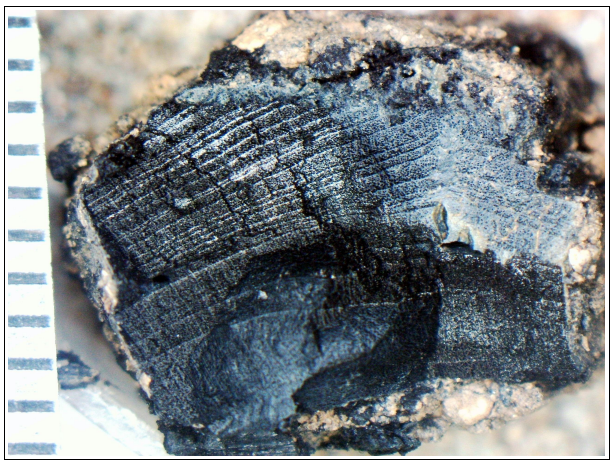
ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

ANALYSE DES FRAGMENTS CHARBONNEUX PRÉLEVÉS LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DE « LA TERNE » SUR LA COMMUNE DE LUXÉ (16)



OPÉRATION : 207510

Décembre 2021

Destinataire :

Paul Peignot

paul.peignot@gmail.com
Tél. 06.14.29.19.32

_____

Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique de « la Terne » sur la commune de Luxé (16).

Opération : 207510.

_____

Rapport d'étude anthracologique

_____

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

_____

Décembre 2021

Illustration de la page de couverture :

Fragment de Pomoïdée, vue en coupe transversale montrant une forte courbure de cerne sous stéréomicorscope, grossissement x8 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°207510-09-14.

SOMMAIRE

INTRODUCTION....4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS....5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION 7
2.1. Équipement d'observation....7
2.2. Méthodologie....8
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux 13
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation....15
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION....17
3.1. Prélèvements n°04, n°07 et n°14 de l'US 09....17
a. Résultats....17
b. Interprétations 18
4. BILAN....20
5. BIBLIOGRAPHIE....23
6. ANNEXE – Photographies....24

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique menée sur la commune de Luxé (16), « site de La Terne ».

Les restes charbonneux étudiés ont été prélevés à l'intérieur du comblement d'un fossé défensif de l'Age du fer, formant un éperon barré sur le site de La Terne. Le comblement est daté au plus tôt de 40 ap. J.-C.

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

- Tenter de percevoir l'origine des charbons. Correspondent-ils à des restes de bois d'œuvre ou de combustible ?

- s'il s'agit de restes de combustible, tenter de caractériser la qualité du bois utilisé. En déduire si les assemblages ont fait l'objet de sélections (ex. essences ou calibres particuliers), s'ils sont plutôt caractéristiques d'usages domestiques ou artisanaux,

- caractériser les boisements qui existaient dans l'aire de ramassage.

Cette opération a été menée par Paul Peignot dans le cadre de sa thèse de doctorat.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les prélèvements ainsi que quelques éléments d'interprétations archéologiques sont listés dans le tableau suivant (Fig. 1).

Les charbons étudiés ont été directement extraits de la gangue sédimentaire au laboratoire ArkéoMap, sous stéréomicroscope. En effet, le sédiment très dur n'a pas pu faire l'objet de tamisage.

L'ensemble des échantillons a été observé. 80 fragments charbonneux ont été étudiés.

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE	
Commune :	Luxé (16000)
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	La Terne
Année :	2021
N° OA :	OA 207510
Resp. d'Op.	Paul Peignot
Type d'opération :	
Période d'analyse pressentie	Fin 2021

n° plv	US	Structure /zone	Description / type attendu	Période	Effectifs étudiés
"04"	9	207510 – comblement de fossé	Comblement d'un fossé défensif de l'Âge du fer.	au plus tôt 40 ap. J.-C.	70
"07"					5
"14"					5
					80

Fig. 1 – Tableau de description synthétique des prélèvements du site, description des structures de provenance et comptages.

Fig. 2 – Photographie montrant le bloc sédimentaire extrait du comblement du fossé défensif (US 09, prélèvement n°04). Quelques fragments charbonneux sont visibles à la surface du bloc.

Afin d'avoir une idée de la représentativité de la diversité taxonomique à l'intérieur des échantillons étudiés, il est courant de calculer des courbes « effort-rendement » (Chabal, 1997 et Chabal *et al.,* 1999). Le principe de cette courbe repose sur la mise en perspective du rang des identifications des taxons afin de déterminer des seuils, ou effectifs, au delà desquels l'apport de nouvelles essences ne paraît plus « rentable ».

La courbe réalisée pour le prélèvement n°04, lot qui s'est révélé le plus diversifié avec quatre taxons, montre un seuil situé entre 15 et 30 fragments (Fig. 3).

Les indicateurs calculés à partir des courbes « effort-rendement » sont basés sur la diversité taxonomique, or en plus des identifications nous avons aussi procédé à des observations permettant de préciser la nature des ensembles anthracologiques : estimations des calibres, types de combustion, traces de découpes, de xylophages, etc... Les courbes « effort-rendement » étant basées sur la diversité taxonomique, nous n'avons donc pas jugé judicieux de nous baser exclusivement sur les seuils obtenus pour établir des effectifs d'échantillonnages représentatifs.

En concertation avec l'archéologue et en fonction de l'enveloppe allouée pour cette étude, nous avons choisi d'étudier les prélèvements de façon la plus exhaustive possible, en poussant l'observation jusqu'à environ 80 charbons (soit la totalité des fragments pour les lots n° 14 et 7 en plus de 70 fragments pour le lot 04).

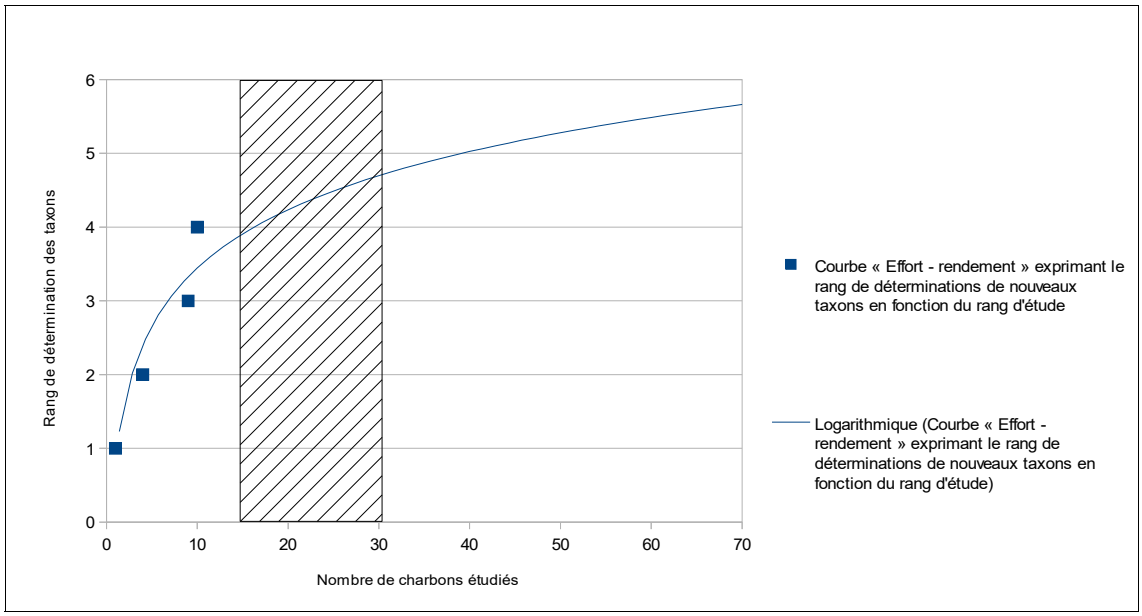


Fig. 3 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°04. Dans cet exemple, le quatrième taxon (*Corylus avellana*) a été observé au rang 10 et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 15 et 30 charbons.

2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION

2.1. Équipement d'observation

Les observations microscopiques ont été réalisées au sein du laboratoire ArkéoMap (Stéréomicroscope Olympus SZX7, grossissements x10 à x60 et microscopes Olympus CX40 ou BX60 à lumière incidente, grossissements de x50 à x1000). L'utilisation d'atlas d'anatomie du bois (Schweingruber, 2011), les traitements numériques et l'élaboration du rapport ont été effectués au sein de la structure ArkéoMap. Des référentiels anthracologiques ont pu être consultés au sein du laboratoire de l'UMR 6566 « CReAAH » à l'Université de Rennes1.

Fig. 4 - 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.

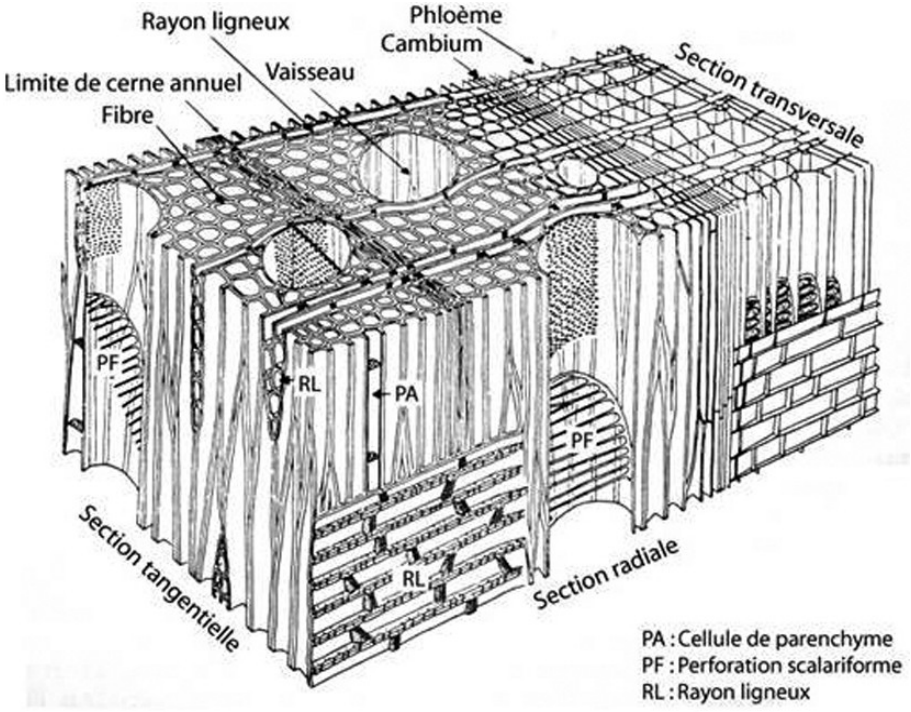


Fig. 5 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

Sur les charbons de bois, des cassures fraîches sont faites à la main et au scalpel. Celles-ci sont directement observées sous microscope optique à réflexion, voire au microscope électronique. Cette technique d'observation présente l'avantage de ne pas "polluer" l'échantillon par une imprégnation en résine de synthèse et le laisse donc tout à fait susceptible d'être daté par radiocarbone après étude anthracologique.

Une partie des mesures dendrologiques nécessite des charbons de bois d'environ 5 à 2 mm minimum. En revanche, il est possible de travailler sur des très petits charbons (2 à 1 mm) pour les déterminations taxonomiques.

La famille des ligneux carbonisés (combustion partielle) se détermine à coup sûr et souvent le genre. Toutefois, il est délicat, voire impossible, de distinguer certaines espèces. Les variations biotopiques au sein d'une même espèce sont souvent plus importantes que les différences interspécifiques au sein du genre, d'où par exemple le taxon anthracologique « *Quercus sp.* » pour désigner les chênes à feuillage caduc.

Notons aussi le taxon anthracologique « *Quercus / Castanea* » désignant aussi bien le chêne que le châtaignier. En effet, les deux taxons se différencient par la présence d'un critère anatomique (les rayons multisériés présents chez le chêne) qui n'est pas toujours visible sur les petits fragments.

Les données phyto-écologiques que nous dégagerons de notre étude reposeront sur les informations écologiques intrinsèques à chaque taxon attesté et sur les groupements végétaux mis en évidence. Il sera aussi fait parfois référence aux données quantitatives (effectifs) afin de souligner dans nos commentaires la dominance affirmée de certains taxons.

Nous complétons la détermination des essences ligneuses par un examen du plan ligneux transversal effectué à plus faible grossissement (loupe binoculaire) (Marguerie, 1992a et b). Ainsi, il est possible de collecter des informations sur :

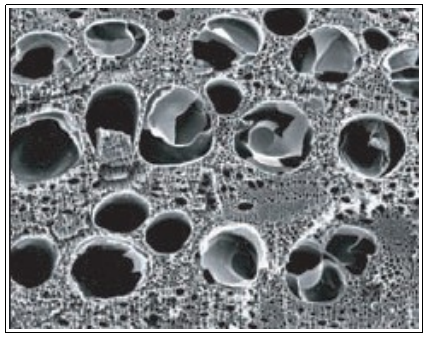
- l'allure des limites de cernes (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- le rythme de croissance

Cela correspond au rythme des croissances radiales (ou largeurs de cerne) année après année. Ce rythme peut être perturbé suite à des coupes réalisées sur l'arbre (ex. coupe de baliveaux lors de traitements en taillis), ou suite à des aléas climatiques (ex. années de sécheresse). Les calculs de largeurs moyennes de cernes nécessitent un rythme régulier.

- la présence de thylles

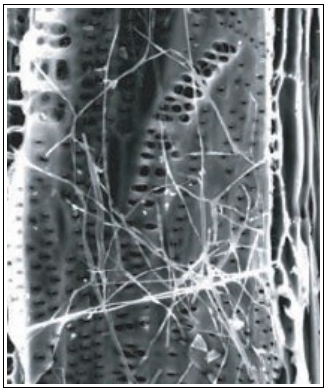
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne entre autres de sécrétions ou dépôts de 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. 6 – 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.

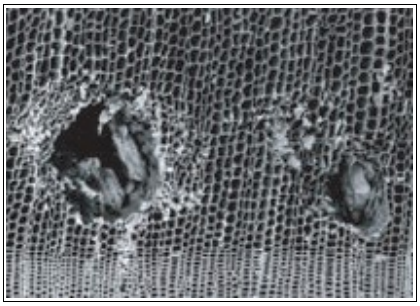
Fig. 7 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

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

- **la largeur moyenne des cernes** figurés sur le charbon pour apprécier les caractères biotopiques, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques).

- **la présence de fentes radiales de retrait et vitrification.**

La présence ou l'absence de fentes radiales de retrait est un indice pour savoir si le bois fut brûlé vert ou sec.

Selon Marguerie *et al.* (2010), la fréquence des fentes radiales de retrait dépend de l'anatomie du bois (densité et largeur des rayons), de la partie de la tige (duramen ou aubier), du taux d'humidité du bois (fentes liées à l'évacuation de l'eau liée) et de la température de carbonisation (Théry-Parisot, 2001). Selon Prior et Alvin (1986), la carbonisation du bois saturé d'eau favorise une augmentation substantielle du nombre de fentes de retrait.

Fig. 9 – 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 anaérobie" (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. Oillic 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.

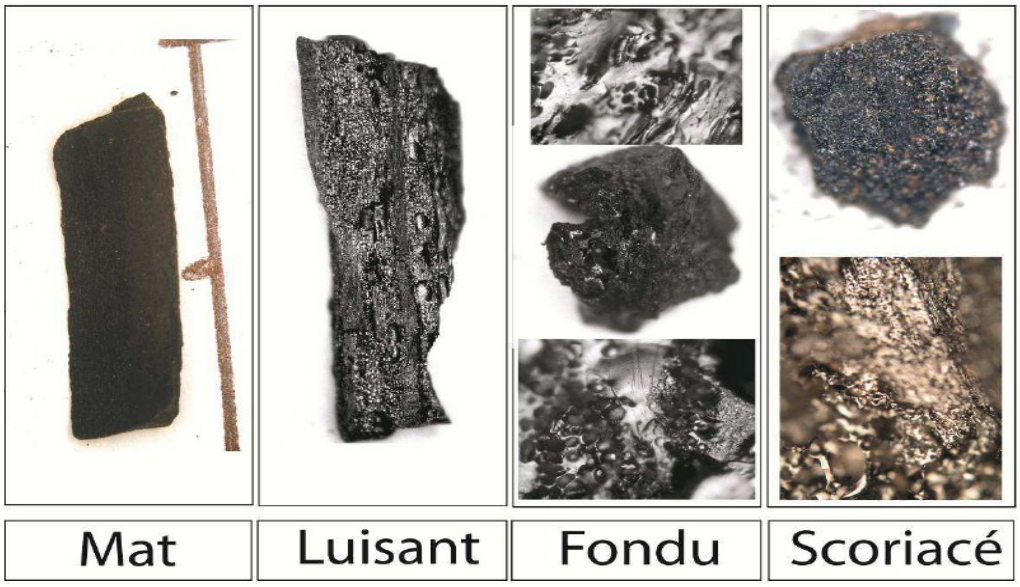
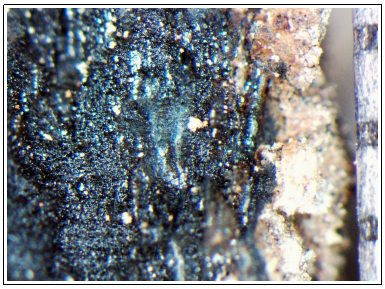


Fig. 10 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

J.-C. Oilic expérimenta différents types de combustions afin d'associer les aspects des charbons (pourcentages) à des pratiques de charbonnage, de grillage et à l'utilisation de bas-fourneaux, de haut-fourneaux.



Remarque : l'aspect de certains charbons n'a pu être qualifié par cette classification. Quelques charbons avaient en effet un aspect « granuleux », avec des structures anatomiques indéterminées. Cet aspect se différencie de l'aspect « scoriacé » par le fait qu'il ne semble pas se produire de phénomène de « fusion » des parois cellulaires. Un cinquième aspect « granuleux » (Fig. 11) a donc parfois été utilisé.

Fig. 11 – Exemple de fragments charbonneux avec un aspect « granuleux ».

- **la saison d'abattage** est repérable lorsque le dernier cerne est identifié. Un examen détaillé de ce dernier cerne rend parfois possible la détection du bois initial (bois de printemps) du bois final (ou bois d'été). Par exemple, l'arrêt brutal de la croissance du bois de printemps permet de situer l'abattage au printemps.

- **le travail du bois** (traces d'abattage, d'élagage, de façonnage ...).

En dehors des strictes informations environnementales, l'anthraco-analyse a des retombées d'ordre ethnographique. L'identification des restes ligneux renseigne sur le choix et la sélection des essences destinées au bois d'œuvre (charpentes, planchers, huisseries...), à l'artisanat des objets domestiques (emmanchements, récipients, meubles...) et aux structures de combustion. De plus, grâce aux observations dendrologiques, des données peuvent être collectées sur les techniques de travail et de débitage du bois, sur l'âge et les périodes d'abattage des arbres, sur les traditions vernaculaires...

2.3. Observation macroscopique du plan ligneux

- Observations de caractères dendrologiques :

Une observation systématique des charbons de bois à faible grossissement a été effectuée en complément de la détermination des essences. Elle a permis de relever un certain nombre de caractères dendrologiques (types de courbure, types de combustion, occurrences de thylles, traces d'insectes…). Néanmoins, une partie des charbons n'a pu donner lieu à une telle analyse car trop petits, fragmentés ou mal conservés, ils présentaient des plans ligneux alors impossibles à caractériser.

- Mesures des largeurs moyennes de cernes ou croissance radiale :

La largeur moyenne des cernes à faible courbure des charbons a également été tentée sur quelques individus lisibles afin d'apprécier l'homogénéité ou l'hétérogénéité des biotopes d'approvisionnement et de déterminer la nature du peuplement d'où ont été extraits les charbons.

A noter que sur les petites branches (bois de petit calibre, à forte courbure) cette mesure n'a pas de sens du fait de leur croissance totalement excentrée. De plus, la croissance des arbres est plus vigoureuse durant les premières années de vie ce qui donne en règle générale des largeurs très larges pour les premiers cernes. Nous écartons aussi ces cas en ne retenant que les charbons présentant des courbures faibles (charbons en provenance de troncs de fort calibre et donc relativement âgés). L'observation de la largeur des cernes d'accroissement renseigne notamment sur l'état du peuplement végétal au sein duquel le bois a été récolté. En forêt dense, l'intensité d'assimilation et de transpiration des individus est telle que les arbres connaissent une pousse lente et régulière (cernes étroits). En revanche, un milieu plus ouvert est riche en bois à croissance rapide (cernes larges).

Une synthèse des résultats réalisés sur le Massif armoricain (Marguerie et Hunot, 2007) a permis de montrer une évolution des largeurs de cerne en fonction du temps.

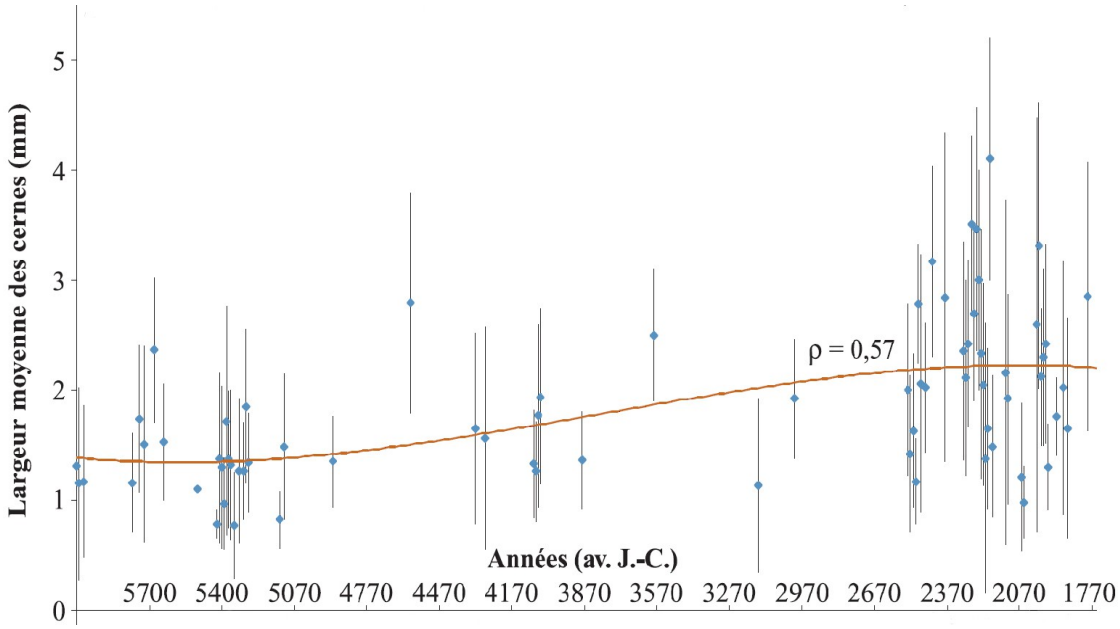


Fig. 12 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 12). On constate des valeurs comprises entre 1 et 2 mm au cours du Néolithique puis une augmentation régulière de ces valeurs au moins jusqu'au début de l'Antiquité. Cette évolution est principalement interprétée par l'effet de l'ouverture du paysage. Les boisements fermés du Néolithique se concrétisent par des croissances difficiles (moyennes des largeurs de cerne comprises entre 1 et 2 mm) et vont progressivement céder la place à des boisements plus clairs et des formations de types lisières, haies, plus favorables à la croissance des arbres (moyennes comprises entre 4 mm et 1 mm). On note toutefois une hétérogénéité des valeurs durant l'Age du fer indiquant probablement la coexistence de milieux plus ouverts mais aussi de milieux fermés.

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

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

- Estimation du calibre des arbres, 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. 13). 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.

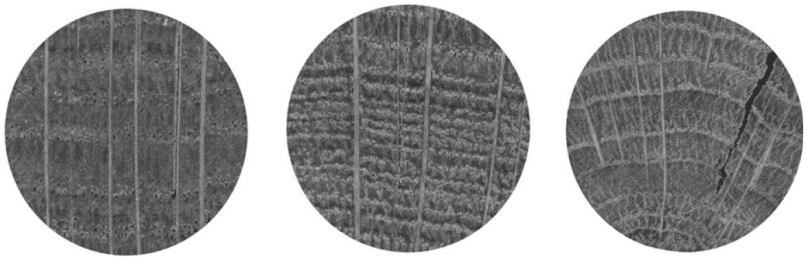


Fig. 13 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude a permis de déterminer six taxons anthracologiques. La composition taxonomique des ensembles étudiés doit être interprétée en tenant compte de choix particuliers de combustibles. En effet, la richesse taxonomique qui est parfois constatée n'est pas forcément le reflet d'une formation végétale ligneuse naturelle environnant le site. En l'absence de véritable association taxonomique, il n'est alors pas possible d'avancer d'interprétation d'ordre paléo-écologique solide.

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

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

Le châtaignier (*Castanea sp.*) aurait une distribution naturelle en Corse, sur le pourtour méditerranéen et sans doute dans quelques points des Cévennes et des Pyrénées Orientales. Il a été planté partout ailleurs. C'est une espèce relativement thermophile, héliophile ou de demi-ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols pauvres en bases et calcaires : sols de pH assez acides. De plus, il est favorisé par les sols assez secs à assez frais. On trouve cette espèce associée aux bois et forêts acidiphiles (ex. chênaies pubescentes sur sols acides). Il fournit un bois hétérogène et à densité assez élevée, il se travaille bien et se débite très bien par fendage. C'est cependant un bois de chauffage moyen, à utiliser en foyer fermé à cause de projections d'escarbilles. Le châtaignier éclatant à la combustion brûle assez rapidement et génère généralement très peu de charbons, ce qui pourrait expliquer sa faible représentation dans les études anthracologiques.

Remarque sur la détection du châtaignier :

La présence du châtaignier (*Castanea sp.*) sur ce site reste 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.*).

L'érable (*Acer sp.*) est une essence héliophile ou de demi-ombre favorisée par les sols mésophiles et neutres à basiques. C'est un arbre que l'on retrouve plutôt sur des sols riches en bases mais aussi en azote (pH basique à neutre). Il possède une stratégie de croissance et de captation de la lumière typique d'une essence de trouée, qui le rend également apte aux systèmes bocagers.

A l'état naturel on le trouve plutôt en lisière forestière ou dans des forêts ouvertes. Il s'associe bien avec la chênaie-hêtraie. C'est un bois dur et dense qui présente une forte résistance mécanique, il est utilisé pour fabriquer des manches d'outils, des établis... Essence utilisée aussi en plantation d'alignement ou en ornement. L'érable fait partie des bois « semi-lourds » (environ 500 Kg / m3), c'est donc un bois qui possède un bon pouvoir calorifique.

Fig. 14 – Représentation de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Les Pomoïdeae ou Maloïdeae (ex. aubépine, poirier, néflier, alisier) et 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)**.

Les **Pomoïdées** englobent par exemple les **poiriers-pommiers** mais aussi l'**aubépine**. Les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent aussi correspondre aux **merisiers** et aux **cerisiers**.

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

Le **noisetier** (*Corylus avellana*) est une essence héliophile ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les **lisières de forêts caducifoliées**, dans des bois clairs, dans des **landes** ou **friches**. Il s'adapte à tous les substrats, tant d'un point de vue hydrique qu'en termes de pH. Aussi, on le trouve potentiellement dans la plupart des écosystèmes, même s'il reste avant tout un arbre pionnier par excellence. Le noisetier est un bon bois d'allumage, surtout sous la forme de brindilles (flamme longue, claire, sans fumée), il dégage beaucoup de chaleur et une combustion rapide.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

3.1. Prélèvements n°04, n°07 et n°14 de l'US 09

a. Résultats

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux – indet.
Corylus avellana	14	0	3	4	0	0	2	1	4	0	0	0	0
Indéterminé	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Prunus sp.	8	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus sp.	20	3	3	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0

Fig. 15 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°04.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	2	3	2,02	0,97	1,33	2,7

Fig. 16 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire et faible. Prélèvement n°04.

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

Fig. 17 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°07.

		Courbure			Rythme		Combustion		
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Acer sp.	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomoïdée	1	0	1	0	0	0	0	0	0

Fig. 18 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°14.

b. Interprétations

Les trois prélèvements proviennent de la même US (09). Les prélèvements n°7 et n°14 correspondent à des fragments un peu plus gros. Ils ont été collectés directement sur le terrain. En revanche, le prélèvement n°4 a été collecté en bloc et l'ensemble des fragments charbonneux, quelle que soit leur taille, a été extrait au laboratoire ArkéoMap de façon à obtenir des résultats les plus exhaustifs possible.

Six taxons anthracologiques ont été identifiés à l'intérieur des trois prélèvements.

Les résultats des prélèvements n°7 et n° 14 (charbons plus gros) diffèrent assez nettement de ceux obtenus pour le prélèvement n°4.

- Prélèvements n°07 et n°14 :

Seulement 10 fragments et trois taxons ont été observés pour les prélèvements n° 07 et n°14. Il s'agit de charbons d'érable (*Acer sp.*), de Pomoïdées et de chêne (*Quercus sp.*). Les fragments montrent des courbures fortes à intermédiaires pour le bois de Pomoïdée et d'érable (petites branches). Le charbon de chêne semble plutôt provenir d'un bois de gros calibre (courbure de cerne faible et observation de thylles) (Fig. 17 et 18).

- Prélèvement n°04 :

70 charbons dont quatre taxons ont été observés pour le prélèvement n°04. Par ordre d'importance on constate des charbons de chêne (*Quercus sp.*), de noisetier (*Corylus avellana*), du genre *Prunus* (cerisier – merisier – prunellier) et de chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*) (Fig. 15).

L'aire des ramassages semble avoir touché des boisements de type chênaie diversifiée (chêne, érable, chêne-châtaignier) et des formations végétales ouvertes comme des lisières ou des haies (*Prunus sp., Pomoïdées,* noisetier). A noter que le noisetier est une essence pionnière, ubiquiste, que l'on retrouve aussi bien dans des secteurs en déprise agricole (en recolonisation végétale sous forme de friches évoluées) que dans des boisements de zones humides.

L'observation des courbures de cernes montre une majorité de fragments de noisetier et de *Prunus* avec des courbures de cerne fortes à intermédiaires mais aussi quelques fragments de chêne de courbure faible. Les fragments proviennent probablement de bois de noisetier et *Prunus* de petit à moyen calibre (petites branches) et de grosses branches de chêne.

De façon générale, les fragments proviennent de bois de qualités et de calibres hétérogènes. Il ne s'agit probablement pas de restes de bois d'œuvre, même si quelques grains de terre rougeâtre (rubéfiés?) mêlés à quelques fragments charbonneux (Fig. 20) pourraient potentiellement provenir de sols ou de constructions incendiés (ex. restes de mur à clayonnages brûlés). L'observation de nombreux petits restes osseux non rubéfiés (ex. dont un fragment de côte, Fig. 21) appuie plus certainement l'hypothèse de rejets d'origines domestiques.

Au regard du calibre des bois utilisés, on peut émettre l'hypothèse d'une utilisation de bois tendres (ex. noisetier) et de petits calibres (ex. Pomoïdées, *Prunus*) pour la phase d'allumage. La phase d'entretien des combustions a ensuite été assurée avec

des bois durs tels que le chêne (seuls les fragments de chêne pourraient correspondre à du bois de moyen calibre à gros calibre), mais aussi probablement par du bois d'érable qui sont d'excellents combustibles. Ces bois durs sont énergétiques à la combustion et leurs braises durent longtemps.

Pour ce qui concerne le bois de noisetier, ce sont des bois de petit calibre qui ont été utilisés, on peut donc penser que les combustions ont été assez brèves mais intenses. On constate en effet très régulièrement (pour environ un tiers des fragments) des aspects luisants (Fig. 15). Ces aspects sont généralement interprétés comme le résultat de combustions en milieu chaud et confiné (Blaizot *et al.*, 2004). Le petit calibre des bois a pu favoriser ce début de phénomène de « vitrification » (Oilic, 2011).

Le bois a globalement été brûlé à l'état sec. Seuls les fragments de noisetier semblent provenir d'un bois « vert » (nombreuses fentes de retrait observées).

Des mesures de largeurs de cernes ont pu être réalisées sur seulement deux fragments de chêne (Fig. 16). Elles ont permis de calculer une moyenne de l'ordre de 2 mm / an. Cette valeur est caractéristique de contextes de croissance plutôt favorable, peut-être un boisement clair, une haie ou un arbre isolé. Compte tenu du faible nombre de charbons, il faut considérer ce résultat avec précaution.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. 80 fragments ont été observés pour les trois prélèvements (Fig. 1).

Inventaire des prélèvements et comblements associés	**Taxons**	**Hypothèses techniques**	**Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.**
Prélèvements n° 4, 7 et 14 du comblement de fossé . US 09.	chêne (*Quercus sp.*), noisetier (*Corylus avellana*), *Prunus sp.*, saule (*Salix sp.*), érable (*Acer sp.*), Pomoïdée, chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*)	**Rejets de combustion ouverte** L'observation des courbures de cernes montre une majorité de fragments avec des courbures fortes à intermédiaires notamment pour le bois de noisetier, du genre *Prunus* et d'érable. Les fragments proviennent donc pour partie de bois de petit à moyen calibre probablement un mélange de petites branches et de brindilles. Les charbons de chêne semblent en revanche provenir de bois de plus gros calibre. Cet assemblage, assez hétérogène, pourrait assez bien correspondre à des rejets de type « foyer domestique ». Les bois de petits calibres (ex. noisetier, Prunus, Pomoïdée) ont pu être utilisés pour des phases d'allumage, du bois de chêne a ensuite permis d'entretenir les combustions. Le chêne, l'érable voire aussi le bois du genre *Prunus* (cerisier/merisier) et de Pomoïdée sont des bois durs et constituent d'excellents combustibles. Leurs braises durent longtemps et rayonnent davantage. Le noisetier qualifié de bois tendre a probablement servi pour l'allumage des combustions. Pour le noisetier, au regard du petit calibre des bois utilisés, les combustions ont probablement été intenses mais brèves. Cela explique l'aspect luisant des fragments. De plus, quelques branches de noisetier ont été brûlées à l'état vert.	**Boisement de type chênaie diversifiée :** *Quercus sp. , Quercus sp. - Castanea sp., Acer sp.* **Boisement clair (haies, lisières):** *Prunus sp., Pomoideae, Corylus avellana* **Boisement humide :** *Corylus avellana (?), Acer sp. (?)* Moyenne de largeurs de cernes : PRV 04 : ; Moy. = 2,02 mm (N=2 ; Ec-type = 0,97 mm) ; La valeur moyenne correspond à un contexte de croissance favorable : peut-être une haie ou une lisière. Résultat à considérer avec précaution au regard du très faible nombre de fragments mesurés (N=2).

Fig. 19 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les trois prélèvements (US 9).

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

Six taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude.

Il est bien sûr difficile d'interpréter directement les compositions anthracologiques en termes de paléo-paysages, car les proportions de chaque essence sont avant tout liées aux usages du combustible et aux aléas des aires de ramassages.

L'identification des taxons ligneux permet de proposer différentes associations écologiques (Rameau *et al.*, 1989) :

- les groupements forestiers de la **chênaie diversifiée** avec le chêne (*Quercus sp.*), l'érable (*Acer sp.*) et le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*).

- les **lisières forestières, haies, associations héliophiles de sous-bois** : avec le noisetier (*Corylus avellana*), la détection de bois du genre *Prunus* et de la famille des Pomoïdées. L'érable champêtre ou l'érable sycomore (*Acer sp.*) pourraient aussi participer à ces végétations ouvertes. Ces essences attestent l'existence d'espaces ouverts ou clairsemés dans les aires de ramassage.

- **les boisements hygrophiles** peuvent être interprétés avec le noisetier (C*orylus avellana*), essence ubiquiste, mais aussi potentiellement l'érable champêtre ou l'érable sycomore (*Acer sp.*) qui s'arrangent de terrains relativement frais et mésophiles. Ces boisements pourraient par exemple correspondre à la zone alluviale de la Charente.

- ***Informations d'ordre ethnographique :***

Les analyses anthracologiques ont révélé des compositions constituées de fragments provenant de bois de calibres hétérogènes.

L'aspect « luisant » est un caractère détecté surtout pour le bois de noisetier, essentiellement du bois de petit calibre. Cela correspondent à un premier niveau de « vitrification ». Dans le cadre de cette étude, il est probable que le phénomène ait été favorisé par le petit calibre des bois (Oilic, 2011), ce qui a probablement généré une combustion brève mais intense.

Les compositions anthracologiques intègrent des essences qualifiées de bois « durs ou denses » (ex. chêne, érable, Pomoïdée, *Prunus*). Ils génèrent notamment des braises qui rayonnent et durent longtemps. Les bois durs sont énergétiques à la combustion mais difficiles à enflammer, d'où la nécessiter de les associer soit à des bois tendres (ex. noisetier), soit à des bois de petits calibres pour lancer les combustions.

Dans le cadre de cette étude, l'hétérogénéité des calibres utilisés, l'association de bois tendres et de bois durs, mais aussi l'observation de nombreux fragments osseux (non rubéfiés) associés aux fragments charbonneux appuient l'hypothèse de rejets de foyers domestiques.

5. BIBLIOGRAPHIE

BLAIZOT F., FABRE L., WATTEZ J., VITAL J., COMBES P., 2004 - *Un système énigmatique de combustion au Bronze moyen sur le plateau d'Espalem (canton de Blesle, Haute-Loire)* In: Bulletin de la Société préhistorique française. tome 101, N. 2. pp. 325-344.

CHABAL L., 1997 – *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive) L'anthracologie, méthode et paléoécologie.* Documents d'Archéologie Française. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 63, p. 18-61.

CHABAL L., FABRE L., TERRAL J.-F. and THERY-PARISOT I., 1999 - *L'anthracologie.* In BROCHIER J.E., BOURQUIN-MIGNOT C., CHABAL L., CROZAT S., FABRE L., GUIBAL F., MARINVAL P., RICHARD H., TERRAL J.-F., THERY I. (éds.), Errance (Collection "Archéologiques"). La Botanique, Paris, 207 p.

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 nortn-western France*. Journal of Archaeological Science. p. 1417-1433

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

6. ANNEXE – Photographies

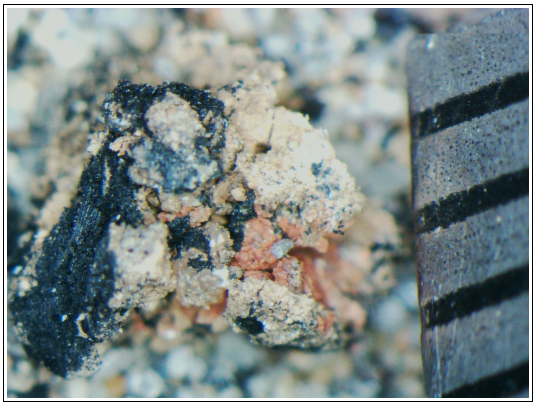


Fig. 20 – Fragments de charbons mêlés à des restes de sédiment d'aspect rougeâtre (rubéfié?). Grossissement x24. L'échelle représente des millimètres. Prélèvement n°04.

Fig. 21 – Exemples de fragments d'ossements associés aux fragments de charbons dans le prélèvements n°04. L'échelle représente des millimètres.

Fig. 22 – Fragment de noisetier (*Corylus avellana*) d'aspect fendu-luisant et de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Prélèvement n° 4. Grossissement x26. L'échelle représente des millimètres.

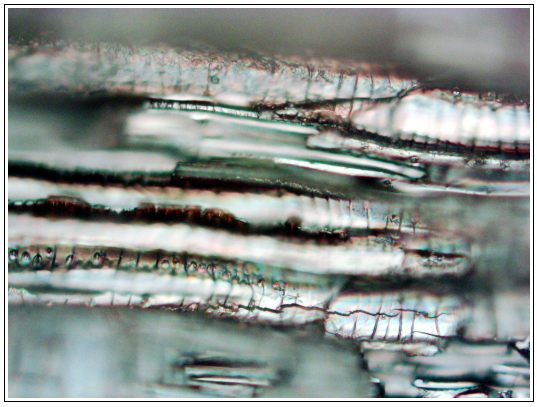


Fig. 23 – Fragment du genre *Prunus*. Coupe radiale montrant des épaississements spiralés caractéristiques. Prélèvement n° 04. Grossissement x400.

Fig. 24 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*) montrant une courbure de cerne intermédiaire. Coupe transversale. Prélèvement n° 04. Grossissement x20. L'échelle représente des millimètres.

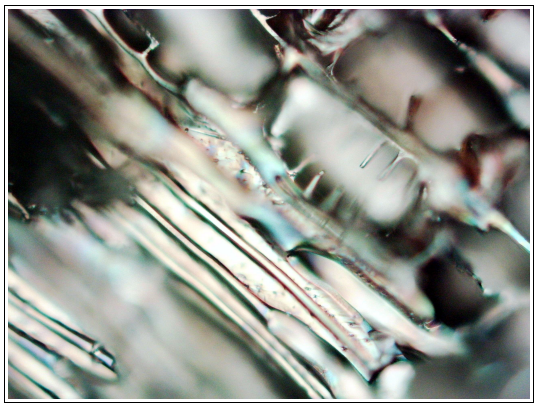


Fig. 25 – Fragment de noisetier *(Corylus avellana)*. Coupe radiale montrant une perforation scalariforme. Prélèvement n° 04. Grossissement x400.

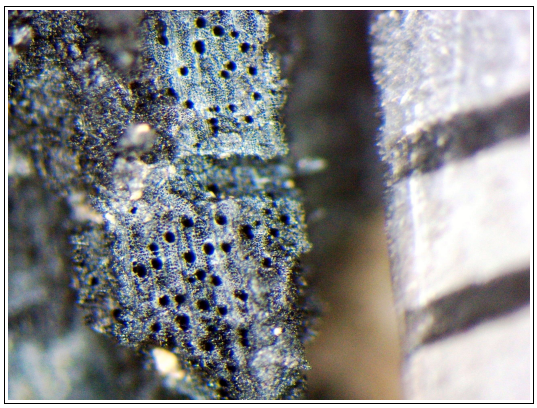


Fig. 26 – Fragment d'érable (*Acer sp.*). Coupe transversale. Prélèvement n° 14. Grossissement x43. L'échelle représente des millimètres.

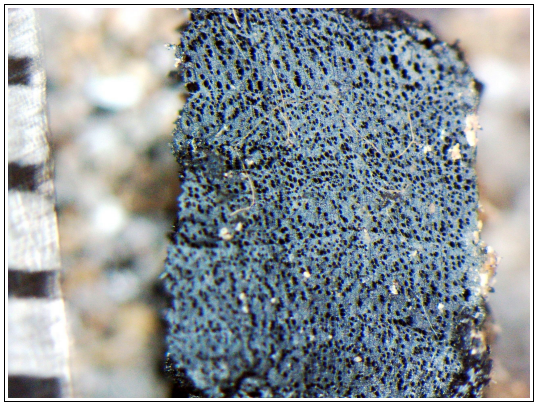


Fig. 27 – Fragment du genre *Prunus*. Coupe transversale montrant une courbure de cerne intermédiaire. Prélèvement n° 04. Grossissement x28. L'échelle représente des millimètres.