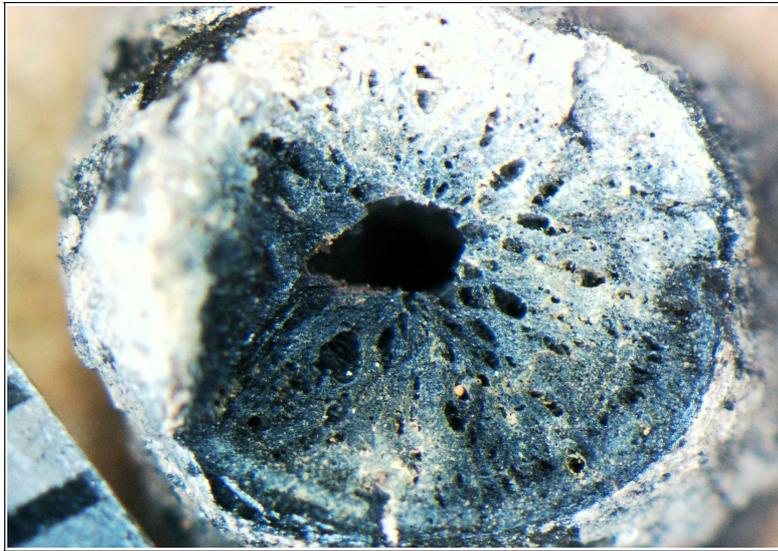




# ArkéoMap

## ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES



**SÉLECTION DE CHARBONS EN VUE DE DATATIONS  
RADIOCARBONES POUR 6 PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS  
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU SITE DE  
GORDOLON (06).**

**OPÉRATION : GOR 62.22**

**SERVICE D'ARCHÉOLOGIE DE NICE CÔTE D'AZUR**

**Décembre 2023**

Service d'archéologie Nice Côte d'Azur

107 route de Canta-Galet

06200 Nice

---

**Prélèvements réalisés dans des US du site de Gordolon.**

**Opération : GOR 62.22**

---

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

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

---

**Décembre 2023**

Illustration de la page de couverture :

*Fragment charbonneux de brindille de section entière observé sous microscope en lumière incidente, coupe transversale, prélèvement n°96 (FS 220, US 4123), tube n°2, grossissement x17, l'échelle représente des millimètres.*

## 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>6</b>
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
<b>3. INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES PRELEVEMENTS.....</b>	<b>15</b>
3.1. Prélèvement « PLV n°96, FS 220, US 4123 ».....	16
3.2. Prélèvement « PLV n°119, FS 298 ».....	17
3.3. Prélèvement « PLV n°112, ST 258, US 3118 ».....	18
3.4. Prélèvement « PLV n°44, FS 159, US 5015 (D) ».....	19
3.5. Prélèvement « PLV n°139, FY 359, US 2460 ».....	20
3.6. Prélèvement « PLV n°34, FS 143, US 1100 ».....	21
<b>4. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>22</b>

## INTRODUCTION

Ce document présente un inventaire de fragments charbonneux sélectionnés dans 6 prélèvements du site de Gordolon à Roquebillière (06) (Opération GOR 62.22).

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.

# 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	
<b>Communes – sites :</b>	Site de Gordolon à Roquebillière (Vallée de la Vésubie, 06)
<b>Nom de l'opération / Lieu-Dit :</b>	
<b>Année :</b>	2023
<b>N° OA :</b>	GOR 62.22
<b>Resp. d'Op.</b>	R. MERCURIN
<b>Type d'opération :</b>	
<b>Période d'analyse pressentie</b>	courant décembre 2023

Sites	Structure	US	Identifiant	Nb de Fragments observés
<b>Gordolon – Roquebillière (06)</b>	FS 220	4123	96	2
	FS 298		119	3
	ST 258	3118	112	3
	FS 159	5015 (D)	44	3
	FY 359	2460	139	3
	FS 143	1100	34	4
				<b>18</b>

Fig. 1 – Inventaire des 6 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 d'un rapport ont été effectués au sein de la structure ArkéoMap. Des références 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.

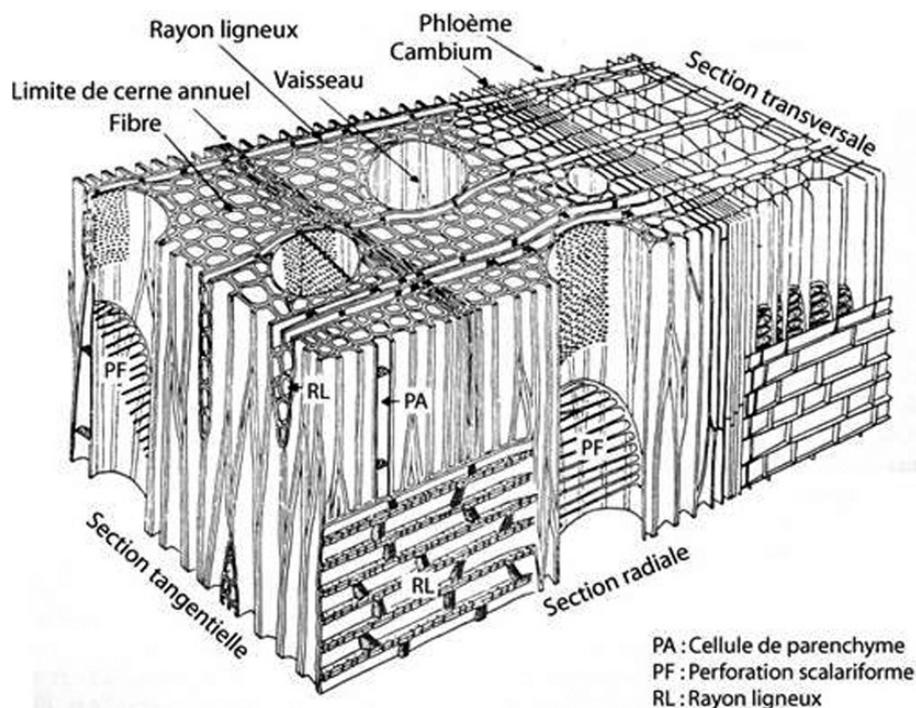


Fig. 3 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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 : Amélanancier (*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 :

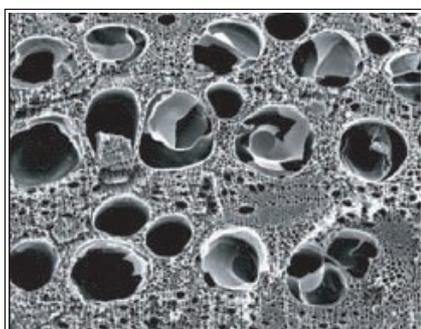
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

#### - 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

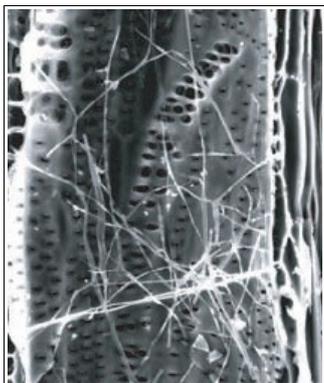
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne 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 (pour les datations C14 notamment).

Fig. 4 – 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.

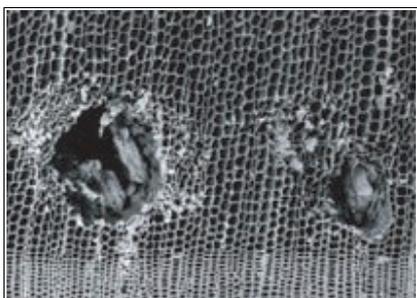
Fig. 5 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

**- 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.

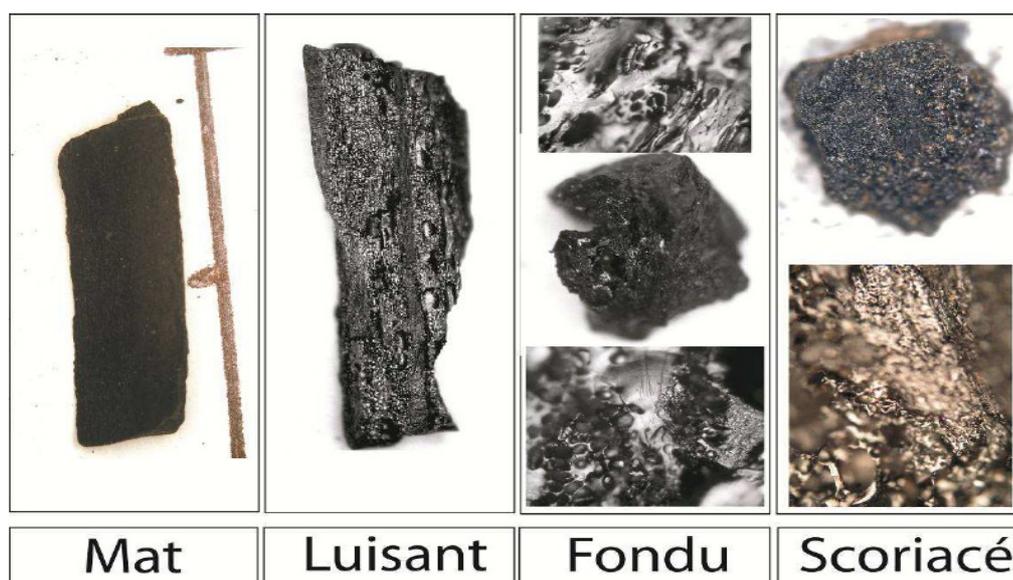
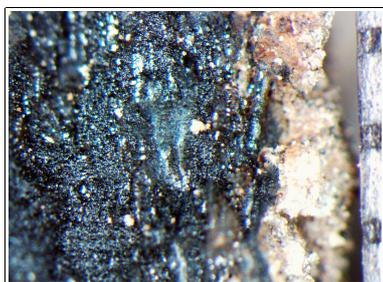


Fig. 8 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

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.

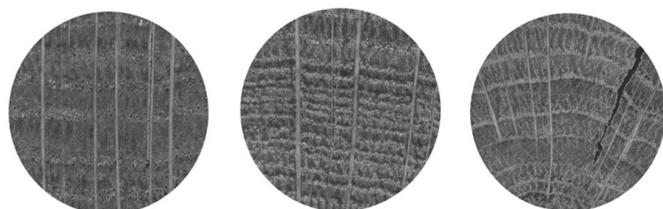


Fig. 10 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude des 6 prélèvements a permis de déterminer une dizaine de 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 **noyer** (*Juglans sp.*) est un taxon de climat assez doux qui reste sensible aux gelées du nord de la France. C'est une espèce héliophile et mésophile à méso-hygrophile. Il serait originaire des Balkans et aurait été planté un peu partout en France depuis l'époque gallo-romaine. Il serait « subsontané » dans les zones alluviales (Rameau *et al.*, 1989). Néanmoins, on le trouve régulièrement dans les études polliniques parfois de façon très ancienne. C'est un bon combustible, donnant un charbon estimé. Il a parfois été cultivé pour ses noix à amandes comestibles.

**La durée de vie du noyer a une longévité potentielle de l'ordre de 300 à 400 ans (Rameau *et al.* 2008). Il est donc sujet à l'effet vieux bois.**

Le **bouleau** (*Betula sp.*) est une essence héliophile ou de demi-ombre. Elle se rencontre aussi bien dans les **lisières de forêts caducifoliées**, dans des bois clairs, dans des **landes** ou **friches**. Cette espèce 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 bouleau constitue 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.

**La durée de vie du bouleau verruqueux est d'environ 30 ans. La longévité relativement faible du bouleau en fait un bon candidat pour les datations radiocarbone.**

Les **Ericacées** correspondent à une famille comprenant de très nombreux genres existant dans les contextes méditerranéens. Ce sont des végétations arbustives généralement assez rustiques. Quelques fragments de **bruyères arborescentes** (*Erica arborea*), voire de **bruyères à nombreuses fleurs** (*Erica multiflora*) ont été suggérées dans le prélèvement n°44.

**La durée de vie d'une bruyère arborescente est estimée entre 40 et 50 ans.**

**Les Pomoïdées** sont des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les lisières de bois, dans des bois clairs, des friches, des broussailles, des garrigues. Les Pomoïdées englobent par exemple les poiriers-pommiers, les pyracanthas mais aussi l'aubépine et le néflier. Ce sont des taxons que l'on retrouve plutôt dans les étages supraméditerranéens ou collinéens.

**La longévité des Pomoïdées est hétérogène : potentiellement très longue pour l'aubépine (jusqu'à 600 ans) et plus court pour les cotonéaster (jusqu'à 30 ans).**

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, c'est le *Pinus* type *sylvestre/mugo/nigra* (**Pin de type sylvestre / pin mugo / pin noir**) qui a été suggérés. Le pin sylvestre présente un spectre large, puisqu'on le retrouve depuis l'étage collinéen à l'étage subalpin. Sur le pourtour méditerranéen, il est souvent associé à la série de la chênaie pubescente correspondant globalement à l'étage supraméditerranéen. En revanche le pin mugo est plutôt une essence des étages subalpins et montagnards. Le pin noir est davantage associé à l'étage supraméditerranéen.

**La longévité du pin sylvestre est de l'ordre de 75 ans.**

### 3. INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES PRELEVEMENTS

Les six 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 « PLV n°96, FS 220, US 4123 »

- **Résultats**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Betula sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 11 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°96

Numéro	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Betula sp.	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1
2	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Présence	Absence	Présence	0	2

Fig. 12 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°96.

- **Description**

Tube 1 : Fragment de bouleau de courbure de cerne intermédiaire. Le bouleau a une faible longévité (environ 30 ans). Le fragment est plutôt favorable.

Tube 2 : Fragment de brindille avec écorce. Le fragment est très favorable car la brindille correspond probablement à quelques années.

*Charbons à sélectionner pour datation : Tube n°2, brindille de section entière.*

## 3.2. Prélèvement « PLV n°119, FS 298 »

### ● Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Frag. de brindille indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Juglans sp	1	0	1	0	0	0	0	0	0

Fig. 13 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°119.

Numéro d	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Présence	Absence	Présence	0	1 à 2
2	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Présence	Absence	Présence	0	2
3	Juglans sp	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0

Fig. 14 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°119.

### ● Description

Quelques très petits fragments osseux ou de charbons fondus (?) semblent être présents.

Tube 1 : Très petits fragments de brindille. Le fragment est favorable mais peut être insuffisant en quantité de matière, à voir.

Tube 2 : Fragment de brindille très favorable. Avec un peu plus de matière que le tube n°1.

Tube 3 : Fragment de noyer, de courbure intermédiaire. longévité assez forte (300 à 400 ans). Pas particulièrement favorable.

*Charbons à sélectionner pour datation* : Le fragment de brindille(tube 2).

### 3.3. Prélèvement « PLV n°112, ST 258, US 3118 »

- **Résultats**

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

Fig. 15 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°112.

Numéro	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Quercus sp.	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
2	Quercus sp.	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
3	Pomoidée	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0	à choisir si besoin

Fig. 16 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°112.

- **Description**

Tube 1 : Fragment de chêne de courbure intermédiaire, pas de thylls observées. Le chêne a une forte longévité (potentiellement plus de 500 ans..). Pas particulièrement favorable.

Tube 2 : Fragment de chêne caducifolié de courbure intermédiaire, pas de thylle observé. L'essence a une forte longévité. Pas particulièrement favorable. un peu plus favorable que le tube n°1 (au regard de la courbure de cerne, il semble être un peu plus à l'extérieur).

Tube 3 : Fragment de brindille, probablement de Pomoidées (porosité diffuse et rayons systématiquement bisériés). Un peu plus favorable que les deux autres tubes car c'est très probablement une brindille, même si l'écorce n'a pas été observée. La longévité des Pomoidées est hétérogène : potentiellement très longue pour l'aubépine (jusqu'à 600 ans) et plus courte pour les cotonéaster (jusqu'à 30 ans).

*Charbons à sélectionner pour datation : Choisir le fragment du tube n°3 si nécessaire.*

### 3.4. Prélèvement « PLV n°44, FS 159, US 5015 (D) »

- **Résultats**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Erica arborea	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Ericacée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1

Fig. 17 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°44.

Numéro	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Quercus sp.	Forte	Dur/Luisant	Absence	Absence	Présence	0	1 à 2
2	Ericacée	Forte	Mat	Absence	Absence	Présence	0	1 à 2
3	Erica arborea	Forte	Fendu	Présence	Absence	Présence	0	2

Fig. 18 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n° 44.

- **Description**

Rq. De nombreuses battitures ont été observées.

Tube 1 : Petite branche de chêne caducifolié de 5 mm de rayon. A priori, le dernier cerne est présent même si la structure anatomique de l'écorce était indistincte. C'est ce dernier cerne qui a été prélevé et conditionné dans le tube 1. Indice favorable à très favorable.

Tube 2 : Brindille probablement d'Ericacée (porosité diffuse, et présence de rayons multisériés de 3 à 4 cellules de large). Indice favorable à très favorable. plus favorable que tube n°1 car l'écorce n'a pas été observée de façon certaine.

Tube 3 : Brindille de bruyère arborescente de type *Erica arborea* ou *multiflora* avec écorce. Rayon de l'ordre de 2 à 3 mm avec un nœud. Compte tenu de la relative faible longévité de l'essence (généralement entre 40 et 50 ans), le fragment est très favorable. A choisir parmi les 3 tubes, car l'essence est déterminée.

*Charbons à sélectionner pour datation : Choisir le fragment du tube n°3 si nécessaire.*

### 3.5. Prélèvement « PLV n°139, FY 359, US 2460 »

- **Résultats**

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

Fig. 19 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°139.

Numéro d	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Quercus sp.	Forte	Fendu/Luisant	Absence	Absence	Présence	0	1
2	Betula sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	2-3cm	1,, à choisir si besoin
3	Betula sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1,, à choisir si besoin

Fig. 20 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n° 139.

- **Description**

Tube 1 : Fragment de chêne caducifolié. Petite branche de section entière d'environ 3 cm de rayon. prélèvement du cerne le plus à l'extérieur. Toutefois, l'écorce n'a pas été identifié. Indice potentiellement favorable.

Tube 2 : Fragment d'une petite branche de bouleau de 2-3 cm de rayon. Prélèvement du fragment de la partie extérieure. Le bouleau a une faible longévité (env. 30-50 ans). Plutôt favorable.

Tube 3 : Autre fragment de bouleau ; prélèvement de la partie extérieure du fragment. plutôt favorable.

*Charbons à sélectionner pour datation : Choisir le fragment du tube n°2 ou n°3 .*

### 3.6. Prélèvement « PLV n°34, FS 143, US 1100 »

#### ● Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Arbutus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus sylvestris / mugo / nigra	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 21 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°34.

Numéro d	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Rayon	Priorité
1	Arbutus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0	0
2	Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	Forte	Dur / Fendu / luisant	Absence	Absence	Absence	0	0
3	Pinus sylvestris / mugo / nigra	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1, à choisir si besoin
4	Pinus sylvestris / mugo / nigra	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0	1

Fig. 22 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°34.

#### ● Description

Beaucoup de fragments de petite taille mais il n'y a pas de brindilles clairement identifiées. Beaucoup de petits fragments « d'aspects fondus » comme de la résine fondue ont été observés. Quelques fragments de chêne méditerranéen et résineux de type pin et arbousier ont été vus. Quelques battitures attestant de probables activités de métallurgie sont aussi présentes.

Tube 1. Fragment d'arbousier de forte courbure de cerne. Probable petite branche, mais en l'absence d'observation de l'écorce il n'est pas possible d'être catégorique. La longévité de l'arbousier est assez longue jusqu'à 300 à 400 ans. Le fragment n'est pas particulièrement favorable.

Tube 2. Fragment de chêne sclérophylle de forte courbure de cerne. Un nœud a été repéré sur ce qui semble être une petite branche. Mais là encore l'écorce n'est pas visible... Pas particulièrement favorable.

Tube 3. Fragment de pin, probablement de type *sylvestre/mugo/nigra*. Courbure faible à intermédiaire donc fragment provenant plutôt de la partie extérieure de la branche. Longévité estimée généralement à une centaine d'années (de l'ordre de 75 ans pour le pin sylvestre). Plutôt favorable.

Tube 4. Fragment de pin, probablement de type *sylvestre/mugo/nigra*. Courbure mal perçue mais faible à intermédiaire. Donc fragment provenant plutôt de la partie extérieure de la branche. Longévité estimée généralement à une centaine d'années (de l'ordre de 75 ans pour le pin sylvestre). Plutôt favorable.

*Charbons à sélectionner pour datation : Le fragment du tube n°3 serait à privilégier car la courbure de cerne est mal estimée pour le fragment du tube n°4.*

## 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.