



# ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES  
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSE DES FRAGMENTS CHARBONNEUX PRÉLEVÉS  
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE  
DE LA « ZAC D'ALLEVILLE NORD », SUR  
LA COMMUNE DE SAINT-JEAN-DE-LA-RUELLE(45).**



**N° PRESCRIPTION 21/0202  
OPÉRATION : 0612938**

**Institut National de Recherches Archéologiques Préventives**

**Mars 2022**

# Institut National de Recherches Archéologiques Préventives

---

Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique de la « ZAC d'Alleville Nord », sur la commune de Saint-Jean-de-la-Ruelle(45).

Opération : 0612938

---

## 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](mailto:loic.gaudin@arkeomap.com)

Site web : [arkeomap.com](http://arkeomap.com)

---

**Mars 2022**

Illustration de la page de couverture :

*Fragment de frêne (Fraxinus sp.), vue en coupe transversale montrant une forte courbure de cerne, grossissement x13 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°3 (Fait 12, US 1150).*

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....</b>	<b>5</b>
<b>2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION .....</b>	<b>7</b>
2.1. Équipement d'observation.....	7
2.2. Méthodologie.....	8
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux .....	13
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	15
<b>3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....</b>	<b>18</b>
3.1. Prélèvement n°1 du Fait 31, US 1051, Zone 2.....	18
<a href="#">a. Résultats .....</a>	<a href="#">18</a>
<a href="#">b. Interprétations .....</a>	<a href="#">19</a>
3.2. Prélèvements du comblement de la fosse polylobée (Fait 12). Prélèvements n°2 (US 1114), n°3 (US 1110), n°4 (US 1145), n°5 (US 1151).....	20
<a href="#">a. Résultats .....</a>	<a href="#">20</a>
- Prélèvement n°2 (F12 – US 1114).....	20
- Prélèvement n°3 (F12 – US 1110).....	21
- Prélèvement n°4 (F12 – US 1145).....	22
- Prélèvement n°5 (F12 – US 1151).....	22
<a href="#">b. Interprétations .....</a>	<a href="#">23</a>
3.3. Prélèvement n°6 du Fait 7, US 1029, Zone 1.....	25
<a href="#">a. Résultats .....</a>	<a href="#">25</a>
<a href="#">b. Interprétations .....</a>	<a href="#">25</a>
<b>4. BILAN.....</b>	<b>26</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>30</b>
<b>6. ANNEXE – Photographies.....</b>	<b>31</b>

## INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique préventive menée sur la « ZAC d'Alleville 440 » sur la commune de Saint-Jean-de-la-Ruelle (45).

L'étude concerne plus particulièrement le comblement d'une fosse polylobée datant du Hallstatt moyen (F12 – Zone 2). Quatre des six prélèvements proviennent de ce fait. Deux autres prélèvements proviennent de complements de fosses non datées (F31 et F7).

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. Correspondent-ils à des restes de bois d'œuvre ou de combustible (rejets de foyer?).
- 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 Eric Champault, responsable d'opération à l'INRAP.

# 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 le service archéologique.

L'ensemble des échantillons a été observé. 107 charbons ont été étudiés.

<b>Nom de l'opération / Lieu-Dit :</b>		ZAC d'Alleville Nord		
<b>Année de fouille :</b>		2022		
<b>N° OA :</b>		0612938 (N° prescription : 45 285 0012)		
<b>Resp. d'Op.</b>		E. Champault		
<b>Type d'opération :</b>		Archéologie préventive		
<b>Période d'analyse pressentie</b>		Début 2022		
<b>Identifiants prélèvements</b>	<b>Faits</b>	<b>US</b>	<b>Description</b>	<b>Effectifs étudiés</b>
1	31	1051	Comblement de fosse non attribuée	21
2	12	1114	Comblement d'une fosse polylobée datée du Hallstatt moyen	15
3		1150		35
4		1145		11
5		1151		10
6	7	1029	Comblement de fosse non attribuée	15
				<b>107</b>

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°3 de la polylobée (F12), seulement trois essences 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 10 à 20 charbons par lot.

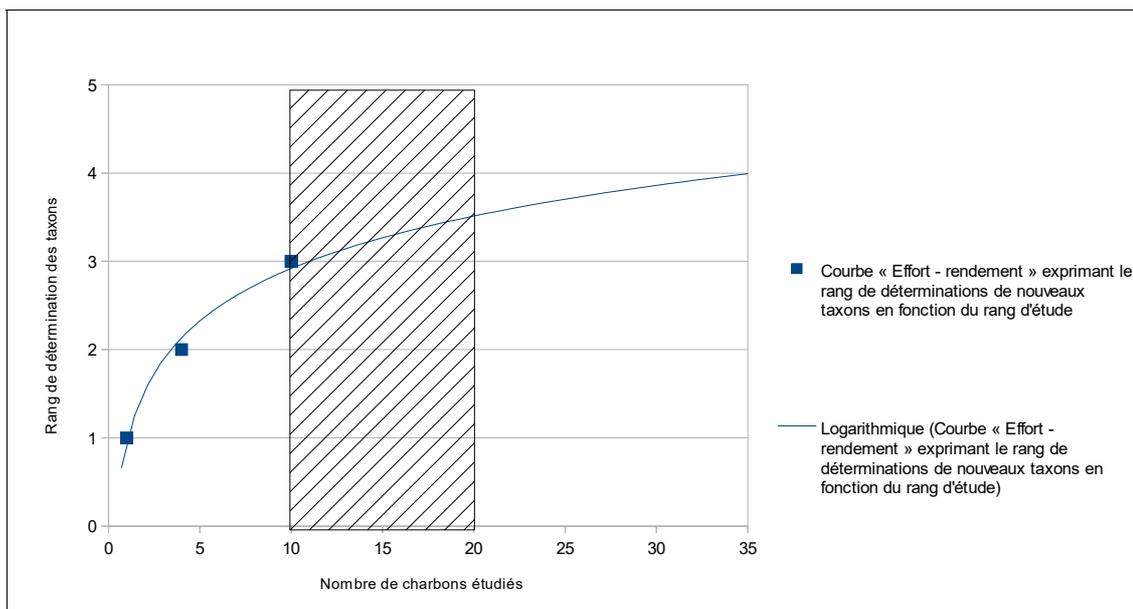


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°3 (Fait 12, US 1110, zone 2). Dans cet exemple, le troisième taxon (*Fraxinus sp.*) a été observé au 10e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 10 et 20 charbons.

## 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.

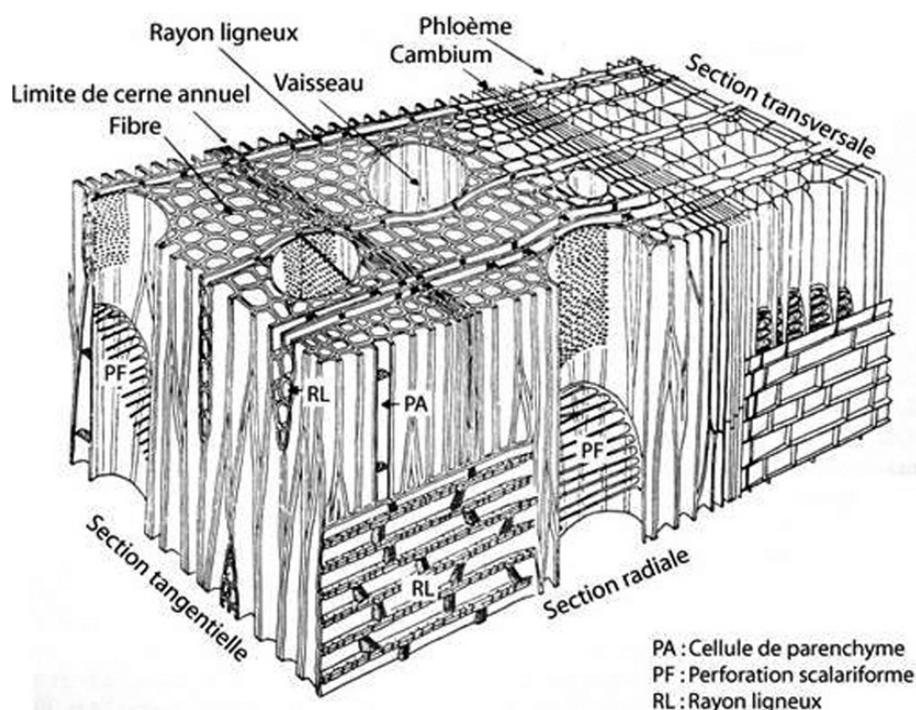


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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 :

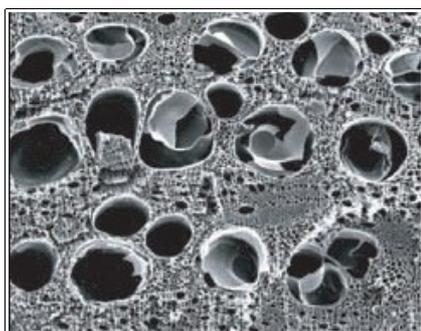
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

#### - **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**

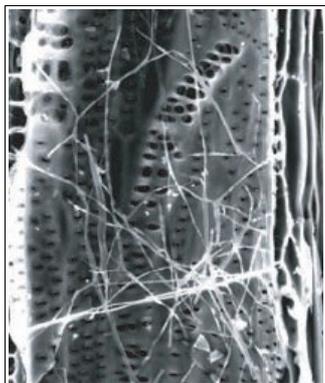
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne 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.

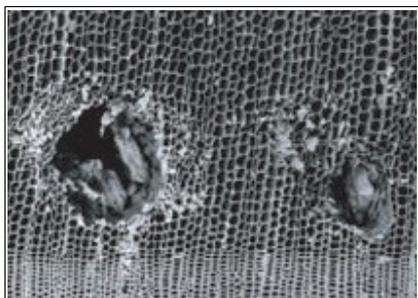
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

**- 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.**

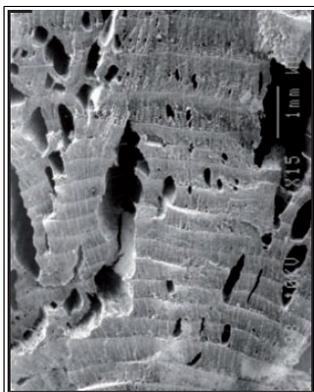


La présence de tels tunnels est plutôt un indicateur de bois morts, mais il existe parfois des bois vivants dont l'aubier peut être logiquement attaqué (Marguerie *et al.*, 2010).

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.

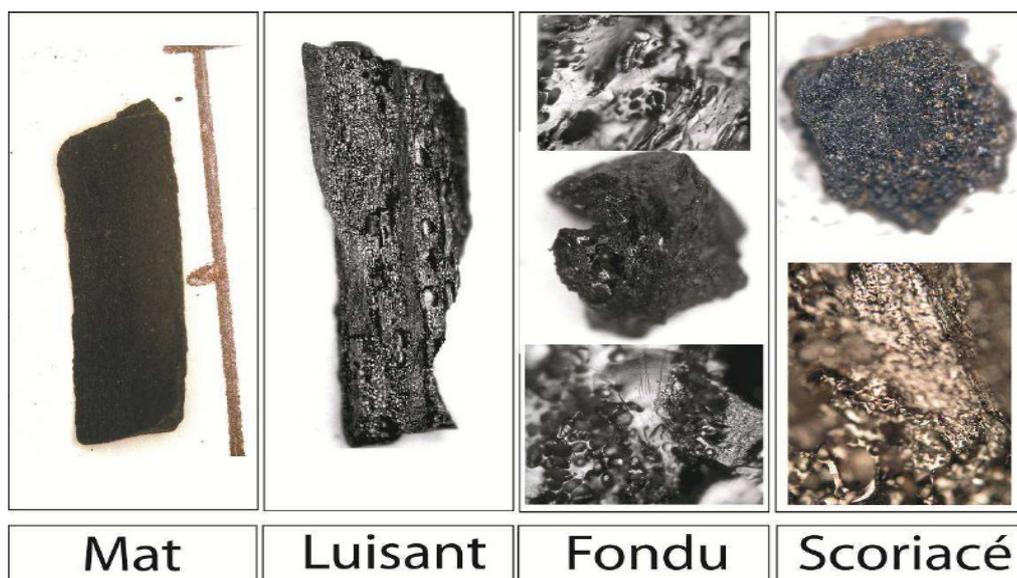
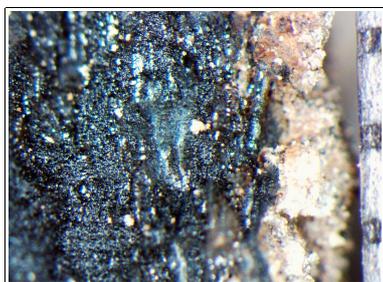


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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.

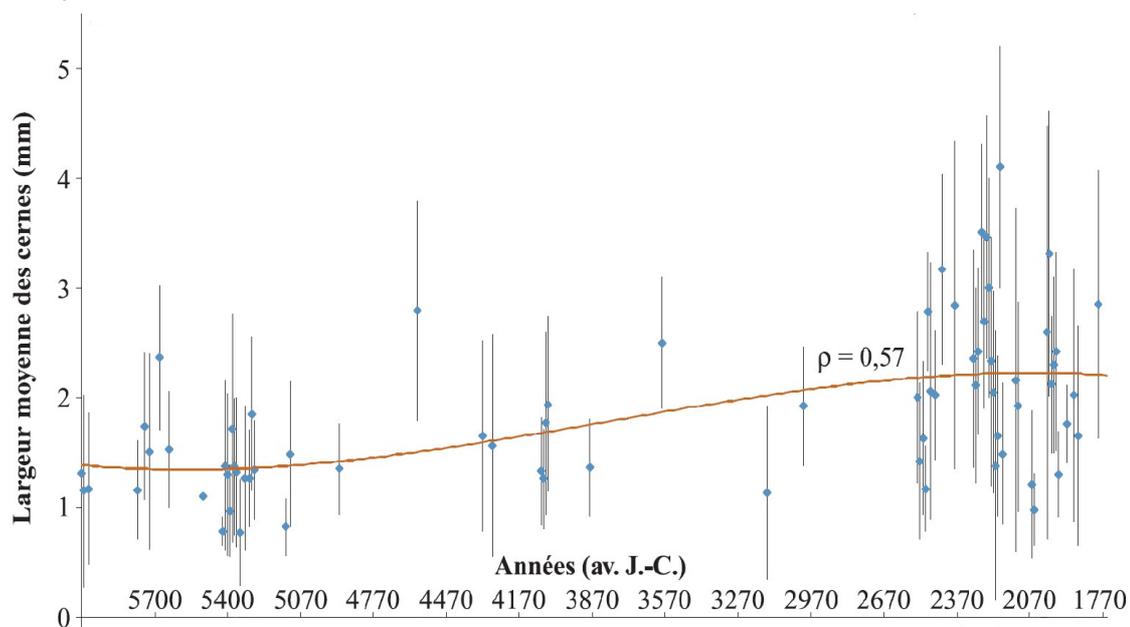


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

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

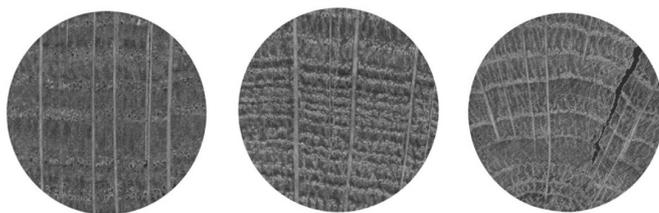


Fig. 12 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude a permis de déterminer sept à dix taxons anthracologiques (un taxon correspond à quatre 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.*).

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

**L'orme** (*Ulmus sp.*), probablement l'orme champêtre dans l'aire géographique considérée, est une espèce héliophile présente dans les haies, forêts alluviales et parmi les végétations rudérales. C'est un bois qui est très apprécié pour ses qualités mécaniques et décoratives. Il constitue aussi un bois de feu de première qualité et permet d'obtenir un charbon léger. Autrefois communes partout en plaine, les populations ont été fortement décimées par la graphiose au début du XXe siècle.

Quelques éléments de **frêne** (*Fraxinus sp.*) ont été identifiés. Ce genre correspond au frêne commun (*Fraxinus excelsior*) dans la région considérée. C'est un taxon mésophile à mésohygrophile que l'on trouve dans les bois frais, aux bords des eaux, sur les versants ombragés. Il est souvent associé aux forêts ripicoles, chênaies et hêtraies-chênaies. Le feuillage est un très bon fourrage pour les animaux (Rameau *et al.*, 1989). Il est considéré comme un bon bois de chauffage car c'est un bois dense (570 kg / m<sup>3</sup>) avec un pouvoir calorifique important et générant une combustion lente.

**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.

Remarque à propos du taxon « *Salix / Populus / Alnus / Corylus* » (prélèvement n° 6)

Quelques petits fragments observés dans le prélèvement n°6, n'ont pu être déterminés. L'observation du plan transversal a permis d'identifier un bois diffus à semi-poreux avec des pores parfois accolés radialement. Des faux rayons ont semblé être perçus sur un fragment (?). L'observation du plan tangentiel a permis d'identifier des rayons unisériés et très rarement bisériés. Ces critères anatomiques en plus de l'ornementation des vaisseaux (grosses ponctuations) appuient l'hypothèse de la famille des Bétulacées. En revanche, l'observation du plan radial n'a pas permis de repérer de perforations scalariformes, mais au regard de l'état des fragments elles ne peuvent être totalement exclues. Quatre essences sont susceptibles de répondre à cette description : le saule / le peuplier / l'aulne et le noisetier.

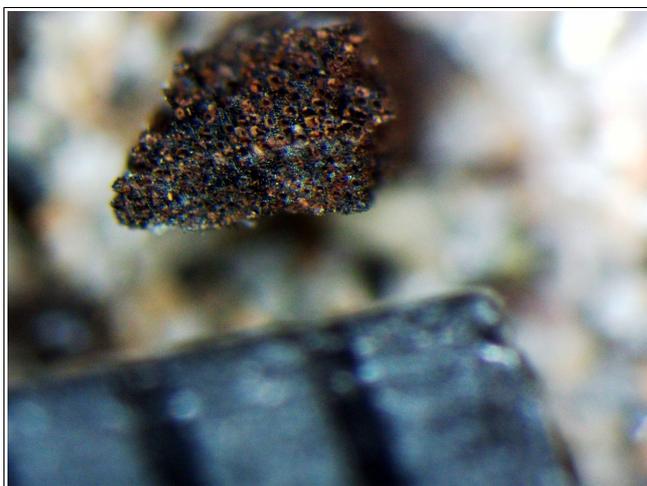


Fig. 13 - Fragment de Bétulacée, vue du plan transversale montrant une porosité diffuse (prélèvement n°6, grossissement x36, l'échelle représente des millimètres).

Le **saule** (*Salix sp.*), le **peuplier** (*Populus sp.*) et **l'aulne** (*Alnus sp.*) sont des essences vivant dans des contextes humides tels que les bordures de rivières, les berges des lacs et zones alluviales. Ce sont des bois utilisés en vannerie et offrant pour le saule des propriétés médicinales. En revanche ce sont des bois de feu assez médiocres, charbon léger (Rameau *et al.*, 1989). Ce sont des essences à forte croissance pouvant assurer un bon allumage du feu, mais leurs combustions respectives sont trop rapides.

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

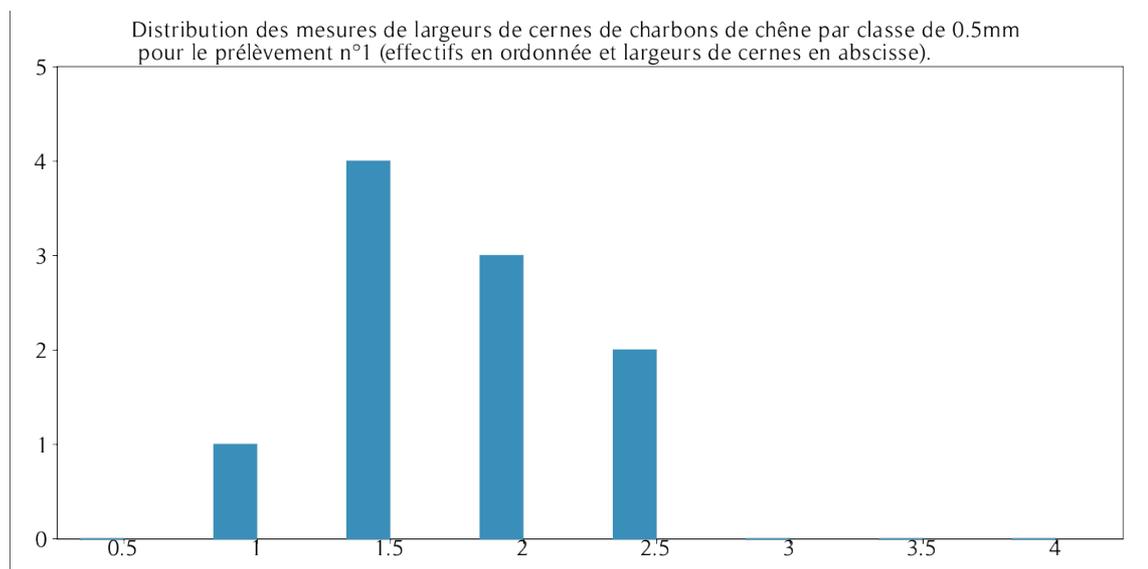
### 3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

#### 3.1. Prélèvement n°1 du Fait 31, US 1051, Zone 2

##### a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	20	0	11	5	10	2	8	2	2	6

Fig. 14 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°1.



Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	10	25	1,57	0,55	0,9	2,48

Fig. 15 – Tableau des mesures et histogramme de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°1.

## **b. Interprétations**

Seulement deux taxons anthracologiques ont été identifiés pour ce prélèvement, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*) et du chêne-châtaigner (*Quercus sp. - Castanea sativa*). 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 (cf. note à ce sujet chapitre 2.4. ).

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

Près de la moitié des fragments avait des aspects fendus ou fendus-luisants. Cela résulte de bois brûlés à l'état vert. En revanche, très peu de charbons montrent un aspect luisant. Les charbons ne semblent donc pas provenir de combustions particulièrement chaudes et confinées (ex. de type four), mais plutôt d'un foyer ouvert.

Le bois de chêne est un bois « dur » et constitue un bon combustible car ses braises durent longtemps. Comme combustible, il est surtout utilisé pour « entretenir » la combustion. C'est en revanche une essence qu'il est difficile à enflammer, d'où l'intérêt de l'associer à des brindilles ou des essences de bois tendres (ex. le saule, noisetier, bouleau) qui flambent bien et rapidement. Dans le cadre de cette étude, l'absence totale de ces bois d'allumage pose question car cela implique une phase d'allumage qui a du être assez réduite (et non perçue) par rapport à la phase d'entretien des combustions. Ce fait aurait tendance à écarter l'hypothèse de rejets de foyers « type domestiques », où le bois d'allumage est généralement bien représenté.

Les mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne de courbure faible et intermédiaire indiquent des moyennes de l'ordre de 1,57 mm / an. Cette valeur est caractéristique d'une collecte dans un boisement au contexte de croissance plutôt contraignant (boisement assez dense, sols pauvres, mauvaise exposition ?).

### 3.2. Prélèvements du comblement de la fosse polylobée (Fait 12). Prélèvements n°2 (US 1114), n°3 (US 1110), n°4 (US 1145), n°5 (US 1151)

#### a. Résultats

##### - Prélèvement n°2 (F12 - US 1114)

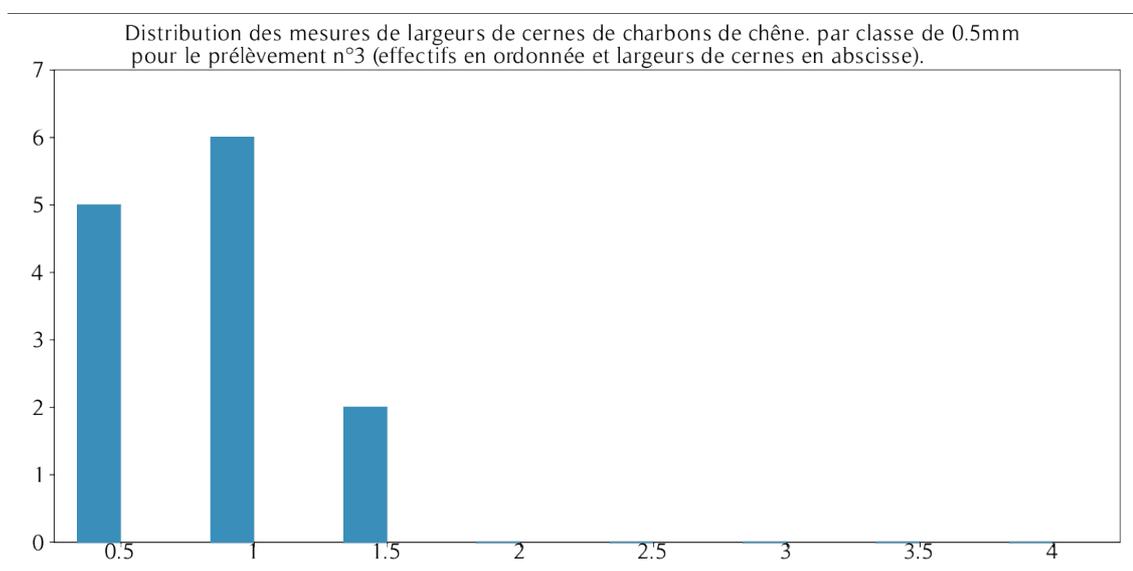
Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	12	0	0	5	0	0	0	2	0
Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0

Fig. 16 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°2.

- Prélèvement n°3 (F12 – US 1110)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion							Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magna informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux - indet.		
Fagus sylvatica	3	0	0	3	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	6	0	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Quercus sp.	24	1	14	6	14	2	0	12	2	0	0	0	0	12	0

Fig. 17 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°3.



Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	16	0,42	0	0,42	0,42
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	14	91	0,61	0,23	0,34	1,1

Fig. 18 – Tableau des mesures et histogramme de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°3.

- Prélèvement n°4 (F12 – US 1145)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granule ux – indet.
Fagus sylvatica	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1

Fig. 19 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°4.

- Prélèvement n°5 (F12 – US 1151)

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	8	0	1	0	1	0	1	0	0

Fig. 20 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°5.

## **b. Interprétations**

L'étude des quatre prélèvements en provenance du comblement de la fosse polylobée a permis d'obtenir des résultats assez différents, tant au niveau des essences que sur la qualité du combustible utilisé (calibre, aspect des charbons). Les ensembles anthracologiques correspondent donc probablement à différentes phases de remplissage.

Six taxons anthracologiques ont été identifiés pour ces quatre prélèvements, il s'agit par ordre d'importance du chêne (*Quercus sp.*), observé dans trois lots, du hêtre (*Fagus sylvatica*) observé dans deux prélèvements et dans une moindre mesure du frêne (*Fraxinus sp.*), de l'orme (*Ulmus sp.*) et du chêne-châtaigner (*Quercus sp.* - *Castanea sativa*) identifiés dans un seul prélèvement à la fois.

Notons que l'hypothèse de la présence du châtaigner est peu probable (cf. note à ce sujet chapitre 2.4. ).

Pour les prélèvements n°3 et n°5 ce sont des bois de moyens à petits calibres qui ont été utilisés (les courbures de cernes des charbons sont fortes à intermédiaires). En revanche, l'ensemble charbonneux du lot n°2 (US 1114) n'est constitué uniquement de fragments provenant de bois de petit calibre (brindilles et petites branches).

L'ensemble anthracologique du prélèvement n°2 est composé majoritairement de bois du genre *Prunus sp.* Un fragment de chêne et un d'orme complètent l'ensemble (Fig. 16). Les fragments observés semblent provenir exclusivement de bois de petit calibre. Au regard de l'aspect luisant de quelques fragments la combustion générée a dû être assez vive mais, à défaut de bois de gros calibre, assez brève. Il pourrait s'agir de restes de bois d'allumage.

Pour l'ensemble anthracologique n°3 (US 1110), les trois essences observées (le chêne, le frêne et le hêtre, Fig. 17) sont des bois denses (ou durs) et sont qualifiés d'excellents combustibles. Leurs braises durent longtemps et rayonnent davantage. Ce sont des bois qui peuvent être difficiles à enflammer, d'où à priori ici l'utilisation du hêtre et du frêne sous forme exclusivement de petites branches (les courbures de cernes des charbons sont fortes). Les fragments de chêne correspondent en revanche à des bois de calibre intermédiaire, voire de gros calibre. Ce constat est renforcé par les observations régulières de thylles, caractéristiques de bois de cœur. Le bois de chêne a vraisemblablement été utilisé pour alimenter la combustion. A noter qu'environ 50 % des fragments de chêne avaient un aspect luisant (premier niveau de « vitrification »). Ces charbons semblent donc provenir de combustions particulièrement chaudes et confinées, de type « four » ou fond de foyer par exemple (Blaizot *et al.*, 2004).

Une quinzaine de fragments de chêne a pu faire l'objet de mesures de largeurs de cernes pour le lot n°3 (Fig. 18). La moyenne obtenue est très faible (0,61 mm / an), ce qui correspondrait à un contexte de croissance difficile (forêts denses ou sols contraignants).



Fig. 21 - Coupe transversale, d'un fragment de chêne (*Quercus sp.*) d'aspect légèrement « luisant », prélèvement n°3, grossissement x13, l'échelle représente des millimètres. A noter les largeurs de cerne très faibles.

Les analyses des prélèvements n°4 et n°5 n'ont révélé que très peu de diversité. Ce sont uniquement des charbons de hêtre qui ont été observés pour le prélèvement n°4 (Fig. 19) et de chêne, chêne-châtaignier pour le prélèvement n°5 (Fig. 20). Compte tenu de l'excellente combustibilité de ces deux essences (bois durs), il pourrait s'agir de restes de combustible ayant servi lors de phases d'entretien de combustions.

Pour l'ensemble des charbons recueillis à l'intérieur de la fosse polylobée, les aires des ramassages semblent avoir touché à la fois des boisements de type chênaie diversifiée (chêne, chêne-châtaignier, orme), chênaie-hêtraie (chêne, hêtre, frêne), et des formations végétales plus ouvertes comme des lisières, des haies (*Prunus sp.*), voire des secteurs assez humides (frêne).

### 3.3. Prélèvement n°6 du Fait 7, US 1029, Zone 1

#### a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion							
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux - indet.	
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Quercus/Castanea	3	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Salix/Populus/Corylus	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 22 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°6.

#### b. Interprétations

Trois taxons anthracologiques ont été identifiés à l'intérieur de ce prélèvement. Le taxon « saule/peuplier/noisetier/aulne » (*Salix sp.* - *Populus sp.* - *Corylus avellana* - *Alnus sp.*) est le mieux représenté suivi du chêne (*Quercus sp.*) et du chêne-châtaigner (*Quercus sp.* - *Castanea sativa*) (Fig. 22).

Les fragments observés correspondent uniquement à des restes de bois de petits calibres (courbures de cerne fortes), voire de brindilles (indéterminé). Quelques charbons montrent des aspects luisants. Ce type de combustible serait caractéristique d'une combustion vive mais brève. Dans le cadre de l'hypothèse de restes de combustibles, il pourrait donc s'agir de vestiges de bois d'allumage.

Toutefois, l'observation sur plusieurs charbons d'aspects luisants, parfois encore associé à un sédiment légèrement rubéfié (Fig. 23) suggère un début de vitrification associée à des conditions de combustion chaudes et anaérobies. L'hypothèse de « petits bois » ayant brûlé en milieu clos, comme par exemple des restes de clayonnages d'un torchis (le saule ou le noisetier se prêteraient bien à cela) est aussi plausible.



Fig. 23 - Coupe transversale d'un fragment de chêne (*Quercus sp.*) de forte courbure de cerne et d'aspect « dur-luisant », prélèvement n°6, grossissement x29, l'échelle représente des millimètres. A noter le sédiment légèrement rubéfié (?) au contact du charbon.

## 4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Un peu plus de 100 fragments ont été observés pour les six prélèvements (Fig. 1).

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Prélèvements n° 1, Fait 31, US 1051, Zone 2	chêne ( <i>Quercus sp.</i> ), chêne-châtaigner ( <i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i> )	<p><b>Rejets de combustion</b></p> <p>L'observation des courbures de cernes montre une majorité de fragments avec une courbure de cerne intermédiaire. Les fragments proviennent donc de bois de moyen calibre, probablement de branches.</p> <p>Le chêne est un bois dur et constitue un excellent combustible pour alimenter des combustion dans la durée. En revanche, l'absence totale de bois d'allumage implique une phase d'allumage qui a dû être réduite par rapport à la phase d'entretien des combustions. Cela va plutôt à l'encontre de l'hypothèse de foyers de « type domestique », où le bois d'allumage est souvent bien représenté.</p> <p>Près de la moitié des fragments avait des aspects fendus ou fendus-luisants. Cela pourrait résulter de bois brûlés à l'état vert.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie :</b></p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Castanea sativa</i>,</p> <p><b>Mesures de largeurs de cernes :</b></p> <p>Moy. = 1,57 mm (N=10; Ec-type = 0,55 mm)</p> <p>Les moyennes constatées correspondent à des contextes de croissance globalement difficiles (boisements denses, et/ ou sols pauvres).</p>

Fig. 24 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associés au prélèvement n°1 (Fait 31)

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Prélèvements n°2 (US 1114), n°3 (US 1110), n°4 (US 1145), n°5 (US 1151), Fait 12, Zone 2	chêne ( <i>Quercus sp.</i> ), chêne-châtaigner ( <i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i> ), hêtre ( <i>Fagus sylvatica</i> ), <i>Prunus sp.</i> , orme ( <i>Ulmus sp.</i> ), frêne ( <i>Fraxinus sp.</i> )	<p><b>Rejets de combustion</b></p> <p>L'étude des différents prélèvements a révélé des compositions anthracologiques différentes (essences, aspects, calibre). Les ensembles correspondent donc à des phases de remplissages distinctes.</p> <p>L'ensemble anthracologique n°2 correspond aux restes d'une combustion de bois de petit calibre. La combustion a dû être vive mais brève.</p> <p>Pour l'ensemble anthracologique n°3, les essences observées (chêne, hêtre, frêne) sont des bois durs. Ce sont d'excellents combustibles. Le frêne et le hêtre sont représentés sous forme de petit bois, probablement utilisés pour l'allumage des combustions. Une part importante des charbons montre un premier niveau de « vitrification » : aspect luisant. Ces charbons semblent donc provenir de combustions particulièrement chaudes et confinées (type fours ?, fonds de foyers?).</p> <p>Les études des prélèvements n° 4 et n°5 n'ont révélé que des ensembles mono-spécifiques avec du chêne et du hêtre. Il pourrait s'agir de restes de combustible ayant servi à entretenir des combustions.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie hêtraie et chênaie diversifiée :</b></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><b>Boisements clairs, haies :</b></p> <p><i>Prunus sp.</i></p> <p><b>Boisements hygrophiles :</b></p> <p><i>Fraxinus sp.</i></p> <p><b>Mesures de largeurs de cernes :</b></p> <p><b>lot n° 3 :</b> Moy. = 0,61 mm (N=14 ; Ec-type = 0,23 mm)</p> <p>contextes de croissance <u>très difficiles</u> (boisements denses, et/ ou sols pauvres).</p>

Fig. 25 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements provenant du comblement polylobée (F12) attribuée au Hallstatt moyen

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Prélèvements n° 6, Fait 7, US 1029, Zone 1	chêne ( <i>Quercus sp.</i> ), chêne-châtaigner ( <i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i> ), le taxon anthracologique : « saule/peuplier /noisetier/ Aulne » ( <i>Salix sp.</i> / <i>Populus sp.</i> / <i>Corylus avellana</i> / <i>Alnus sp.</i> )	<p><b>Rejets de combustion (petits bois) ou restes de clayonnage d'un torchis ?</b></p> <p>Les fragments observés correspondent uniquement à des restes de bois de petits calibres, voire de brindilles. Quelques charbons montrent des aspects luisants. Ce type de combustible serait caractéristique d'une combustion vive mais brève. Dans le cadre de l'hypothèse de restes de combustibles, il pourrait donc s'agir de vestiges de bois d'allumage.</p> <p>L'observation sur plusieurs charbons d'aspects luisants, parfois encore associé à un sédiment légèrement rubéfié suggère un début de vitrification associée à des conditions de combustion chaudes et anaérobies. L'hypothèse de « petits bois » ayant brûlé en milieu clos, comme par exemple des restes de clayonnages d'un torchis (le saule ou le noisetier se prêteraient bien à cela) est aussi plausible.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie :</b></p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Castanea sativa</i>,</p> <p><b>Boisements clairs, haies, boisements hygrophiles</b></p> <p><i>Salix sp.</i> / <i>Populus sp.</i> / <i>Corylus avellana</i> / <i>Alnus sp.</i></p>

Fig. 26 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associés au prélèvement n°6 (Fait 7)

## - **Informations d'ordre environnemental**

Sept à dix taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le chêne, et chêne-châtaigner ont été identifiés dans les trois faits (F12, F7 et F31). Le hêtre, l'orme, le *Prunus*, le frêne ont été identifiées dans le comblement de la fosse polylobée. Le taxon anthracologique « saule-peuplier-noisetier-aulne » a été identifié dans le fait F31.

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-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sativa*), orme (*Ulmus sp.*) et la **chênaie-hêtraie** avec le chêne (*Quercus sp.*), le hêtre (*Fagus sylvatica*) et le frêne (*Fraxinus sp.*). (Faits 31, 12 et 7).
- **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection du genre *Prunus* (merisier, cerisier, prunellier). (Fait 12)
- **les boisements clairs, humides et espaces en déprise agricole (fourrés arbustif)** : avec la détection du noisetier – peuplier – saule - aulne (*Corylus avellana – Populus sp. - Salix sp. - Alnus sp.*) (Fait 7). Le frêne identifié dans la fosse polylobée correspond à des secteurs humides.

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 les fragments de chêne de gros et moyen calibre des prélèvements ont permis de calculer des moyennes de largeurs de cernes pour le prélèvement n°1 (Fait 31) et le prélèvement n° 3 (Fait 12). Les valeurs calculées sont faibles voire très faibles pour le prélèvement de n°3 (0,61 mm / an). Ces résultats correspondent à des croissances difficiles, 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 :**

Les ensembles étudiés pour le fait F31 et le comblement de la fosse polylobée correspondent à des restes de combustibles. L'interprétation est moins tranchée pour le prélèvement n°6 (Fait 7), car l'hypothèse de restes de clayonnages a été émise.

L'étude des quatre prélèvements du comblement de la fosse polylobée (F12) ont mis en évidence des restes de combustibles. Ce sont soit des restes ayant servi de bois d'allumage (lot n°2), soit des restes de bois ayant permis d'alimenter les combustions (lots n°4 et n°5), soit les deux à la fois (lot n°3).

L'aspect « luisant » d'un certain nombre de fragments du prélèvement n°3 est à noter. Ces charbons sont probablement issus de combustions très chaudes en milieu anaérobie, probablement de type « four », voire de fonds de foyers.

## 5. BIBLIOGRAPHIE

- BLAIZOT F., FABRE L., WATTEZ J., VITAL J., COMBES P., 2004 - *Un système énigmatique de combustion au Bronze moyen sur le plateau d'Espalem (canton de Blesle, Haute-Loire)* In: Bulletin de la Société préhistorique française. tome 101, N. 2. pp. 325-344.
- CHABAL L., 1997 - *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive) L'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Documents d'Archéologie Française. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 63, p. 18-61.
- CHABAL L., FABRE L., TERRAL J.-F. and THERY-PARISOT I., 1999 - *L'anthracologie*. In BROCHIER J.E., BOURQUIN-MIGNOT C., CHABAL L., CROZAT S., FABRE L., GUIBAL F., MARINVAL P., RICHARD H., TERRAL J.-F., THERY I. (éds.), Errance (Collection "Archéologiques"). La Botanique, Paris, 207 p.
- MARGUERIE D., BERNARD V., BEGIN Y., TERRAL J.-F., 2010 - Dendroanthracologie p. 311-347 in PAYETTE S., FILION L., *La Dendroécologie : Principes, méthodes et applications*. Presses de l'Université Laval, Québec
- MARGUERIE D., HUNOT J.-Y. 2007 - *Charcoal analysis and dendrology : data from archaeological sites in north-western France*. Journal of Archaeological Science. p. 1417-1433
- MARGUERIE D., 1992a - *Évolution de la végétation sous l'impact humain en Armorique du Néolithique aux périodes historiques*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Rennes, 40, 262 p.
- MARGUERIE D., 1992b - Charbons de bois et paléoenvironnement atlantique. *Dossier A.G.O.R.A. Les bois archéologiques*, n°2, p. 15-20.
- MCPARLAND L.C., COLLINSON M.E., SCOTT A.C., CAMPBELL G., VEAL R., 2010 - Is vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood? *Journal of Archaeological Science*, doi: 10.1016/j.jas.
- NICOLAS E., BLANCHET A., BRISOTO V., CHEREL A.-F., DAOULAS G., GUITTON V., HENAFF A., HINGUANT S., JOUANET N., LABAUNE-JEAN F., LE FORESTIER S., SEIGNAC K., 2013 - *Châteaulin (29). Penn ar Roz : un site d'activité métallurgique protohistorique et antique*. Rapport de fouille, Cesson Sévigné, Inrap, Grand ouest, 2013, 364 p.
- OILIC J.-C., 2011 - *Végétation, peuplement, métallurgie en Brocéliande : étude interdisciplinaire de la forêt de Paimpont (Bretagne, France) depuis le Tardiglaciaire*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 320 p.
- PRIOR J., ALVIN K. L., 1986 - *Structural changes on charring woods of Dichrostachys and Salix from southern Africa : The effect of moisture content*. International Association of Wood Anatomists. Bulletin (Special issue), 7, p. 243 - 249.
- RAMEAU J.C., MANSION D. et DUME G., 1989 - *Flore forestière française, guide écologique illustré*. T.1, plaines et collines, Institut pour le développement forestier, Paris, 1785 pages.
- SCHWEINGRUBER F. H., 1982 - *Microscopic Wood Anatomy*. Flück-Wirth, Teufen.
- SCHWEINGRUBER F. H., 2011 - *Anatomie europäischer Hölzer - Anatomy of European Woods*. Verlag Kessel , 800 p.
- THERY-PARISOT I., 2001 - *Economie des combustibles au Paléolithique*. Dossier de Documentation Archéologiques, 20, CNRS, Paris.

## 6. ANNEXE – Photographies

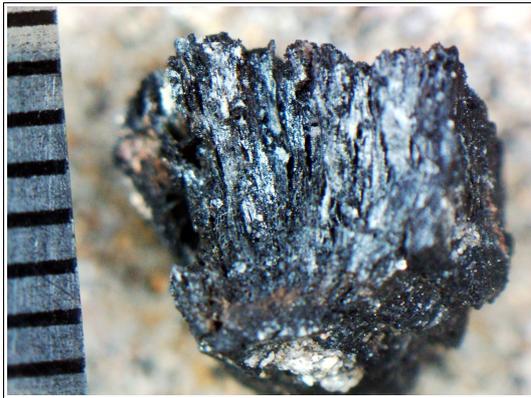


Fig. 27 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*) d'aspect « fendu-luisant » et de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x10. Prélèvement n°3 (F12). L'échelle représente des millimètres.

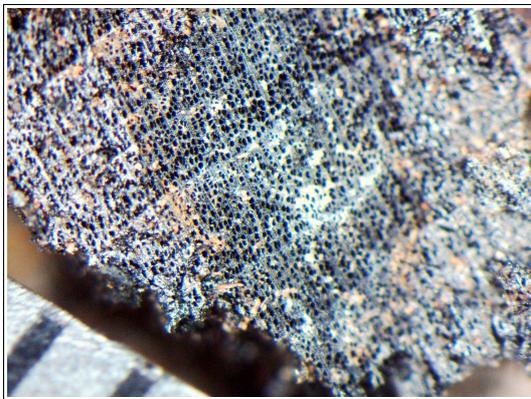


Fig. 28 – Fragment du genre *Prunus* (*Prunus sp.*). Coupe transversale. Prélèvement n°2 (F12). Grossissement x24. L'échelle représente des millimètres.

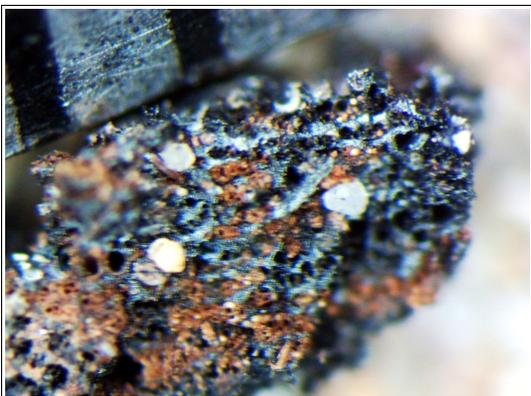


Fig. 29 – Fragment d'orme (*Ulmus sp.*). Coupe transversale. Prélèvement n°2 (F12). Grossissement x40. L'échelle représente des millimètres.

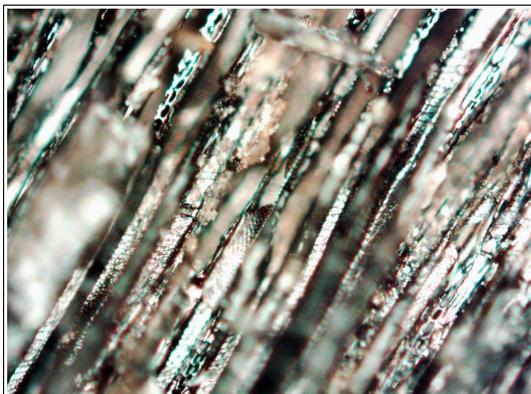


Fig. 30 – Fragment du genre *Prunus* (*Prunus sp.*). Coupe radiale sous microscope. Prélèvement n°2 (F12). Grossissement x200.



Fig. 31 – Vue générale de la fosse polylobée. Photographie INRAP.