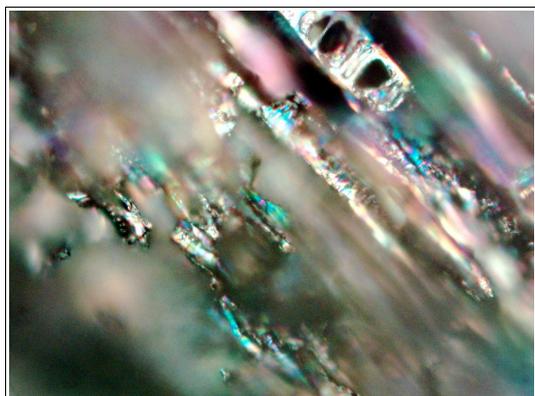


Fig. 32 – Fragment de noisetier (*Corylus avellana sp.*). Coupe radiale sous microscope. Prélèvement n°30. Grossissement x400.



Fig. 33 - Fragment de Pomoidée. Coupe transversale. Prélèvement n°9. Grossissement x30. L'échelle représente des millimètres.