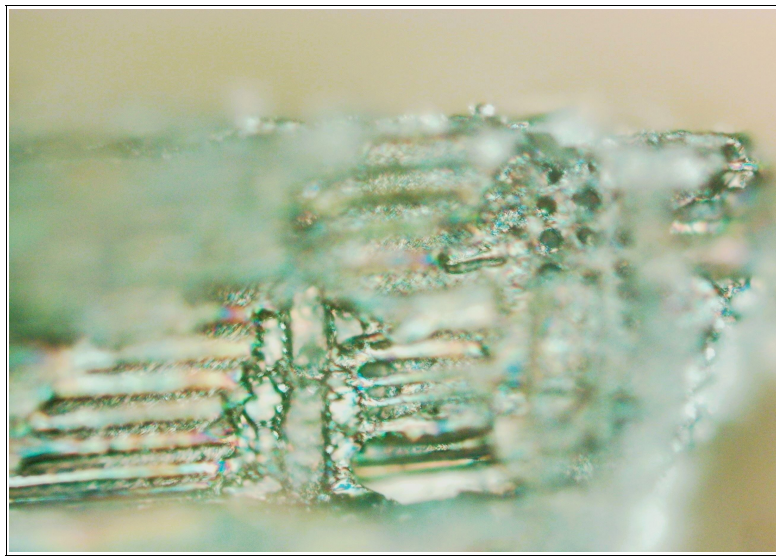




ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES



**SÉLECTION DE CHARBONS EN VUE DE DATATIONS
RADIOCARBONES POUR 3 PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU SITE DE
L'ÉGLISE DE LA PENNE (06).**

OPÉRATION :

SERVICE D'ARCHÉOLOGIE DE NICE CÔTE D'AZUR

Septembre 2023

Service d'archéologie Nice Côte d'Azur

107 route de Canta-Galet

06200 Nice

Prélèvements réalisés dans des mortiers du mur de l'église de La Penne.

Opération : église de La Penne (06)

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Septembre 2023

Illustration de la page de couverture :

Fragment charbonneux de pin (probablement type pin d'Alep Pinus type halepensis), en coupe radiale, prélèvement (LP2023 Ext Abs Sud), tube n°3, grossissement x400. A noter les parois des trachéides horizontales dentées et les ponctuations de type pinoïdes au niveau du champ de croisement.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	6
2.1. Équipement d'observation.....	6
2.2. Méthodologie.....	7
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	12
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	13
3. INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES PRELEVEMENTS.....	15
3.1. Prélèvement « LP2023 Ext MR Nord ».....	16
3.2. Prélèvement « LP2023 Ext Abs Sud ».....	18
3.3. Prélèvement «LP2023 Int MR Nord».....	19
4. BIBLIOGRAPHIE.....	20

INTRODUCTION

Ce document présente un inventaire de fragments charbonneux sélectionnés dans 3 prélèvements provenant de différentes parties architecturales d'une église située sur la commune de La Penne (06). Ils sont probablement issus de la fabrication des mortiers (rejets de four à chaux?).

L'objectif est d'analyser ces charbons afin d'identifier les essences, mais aussi d'observer un certain nombre de traits anatomiques en vue de sélectionner des fragments pour préciser les résultats de datations radiocarbone.

Il est en effet utile de connaître l'origine des fragments (brindilles ou grosse branche, appartenance du fragment à l'aubier ou au bois de cœur) afin d'éviter l'effet « vieux bois » sur les datations.

Ce rapport fait état des observations anthracologiques effectuées sur des fragments de diverses dimensions, parfois des micro-charbons (souvent plus petits que 1 mm... pour les fragments extraits de mortiers).

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Chacun des prélèvements a fait l'objet d'une observation complète des sédiments afin de détecter de potentielles brindilles ou graines.

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE		
Communes – sites :	La Penne (06)	
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	Eglise	
Année :	2023	
N° OA :		
Resp. d'Op.	F. Blanc-Garidel	
Type d'opération :		
Période d'analyse pressentie	courant septembre 2023	

Sites	Code identifiant du prélèvement	Nombre de charbons sélectionnés
Eglise, commune de La Penne (06)	LP2023 Ext MR Nord	7
	LP2023 Ext Abs Sud	4
	LP2023 Int MR Nord	3
		14

Fig. 1 – Inventaire des 3 prélèvements et effectifs des charbons analysés.

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. 2 - 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.

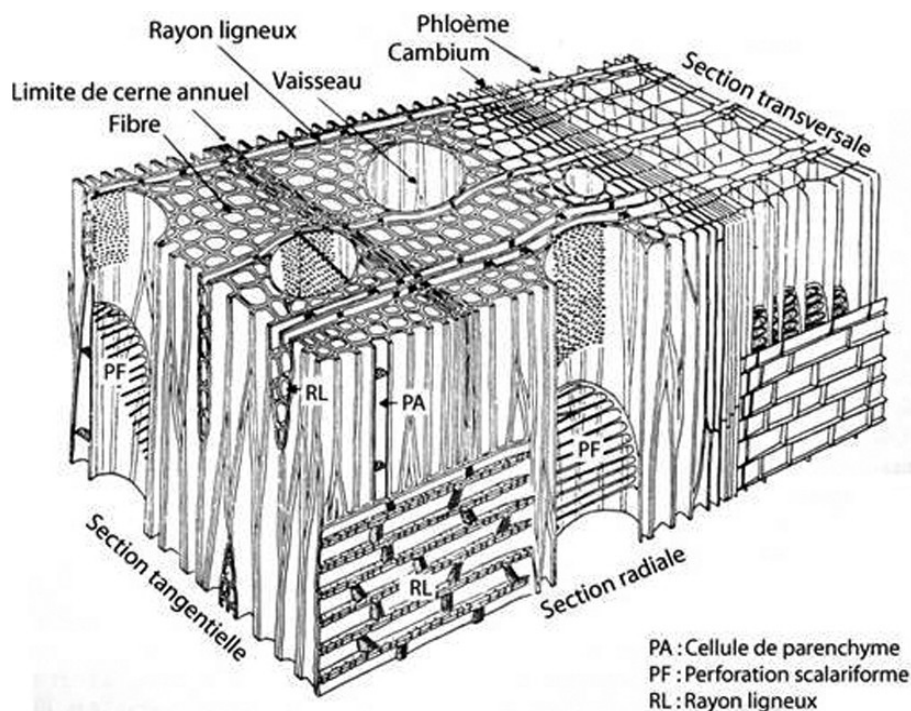


Fig. 3 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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.

De plus, toute une série d'espèces a été réunie dans le groupe des Pomoidées, sous-famille des Rosacées. Les espèces suivantes s'y retrouvent : Amélanquier (*Amelanchier ovalis*), Cotonéaster (*Cotoneaster sp.*), Aubépine (*Crataegus sp.*), Néflier (*Mespilus germanica*), Poirier-Pommier (*Pyrus sp.*) et Sorbier-Cormier-*Alisier* (*Sorbus sp.*).

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 et sélectionner les fragments d'aubier, plus favorables aux datations radiocarbone. On estime en effet que le bois d'aubier correspond en moyenne, aux trente dernières années de vie de l'arbre.

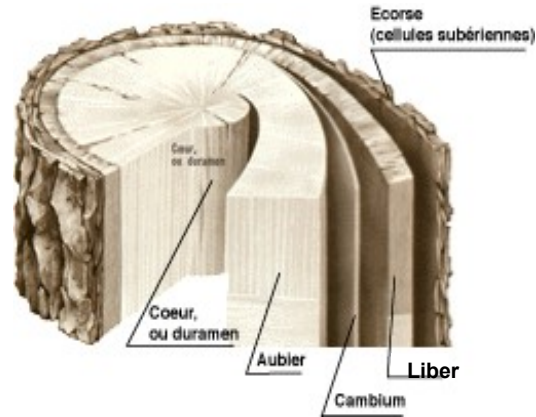
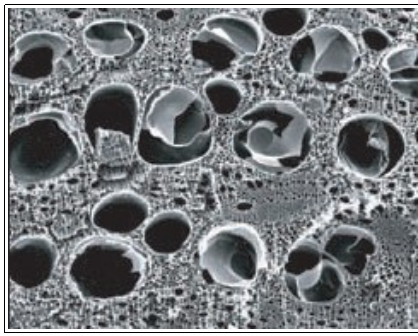
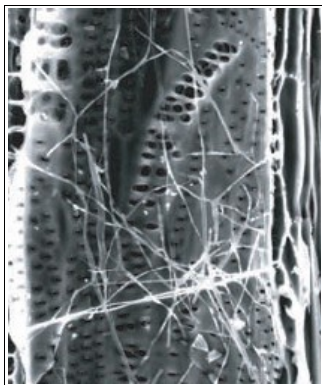


Fig. 4 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans les vaisseaux du duramen carbonisé de chêne (Marguerie et al., 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à la présence de thylles, des autres tissus dont l'aubier (thylles absents).

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



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

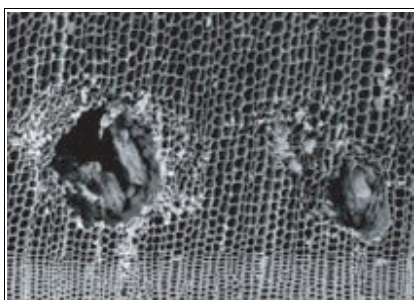
Fig. 5 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

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

- 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. 7 – 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.

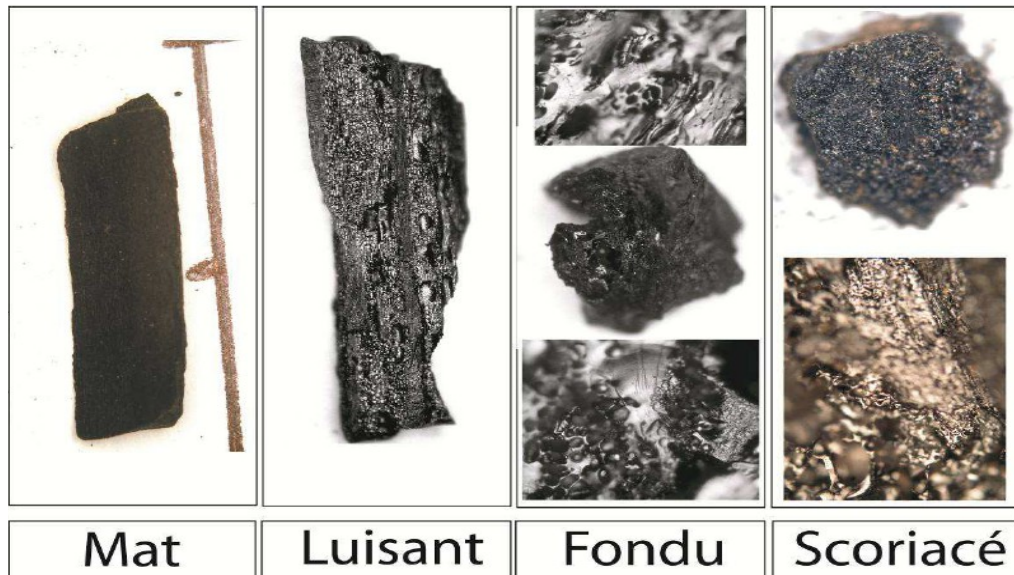
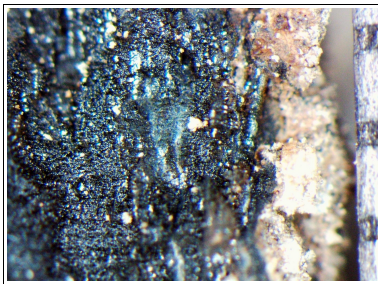


Fig. 8 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

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. 9) a donc parfois été utilisé.

Fig. 9 – Exemple de fragments charbonneux avec un aspect « granuleux ».

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.

- 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. 10). 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.

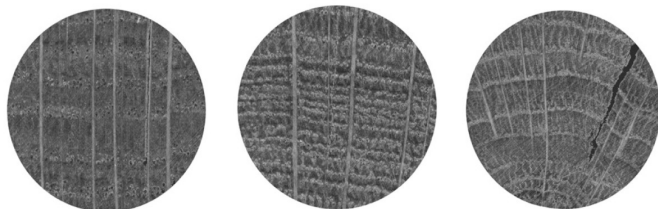


Fig. 10 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude des 3 prélèvements a permis de déterminer une trois à quatre taxons anthracologiques, mais une partie des charbons n'a pas pu être déterminée en raison notamment de la petite taille des fragments. Les déterminations ont été réalisées à l'aide d'atlas d'anatomie du bois (Schweingruber, 2011) et l'utilisation de référentiels anthracologiques. Toutefois, compte tenu du caractère très fragmentaires des charbons, il n'a pas toujours été possible d'observer l'ensemble des plans et critères anatomiques. Sur certains fragments, la détermination est suggérée dans les commentaires, mais l'ensemble des critères anatomiques observés étaient objectivement insuffisants pour identifier l'essence à coup sûr.

L'autoécologie des taxons identifiés peut apporter quelques éléments d'interprétation (Rameau *et al.*, 1989 ; 2008) :

Les chênes sclérophylles avec notamment le chêne vert (*Quercus ilex*), le chêne liège (*Quercus suber*) et le chêne kermes (*Quercus coccifera*) correspondent à des biotopes de type garrigues ou bois clairs. Le chêne vert peut se retrouver dans les chênaies méditerranéennes, dans les chênaies pubescentes. Ce sont des espèces xérophiles et thermoxérophiles à large amplitude. Ils forment de bons combustibles. Le chêne vert est un bois très dense qui peut aussi être utilisé pour construire des pièces spécifiques (outils, charpentes de second ordre).

Remarque : Le chêne liège est localisé principalement sur les sols issus de roches siliceuses, non carbonatées (essence calcifuge).

Le chêne (*Quercus sp.*) à feuilles caduques correspond indifféremment, dans le domaine géographique considéré au chêne pubescent (*Quercus pubescens*), chêne sessile (*Quercus petraea*) voire au chêne pédonculé (*Quercus robur*) qui est plus rare dans l'aire méditerranéenne. Le chêne est surtout apprécié comme combustible, bon charbon de bois, il est plutôt difficile à travailler, même s'il peut être occasionnellement utilisé comme bois de charpente.

Le chêne peut parfois vivre jusqu'à 500 ans, voire pour certains individus 1000 ans. En vue de datations radiocarbone, les charbons de chêne sont donc potentiellement très sensibles à « l'effet vieux bois ».

Le châtaignier (*Castanea sp.*) aurait une distribution naturelle en Corse, sur le pourtour méditerranéen et sans doute dans quelques points des Cévennes, Maures 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 calcaire : 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 (Rameau *et al.*, 1989).

Remarque sur la détection du châtaignier :

La présence du châtaignier (*Castanea sp.*) reste hypothétique car c'est la détection d'un critère anatomique (les rayons multisériés) qui permet de le différencier du chêne. Or, sur les petits fragments, l'absence de ce critère n'est pas forcément significatif du châtaignier, d'où la nécessité du taxon anthracologique « chêne-châtaignier » (*Quercus sp.* / *Castanea sp.*).

Le **pin** (*Pinus sp.*) correspond à un genre comportant de nombreuses espèces aux biotopes variés dans ce secteur. Il est subsponané dans de nombreuses régions et de façon générale, il se répartit depuis l'étage collinéen à l'étage subalpin, il montre un spectre écologique très large.

Dans le cadre de cette étude (prélèvement « LP2023 Ext Abs Sud »), c'est le *Pinus* type *pinaster/halepensis* (**Pin maritime/ Alep**) qui est suggéré. Le pin d'Alep est un bon candidat dans la région considérée. C'est une essence de l'étage mésoméditerranéen et littoral. Le pin d'Alep est aussi présent dans l'étage thermophile (Rameau *et al.*, 2008).

La longévité du pin d'Alep pourrait atteindre 200 ans, ce qui le rend peu favorable, mais davantage que le chêne.

Quelques fragments d'**arbousiers** (*Arbutus sp.*) ont été identifiés. Cette essence fait partie de la famille des **Ericacées**, famille comprenant de très nombreux genres existant dans les contextes méditerranéens (ex. *Erica arborea*). Ce sont des végétations arbustives généralement assez rustiques. L'arbousier participe fortement aux formations de fourrés tels que le maquis – la garrigue ou de forêts claires à chênes sclérophylles (ex. chêne vert). Il constitue un bois dur se travaillant et se polissant bien. C'est aussi un bon bois de chauffage, il peut fournir un excellent charbon de bois (Rameau *et al.*, 2008).

L'arbousier peut atteindre 100 à 400 ans, ce qui le rend sensible à l'effet vieux bois.

3. INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES PRELEVEMENTS

Les trois prélèvements ont livré des charbons. Ils étaient néanmoins en quantités assez variables.

Lorsque des fragments ont été observés, ils ont systématiquement été extraits et isolés dans des tubes numérotés et placés dans des sachets correspondant à chaque prélèvement (cf. inventaire Fig. 1). En vue d'obtenir des datations les plus précises possible, nous avons fait en sorte d'isoler chaque fragment par tube.

Dans la mesure du possible, nous avons aussi tenté d'identifier les taxons anthracologiques et faire des observations dendrologiques classiques (type de courbure de cerne, type d'aspect, présence ou pas de thylles, moelle, écorce...).

Parfois aussi, certains fragments sont restés indéterminés. Toutefois, afin de disposer de « suffisamment » de masse carbonneuse pour les datations, nous avons fait en sorte de conserver tous les fragments.

Les résultats sont présentés sous la forme de tableaux.

- Pour chaque échantillon, nous proposons un tableau de synthèse par taxon, avec différents critères dendrologiques (type de courbure de cerne, rythme de croissance, type de combustion).

- Un autre tableau détaille les caractéristiques pour chaque fragment avec l'identifiant correspondant à chaque tube.

Dans ce type de tableau, la dernière colonne montre un indice de priorité en vue de réaliser une datation C14.

Afin d'éviter « l'effet vieux bois » (certains arbres peuvent potentiellement vivre plusieurs siècles), il faut chercher des fragments correspondant soit à des parties d'arbres ayant eu une durée de vie courte (ex. brindilles, bois de petit calibre, graine carbonisée), soit des fragments provenant des dernières années de vie de l'arbre (ex. l'aubier).

L'indice de priorité est basé sur ce principe.

On sélectionnera de façon prioritaire les fragments :

- avec une forte courbure de cerne, avec si possible présence de la moelle et de l'écorce (cambium),
- appartenant à l'aubier (ex. pour le chêne, les charbons ne présentant pas ou peu de thylles),
- dont les essences n'ont pas une trop grande durée de vie.

En fonction de ces critères nous avons donné trois valeurs à cet indice :

0. Non prioritaire,

1. favorable à la datation.

2. très favorable à la datation.

3.1. Prélèvement « LP2023 Ext MR Nord »

● Résultats

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

Fig. 11 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement « LP2023 Ext MR Nord »

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Frag. Graine à vérifier?	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0- 1?
2	Quercus/Castanea	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
3	Arbutus sp.	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
4	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
5	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
6	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0- 1?
7	Frag. Écorce - graine à vérifier?	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0 – 1

Fig. 12 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « LP2023 Ext MR Nord ».

● Description

Il y avait beaucoup de petites brindilles et de restes d'insectes (cuticules externes d'insectes - fourmis) mais cela ne semble pas être très ancien. Les brindilles/racines(?) étaient encore composées de « matière organique récente ». La détection de ces restes alerte d'ailleurs sur des risques de percolations et contaminations récentes... Les charbons sont assez rares. Les fragments de chêne identifiés sont trop petits (moins de 1 millimètre) pour pouvoir distinguer un bois de cœur du bois d'aubier...

Tube 1. La morphologie globale du fragment n'est pas identifiable, en revanche, la structure anatomique, peu organisée, ressemblerait à l'intérieur d'une graine, voire de moelle ou écorce? Le fragment est donc potentiellement intéressant (indice 0 à 1). A faire vérifier par un carpologue si possible ?

Tube 2. Très petit fragment, probablement de chêne (ou chêne-châtaignier). Quelques pores en coupe transversale et quelques rayons unisériés en coupe longitudinale. Mais la dimension du fragment est trop petite pour estimer la courbure de cerne.

Tube 3. Très petit fragment ! La porosité semble diffuse en coupe transversale. En coupe tangentielle des épaissements spiralés très nets et denses en plus de

rayons multisériés de 2-4 cellules de large ont été observés. Il s'agit probablement de l'arbousier : *Arbutus unedo*. Pas de courbure perceptible mais longévité de 100 à 400 ans ! Cette forte longévité ne le rend pas particulièrement favorable.

Tube 4. Petit fragment indéterminé. Probablement du chêne au regard de la porosité. Pas particulièrement favorable.

Tube 5. Petit fragment indéterminé. Au regard de quelques rayons unisériés, c'est probablement du chêne. Pas particulièrement favorable non plus.

Tube 6. Probable reste de brindille ou cœur d'une branche, un embranchement semble perceptible mais l'écorce n'est pas identifiable, ce qui ne permet pas de le rendre favorable ... L'essence n'a pu être déterminée. potentiellement intéressant. 0 à 1?

Tube 7. Essence indéterminée, mais la structure anatomique suggère un reste de graine, voire d'écorce. Là aussi à confirmer par un carpologue si possible? potentiellement intéressant : 1 (à choisir par rapport au tube 1 et 6 , car il y a davantage de matière), attention à bien enlever d'éventuels restes de mycélium (champignons). J'en ai retiré le plus possible.

Charbons à sélectionner pour datation : Tube n°7, voire dans une moindre mesure le tube n°6 (probable brindille) et le tube n°1 (reste de graine/écorce mais très peu de matière).

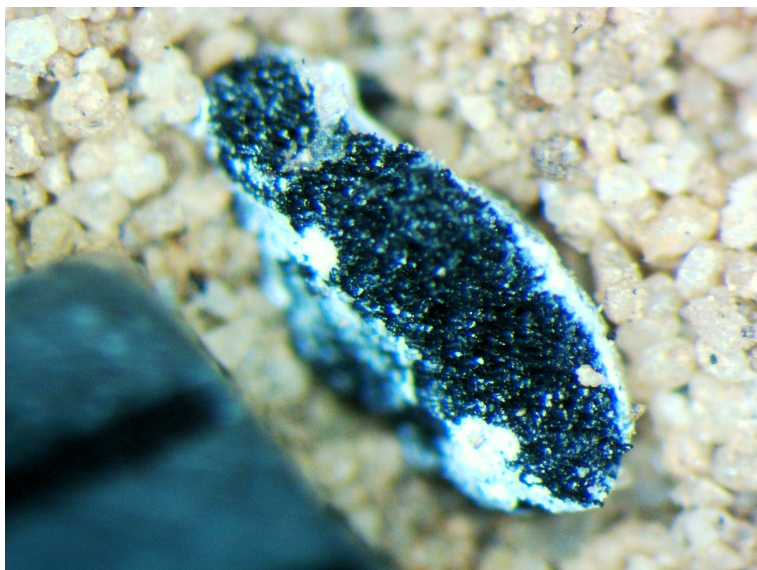


Fig. 13 – Photographie du fragment du tube n°7. (grossissement x38).

3.2. Prélèvement « LP2023 Ext Abs Sud »

● Résultats

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
Pinus pinaster / halepensis	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 14 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement « LP2023 Ext Abs Sud ».

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Quercus/Castanea	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
2	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
3	Pinus pinaster / halepensis	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0- 1?
4	Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0

Fig. 15 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « LP2023 Ext Abs Sud ».

● Description

Là aussi beaucoup de restes de cuticules externes d'insectes – fourmis, mais aussi des restes de brindilles/racine relativement « fraîches »... Indice alertant sur de possibles contaminations. Quelques micro-charbons ont toutefois été repérés.

Tube 1. A priori bois à zone poreuse, et rayons unisériés en coupe tangentielle. Il s'agit donc probablement de fragments de chêne de type sclérophylle (type chêne vert). Aucun thylle n'a été observé, il pourrait donc s'agir d'un fragment appartenant potentiellement à de l'aubier, mais c'est un très petit fragment ne permettant pas d'être catégorique...

Tube 2. Fragment indéterminé. Structure anatomique informe : moelle de petite branche? peu favorable.

Tube 3. Petit fragment de résineux avec un canal résinifère. Potentiellement un pin? Faible courbure de cerne. Champ de croisement avec des trachéides aux parois très dentées. Il s'agit potentiellement d'un fragment de pin d'Alep (*Pinus halepensis?*). Cette essence a une longévité assez importante, jusqu'à 200 ans. L'indice de priorité a été fixé à 1. L'essence n'est pas particulièrement favorable, toutefois, la courbure de cerne n'est pas parue forte (intermédiaire), et la longévité est moindre que les chênes .

Tube 4. Il s'agit d'un petit fragment probablement de chêne sclérophylle : quelques rayons unisériés ont été observés en coupe tangentielle. Très petit fragment, impossible d'identifier l'aubier du bois de cœur...

Charbons à sélectionner pour datation : Aucun particulièrement favorable. Le fragment de pin d'Alep (tube 3) est apparu « un peu plus favorable » pour une datation.

3.3. Prélèvement «LP2023 Int MR Nord»

- **Résultats**

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
Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	2	0	1	0	0	0	0	2	0

Fig. 16 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement « LP2023 Int MR Nord ».

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	Intermédiaire	Dur/Luisant	Absence	Absence	Absence	0	0- 1?
2	Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	Indéterminé	Dur/Luisant	Absence	Absence	Absence	0	0
3	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0

Fig. 17 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « LP2023 Int MR Nord ».

- **Description**

Très peu de fragments de charbons ont été observés.

Tube 1 : Fragment de chêne sclérophylle dur-luisant. Courbure faible à intermédiaire. Pas particulièrement favorable car le chêne a une forte longévité. A choisir si besoin, car le charbon a davantage de matière que celui du tube n°2.

Tube 2 : Fragment de chêne sclérophylle dur-luisant. Pas particulièrement favorable car forte longévité du chêne.

Tube 3 : Fragment indéterminé mais probablement chêne sclérophylle au regard des rayons unisériés en coupe tangentielle. Très petit fragment peu favorable...

Charbons à sélectionner pour datation : Aucun particulièrement favorable. Choisir le fragment du tube n°1 si nécessaire.

RQ. Le caractère luisant observé sur les charbons de chêne indique des conditions de combustions chaudes et anaérobies, probables effets d'une combustion en four (hypothèse des fours à chaux?)

4. 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.
- 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.
- 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.
- RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. et GAUBERVILLE C., 2008 - *Flore forestière française, guide écologique illustré*. T.3, Région méditerranéenne, Institut pour le développement forestier, Paris, 2426 pages.
- SCHWEINGRUBER F. H., 1982 - *Microscopic Wood Anatomy*. Flück-Wirth, Teufen.
- SCHWEINGRUBER F. H., 2011 - *Anatomie europäischer Hölzer - Anatomy of European Woods*. Verlag Kessel , 800 p.
- 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.