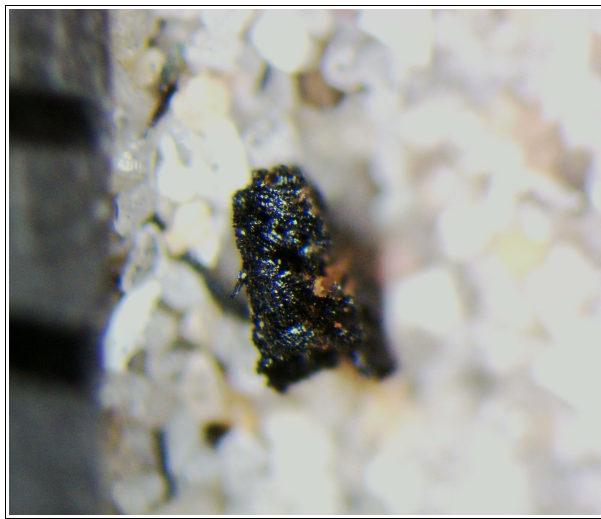




ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES



ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES ET SÉLECTION DE CHARBONS EN VUE DE DATATIONS RADIOCARBONES. COMMUNE DE COZES (17).

OPÉRATION : ROUTE DE COZES – GRÉZAC, 2024

SERVICE D'ARCHÉOLOGIE DÉPARTEMENTALE DE LA CHARENTE-MARITIME

Janvier 2026

Service Archéologie Départementale de la Charente-Maritime

Route de la Montée Verte

17770 Saint Césaire

Analyses anthracologiques et sélection de charbons en vue de datations radiocarbones.
Commune de Cozes (17).

Opération archéologique de la route Cozes-Grézac

Comblement d'un chenal : Zone B, US 5406, prélèvement n°94

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

Janvier 2026

Illustration de la page de couverture :

Probable fragment de chêne-châtaignier (Quercus sp. - Castanea sp.), tube n°4, prélèvement n°94, grossissement x43, l'échelle représente des millimètres.

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 DU PRELEVEMENT.....	15
3.1. Prélèvement n°94, US 5406.....	16
4. BIBLIOGRAPHIE.....	21

INTRODUCTION

Ce document présente un inventaire de fragments charbonneux sélectionnés pour être analysés et réaliser des datations radiocarbone. Le prélèvement provient du comblement d'un chenal (zone B – US 5406) sur le site d'un projet de route reliant les communes de Cozes à Grézac (17).

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 des 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 aussi état des observations anthracologiques effectuées sur des fragments de diverses dimensions, essentiellement des micro-charbons.

Cette étude a été commandée par le service d'archéologie départementale de Charente-Maritime. La fouille a été dirigée par M. Pierre Giraud, responsable de l'opération.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

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

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE	
Commune :	Cozes (17)
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	Route Cozes-Grézac (17)
Année :	2024
N° OA :	
Resp. d'Op. ou commanditaire	Pierre GIRAUD
Type d'opération :	
Période d'analyse pressentie	janvier 2026

US - n° plv	Description / nature des prélèvements	Fragments extraits et observés	Fragments favorables pour datation
Zone B - US 5406 - prélèvement n°94	chenal	31	4

Fig. 1 - Inventaire et effectifs des charbons analysés.

Le tamisage a été réalisé à l'aide d'une colonne de trois tamis de mailles de 5, 2 et 0,5mm. L'ensemble des fragments sélectionnés ont été identifiés dans une gamme de tailles comprises entre 2 et 0,5 mm.

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.

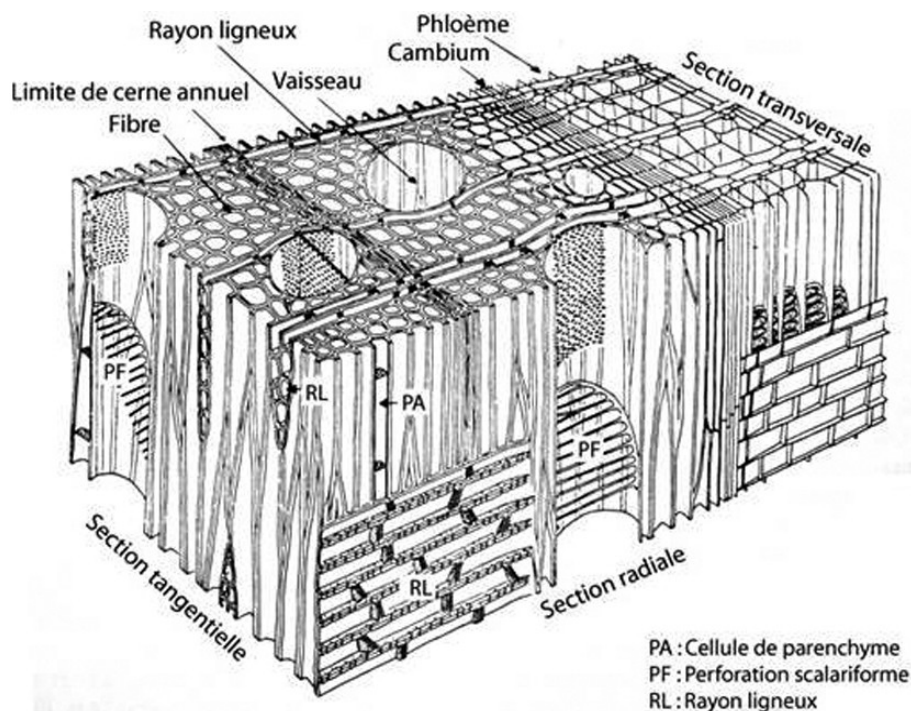


Fig. 3 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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 : 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 gommes et d'excroissances cellulaires appelées thylles obstruant peu à peu les vaisseaux du duramen ne fonctionnant plus. Les thylles se conservent après carbonisation. Leur observation chez les charbons de bois indique que ceux-ci proviennent du duramen et non de l'aubier et reflète l'emploi de bois âgés, si toutefois les thylles ne résultent pas de traumatismes d'origine mécanique, physique ou chimique.

Elles sont bien visibles sous un microscope optique car elles sont réfringentes dans les charbons de bois. Elles sont faciles à repérer chez le chêne (Marguerie *et al.*, 2010). Ce critère est utilisé pour écarter des charbons du bois de cœur (pour les datations C14 notamment).

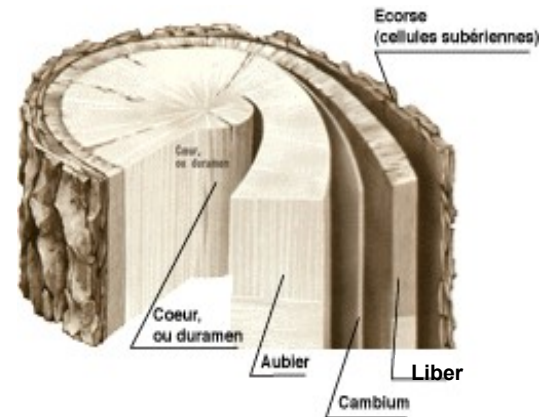
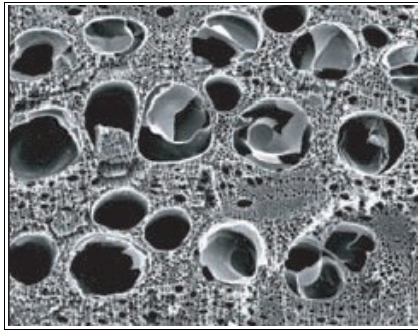
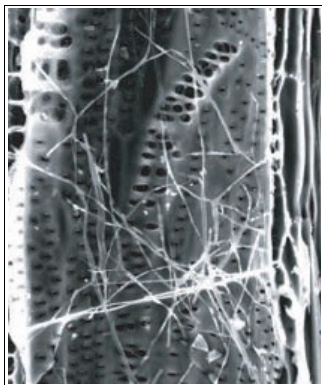


Fig. 4 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans les vaisseaux du duramen carbonisé de chêne (Marguerie et al., 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à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

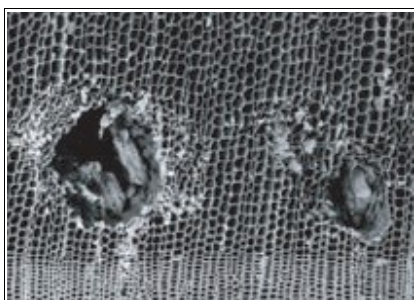
Fig. 5 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- 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.

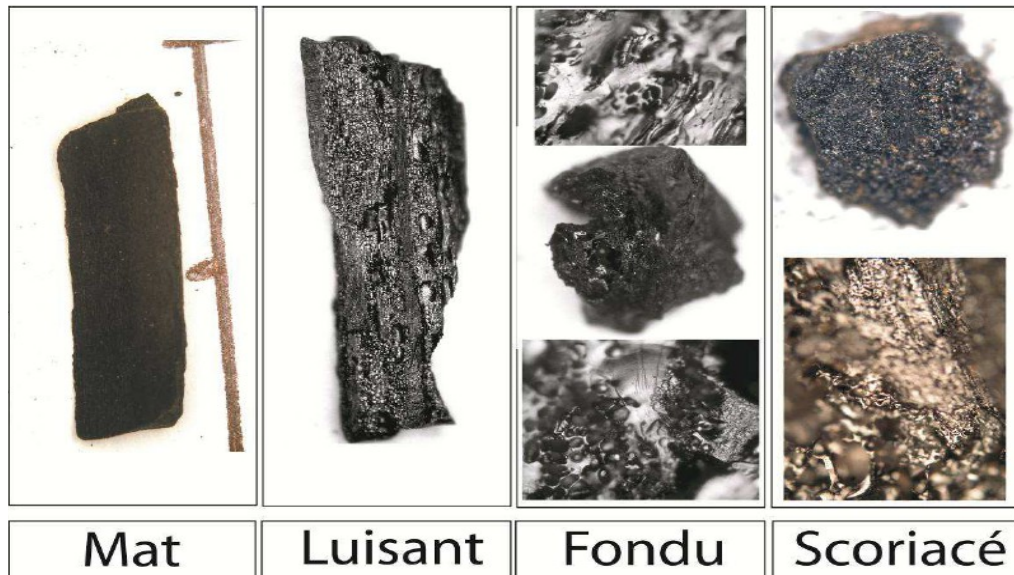
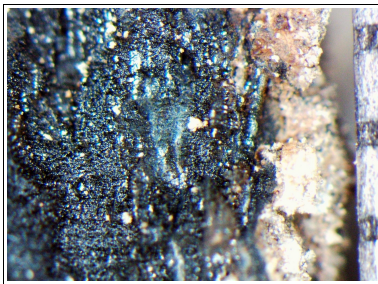


Fig. 8 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

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.

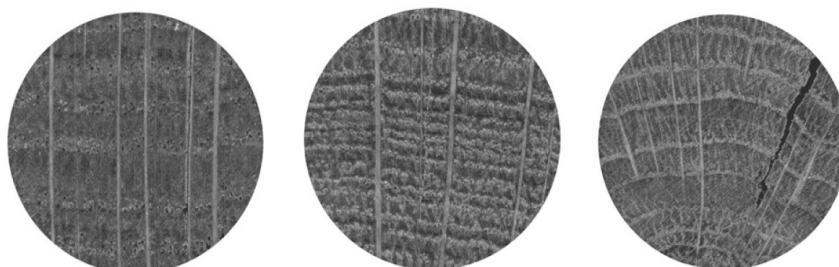


Fig. 10 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude du prélèvement a permis de déterminer trois à quatre taxons anthracologiques potentiels, mais une partie des charbons n'a pas pu être déterminée en raison notamment de la très petite taille des fragments (généralement moins de un millimètre). 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*) et le chêne liège (*Quercus suber*) correspondent à des biotopes de type bois clairs, chênaie littorale. Ils se caractérisent par leurs feuilles résistantes notamment par rapport à l'évaporation en contexte méditerranéen ou par rapport à l'air marin en contexte littoral. Le chêne vert peut se retrouver dans les chênaies méditerranéennes mais dans l'aire considérée c'est aussi une essence que l'on peut retrouver en bord de mer. Ce sont des espèces xérophiles 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).

- **Le chêne (*Quercus sp.*) à feuilles caduques** correspond indifféremment, dans le domaine géographique considéré, essentiellement au chêne pédonculé et sessile. Le chêne est surtout apprécié comme bois de charpente mais aussi comme combustible, c'est un bon charbon de bois autrefois estimé en métallurgie (Rameau *et al.*, 1989). Il donne de bonnes braises et sa combustion est excellente. C'est un bois difficile à travailler, mais solide pour les constructions.

Le 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 ». Il faut veiller à sélectionner des fragments provenant de la périphérie de l'arbre, de l'aubier. Rappelons que le bois d'aubier correspond très généralement au 35 dernières années de vie du chêne, ce qui permet de limiter 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 et des Pyrénées Orientales. Il a été planté partout ailleurs. C'est une espèce relativement thermophile, héliophile ou de demi-ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols pauvres en bases et calcaires : sols de pH assez acides. De plus, il est favorisé par les sols assez secs à assez frais. On trouve cette espèce associée aux bois et forêts acidiphiles (ex. chênaies pubescentes sur sols acides). Il fournit un bois hétérogène et à densité assez élevée, il se travaille bien et se débite très bien par fendage. C'est cependant un bois de chauffage moyen, à utiliser en foyer fermé à cause de projections d'escarbilles. Le châtaignier éclatant à la combustion brûle assez rapidement et génère généralement très peu de charbons, ce qui pourrait expliquer sa faible représentation dans les études anthracologiques.

Remarque sur la détection du châtaignier :

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

La longévité du châtaignier est de l'ordre de 500 à 1500 ans (Rameau et al., 1989).

- La famille des **Ericacées ou bruyères**, comprend de nombreux genres existant dans les contextes méditerranéens et collinéens. Ce sont des végétations arbustives généralement assez rustiques. En contexte collinéen ces bruyères sont détectées dans des formations de boisements clairs, de fourrés (landes-fourrés) appartenant à la série dynamique de la chênaie et de la chênaie-hêtraie. La formation de landes est le niveau dynamique où les bruyères sont le mieux représentées (souvent associées aux Fabacées de type genêt). Ces landes sont généralement la conséquence d'importants défrichements et de sur-exploitations des sols. D'autres contraintes (vents, pauvreté des sols, mauvaises expositions, piétements, activités pastorales) peuvent aussi contribuer à la stabilisation de ces formations végétales. De façon générale, ces landes sont caractérisées par une forte inflammabilité et combustibilité.

Les bruyères telles que la callune (*Calluna vulgaris*), la bruyère cendrée (*Erica cinerea*), ou la bruyère ciliée (*E. ciliaris*), (...) participent fortement à ces formations ouvertes : landes rases et boisements clairs, landes-fourrés mais aussi tourbières, lisières forestières (chênaies et hêtraies), pelouses. Les bruyères constituent 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).

Dans le cadre de cette étude, un fragment pourrait potentiellement correspondre à une **bruyère de type « arborescente »** (ex. *E. scoparia*) (charbon présentant des rayons multisériés et une ornementation constituée de petites ponctuations très denses sur les parois de certaines cellules). La bruyère à balai (*Erica scoparia*), la plus probable dans l'aire considérée, est un arbrisseau de 1 à 2,5 mètres de hauteur.

- Notons que l'hypothèse d'une appartenance au genre *Prunus* ne peut être écartée, dans la mesure où quelques épaississements spiralés semblent perceptibles sur les parois d'un vaisseau. Toutefois, compte tenu de la très petite taille du fragment (environ 0,5 mm), les critères anatomiques restent difficilement observables.

Les Prunoïdées dont le genre ***Prunus sp.*** (ex. merisier, prunier, 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.

3. INVENTAIRE ET DESCRIPTION DU PRELEVEMENT

Le prélèvement a en partie été tamisé. Il n'a livré que très peu de charbons. De façon générale, les fragments étaient très rares et n'excédaient que très rarement le millimètre (ce sont plutôt des « cendres »), d'où la difficulté de déterminer les taxons.

Lorsque des fragments ont pu être repérés (en tout et pour tout une trentaine), ils ont systématiquement été observés et isolés dans des tubes numérotés. 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 d'un tableau de synthèse (Fig. 11) montrant pour chaque fragment identifié par un numéro de tube, le taxon, différents critères dendrologiques (type de courbure de cerne, type de combustion, présence du cambium ou écorce, de thylle...), ainsi qu'un indice de priorité en vue de réaliser une datation C14 dans la dernière colonne.

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, fragments de coquilles, pépins...), soit des fragments provenant des dernières années de vie de l'arbre (ex. l'aubier).

L'indice de priorité est basé sur ce principe.

Dans le cas de fragments de branches, on sélectionnera de façon prioritaire les fragments :

- de section entière avec une forte courbure de cerne, correspondant potentiellement à des brindilles. Dans la mesure du possible ces fragments devront présenter à la fois la moelle et 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 (ex. la longévité du genêt est de l'ordre de 25 ans maximum, 50 ans pour le saule, mais potentiellement 500 à 1000 ans pour le chêne...).

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°94, US 5406

- **Résultats**

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
2	Brindille	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0
3	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
4	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (second choix)
5	Indéterminé	Forte	Non carbonisé	Absence	Absence	Absence	0
6	Indéterminé	Indéterminé	Non carbonisé	Absence	Absence	Absence	0
7	Indéterminé (os?)	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	A voir – os?
8	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1
9	Indéterminé	Indéterminé	granuleux	Absence	Absence	Absence	0
10	Indéterminé	Indéterminé	Non carbonisé	Absence	Absence	Absence	0
11	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
12	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (second choix)
13	Ericacée ou Prunus (?)	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
14	Brindille – radicle?	Indéterminé	Non carbonisé?	Absence	Absence	Absence	0
15	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
16	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
17	Chêne (Quercus sp.)	Indéterminé	Luisant	Absence	Absence	Absence	0
18	Indéterminé	Indéterminé	Semi-carbonisé	Absence	Absence	Absence	0
19	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
20	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
21	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
22	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
23	Indéterminé	Indéterminé	Luisant	Absence	Absence	Absence	0
24	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Luisant	Absence	Absence	Absence	0
25	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Fendu – luisant	Absence	Absence	Absence	0
26	Indéterminé	Indéterminé	Non carbonisé?	Absence	Absence	Absence	0
27	Indéterminé	Indéterminé	Mat	Absence	Absence	Absence	0
28	Indéterminé	Indéterminé	Luisant	Absence	Absence	Absence	0
29	Chêne – châtaignier	Intermédiaire	Luisant	Absence	Absence	Absence	1 (premier choix)
30	Chêne – châtaignier	Indéterminé	Luisant	Absence	Absence	Absence	1 (second choix)
31	Indéterminé	Indéterminé	Luisant	Absence	Absence	Absence	0

Fig. 12 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement n°94 – US 5406.

- **Description**

Tube 1 : Petit fragment ligneux non carbonisé. Indéterminé. Pas particulièrement favorable. Il pourrait s'agir d'un reste de racine. Peu favorable à une datation.

Tube 2 : Petit fragment pouvant correspondre à une brindille, mais la structure interne est indéterminable, voire minéralisée... Peu favorable à une datation.

Tube 3 : Petit fragment avec des rayons unisériés de grosses cellules, très probablement chêne/châtaignier. En l'absence de vaisseau observable (thylle) il n'est pas possible de caractériser la provenance (ex. aubier) du fragment dans l'arbre. Pas particulièrement favorable.

Tube 4 : Petit fragment avec des rayons unisériés de grosses cellules, très probablement chêne/châtaignier. Quelques vaisseaux ont été observés sans thylles. Il pourrait donc potentiellement s'agir d'un fragment d'aubier. Potentiellement favorable.

Tube 5 : Fragment ligneux non carbonisé. Forte courbure de cerne avec nœud. Indéterminé. Pas particulièrement favorable.

Tube 6 : Lamelle ligneuse non carbonisée et non déterminée. Le fragment n'est pas particulièrement favorable pour une datation.

Tube 7 : Petit fragment organique. Ressemblerait plus probablement à un petit bout d'os voire de dent? A voir si favorable pour une datation?? Le fragment ne semble pas carbonisé...

Tube 8 : Petit fragment avec nombreux rayons unisériés de grosses cellules, très probablement chêne/châtaignier. Vaisseaux non visibles. Fragment « avec de la matière », à sélectionner si la masse charbonneuse nécessaire pour une datation est un facteur limitant. Toutefois, en l'absence de vaisseau observable (thylle) il n'est pas possible de caractériser la provenance du fragment dans l'arbre (ex. aubier). Le fragment n'est donc pas particulièrement favorable pour une datation.

Tube 9 : Petit fragment de charbon indéterminé, structure granuleuse. Pas particulièrement favorable pour datation.

Tube 10 : Fragment ligneux non carbonisé. Indéterminé. Pas particulièrement favorable pour datation.

Tube 11 : Très petit fragment indéterminé. Quelques gros rayons unisériés sont observés. Il s'agit probablement d'un fragment de chêne – châtaignier. En l'absence d'observation des structures des vaisseaux, le fragment n'est pas particulièrement favorable pour une datation.

Tube 12 : Petit fragment avec de nombreux rayons unisériés de grosses cellules, très probablement chêne/châtaignier. L'observation des parois de vaisseaux ne montre pas de thylles visibles, il pourrait donc s'agir potentiellement d'un fragment d'aubier. Fragment avec de la matière pour datation, plutôt favorable pour une datation.

Tube 13 : Très petit fragment indéterminé (très petit : 0,5mm environ). Rayon multisériel de 4-5 cellules de large. Porosité diffuse. Quelques épaissements spiralés semblent présents, mais peu nets... Potentiellement bois d'arbustes type Ericacées arbustives (ex. *Erica scoparia?*) (broderies avec ponctuations très denses

et nettes) ou le genre *Prunus* (ex. prunellier). En l'absence d'identification claire, le fragment ne peut être considéré comme favorable pour une datation.

Tube 14 : fragment de brindille voire de radicelle. (taille inférieure à 1mm). Le caractère carbonisé du fragment n'est pas certain. Les observations ne permettent pas de qualifier le fragment de favorable à la datation...

Tube 15 : Très petit fragment indéterminé (très petit : 0,5mm environ). Luisant. Peu favorable.

Tube 16 : Fragment ligneux non carbonisé. Indéterminé. Pas particulièrement favorable.

Tube 17 : Petit fragment de chêne (observation à la fois de rayons multiseriés et uniseriés). Aspect luisant. Même si le charbon a été déterminé comme étant du chêne, l'impossibilité d'observer les parois des vaisseaux et de potentiels thylls, ne permet pas d'attribuer le fragment à de l'aubier. Un effet « vieux bois » est donc possible, le charbon n'est donc pas particulièrement favorable pour une datation.

Tube 18 : fragment ligneux "semi carbonisé". Indéterminé. Pas particulièrement favorable.

Tube 19 : Petite lame charbonneuse luisante. Indéterminée. Pas particulièrement favorable.

Tube 20 : Lame charbonneuse probablement de chêne/châtaignier (rayon uniserié). Pas particulièrement favorable.

Tube 21 : Très petit fragment indéterminé (très petit : 0,5mm environ). Peu favorable.

Tube 22 : Fragment ligneux. Indéterminé. Pas particulièrement favorable.

Tube 23 : Lame charbonneuse indéterminée, luisante.

Tube 24 : Très petit fragment de chêne-châtaignier (rayon uniserié). Aspect luisant. Pas assez de matière et pas particulièrement favorable pour datation.

Tube 25 : Très petit fragment de chêne-châtaignier (rayon uniserié). Aspect fendu-luisant. Pas assez de matière et pas particulièrement favorable pour datation.

Tube 26 : Fragment ligneux. Indéterminé. Pas particulièrement favorable.

Tube 27 : Lame charbonneuse indéterminée.

Tube 28 : Lame charbonneuse luisante indéterminée.

Tube 29 : Fragment de chêne-châtaignier (rayon uniserié). Courbure de cerne intermédiaire. Aspect luisant. Fragment relativement gros. Aucun thyll n'a été observé au niveau des parois des vaisseaux, il pourrait donc potentiellement s'agir d'un fragment d'aubier. Le charbon semble potentiellement favorable pour une datation. A choisir si besoin (courbure intermédiaire et absence de thyll).

Tube 30 : Fragment de chêne-châtaignier (rayon uniserié). Aspect luisant. Absence de thylls. Le charbon n'est pas particulièrement favorable mais à choisir en second choix si besoin.

Tube 31 : Fragment de charbon luisant. Indéterminé.

- **Charbons à sélectionner pour datation :**

Seulement cinq fragments charbonneux ont été retenus pour de potentielles analyses radiocarbone (Fig. 12). Toutefois, aucun fragment n'a pu être qualifié de « très favorable » pour une datation.

Les fragments des tubes n°4, n°8, n°12, n°29 et n°30 ont été qualifiés de « favorables ». Ce sont systématiquement des charbons de « chêne-châtaigner », essence pourtant sensible à « l'effet vieux bois », mais l'observation des vaisseaux et l'absence de thylles, nous a permis de montrer que ces fragments provenaient probablement de partie d'aubier ou de branches assez jeunes. Or, rappelons que l'aubier correspond au maximum au 35 dernières années du chêne ce qui permet de limiter l'effet « vieux-bois ». Au besoin, un premier choix est porté sur le fragment du tube n° 29, car le charbon montre une courbure intermédiaire, donc potentiellement avec une position un peu plus excentrée.

- **Interprétation des résultats :**

Une trentaine de fragments seulement a pu être extraite du prélèvement (environ 8 litres de sédiment tamisés).

Les fragments sélectionnés proviennent uniquement du refus de tamis de maille 0,5 mm. L'ensemble des charbons présente donc des dimensions comprises entre 2 et 0,5 mm. En raison de leur très faible taille, ces vestiges s'apparentent davantage à des cendres ou de fragments de radicelles, qu'à de véritables charbons issus de branches de calibre significatif.

L'analyse microscopique n'a permis l'identification que de deux à quatre taxons. Parmi les 31 fragments étudiés, dix ont été attribués au groupe chêne/châtaignier (*Quercus/Castanea*). Un seul fragment a pu être déterminé avec certitude comme appartenant au genre chêne (*Quercus sp.*). Toutefois, compte tenu des dimensions réduites des charbons, la distinction anatomique entre chêne et châtaignier demeure généralement impossible. Il est néanmoins probable que l'ensemble de ces fragments corresponde majoritairement au chêne (cf. remarque chapitre 2.4.).

L'hypothèse de deux autres taxons a été évoquée pour le charbon du tube n°13. Il pourrait s'agir du genre *Prunus* ou d'un type de bruyère arborescente. Compte tenu de la faible diversité taxonomique des restes, il n'est pas possible d'avancer des hypothèses de reconstitution paléo-paysagères solides. Seule la présence de la chênaie peut être interprétée.

Par ailleurs, la détection relativement fréquente de fragments non carbonisés (six individus en plus d'un possible fragment osseux, tube n°7) a été constatée. Bien que ces éléments puissent résulter de contaminations récentes (notamment par des racines ou par l'activité d'animaux fouisseurs), ils ont été systématiquement prélevés et conditionnés. En effet, des conditions de conservation potentiellement anaérobies au sein du sédiment peuvent également expliquer la préservation de restes végétaux anciens non carbonisés.

La très petite taille des fragments n'a pas permis d'observer de manière fiable la courbure des cernes de croissance pour la majorité des charbons, limitant ainsi les possibilités d'interprétation des calibres des bois brûlés.

Enfin, des surfaces à aspect luisant ont été observées sur huit fragments carbonisés. Ce type de faciès est généralement interprété comme résultant de conditions de combustion à haute température en milieu anaérobie (par exemple en contexte de four ; cf. chapitre 2.2.). Dans le cas présent, l'hypothèse de rejets de combustions « chaudes et anaérobies » d'origine anthropique peut être envisagée, par exemple en lien avec de potentielles activités de métallurgie de types « fours » ou « fourneaux ». Toutefois, des incendies d'origine naturelle ou semi-anthropique (tels que l'essartage) peuvent également engendrer des combustions « à l'étouffée » dans les sols, susceptibles de produire des caractéristiques luisantes similaires.

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.