



ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES



**SÉLECTION DE CHARBONS EN VUE DE DATATIONS
RADIOCARBONES POUR 10 PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS
LORS DES OPÉRATIONS ARCHÉOLOGIQUES DES SITES DE
CAGNES-SUR-MER / SAINT-LAURENT-DU-VAR -
« TRAMWAY LIGNE 4 »**

SERVICE D'ARCHÉOLOGIE DE NICE CÔTE D'AZUR

Août 2022

Service d'archéologie Nice Côte d'Azur

107 route de Canta-Galet

06200 Nice

Prélèvements réalisés dans des US des sites de Cagnes-sur-Mer / Saint-Laurent-du-Var - « Tramway Ligne 4 »

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

Août 2022

Illustration de la page de couverture :

Vue générale des fragments du prélèvement n°26, grossissement x14, l'échelle représente des millimètres. Plusieurs graines sont visibles. Elles correspondent à priori à la famille des Caryophyllacée (hypothèse de Stellaria media)

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 n°7, US 72.....	16
3.2. Prélèvement n°9, US 44-43.....	17
3.3. Prélèvement n°13, US 516.....	19
3.4. Prélèvement n°16, US 506.....	20
3.5. Prélèvement n°19, US 528.....	21
3.6. Prélèvement n°26, US 77.....	22
3.7. Prélèvement n°27, US 87.....	24
3.8. Prélèvement n°29, US 572.....	25
3.9. Prélèvement n°30, US 566.....	26
3.10. Prélèvement n°35, US 579.....	27
4. BIBLIOGRAPHIE.....	29

INTRODUCTION

Ce document présente un inventaire de fragments charbonneux sélectionnés dans 10 prélèvements des sites de Cagnes-sur-Mer / Saint-Laurent-du-Var - « Tramway Ligne 4 ».

L'objectif vise à 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.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Chacun des prélèvements a fait l'objet d'une observation complète des sédiments, au besoin les agrégats de sédiment ont été cassés pour tenter d'en extraire des fragments charbonneux.

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE	
Communes – sites :	Cagnes-sur-Mer / Saint-Laurent-du-Var - « Tramway Ligne 4 »
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	
Année :	2022
N° OA :	
Resp. d'Op.	B. Chevaux et Y. Petite
Type d'opération :	
Période d'analyse pressentie	06/09/22

N° prélèvement	US	Fait	Tranchée	Nb de Fragments observés
7	72		5	4
9	44-43		3	6
13	516	FO 515	10	4
16	506		9	2
19	528		11	4
26	77		7	6
27	87	FS 86	7	5
29	572		15-16-17	4
30	566		15-16-17	4
35	579		24	6
				45

Fig. 1 – Inventaire des 10 prélèvements et effectifs des charbons et graines carbonisées 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.

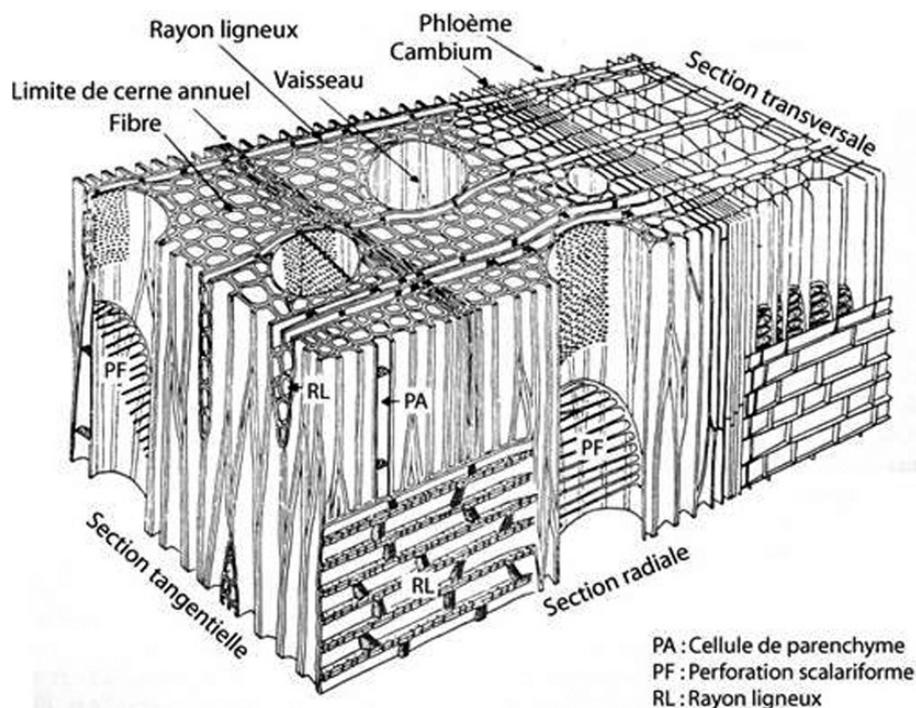


Fig. 3 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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 : 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 (pour les datations C14 notamment).

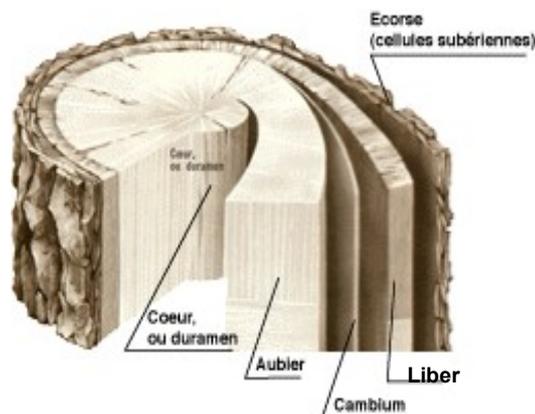
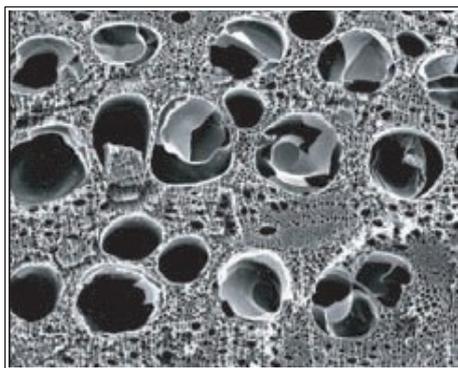
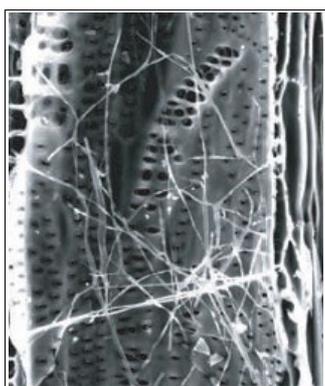


Fig. 4 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans les vaisseaux du duramen carbonisé de chêne (Marguerie et al., 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à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

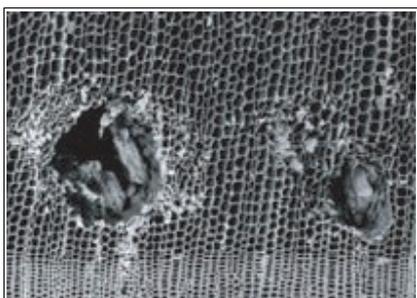
Fig. 5 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- 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.

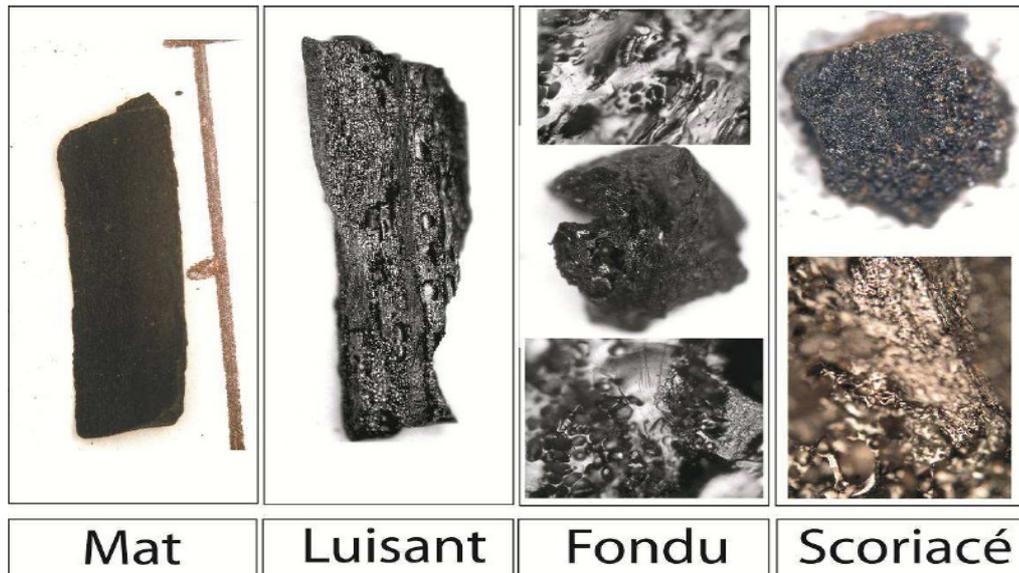
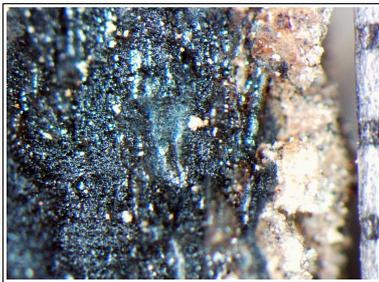


Fig. 8 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

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.

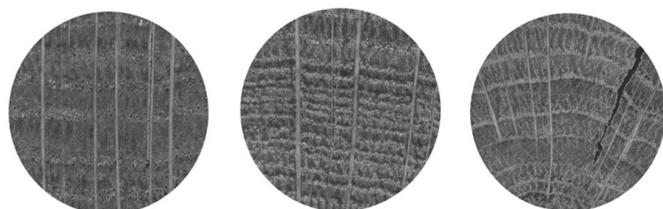


Fig. 10 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude des 10 prélèvements a permis de sélectionner et d'observer **45** fragments charbonneux. Toutefois il n'a pas toujours été possible de déterminer les taxons anthracologiques, en raison notamment de la petite taille des fragments (**souvent moins de 0,5 mm) ou du type de fragment sélectionné (petites brindilles ou graines)**).

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 fondu et 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 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 genre *Prunus* est suggéré pour un fragment provenant du mur sud de l'absidiole (tube n°1)

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

En plus **des prunelliers**, les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent aussi correspondre aux **merisiers** et aux **cerisiers**.

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

La longévité du *Prunus* est plutôt faible pour les prunelliers / cerisiers. Un peu plus de 50 ans.

- Les **Ericacées** correspondent à une famille comprenant de très nombreux genres existant dans les contextes méditerranéens (ex. *Erica arborea*). Ce sont des végétations arbustives généralement assez rustiques.

Quelques fragments d'**arbousiers** (*Arbutus sp.*) ont été identifiés et de bruyère arborescente (*Erica arborea*). Ces essences font partie de la famille des **Ericacées**, famille comprenant de très nombreux genres existant dans les contextes méditerranéens. 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 a une forte longévité (100 à 400 ans, selon Rameau *et al.*, 2008). La durée de vie serait moindre (50 - 100 ans ?) pour la bruyère arborescente.

- **La clématite** (*Clematis vitalba*) est un ligneux poussant sous forme de lianes pouvant grimper jusqu'à 20 mètres. C'est une espèce héliophile vivant sur les sols neutres à basiques. On la trouve dans les bois claires, haies, friches, lisières forestières, clairières. Elle peut être utilisée en vannerie grossière ou pour faire des liens.

- **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.

Il a potentiellement une durée de vie d'environ 150 - 200 ans (Rameau *et al.* 2008).

3. INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES PRELEVEMENTS

Les 10 prélèvements ont livré des fragments carbonisés : charbons mais aussi graines et os. Ils étaient néanmoins en quantités et qualité variables. L'objectif de cette analyse étant de sélectionner des fragments pour datation, nous avons avant tout cherché à identifier des brindilles, des grains carbonisés ou des essences de faible longévité au détriment d'une observation objective de l'ensemble des fragments comme pour une analyse anthracologique « classique ». Les fragments ont donc été directement extraits du sédiment.

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 charbonneuse 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 n°7, US 72

● Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Restes animal (cuticule, tégument..)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 11 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°7.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Indéterminé	Indéterminé	ès brillant - struc	Absence	Absence	Absence	0
2	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
3	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1
4	Restes animal (cuticule, tégument..)	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 12 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°7.

● Description

Tube 1. Petit fragment fondu, dur-luisant. Très petite quantité. Peu favorable.

Tube 2. Fragment indéterminé, enveloppe ligneuse carbonisée, un peu plus de matière que n°1. Peu favorable.

Tube 3. Petite brindille ou peut-être une racine (moins probable). Mais elle ne semble pas carbonisée.... le fragment reste intéressant voire très intéressant à dater s'il est bien contemporain ...

Tube 4. Reste d'insecte, mouche? là aussi pourrait être intéressant pour une date si le reste est bien contemporain de l'US.

Charbons à sélectionner pour datation : Aucun charbon n'apparaît particulièrement favorable. Les fragments des tubes n° 3 ou 4 éventuellement.

3.2. Prélèvement n°9, US 44-43

● Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Reste de Coleoptère	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Graine	4	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 13 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°9.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2
2	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2
3	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1
4	Restes de Coléoptère	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1
5	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2
6	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2

Fig. 14 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°9.

● Description

Tube 1. graine carbonisée, probablement de la famille des Caryophyllacées (hypothèse de *Stellaria media*) . Favorable à la datation

Tube 2 : brindille carbonisée, très peu de matière : Favorable à la datation

Tube 3 : graine à déterminer, très petit fragment.

Tube 4 : reste de coléoptère, intéressant potentiellement mais est il bien contemporain à l'US ?

Tube 5 : graine : probablement de la famille des Caryophyllacées (hypothèse de *Stellaria media*) à confirmer par un carpologue, bien conservée. Favorable à la datation

Tube 6 : graine : probablement de la famille des Caryophyllacées (hypothèse de *Stellaria media*) à confirmer par un carpologue, bien conservée. Favorable à la datation

Charbons à sélectionner pour datation : les tube n°1, 5 et 6 avec les graines. Le Tube n°2 correspond à une brindille avec écorce.



Fig. 15 - Photographie montrant la graine du tube n°6 (Probablement une Caryophyllacée type *Stellaria media*), prélèvement n°9 - Grossissement x43. L'échelle représente des millimètres.

3.3. Prélèvement n°13, US 516

- **Résultats**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Erica arborea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gymnosperme	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1

Fig. 16 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°13.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	Intermédiaire	Dur/Luisant	Absence	Présence	Absence	1
2	Erica arborea	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1
3	Gymnosperme	Intermédiaire	Dur/Luisant	Absence	Absence	Absence	0
4	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2

Fig. 17 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°13.

- **Description**

Tube 1 : Fragment de chêne avec thylle (bois de cœur) de courbure intermédiaire. Pas très favorable.

Tube 2 : Fragment de bruyère arborescente. Pas très favorable car longévité d'une centaine d'année possible.

Tube 3 : Fragment de résineux indéterminé d'aspect dur-luisant. pas d'écorce. Peu favorable.

Tube 4 : Fragment de brindille indéterminé mais assez intéressant si besoin d'une datation.

Charbons à sélectionner pour datation : le fragment du tube n°4 serait le plus favorable.

3.4. Prélèvement n°16, US 506

- **Résultats**

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

Fig. 18 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°16.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
2	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0

Fig. 19 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°16.

- **Description**

Très peu de charbons ont pu être observés dans ce prélèvement.

Tube 1 : Fragment de tégument végétal indéterminé. Peu favorable

Tube 2 : Fragment de tégument végétal indéterminé. Peu favorable

Charbons à sélectionner pour datation : les deux fragments sont peu favorables.

3.5. Prélèvement n°19, US 528

- **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
Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	1

Fig. 20 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°19.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Prunus sp.	Intermédiaire	Fendu/Luisant	Absence	Absence	Absence	1
2	Indéterminé	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1
3	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2
4	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 21 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°19.

- **Description**

Tube 1 : Fragment de *Prunus sp.* de courbure intermédiaire et d'aspect fendu-luisant. Longévité de 30 à 60 ans environ. Pas très favorable.

Tube 2 : Fragment indéterminé, de forte courbure, porosité diffuse à semi-poreuse, probablement Ericacée au regard de l'ornementation des vaisseaux. Peu favorable mais à choisir si besoin.

Tube 3 : brindille carbonisée très fine, intéressante mais il n'y a peut-être pas assez de matière.

Tube 4 : Fragment de brindille probable.

Charbons à sélectionner pour datation : la brindille du tube n°3 serait la plus favorable, mais c'est un très petit fragment.

3.6. Prélèvement n°26, US 77

- **Résultats**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Frag. de brindille indéterminé	4	0	0	3	0	0	1	2	0	3
Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Fig. 22 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°26.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Bois initial	Absence	Absence	2
2	Prunus sp.	Forte	Mat	Bois initial	Absence	Présence	2
3	Frag. de brindille indéterminé	Forte	Dur/Luisant	Bois initial	Absence	Présence	2
4	Frag. de brindille indéterminé	Forte	Dur/Luisant	Bois initial	Absence	Présence	2
5	Frag. de brindille indéterminé	Forte	Fendu	Bois initial	Absence	Présence	2
6	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2

Fig. 23 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°26.

- **Description**

De façon générale, il y a beaucoup de graines (Caryophyllacées) et de brindilles avec écorce dans ce prélèvement.

Tube 1 : brindille avec écorce, Clématite probable, même si les largeurs de cernes ne semblent pas tout à fait correspondre. Fragment favorable pour une datation, seulement un à deux cernes semblent visibles et l'écorce est encore présente.

Tube 2 : brindille avec écorce de *Prunus sp.* Favorable.

Tube 3 : brindille indéterminée avec écorce. Quelques pores sont accolés radialement. Pas de rayon multisériés. Famille des Bétulacées peut-être du charme (?). Favorable.

Tube 4 : brindille indéterminée avec écorce. Quelques pores semblent accolés radialement. Même hypothèse que tube n°3. Favorable.

Tube 5 : brindille indéterminée avec écorce. Quelques pores sont accolés radialement. Pas de rayon multisériés mais de fin épaisissements spiralés. Hypothèse identique que précédemment : Famille des Bétulacées, charme probable. Fragment favorable pour une datation.

6 : graine : il y a beaucoup de graines du même type que dans le prélèvement n°9, à priori de la famille des Caryophyllacées de type *Stellaria media?* à vérifier par un carpologue?

Charbons à sélectionner pour datation : les six fragments sont favorables.

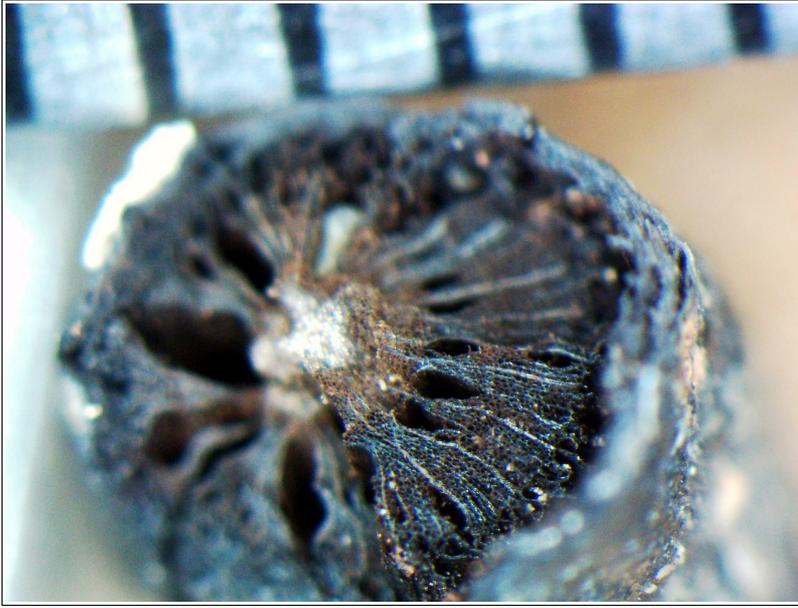


Fig. 24 – Photographie montrant la brindille du tube n°1. L'écorce est bien visible. prélèvement n°26 - Grossissement x20. L'échelle représente des millimètres.

3.7. Prélèvement n°27, US 87

- **Résultats**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Coquille (type Noisette)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gymnosperme	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Fig. 25 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°27.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2
2	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Présence	1
3	Frag. os - dent	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1
4	Gymnosperme	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0
5	Coquille (type Noisette)	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 26 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°27.

- **Description**

Tube 1: graine, mais très petite. Favorable à condition qu'il y ait suffisamment de matière.

Tube 2 : brindille, avec moelle et gros rayons multisériés, de type clématite ou vigne (plutôt Clématite). pas d'écorce : assez favorable.

Tube 3 : petit fragment d'os carbonisé. Assez favorable ?

Tube 4 : fragment de résineux carbonisé. Il semble y avoir des épaisissements spiralés d'où l'hypothèse de l'if mais il pourrait s'agir aussi de bois de compression.. Ce serait à confirmer... Fragment de forte courbure de cerne, potentiellement une petite branche. Peu favorable.

Tube 5 : fragment carbonisé arrondi de type coquille ou écorce? -> potentiellement intéressant à très intéressant pour une datation. Assez favorable.

Charbons à sélectionner pour datation : le tube n°1 si suffisamment de matière sinon plutôt choisir le tube n°5 ou n°3 (os).

3.8. Prélèvement n°29, US 572

- **Résultats**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informé solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 27 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°29.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Indéterminé	Indéterminé	Fendu / Fendu / luis	Absence	Absence	Absence	0
2	Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	Faible	Mat	Absence	Présence	Absence	0 (à choisir)
3	Quercus sp.	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
4	Quercus sp.	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0

Fig. 28 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°29.

- **Description**

Tube 1 : fragment indéterminé, probablement chêne sclérophylle. Important longévité. Peu favorable.

Tube 2 : fragment de chêne sclérophylle, de faible courbure de cerne mais avec des thyilles. Fragment peu favorable mais à choisir parmi les 4 fragments si besoin.

Tube 3 : fragment de chêne probable, très petit fragment. Peu favorable.

Tube 4 : fragment de chêne probable, très petit fragment. Peu favorable.

Charbons à sélectionner pour datation : les quatre fragments de chêne sont peu favorables. Au besoin, le fragment du tube 2 serait à choisir.

3.9. Prélèvement n°30, US 566

- **Résultats**

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

Fig. 29 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°30.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2
2	Erica arborea	Indéterminé	Fendu	Absence	Absence	Absence	1
3	Arbutus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0
4	Erica arborea	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 30 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°30.

- **Description**

Tube 1 : très petite brindille : favorable mais très petite brindille, la quantité de matière est peut-être insuffisante.

Tube 2 : bruyère arborescente (*Erica arborea*) d'aspect fendu-luisant. Longévité de 50 - 100 ans. Peu favorable.

Tube 3 : Fragment d'arbousier (*Arbutus unedo*). Longue longévité (100 - 400 ans) : Fragment peu favorable.

Tube 4 : bruyère arborescente (*Erica arborea*) d'aspect fendu-luisant et de courbure intermédiaire. Longévité de 50 - 100 ans. Peu favorable.

Charbons à sélectionner pour datation : Le fragment du tube 1 serait à choisir mais la quantité de matière est probablement insuffisante... Les fragments des tubes 2 et 4 restent plutôt favorables.

3.10. Prélèvement n°35, US 579

● 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	0	0	0	1
Frag. de brindille indéterminé	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Graine	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 31 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°35.

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Quercus ilex - Q. suber - Q. coccifera	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0
2	Erica arborea	Forte	Mat	Bois initial	Absence	Présence	1
3	Frag. de brindille indéterminé	Forte	Mat	Absence	Absence	Présence	2
4	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1
5	Graine	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2
6	Frag. de brindille indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	2

Fig. 32 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°35.

● Description

Tube 1 : Fragment de chêne sclérophylle de courbure intermédiaire. Peu favorable.

Tube 2 : Fragment de bruyère arborescente (*Erica arborea*), brindille probable, moelle présente mais pas d'écorce : Assez favorable.

Tube 3 : Brindille avec écorce : Favorable.

Tube 4 : Graine très probable (très petite): Assez favorable.

Tube 5 : Graine de Rosacée ? (probablement de mûre, *Rubus fruticosus*, à confirmer par un carpologue). Favorable, à choisir si besoin car la graine est un peu plus grosse.

Tube 6 : Brindille avec écorce : Favorable.

Charbons à sélectionner pour datation : Les fragments des tubes 3 (brindille avec écorce) et tubes 4, 5 (graines) sont favorables. A noter que la graine du tube 5 (mûre?) serait un peu plus favorable car la quantité de matière est plus importante...



Fig. 33 - Photographie montrant la graine du tube n°5 (Probablement une Rosacée type *Rubus fruticosus*), prélèvement n°5 - Grossissement x25. L'échelle représente des millimètres.

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.

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

Remerciements à Marie Derreumaux (CRAVO) pour les hypothèses de déterminations carpologiques. Les déterminations faites sur photo restent toutefois des hypothèses. Elles seraient à confirmer par un carpologue après observations directes.