



# ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES  
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS  
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE D'UNE OCCUPATION  
GALLO-ROMAINE AU LIEU-DIT « LES SEPTIERS » SUR LA  
COMMUNE D'ECLY (08).**

**OPÉRATION : OA 07.9368**



**Cellule archéologique du Conseil Départemental des Ardennes**

**Mars 2023**

**Cellule archéologique du Conseil Départemental des Ardennes**

**Conseil Général des Ardennes**

**Hôtel du Département - CS 20001 -**

**08011 Charleville-Mézières Cedex**

---

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique au lieu-dit « Les Septiers » sur la commune d'Ecly (08).

---

**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 2023**

Illustration de la page de couverture :

*Fragment de Hêtre (Fagus sylvatica), vue en coupe transversale, grossissement x8 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement du Fait 822 (puits), passe 7.*

## 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>8</b>
2.1. Équipement d'observation.....	8
2.2. Méthodologie.....	9
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux .....	14
2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration ».....	16
2.5. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	18
<b>3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....</b>	<b>22</b>
3.1. Grenier à six poteaux – Faits 865, 866, 867, 868, 870 et 871 .....	22
a. Résultats .....	22
- Fait 867, PRV n°11 – Trou de poteau.....	22
- Fait 868, PRV n°12 – Trou de poteau.....	22
- Fait 870, PRV n°13 – Trou de poteau.....	22
- Fait 865, PRV n°14 – Trou de poteau.....	23
- Fait 866, PRV n°15 – Trou de poteau.....	24
- Fait 871, PRV n°16 – Trou de poteau.....	24
b. Interprétations .....	25
3.2. Puits FT 822 - Prélèvements regroupés par différentes passes : passe 1, passe 3, passe 4, passe 5, passe 6 et passe 7.....	26
a. Résultats .....	26
- Fait 822, US 01 (passe 1 ?).....	26
- Fait 822, passe 3.....	26
- Fait 822, passe 4.....	26
- Fait 822, passe 5.....	26
- Fait 822, passe 6 (subdivisée en six prélèvements n° A, B, C, D, E, F).....	27
- Fait 822, passe 7 (subdivisée en quatre prélèvements n° A, B, C, D).....	27
b. Interprétations .....	28
3.3. Cave FT 825 - Prélèvements correspondant à différentes US.....	32
a. Résultats .....	32
- Fait 825, US 01 (subdivisée en six prélèvements n° A, B, C, D, E, F).....	32
- Fait 825, US 02.....	32
- Fait 825, US 9.....	32
- Fait 825, US 30.....	33
- Fait 825, US 31.....	33
- Fait 825, US non indiquée.....	33
- Fait 920, US 2, Trou de poteau dans la cave.....	33
- Fait 925, Trou de poteau dans la cave.....	33
- Fait 922, US 2, Trou de poteau dans la cave.....	34
b. Interprétations .....	34
<b>4. BILAN.....</b>	<b>36</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>41</b>
<b>6. ANNEXE – Photographies.....</b>	<b>43</b>

## INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique préventive menée au lieu-dit « Les Septiers » sur la commune d'Ecly (08).

Les vestiges concernent une occupation gallo-romaine dans laquelle les comblements de trois types de structures ont livré des restes charbonneux : un puits, un grenier à six poteaux et une cave.

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

- Tenter de percevoir l'origine des charbons. Dans le cadre de la fouille des comblements du puits et de la cave, il s'agit probablement de rejets de combustibles, mais l'hypothèse reste à confirmer. Pour les comblements des trous de poteaux du grenier, s'agit il des restes de bois d'œuvre (poteaux?) ou pas .
- s'il s'agit de restes de combustible, tenter de caractériser la qualité du bois utilisé. En déduire si les assemblages ont fait l'objet de sélections (ex. essences ou calibres particuliers), s'ils sont plutôt caractéristiques d'usages domestiques ou artisanaux,
- caractériser les boisements qui existaient dans l'aire de ramassage.

Cette opération a été menée par Mme Line Pastor, responsable d'opération au sein de la cellule archéologique du Conseil Départemental des Ardennes.

# 1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les prélèvements charbonneux ont fait l'objet de tamisages par flottation, effectués par le Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Oise (mailles de 5 et 2 mm).

Line Pastor nous a donné une description des contextes archéologiques et livre une estimation des attributions chronologiques dans l'état actuel des recherches :

## - Grenier à 6 poteaux :

Les faits 865, 866, 867, 868, 870 et 871 sont des trous de poteaux. Ils correspondent à un bâtiment sur poteaux de 5 x 4 m. Probablement un grenier ? Ils ont été creusés dans le limon brun moyen meuble. Leur comblement est argilo-limoneux brun gris compact avec des charbons de bois et de la terre était rubéfiée.

Ce bâtiment est romain (datation à affiner).

## - Puits 822 :

Le puits 822 a été fouillé à la pelle mécanique par « passe », soit des paliers approximatifs de 1,50 m.

Les passes (parfois notées phases) ont été numérotées de 1 à 7, du haut vers le bas.

De 1 à 5, le comblement est limono—argileux brun foncé, homogène et meuble. Il correspond à l'abandon du site, daté dans le courant du IIIe siècle (datation à affiner).

La passe 6 correspond à un comblement composé d'ossements de faune, de céramique, de métal, avec un peu de limon argileux compact brun gris.

Le comblement de la passe 7 est identique à celui de la passe 6 mais il est plus humide.

Les passes 6 et 7 correspondent à l'occupation du site fin Ier-début IIIe (datation à affiner).

## - Cave 825 :

La cave a été comblée au cours du IIIe siècle (datation à affiner). 28 US de remblai composent son comblement rapide.

Les structures 920, 922 et 925 sont des trous de poteaux creusés dans le sol de la cave et contenant des charbons.

L'ensemble des prélèvements a été observé. Au total ce sont 575 fragments qui ont été étudiés.

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE					
<b>Commune :</b>		Ecly (08)			
<b>Nom de l'opération / Lieu-Dit :</b>		Les Septiers			
<b>Année :</b>		2021-2022			
<b>N° OA :</b>		OA 07.9368			
<b>Resp. d'Op., Interlocuteurs</b>		Line Pastor			
<b>Type d'opération :</b>		fouille préventive			
<b>Période d'analyse pressentie</b>		2023			
<b>Fait</b>	<b>Nature du fait</b>	<b>US ou N° de PVT</b>	<b>Datation</b>	<b>Éléments d'interprétation et problématique</b>	<b>Effectifs étudiés</b>
867	Ft 867	US 01, n°11	Romain, datation à affiner.	Probable grenier à 6 poteaux.	30
868	Ft 868	US 01, n°12			5
870	Ft 870	US 01, n°13			26
865	F 865	US 01, n°14			25
866	Ft 866	US 01, n°15			25
871	Ft 871	US 01, n°16			25
					<b>136</b>
822	FT 822 (Puits)	US 01	Abandon du site : courant IIIe.	Puits	5
		Phase 3			5
		Phase 4			5
		Phase 5			25
		Pass 6 "A"	Occupation du site : fin Ier-début IIIe		15
		Pass 6 "B"			16
		Pass 6 "C"			70
		Pass 6 "D"			2
		Pass 6 "E"			35
		Pass 6 "F"			3
		Passe 7 "A"			10
		Passe 7 "B"			3
Passe 7 "C"	22				
Passe 7 "D"	31				
					<b>247</b>
Ft 825	FT 825 (Cave)	US 01 "A"	comblement de la cave du IIIe s.	Cave	17
		US 01 "B"			5
		US 01 "C"			5
		US 01 "D"			6
		US 01 "E"			10
		US 01 "F"			8
		US 30			4
		US			10
		US 9			10
		US 31			21
		US 2			30
FT 920	TP (Cave)	US2		Trous de poteaux creusés dans la cave	21
FT 925					25
FT 922					20
					<b>192</b>
<b>TOTAL</b>					<b>575</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 du fait FT 822 (puits), passe 7, seulement cinq taxons ont été identifiées. La courbe effort-rendement montre un seuil situé entre 10 et 20 fragments (Fig. 2), mais compte tenu de la faible diversité taxonomique et du faible effectif étudié, 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 30 charbons par lot, voire davantage lorsque cela était possible.

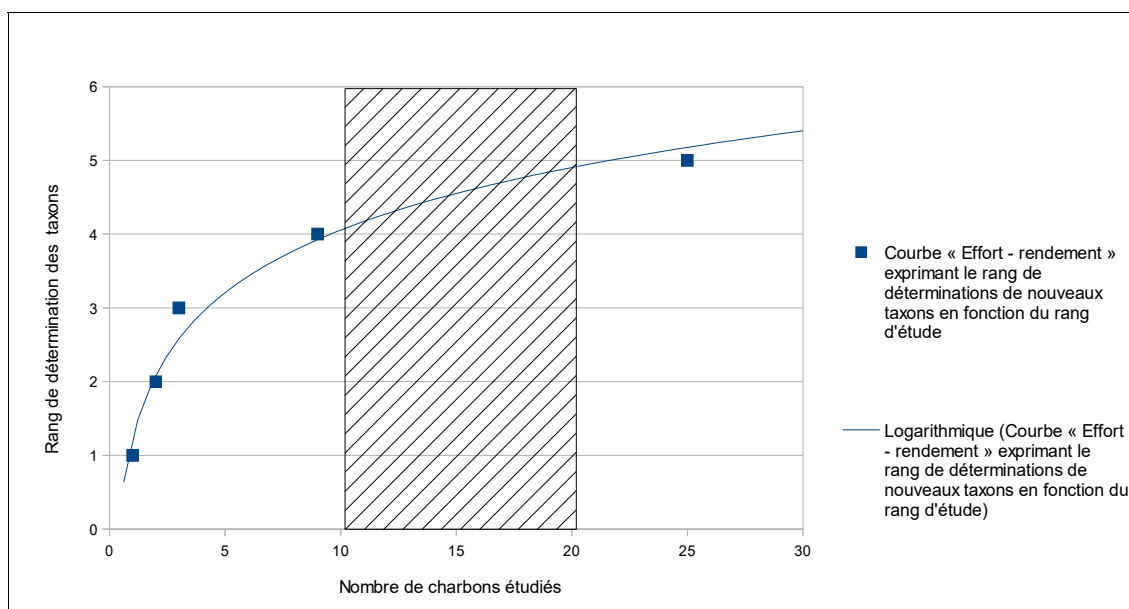


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement du Fait 822, passe 7D. Dans cet exemple, le cinquième taxon (*Quercus sp.*) a été observé au 25e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 10 et 20 charbons.

## 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.

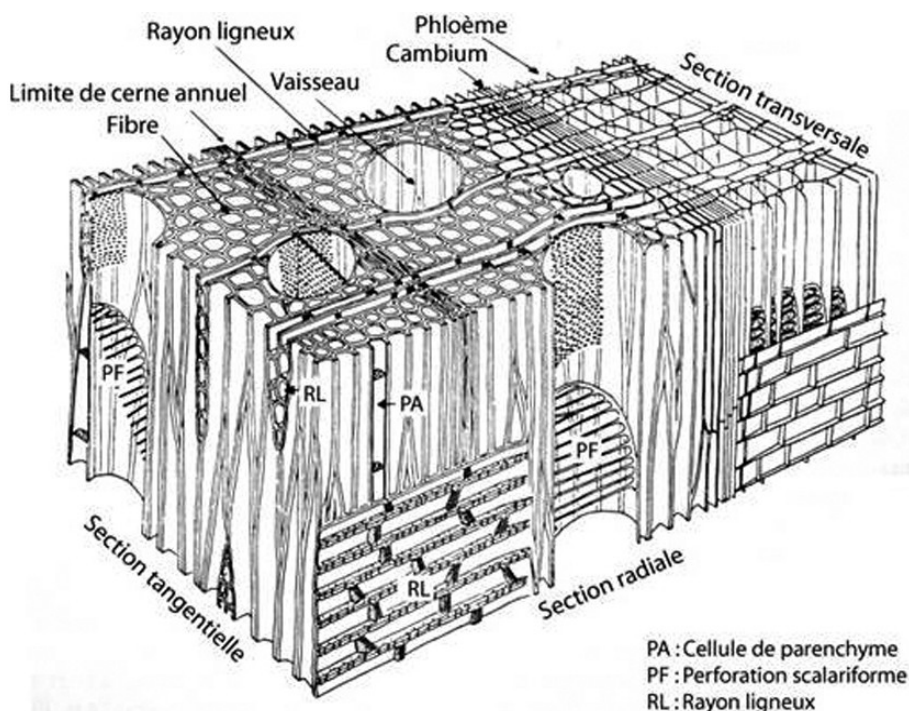


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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 :

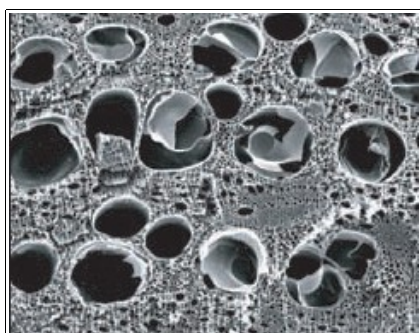
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

#### - **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**

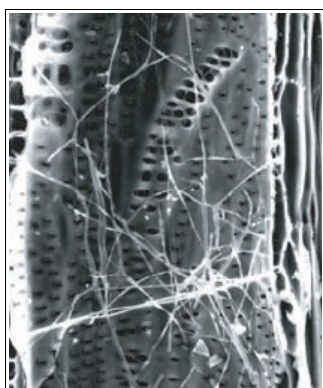
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne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

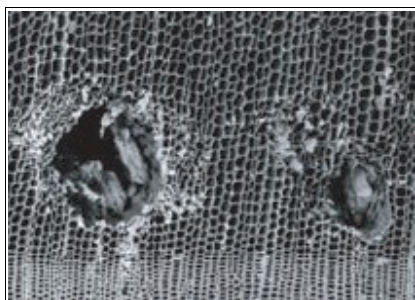
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

**- 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.

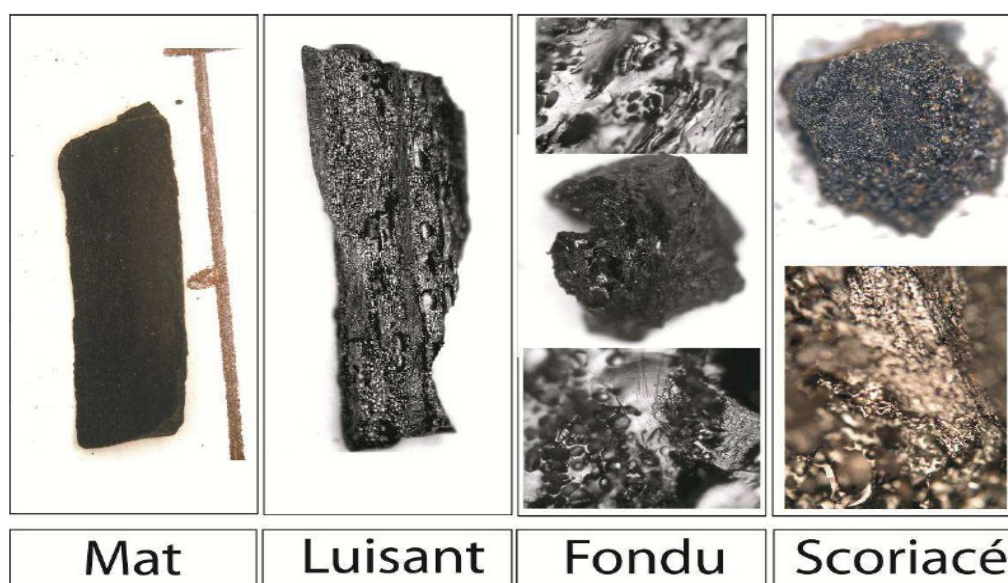
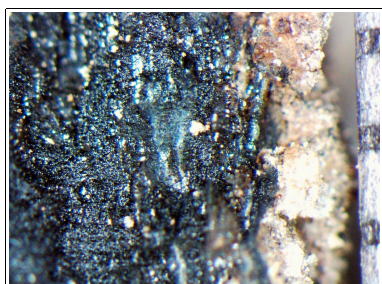


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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.

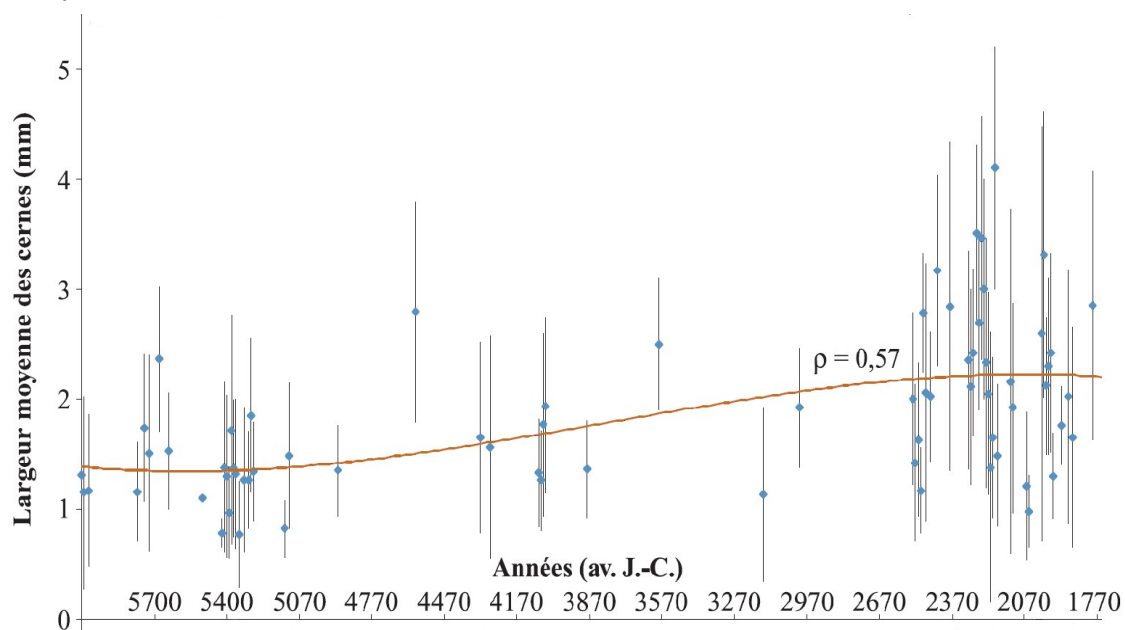


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 21). On constate des valeurs comprises entre 1 et 2 mm au cours du Néolithique puis une augmentation régulière de ces valeurs au moins jusqu'au début de l'Antiquité. Cette évolution est principalement interprétée par l'effet de l'ouverture du paysage. Les boisements fermés du Néolithique se concrétisent par des croissances difficiles (moyennes des largeurs de cerne comprises entre 1 et 2 mm) et vont progressivement céder la place à des boisements plus clairs et des formations de types lisières, haies, plus favorables à la croissance des arbres (moyennes comprises entre 4 mm et 1 mm). On note toutefois une hétérogénéité des valeurs durant l'Age du fer indiquant probablement la coexistence de milieux plus ouverts mais aussi de milieux fermés.

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

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

#### - Estimation du calibre des arbres

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

Trois catégories de courbures sont potentiellement renseignées : faible, intermédiaire, forte (Fig. 12). Par exemple, une faible courbure de cerne indiquera la provenance d'au moins une pièce de bois de gros calibre : grosse branche ou tronc. Nous parlons alors de calibre des charbons de bois.

Remarque : L'interprétation doit s'appuyer sur des ensembles statistiquement représentatifs. Par exemple, l'interprétation de bois de petit calibre pourra se faire uniquement si l'on est en présence exclusivement de fragments de courbure de cerne forte. En revanche, l'observation dans un même ensemble de fragments avec à la fois des courbures faibles, intermédiaires et fortes ne permet pas de conclure sur la composition exacte du calibre des bois utilisés. Dans ce cas, seule l'utilisation pour une partie au moins de bois de gros calibre peut être avancée.

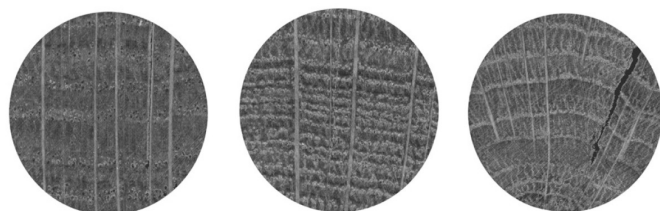


Fig. 12 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

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

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

Selon N. Marcoux (2009), la capture est à effectuer sur la partie la plus externe du charbon de façon à estimer au mieux son calibre. Deux droites correspondant à des rayons ligneux sont dessinées : d1 et d2 (Fig. 13). Si la marge extérieure du charbon suit la courbure des cernes, une droite d est tracée entre les points de croisement des droites d1 et d2 et la bordure du charbon. La distance d et l'angle a formé par les deux droites d1 et d2 sont les données utilisées dans le calcul trigonométrique basé sur le sinus (Fig. 13).

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

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

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

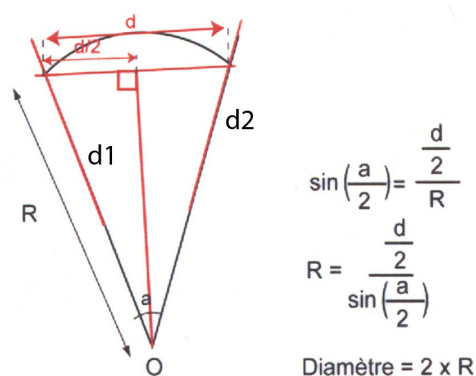


Fig. 13 : calculs trigonométriques pour la détermination des calibres des bois à partir du sinus de l'angle (Paradis S., 2007).



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

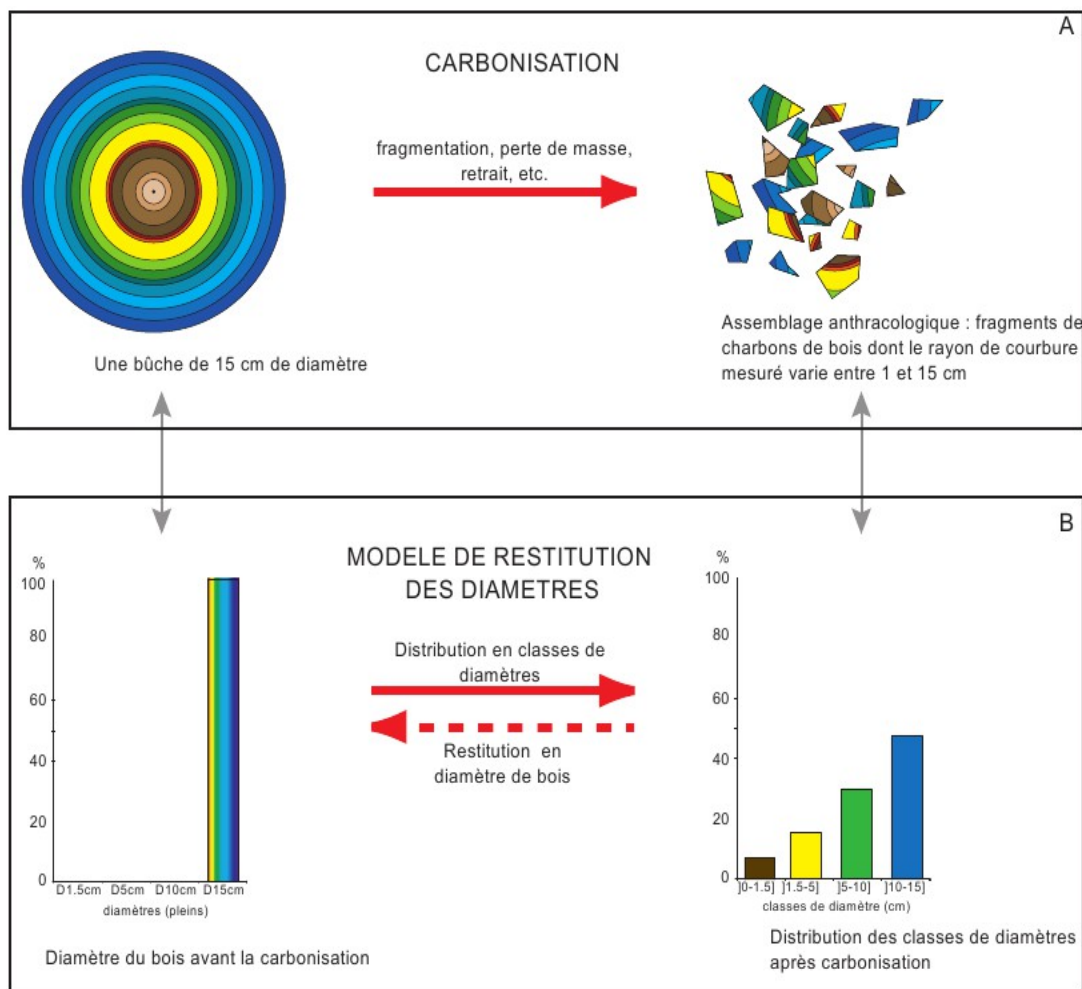


Fig. 14 – Principe du modèle de restitution des diamètres de bois (extrait de Dufraisse *et al.*, 2011).

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

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

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

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.

**L'érable** (*Acer sp.*) et plus particulièrement l'érable champêtre dans l'aire considérée, est une essence héliophile ou de demi-ombre favorisée par les sols mésophiles et neutres à basiques. C'est un arbre que l'on retrouve plutôt sur des sols riches en bases mais aussi en azote (pH basique à neutre). Il possède une stratégie de croissance et de captation de la lumière typique d'une essence de trouée, qui le rend également apte aux systèmes bocagers. A l'état naturel on le trouve plutôt en lisière forestière ou dans des forêts ouvertes. Il s'associe bien avec la chênaie-hêtraie. C'est un bois dur et dense qui présente une forte résistance mécanique, il est utilisé pour fabriquer des manches d'outils, des établis... Essence utilisée aussi en plantation d'alignement ou en ornement. L'érable fait partie des bois « semi-lourds » (environ 500 Kg / m<sup>3</sup>), c'est donc un bois qui possède un bon pouvoir calorifique. Sa présence est toutefois à considérer avec précaution car il n'est représenté que par un seul fragment...

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

Le genre **Prunus sp.** (ex. merisier, cerisier, prunellier) correspond à 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.

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.

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.

Le **saule** (*Salix sp.*) et le **peuplier** (*Populus sp.*) sont des essences vivant dans des contextes humides tels que les bordures de rivières, les berges des lacs et zones alluviales. 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.

**L'épicéa** (*Picea sp.*) et le **mélèze** (*Larix sp.*) sont des essences assez proches d'un point de vue anatomique. Toutefois, le passage plutôt brusque entre le bois initial et le bois final constaté, tendrait plutôt à appuyer l'hypothèse du **mélèze** (*Larix sp.*) (cf. traits anatomiques Fig. 16 et 17).

Une dizaine de fragments a été observée, uniquement à l'intérieur d'un prélèvement provenant du comblement de la cave FT825 (US 01 lot n°« F »).

Ces essences ne sont pas indigènes. Ces espèces correspondent aux étages montagnards à l'étage subalpin : Vosges, Jura, Alpes du Nord et localisées dans les Alpes du Sud. Ces résineux fournissent des bois aptes à toutes sortes d'emploi : bois à charpentes, menuiserie. Ce sont des bois de bonne qualité : dense, esthétique, à propriétés mécaniques élevées, très durables.

Ce sont donc des fragments provenant probablement d'une pièce de bois importée, potentiellement une pièce de bois d'œuvre.

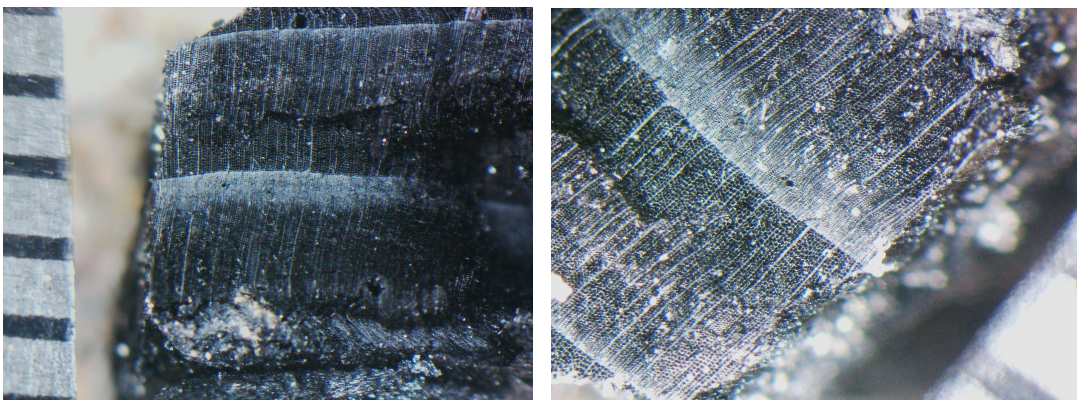


Fig. 16 – Fragment de mélèze (*Larix sp.*). Coupe transversale d'un fragment du prélèvement

FT825 (US 01 lot n°« F »). A noter le passage relativement brusque entre le bois initial (plus clair) et bois final. L'échelle représente des millimètres.

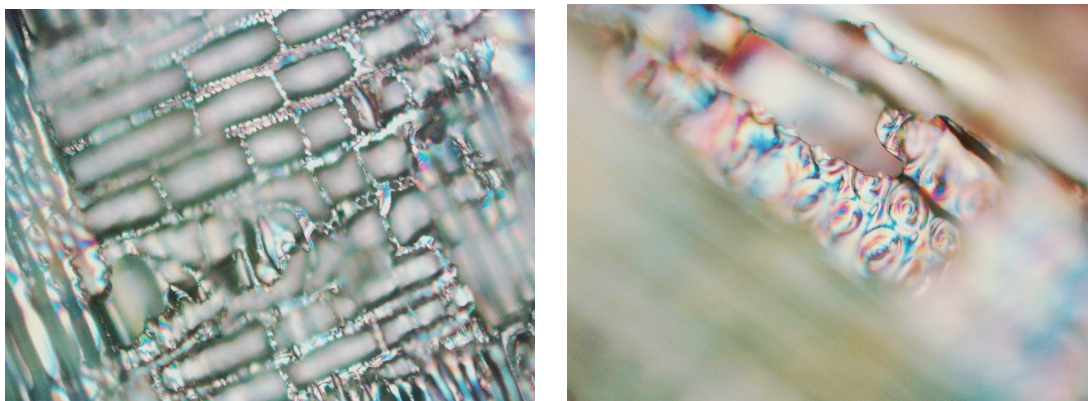


Fig. 17 – Fragment de mélèze (*Larix sp.*). Vues du plan radial montrant à gauche des cellules des rayons ligneux aux parois épaisses et ayant l'aspect d'une crémaillère. A droite, vue radiale montrant des ponctuations aéroliées bisériées. Prélèvement FT825 (US 01 lot n°« F »), grossissement x400.

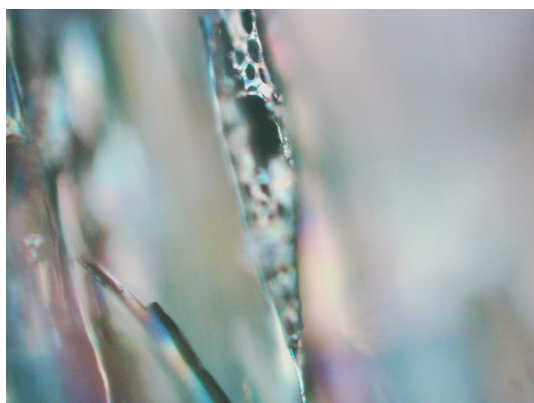


Fig. 18 – Fragment de mélèze (*Larix sp.*). Vues du plan tangentiel montrant un canal résinifère excentré. Rayon d'une quinzaine de cellules de hauteur. Prélèvement FT825 (US 01 lot n°« F »), grossissement x400.

### 3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

#### 3.1. Grenier à six poteaux – Faits 865, 866, 867, 868, 870 et 871

##### a. Résultats

##### - Fait 867, PRV n°11 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Quercus sp.	28	0	13	0	6	2	0	8	9	2

Fig. 19 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°11

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	6	9	3,05	0,18	2,78	3,3

Fig. 20 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°11.

##### - Fait 868, PRV n°12 – Trou de poteau

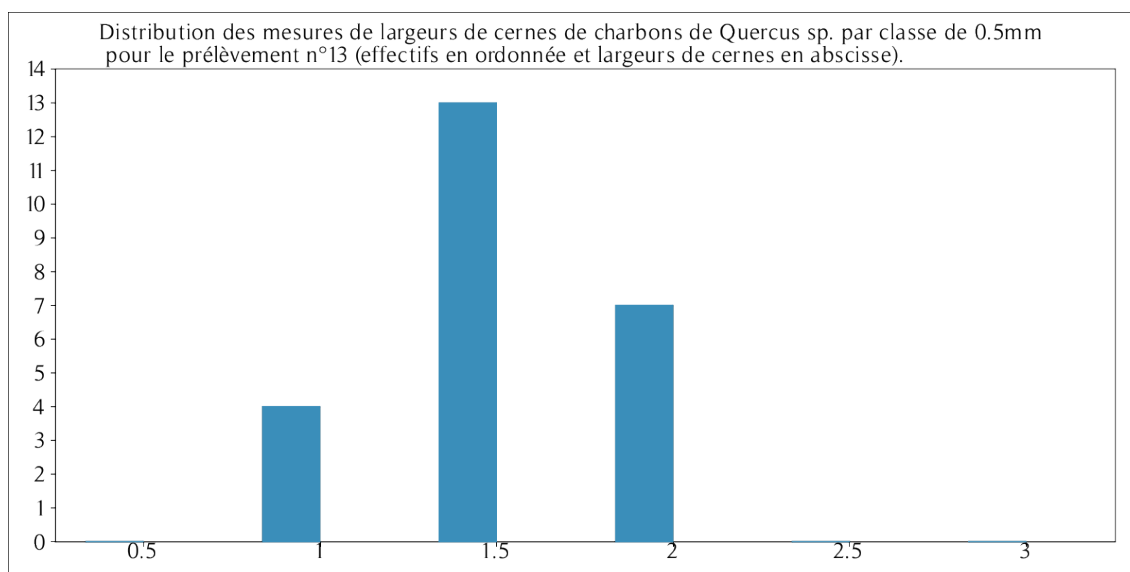
Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fraxinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Graine (type Céréale)	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	2	0

Fig. 21 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°12

##### - Fait 870, PRV n°13 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus/Castanea	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	24	0	24	0	24	0	0	17	0	3

Fig. 22 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°13



Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	24	67	1,34	0,35	0,64	1,89

Fig. 23 – Histogramme et tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°13.

- Fait 865, PRV n°14 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus/Castanea	4	0	2	0	0	0	0	2	0	0
Quercus sp.	21	1	13	0	10	1	0	15	1	1

Fig. 24 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°14

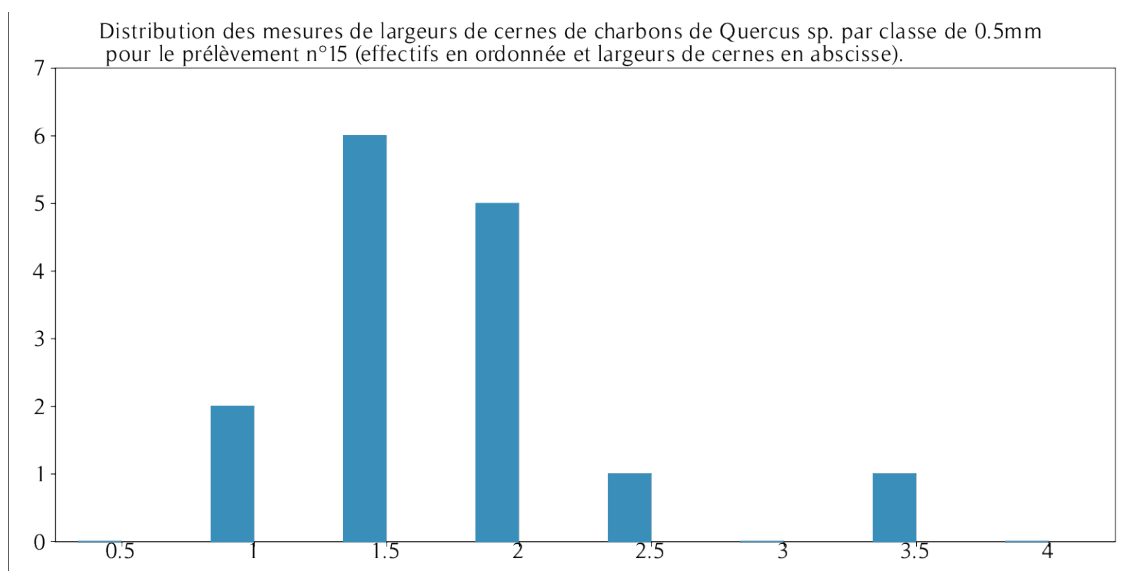
Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	10	27	1,8	0,48	1,03	2,4

Fig. 25 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°14.

- Fait 866, PRV n°15 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform.	
Quercus/Castanea	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Quercus sp.	20	0	16	0	15	0	0	12	0	0	0	1	6

Fig. 26 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°15



Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	15	30	1,55	0,59	0,72	3,2

Fig. 27 – Histogramme et tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°15.

- Fait 871, PRV n°16 – Trou de poteau

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus/Castanea	6	0	0	0	0	0	0	4	1	1
Quercus sp.	19	0	14	0	14	0	0	14	1	4

Fig. 28 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°16

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	14	33	1,52	0,45	0,73	2,5

Fig. 29 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°16.



## **b. Interprétations**

Les six prélèvements proviennent des comblements de six structures interprétées comme des trous de poteaux.

Exception faite du prélèvement n°12, entre 20 et 30 fragments ont systématiquement été observés.

Pour les prélèvements n°11, n°13, n°14, n°15 et n°16, ce sont des ensembles composés exclusivement par des charbons de chêne (*Quercus sp.*) ou chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*) qui ont été constatés. 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. ).

L'essentiel de ces fragments montre des courbures de cernes intermédiaires, ce sont donc des bois de moyen calibre qui ont été utilisés, en cohérence avec l'hypothèse de restes de bois d'œuvre (poteaux ?). Parmi les charbons, on détecte régulièrement des fragments d'aspect « dur-luisant » liés probablement à la combustion de la partie enterrée des poteaux en contexte confiné. Cette hypothèse est confortée par l'observation de « terre rubéfiée » à l'intérieur du comblement des trous de poteaux.

Enfin, très peu de fragments présentaient des fentes de retrait, caractéristiques de bois brûlés à l'état « vert ». C'est donc un « bois sec » qui a brûlé.

L'étude du prélèvement n°12 a permis d'identifier en plus du chêne-châtaigner, un fragment de frêne (*Fraxinus sp.*) et de graine carbonisée. Pour cet ensemble, il s'agit plus vraisemblablement de restes de combustibles, qui sont venus comblés la structure en creux.

Les mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne de courbure faible et intermédiaire ont permis de calculer des moyennes comprises entre 1,3 et 1,8 mm / an (Fig. 23, 25, 27, 29). Ces valeurs sont caractéristiques de collectes dans des boisements aux contextes de croissance plutôt contraignants. Exemple : boisements assez denses combinant des sols pauvres et/ou avec une mauvaise exposition.

A noter que les mesures réalisées sur les fragments du prélèvement n°11 (Fig. 20) ont permis de calculer une largeur moyenne de l'ordre de 3 mm / an, ce qui caractériserait un contexte de croissance plus favorable : exemple un bois de haie ou de lisière forestière.

### 3.2. Puits FT 822 - Prélèvements regroupés par différentes passes : passe 1, passe 3, passe 4, passe 5, passe 6 et passe 7

#### a. Résultats

##### - Fait 822, US 01 (passe 1 ?)

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

Fig. 30 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 01 (passe 1?)

##### - Fait 822, passe 3

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Salix/Populus	5	0	0	5	0	0	0	0	0	1

Fig. 31 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la passe 3

##### - Fait 822, passe 4

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fagus sylvatica	2	0	0	1	0	0	0	0	0
Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 32 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la passe 4

##### - Fait 822, passe 5

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
Carpinus betulus	10	0	0	7	0	0	0	2	1	0	3
Fagus sylvatica	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1
Indéterminé	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1
Salix/Populus	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 33 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la passe 5

- Fait 822, passe 6 (subdivisée en six prélèvements n° A, B, C, D, E, F)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	
Fait 822, passe 6 – Lot "A"	Corylus avellana	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	13	0	1	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fait 822, passe 6 – Lot "B"	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	15	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fait 822, passe 6 – Lot "C"	Carpinus betulus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	63	1	12	42	0	0	0	25	1	0	3	0	0
	Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fait 822, passe 6 – Lot "D"	Fagus sylvatica	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fait 822, passe 6 – Lot "E"	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	34	0	8	21	0	0	0	15	0	0	0	0	0
Fait 822, passe 6 – Lot "F"	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Fig. 34 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de la passe 6 (subdivisées en six prélèvements n° A, B, C, D, E, F)

- Fait 822, passe 7 (subdivisée en quatre prélèvements n° A, B, C, D)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform		
Fait 822, passe 7 – Lot "A"	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	9	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fait 822, passe 7 – Lot "B"	Carpinus betulus	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fait 822, passe 7 – Lot "C"	Carpinus betulus	10	0	2	7	0	0	0	7	0	0	0	1	2	0
	Fagus sylvatica	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. Noyau, pépin	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fait 822, passe 7 – Lot "D"	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	Carpinus betulus	10	0	0	7	0	0	0	2	0	0	0	1	3	0
	Fagus sylvatica	15	0	0	15	0	0	1	4	1	0	1	1	6	0
	Frag. de brindille ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. Noyau, pépin	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 35 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de la passe 7 (subdivisées en quatre prélèvements n° A, B, C, D)

## **b. Interprétations**

Deux phases de remplissage ont été discernées. Les prélèvements des passes n°1 à n°5 correspondraient à l'abandon du site dans le courant du IIIe siècle, alors que les prélèvements des passes n°6 et n°7 dateraient de la période d'occupation du site, fin Ier – début IIIe siècle.

Les compositions anthracologiques observées ne montrent pas de grandes différences au niveau des essences utilisées entre les deux phases. En effet, les essences majoritaires : charme (*Carpinus sp.*), hêtre (*Fagus sylvatica*), chêne (*Quercus sp.*), chêne-châtaignier (*Quercus sp./ Castanea sp.*) sont détectées dans les deux phases du remplissage. Cela montre une persistance de ces essences dans le paysage et probablement aussi d'habitudes dans les choix et l'utilisation du combustible. En revanche, on constate quelques différences au niveau des aspects des charbons, les types de combustions (foyers, fours...) sont donc probablement différents.

- Phase d'occupation du site (fin Ier – début IIIe siècle)

L'observation des prélèvements collectés pour les passes n°6 et n°7 a permis l'étude d'environ 200 charbons. Six taxons anthracologiques ont été identifiés.

Dans la passe n°6, les compositions anthracologiques sont largement dominées par des fragments hêtre (*Fagus sylvatica*) et dans une moindre mesure de noisetier (*Corylus avellana*) et de charme (*Carpinus sp.*).

Dans la passe n° 7, on constate une prépondérance des charbons de hêtre et de charme, en proportions semblables, en plus de quelques charbons de saule-peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*), de chêne (*Quercus sp.*), du genre *Prunus* et d'un probable fragment d'érable (*Acer sp.*).

On constate un changement au niveau de l'emploi des essences de bois tendres utilisées probablement pour l'allumage : le saule/peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*) pour la passe n°7 puis le noisetier (*Corylus avellana*) pour la passe n°6.

Dans les prélèvements des deux passes, ce sont des bois de hêtre et de charme qui ont été utilisés majoritairement. Ce sont des bois « durs » (densités entre 700 et 800 kg / m3) que l'on peut qualifier d'excellents combustibles, car leurs braises durent longtemps. Ils sont parfois difficiles à enflammer, mais l'emploi presque exclusif de bois de petit calibre associé à des bois plus tendres (saule/peuplier et noisetier) a dû faciliter l'allumage.

De façon globale ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui ont été utilisés. En effet, près de deux tiers des fragments identifiés avaient une forte courbure de cerne. Des calculs de calibration réalisés sur 92 fragments des passes n°6 et n°7 ont permis d'estimer des rayons essentiellement compris entre 5 et 25 mm environ (Fig. 36).

Distribution des effectifs cumulés des rayons estimés ou mesurés (en mm), pour les prélèvements charbonneux provenant du comblement du puits FT 822 par classe de 1mm. Les résultats sont présentés par "passe" de prélèvements.

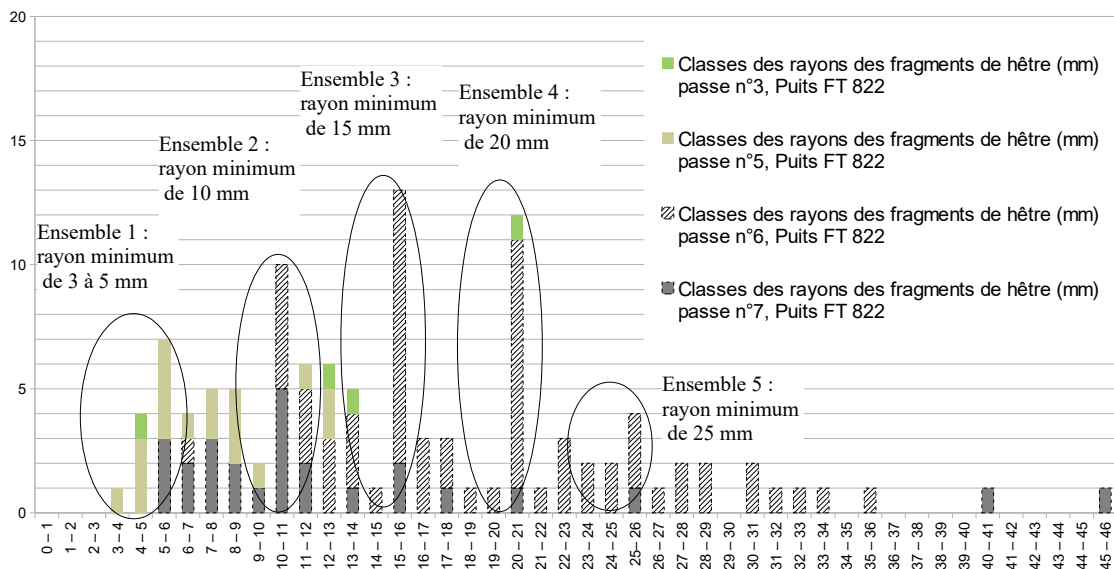


Fig. 36 - Distribution des rayons mesurés ou des positions radiales calculées pour 114 fragments de hêtre provenant des différentes passes prélevées à l'intérieur du comblement du puits FT 822, par classe de 1 mm.

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

Une des particularités de ces ensembles charbonneux réside aussi dans une part non négligeable de fragments aux aspects « luisants » (environ un tiers des cas) et dans une moindre mesure « fondus, très brillants » (Fig. 34 et 35).

L'aspect luisant correspond à un premier niveau de vitrification. Il est probable que le phénomène ait été favorisé par le petit calibre du bois (Oilic, 2011), mais probablement aussi par un contexte de combustion réducteur (contexte fermé) et de fortes températures (Blazot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). On peut par exemple évoquer des contextes de « fours » ou de « fonds de foyers, d'entretien de braises ».

Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur les compositions anthracologiques de l'ensemble des prélèvements de la passe n°7 (Fig. 38).

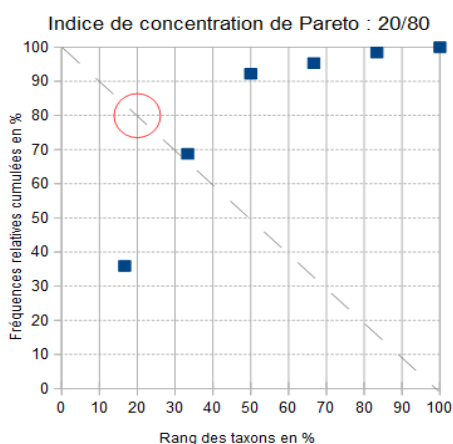


Fig. 37 – Indice de concentration de Pareto pour l'ensemble des prélèvements de la passe n°7. Le calcul a été effectué sur six taxons, les effectifs des quatre prélèvements ont été rassemblés.

Le graphique exprimant l'indice de concentration de Pareto pour l'ensemble des charbons collectés dans la passe n°7, montre que les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas les mêmes proportions que dans les communautés végétales naturelles (Chabal *et al.*, 1999) (cf. dans un environnement naturel en équilibre, 20% des taxons correspondent à environ 80 % de la biomasse, alors que pour le graphique ci-présent, 20% des taxons correspondent à environ 40 à 50% seulement de la biomasse). Cette différence pourrait s'expliquer par un problème de représentativité des effectifs étudiés (66 charbons et seulement six taxons identifiés) mais probablement aussi par un ramassage sélectif, notamment vers le bois de charme et du hêtre (Fig. 35). Cette tendance serait plutôt caractéristique d'activités de type « artisanales » ou appartenant à un système technique utilisant un combustible bien défini.

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

- Phase d'abandon du site (courant du IIIe siècle).

Pour les prélèvements provenant des passes n°1 à n°4, quelques fragments seulement ont été observés à l'intérieur des prélèvements. Il s'agissait de charbons de chêne, chêne-châtaigner, de hêtre et de saule-peuplier. Les faibles diversités constatées sont associées aux très petites quantités de fragments présents dans chaque prélèvement. En revanche, 25 charbons ont pu être observés dans le prélèvement de la passe n°5, ce qui permet aussi de constater une diversité plus importante avec quatre taxons. Par ordre d'importance on a constaté le charme, le hêtre, le chêne et le saule-peuplier.

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 des passes n°3 et n°5 ont permis d'estimer des rayons compris entre 4 et 14 mm environ, voire 20 mm pour un fragment (Fig. 36).

Très peu de fragments avaient des aspects « luisants » ou « fendus-luisants ». Contrairement aux ensembles des passes n°6 et n°7, les charbons sont donc plutôt issus une combustion relativement « aérobie », de type « foyers ouverts ».

De nouveau, on constate l'utilisation en majorité de bois de hêtre et de charme mais aussi un peu plus de chêne. Ce sont probablement les essences qui ont été utilisées pour alimenter les combustions. Les quelques fragments de saule/peuplier caractérisent le bois d'allumage.

Compte tenu du petit nombre de fragments analysés pour les passes n°1 à n°5, il est difficile d'avancer une interprétation solide quant à l'origine de ces charbons (domestique ou artisanale). On note toutefois que les ensembles anthracologiques, de par leurs assemblages et le petit calibre des bois utilisés, ressemblent aux ensembles charbonneux des niveaux d'occupation du site. Il semblerait donc que le type de combustible soit resté identique, à base de petit bois de charme et de hêtre. En revanche, le type de combustion est différent : rejets de « fours ou fonds de foyers » pour les charbons issus de la période d'occupation du site (passes n°6 et n°7), rejets de « foyers ouverts » pour la phase d'abandon du site (passes n°1 à n°5).

### 3.3. Cave FT 825 - Prélèvements correspondant à différentes US

#### a. Résultats

- Fait 825, US 01 (subdivisée en six prélèvements n° A, B, C, D, E, F)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	
Fait 825, US 01 – Lot "A"	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	14	1	10	2	11	0	0	0	0	0
Fait 825, US 01 – Lot "B"	Fraxinus sp.	5	0	3	2	0	0	0	1	0	0
Fait 825, US 01 – Lot "C"	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1
Fait 825, US 01 – Lot "D"	Prunus sp.	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Fait 825, US 01 – Lot "E"	Fagus sylvatica	5	0	3	2	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Fait 825, US 01 – Lot "F"	Larix sp.	8	0	4	3	0	0	0	0	0	0

Fig. 38 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements du Fait 825, US 01 (subdivisé en six prélèvements n° A, B, C, D, E, F).

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Intermédiaire	Régulier	11	61	1,37	0,52	0,96	2,8

Fig. 39 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement du Fait 825, US 01 n°« A ».

- Fait 825, US 02

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Carpinus betulus	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	3	0	0	2	0	0	0	0	0
Indéterminé	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	18	0	2	7	0	0	0	4	0
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 40 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du Fait 825, US 02.

- Fait 825, US 9

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Carpinus betulus	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	8	0	0	7	0	0	0	1	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 41 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du Fait 825, US 09.



*- Fait 825, US 30*

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

Fig. 42 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du Fait 825, US 30.

*- Fait 825, US 31*

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Fagus sylvatica	19	0	3	12	0	0	0	0	0	3
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 43 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du Fait 825, US 31.

*- Fait 825, US non indiquée*

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	10	0	2	7	1	1	0	0	0	1

Fig. 44 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du Fait 825, US non indiquée.

*- Fait 920, US 2, Trou de poteau dans la cave*

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fagus sylvatica	19	0	2	9	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 45 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du trou de poteau : Fait 920, US 02.

*- Fait 925, Trou de poteau dans la cave*

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fagus sylvatica	18	0	2	6	0	0	0	0	0
Indéterminé	7	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 46 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du trou de poteau : Fait 925.

- Fait 922, US 2, Trou de poteau dans la cave

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Fagus sylvatica	19	0	4	9	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 47 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement du trou de poteau : Fait 925.

**b. Interprétations**

Les prélèvements étudiés correspondent aux comblements de différentes US et trous de poteau d'une cave attribuée au IIIe siècle.

La plupart des prélèvements contenait de petites quantités de charbons, ne permettant pas d'obtenir d'ensembles représentatifs et rendant difficile une interprétation globale.

Il est toutefois possible de discerner des prélèvements dont la composition est monospécifique, de prélèvements avec une composition diversifiée :

- Prélèvements dont la composition est monospécifiques ou presque :

Il s'agit d'une part, des prélèvements associés aux trous de poteaux (Fait 920, Fait 922, Fait 925). Pour les trois ensembles, ce sont des charbons de hêtre (*Fagus sylvatica*) qui ont été identifiés (en plus d'un charbon de chêne pour le Fait 920). Il est tentant d'interpréter directement ces charbons comme des restes de poteaux. L'hypothèse est probable, toutefois l'observation des courbures de cernes montre que ces charbons proviennent plutôt de bois de petit à moyen calibre (courbures de cerne fortes à intermédiaires). De plus, l'utilisation du hêtre comme bois d'œuvre n'est pas très courante car il est sensible à l'humidité. Mais abrité dans la cave, il a pu être utilisé pour des menuiseries intérieures.

D'autre part, pour le comblement de la cave (Fait 825), on constate des prélèvements composés presque exclusivement par des charbons de hêtre ou de chêne. Il s'agit des prélèvements des US 09 (hêtre en plus d'un fragment de charme), US 30 (hêtre), US 31 (hêtre en plus d'un fragment de chêne), et d'un prélèvement à l'US effacée (chêne). Pour tous ces ensembles, l'observation des courbures de cerne montre des courbures fortes à intermédiaires, caractéristiques plutôt de bois de petites branches, voire parfois de brindilles. Pour cette raison, l'hypothèse de restes de combustibles en position de rejet semble la plus probable.

- Prélèvements dont la composition est diversifiée :

Ce sont les prélèvements des US 01 et US 02.

- Six prélèvements ont été réalisés dans l'US 01 (numérotés de A à F). Sept taxons anthracologiques ont été identifiés. Par ordre d'importance on constate des fragments de chêne, de chêne-châtaigner, de hêtre, du genre *Prunus*, de mélèze (*Larix sp.*) ou d'épicéa (*Picea sp.*) (cf. chapitre 2.5. ) et de frêne (*Fraxinus sp.*).

Il s'agit là aussi principalement de bois de petit calibre, exception faite des charbons de chêne du prélèvement (US 01, n°A), correspondant à un bois un peu plus important. Quelques mesures de largeurs de cernes réalisées sur les fragments de chêne de ce prélèvement ont permis de calculer une moyenne de l'ordre de 1,4mm / an, caractéristique d'un contexte de croissance contraignant (boisement dense, mauvaise exposition, sols pauvres?).

De nouveau, l'hypothèse de restes de combustibles semble la plus plausible, même si quelques fragments provenant de pièces de bois d'œuvre n'est pas à exclure.

L'identification de charbons de mélèze (*Larix sp.*) ou moins probablement, d'épicéa (*Picea sp.*) est à noter (Prélèvement de l'US 01, n°F). En effet, cette essence est à priori non indigène. Elle est éloignée de son aire géographique naturelle correspondant aux étages montagnards et subalpins. Il pourrait s'agir des restes d'une pièce de bois d'œuvre importée. Les fragments montraient des courbures de cernes fortes à intermédiaires caractéristiques d'un bois de petit calibre (Fig. 16). Aucune trace de découpe n'a été observée.

Cette essence fournit un bois de qualité (Rameau *et al.*, 1989), apte pour la confection de charpentes, ou de menuiseries. Dans la bibliographie, on note par exemple l'utilisation de l'épicéa ou du mélèze pour la fabrication de tablettes antiques (Saedlou N. et Dupéron M., 2014).

- Dans le prélèvement de l'US 02, cinq taxons anthracologiques ont été identifiés. On constate par ordre d'importance des charbons du genre *Prunus*, de hêtre, de chêne, chêne-châtaigner et de charme. L'observation des courbures de cerne indique là aussi des restes de bois de petit calibre. Cette composition est à rapprocher des ensembles constatés à l'intérieur du comblement du puits (FT 822). L'hypothèse de restes de combustibles en position de rejet est probable.

## 4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. 575 fragments ont été observés pour l'ensemble des prélèvements (Fig. 1).

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p><b>Trous de poteaux</b></p> <p><b>Prélèvements</b> Faits : FT865, FT866, FT867, FT868, FT870, FT871</p>	<p>chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), Frêne (<i>Fraxinus sp.</i>)</p>	<p><b>Probables restes de poteaux brûlés sur place</b></p> <p>Pour les prélèvements n°11, n°13, n°14, n°15 et n°16, ce sont des ensembles composés exclusivement par des charbons de chêne (<i>Quercus sp.</i>) ou chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i>) qui ont été constatés.</p> <p>Un charbon de frêne a été observé dans le prélèvement n°12 (Fait 868), probable reste de combustible lié à l'occupation ou l'usage du bâtiment.</p> <p>L'essentiel de ces fragments montre des courbures de cernes intermédiaires, ce sont donc des bois de moyen calibre qui ont été utilisés, en cohérence avec l'hypothèse de restes de bois d'œuvre (poteaux).</p> <p>Une part importante des charbons montre des aspects « luisants » liés probablement à la combustion de la partie enterrée des poteaux en contexte confiné.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie :</b> <i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Castanea sativa</i>,</p> <p><b>Boisements clairs, haies, lisières boisements humides :</b> <i>Fraxinus sp.</i></p> <p><b>Mesures de largeurs de cernes :</b> Pour 5 des 6 TP, les moyennes calculées sont comprises entre 1,3 et 1,8 mm / an</p> <p>Les moyennes constatées correspondent à des contextes de croissance globalement difficiles (boisements denses, et/ou sols pauvres, mauvaises expositions).</p>

Fig. 48 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques associés aux prélèvements des six trous de poteaux (FT865, FT866, FT867, FT868, FT870, FT871)

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Puits FT 822.</p> <p>Prélèvements regroupés par « passes » :</p> <p>Passes n°1, n°3, n°4, n°5, n°6 et n°7</p> <p>Deux phases de remplissage ont été discernées. Les prélèvements des passes n°1 à n°5 (abandon du site) et n°6 et 7 (occupation du site)</p>	<p>hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>),</p> <p>charme (<i>Carpinus betulus</i>),</p> <p>chêne (<i>Quercus sp.</i>),</p> <p>chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>),</p> <p>genre <i>Prunus sp.</i>,</p> <p>noisetier (<i>Corylus avellana</i>),</p> <p>saule-peuplier (<i>Salix sp.</i> / <i>Populus sp.</i>),</p> <p>érable (<i>Acer sp.</i>).</p>	<p><b>Rejets de combustibles à l'intérieur du remplissage du puits.</b></p> <p><i>- Phase d'occupation du site : passes n°6 et n°7</i></p> <p>L'étude des différents prélèvements a révélé des compositions anthracologiques semblables (essences dominantes, aspects, calibres). Les ensembles correspondent donc à une même type de combustible à base de petit bois de hêtre et de charme. On constate un changement au niveau de l'emploi des essences de bois tendres utilisées probablement pour l'allumage : le saule-peuplier pour la passe 7 et le noisetier pour la passe 6.</p> <p>Ce sont principalement des bois de petits calibres, voire des brindilles, qui ont été utilisés. Des calculs de calibration réalisés sur 92 fragments ont permis d'estimer des rayons compris entre 5 et 25 mm.</p> <p>Exception faite du noisetier et saule/peuplier, le hêtre, le charme, 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 noisetier et saule/peuplier 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>Une des particularités de ces ensembles charbonneux montre des aspects « luisants » (environ un tiers des cas). Le phénomène a peut-être été favorisé par le petit calibre du bois mais probablement aussi par un contexte de combustion réducteur (contexte fermé) et de fortes température (ex. fours, grillage?).</p> <p>Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur les compositions anthracologiques. Ce calcul a montré un ramassage sélectif vers du bois de hêtre et de charme, probablement pour leur excellente combustibilité. Cette tendance serait <u>plutôt caractéristique d'activités de type « artisanales » ou appartenant à un système technique nécessitant un combustible de qualité</u>.</p> <p><i>- Phase d'abandon du site : passes n°1, n°3, n°4 et n°5</i></p> <p>Pour les prélèvements provenant des passes n°1 à n°4, quelques fragments seulement ont été observés à l'intérieur des prélèvements. Il s'agissait de charbons de chêne, chêne-châtaigner, de hêtre et de saule-peuplier.</p> <p>Ce sont exclusivement des bois de petits calibres, voire des brindilles, qui ont été utilisés. Les mesures de calibration ont permis d'estimer des bois de rayons minimums compris principalement entre <u>4 et 14 mm</u>.</p> <p>Très peu de fragments avaient des aspects « luisants ». Les charbons sont donc plutôt issus une combustion relativement « aérobie », de type « foyers ouverts ».</p> <p>Les ensembles anthracologiques, de par leurs assemblages et le petit calibre des bois utilisés, ressemblent aux ensembles charbonneux des niveaux d'occupation du site (passes n°6 et 7). Il semblerait donc que le type de combustible soit resté identique, à base de petit bois de charme et de hêtre. En revanche, le type de combustion est différent : rejets de « foyers ouverts » pour la phase d'abandon.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie hêtraie et chênaie diversifiée :</b></p> <p><i>Quercus sp., Quercus sp.-Castanea sativa, Fagus sylvatica, Carpinus betulus, Acer sp.</i></p> <p><b>Boisements clairs, haies :</b></p> <p><i>Prunus sp., Corylus avellana., Fraxinus sp.</i></p> <p><b>Boisements humides :</b></p> <p><i>Salix sp. / Populus sp., Corylus avellana, Fraxinus sp.</i></p>

Fig. 49 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements provenant du comblement du puits FT 822. Prélèvements des passes n°1, n°3, n°4, n°5, n°6 et n°7.

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Cave FT 825.</p> <p>Prélèvements correspondant à différentes US du remplissage de la cave et à trois trous de poteaux</p> <p>(FT 920, FT 922 et FT 925)</p>	<p>hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>),</p> <p>chêne (<i>Quercus sp.</i>),</p> <p>chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>),</p> <p>genre <i>Prunus sp.</i>,</p> <p>charme (<i>Carpinus betulus</i>),</p> <p>Frêne (<i>Fraxinus sp.</i>),</p> <p>Mélèze (<i>Larix sp.</i>).</p>	<p><b>Rejets de combustibles et reste de bois d'œuvre à l'intérieur du comblement de la cave FT 825.</b></p> <p>- <u>Prélèvements mono-spécifiques :</u></p> <p>Il s'agit d'une part des prélèvements associés aux trous de poteaux (Fait 920, Fait 922, Fait 925). Pour les trois ensembles, ce sont des charbons de hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) qui ont été identifiés. L'hypothèse de restes de poteaux est probable, même si l'utilisation du hêtre comme bois d'œuvre n'est pas très courante car il est sensible à l'humidité.</p> <p>Pour le comblement de la cave (Fait 825), on constate d'autre part des prélèvements (US 09, 30, 31) composés presque exclusivement par des charbons de hêtre ou de chêne provenant de bois de petit calibre. L'hypothèse de restes de combustibles en position de rejet semble la plus probable.</p> <p>- <u>Prélèvements avec une composition anthracologique diversifiée:</u></p> <p>Ce sont les prélèvements des US 01 et US 02. Sept taxons anthracologiques ont été identifiés. Par ordre d'importance on constate des fragments de chêne, de chêne-châtaigner, de hêtre, de charme, du genre <i>Prunus</i>, de mélèze (<i>Larix sp.</i>) ou d'épicéa (<i>Picea sp.</i>) et de frêne (<i>Fraxinus sp.</i>).</p> <p>Il s'agit là aussi principalement de bois de petit calibre. De nouveau, l'hypothèse de restes de combustibles semble la plus plausible.</p> <p>L'identification de charbons de mélèze (<i>Larix sp.</i>) ou moins probablement, d'épicéa (<i>Picea sp.</i>) dans le prélèvement de l'US 01 est à noter. Il pourrait s'agir des restes d'une pièce de bois d'œuvre importée. Les fragments montraient des courbures de cernes fortes à intermédiaires caractéristiques d'un bois de petit calibre.</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>Carpinus betulus</i>.</p> <p><b>Boisements clairs, haies :</b></p> <p><i>Prunus sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p><b>Boisements montagnards / subalpins (non indigènes) :</b></p> <p><i>Larix sp.</i> / <i>Picea sp.</i></p> <p><b>Mesures de largeurs de cernes :</b></p> <p><b>Fait 825, US 01, n°A :</b> Moy. = 1,37 mm (N=11 ; Ec-type = 0,52 mm)</p> <p>contextes de croissance difficiles (boisements denses, et/ ou sols pauvres).</p>

Fig. 50 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements provenant du comblement du puits FT 822. Prélèvements des passes n°1, n°3, n°4, n°5, n°6 et n°7.

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

Une dizaine de taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le hêtre, le charme, le chêne et chêne-châtaigner ont été identifiés dans l'ensemble des prélèvements. Le frêne, le noisetier et le saule-peuplier 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-hêtraie** avec le chêne, chêne-châtaigner, le hêtre et forêts **collinéennes** avec le charme.
- **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection du genre *Prunus* (merisier, cerisier, prunellier), du frêne et du noisetier.
- **les boisements hygrophiles** avec le saule-peuplier, le noisetier et le frêne.

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

Notons qu'il n'est pas ressorti de différences majeures des compositions anthracologiques constatées à l'intérieur des différents niveaux de comblement du puits (FT 822). Cela tendrait à démontrer la persistance de ces trois types de boisements dans l'aire de ramassages tout au long de la phase d'occupation du site jusqu'à la phase d'abandon.

Les mesures de largeurs de cernes effectuées sur les fragments de chêne de gros et moyen calibre des prélèvements des trous de poteaux du grenier, mais aussi d'un prélèvement provenant du comblement de la cave ont permis de calculer des moyennes de largeurs de cerne comprises entre 1,3 mm et 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 :**

### **- Les interprétations de bois d'œuvre :**

Quelques prélèvements ont révélé des compositions quasi mono-spécifiques. Les prélèvements charbonneux associés à des trous de poteaux ont logiquement été interprétés comme des restes de poteaux. C'est notamment le cas des six trous de poteaux FT865, FT866, FT867, FT868, FT870, FT871, dont l'étude permit d'identifier des poteaux de chêne de « moyen » calibre. Les prélèvements effectués à l'intérieur des trous de poteau retrouvés dans la cave (FT 920, FT922 et FT 925) livrèrent aussi des compositions mono-spécifiques interprétées comme de possibles restes de bois d'œuvre, de hêtre, même si l'essence est sensible à l'humidité. Enfin, un prélèvement de l'US 01 du comblement de la cave (FT 825) révéla des charbons de mélèze ou d'épicéa, essences allochtones. Ces restes de bois importés correspondent peut-être aussi à des pièces de bois d'œuvre.

### **- Les interprétations de restes de combustibles :**

Les compositions anthracologiques des autres prélèvements se montrèrent plus diversifiées et ont été interprétées comme des restes de combustibles.

Les essences utilisées sont très majoritairement du hêtre, du charme, du chêne et du chêne-châtaigner, excellents combustibles. Quelques essences accompagnatrices telles que le noisetier, le saule-peuplier, le genre *Prunus* et le frêne ont aussi été observées.

Ces ensembles se caractérisent très souvent par des fragments provenant de bois de petits calibres (petites branches) voire parfois de brindilles. Des mesures de calibration réalisées sur les fragments en provenance du comblement du puits permirent de calculer des rayons de l'ordre de 5 à 25 mm. L'utilisation presque exclusive de bois de petit calibre permet d'obtenir des combustions vives mais brèves.

Le choix du hêtre, charme et chêne, essences considérées comme des bois « durs » ont probablement permis une montée en température relativement lente tout en générant des braises dans la durée. Ces essences de bois « durs » sont plutôt difficiles à enflammer, d'où la nécessité de les associer à des bois tendres. L'emploi du noisetier ou du saule-peuplier a probablement facilité les phases d'allumage.

Les analyses des charbons des passes n°6 et n°7 du comblement du puits montrèrent une part non négligeable de charbons d'aspects « luisants ». Ce premier niveau de vitrification a probablement été favorisé par le petit calibre des bois brûlés, mais peut-être aussi par des contextes de combustions réducteurs et de fortes températures. Des contextes de lits de braises en fonds de foyers ou de fours sont par exemple plausibles. Le calcul de l'indice de concentration de Pareto effectué sur les compositions anthracologiques de la passe n°7 permit de montrer un ramassage sélectif de bois de hêtre et de charme. Ces indices pourraient caractériser des rejets de combustibles issus d'une activité de « type artisanal » ou tout du moins d'un système technique nécessitant un combustible sélectionné.



## 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.

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

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

MARGUERIE D., BERNARD V., BEGIN Y., TERRAL J.-F., 2010 - Dendroanthracologie p. 311-347 in PAYETTE S., FILION L., *La Dendroécologie : Principes, méthodes et applications*. Presses de l'Université Laval, Québec

MARGUERIE D., HUNOT J.-Y. 2007 - *Charcoal analysis and dendrology : data from archaeological sites in north-western France*. Journal of Archaeological Science. p. 1417-1433

MARGUERIE D., 1992a - *Évolution de la végétation sous l'impact humain en Armorique du Néolithique aux périodes historiques*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Rennes, 40, 262 p.

MARGUERIE D., 1992b - Charbons de bois et paléoenvironnement atlantique. *Dossier A.G.O.R.A. Les bois archéologiques*, n°2, p. 15-20.

MCPARLAND L.C., COLLINSON M.E., SCOTT A.C., CAMPBELL G., VEAL R., 2010 - Is vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood? *Journal of Archaeological Science*, doi: 10.1016/j.jas.

NICOLAS E., BLANCHET A., BRISOTO V., CHEREL A.-F., DAOULAS G., GUITTON V., HENAFF A., HINGUANT S., JOUANET N., LABAUNE-JEAN F., LE FORESTIER S., SEIGNAC K., 2013 - *Châteaulin (29). Penn ar Roz : un site d'activité métallurgique protohistorique et antique*. Rapport de fouille, Cesson Sévigné, Inrap, Grand ouest, 2013, 364 p.

OILIC J.-C., 2011 - *Végétation, peuplement, métallurgie en Brocéliande : étude interdisciplinaire de la forêt de Paimpont (Bretagne, France) depuis le Tardiglaciaire*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 320 p.

PARADIS S. 2007 - *Étude dendro-anthracologique : une approche méthodologique pour l'étude du calibre des bois*. Mémoire de Master 2, université de Dijon, 64 p.

PRIOR J., ALVIN K. L., 1986 - *Structural changes on charring woods of Dichrostachys and Salix from southern Africa : The effect of moisture content*. International Association of Wood Anatomists. Bulletin (Special issue), 7, p. 243 - 249.

RAMEAU J.C., MANSION D. et DUME G., 1989 - *Flore forestière française, guide écologique illustré*. T.1, plaines et collines, Institut pour le développement forestier, Paris, 1785 pages.

SAEDLOU N., DUPERON M., 2014 - Utilisation de résineux dans l'artisanat du bois en Gaule romaine. In : BERNARD V., FAVORY F., FICHES J.-L. (Dir.), *Silva et Saltus en Gaule*

romaine : dynamique et gestion des forêts et des zones rurales marginales. Actes du Colloque AGER VII, Rennes, 27-28 octobre 2004., Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, pp. 199-210.

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

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

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

## 6. ANNEXE – Photographies



Fig. 51 – Fragment de saule-peuplier (*Salix* sp. / *Populus* sp.) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x7. Prélèvement passe 5, FT 822. L'échelle représente des millimètres.

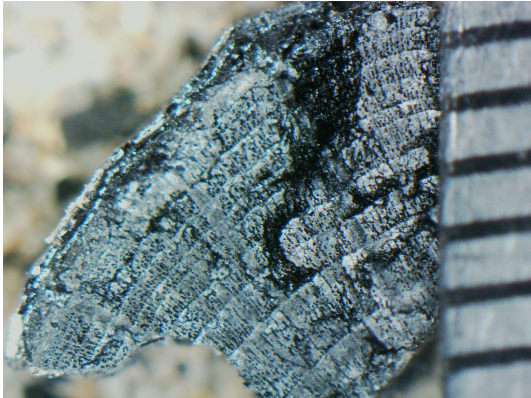


Fig. 52 – Fragment de charme (*Carpinus betulus*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x13. Prélèvement passe 7 « C », FT 822. L'échelle représente des millimètres.

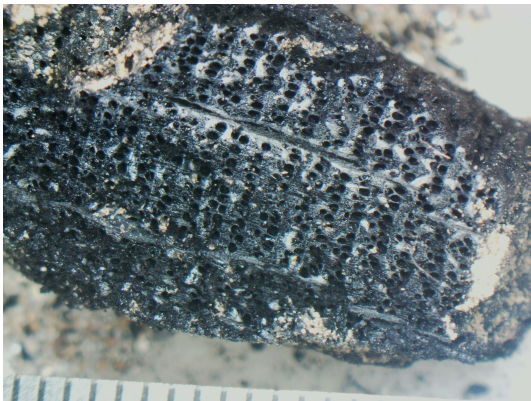


Fig. 53 – Fragment de chêne (*Quercus* sp.) de courbure de cerne intermédiaire. Coupe transversale. Grossissement x5. Prélèvement FT 825, US01 « A ». L'échelle représente des millimètres.