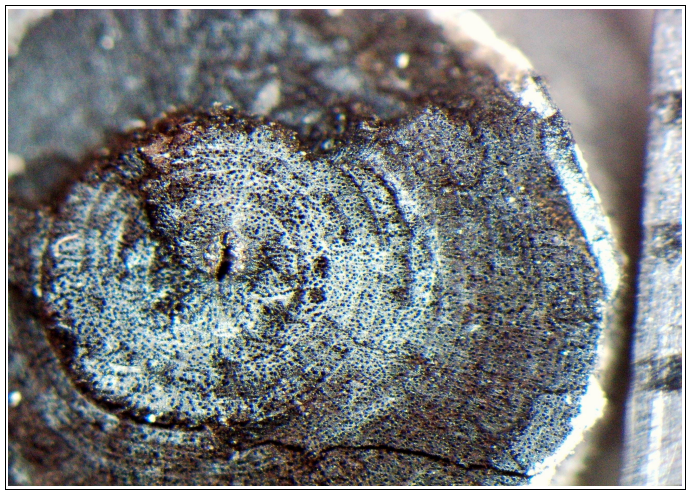
ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

ANALYSE DES FRAGMENTS CHARBONNEUX PRÉLEVÉS LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DE « LA CHAROUILLÈRE - DÉVIATION DE MACHECOUL » RÉALISÉE SUR LES COMMUNES DE LA MARNE, PAULX, MACHECOUL (44)

OPÉRATION : OA186453



Pôle archéologique
Département de Loire-Atlantique – Direction Culture –
Grand Patrimoine de Loire-Atlantique

Rapport d'étude anthracologique

Avril 2020

Département de Loire-Atlantique – Direction Culture –

Grand Patrimoine de Loire-Atlantique

_____

Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique de « La Charouillère - déviation de Machecoul » réalisée sur les communes de La Marne, Paulx, Machecoul (44)

Opération : OA186453

_____

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

_____

Avril 2020

Illustration de la page de couverture :

Fragment de bruyère de type callune (Calluna vulgaris). Prélèvement P4301.1 du fait F4190 – US 4301. Coupe transversale sous loupe binoculaire (l'échelle représente des millimètres). Grossissement x25.

SOMMAIRE

INTRODUCTION....4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS....5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION 9
2.1. Équipement d'observation....9
2.2. Méthodologie....10
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux 15
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation....17
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION....19
3.1. Prélèvements collectés dans la zone 1....19
3.1.1. Résultats....19
Prélèvement P1814.1, Fait F1524 – US1814....19
Prélèvement P1981.2, Fait F1590 – US1981....19
Prélèvement P1875.1, Fait F1062 – US1875....20
Prélèvement P1806.2, Fait F1180 – US1806....21
Prélèvement P1607.2, Fait F1603 – US1607....22
Prélèvement P1647.2, Fait F1605 – US1647....22
3.1.2. Interprétations 22
3.2. Prélèvements collectés dans la zone 2....25
3.2.1. Résultats....25
Prélèvement P2005.2, Fait F2001 – US2005....25
Prélèvement P2090.1, Fait F2021 – US2090....25
3.2.2. Interprétations....26
3.3. Prélèvements collectés dans la zone 4....28
3.3.1. Résultats....28
Prélèvement P4230.2, Fait F4251 – US4230....28
Prélèvement P4524.1, Fait F4265 – US4524....28
Prélèvement P4301.1, Fait F4190 – US4301....28
3.3.2. Interprétations....29
4. BILAN....33
5. BIBLIOGRAPHIE....40
6. ANNEXE – Sélection de fragments pour C14....42
7. ANNEXE - Photographies et relevés archéologiques....43

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyse des charbons prélevés lors de l'opération archéologique menée sur la déviation de Machecoul au lieu-dit « La Charouillère ». Les sondages se sont déroulés durant l'année 2019 dans quatre zones sur les communes de La Marne, Paulx et Machecoul. Ils ont été réalisés par le service archéologique du Département de Loire-Atlantique sous la direction de M. Tan.

Les prélèvements proviennent de comblements de structures de type « fossé », « fosse », « trou de poteau », « enclos circulaire » (Fig. 1).

Au regard du contexte archéologique et des premiers éléments de datation, les prélèvements étudiés correspondent principalement aux périodes de l'Antiquité tardive et du Haut Moyen Age.

L'analyse a été menée en fonction de deux objectifs :

- caractériser le combustible utilisé (exemple : estimation du calibre des bois, bois ramassés à l'état vert ou sec, choix des essences),

- caractériser les végétations ligneuses qui existaient dans l'aire de ramassage (exemple : types et structures des boisements visités lors de la collecte).

L'étude anthracologique a été commandée par Mme Vorenger et M. Tan, archéologues du pôle archéologique départemental, avec l'accord de Mme Mavéraud-Tardiveau, directrice du pôle archéologique.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les restes anthracologiques proviennent de onze lots.

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

L'ensemble des lots a été observé. 652 charbons ont été étudiés.

N° Zone	Sondage	Fait	US	N° de prélèvement	Datation	Problématiques et éléments d'interprétation	Effectifs étudiés
Zone 1		F1524	US1814	P1814.1	Antiquité tardive	Fosse de l'Antiquité tardive : comparatif avec le HMA et environnement Antiquité. Évolution?	50
	SD28	F1590	US1981	P1981.2	Haut Moyen Age ?	Saisir la relation avec F1062.	2
	SD63	F1062	US1875	P1875.1	Haut Moyen Age	Daté Haut Moyen-Âge. Peut servir de comparatif et saisir la relation avec F1590.	35
		F1180	US1806	P1806.2	Haut Moyen Age	Dans le fossé Haut Moyen-Âge : palissade? Comblement supérieur.	100
		F1603	US1607	P1607.2		TP dans probable haie végétale. Charbons isolés pour C14	15
		F1605	US1647	P1647.2		Rejet charbonneux. US inférieure légèrement rubéfiée.	33
Zone 2		F2001	US2005	P2005.2		Comparatif ; Datations prévues	185
	SD210	F2021	US2090	P2090.1		Comparatif ; Datations prévues	50
Zone 4	entre SD319 et SD320	F4251	US4230	P4230.2	Haut Moyen Age	Enclos circulaire HMA - Paléo-environnement	32
	SD341	F4265	US4524	P4524.1	Haut Moyen Age	Enclos circulaire HMA - Paléo-environnement	25
		F4254	US4129	4129.1	Haut Moyen Age	Enclos circulaire HMA – Paléo-environnement. Prévu pour un test palynologique	*Prévu pour test Palyno.*
		F4190	US4301	P4301.1		Comparatif ; Datations prévues	125
							652

Fig. 1 – Tableau présentant l'inventaire des prélèvements, les attributions chronologiques, les éventuelles descriptions et les effectifs de charbons étudiés.

Remarque :

Le tamisage, par flottation, a été réalisé au sein du Pôle archéologique. Des mailles de 2 mm et de 0,5 mm ont été utilisées, en vue notamment de réaliser des études carpologiques. Les prélèvements ont donc été sous-échantillonnés en lots de fragments supérieurs à 2 mm et entre 2 et 0,5 mm. Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes concentrés sur les lots issus des refus de tamis supérieurs à 2 mm, lots les plus prometteurs en termes d'informations anthracologiques.

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 premières identifications des taxons afin de déterminer des seuils, ou effectifs, au delà desquels l'apport de nouvelles essences ne paraît plus « rentable ».

Cette technique est peu pertinente pour les compositions anthracologiques de faibles diversités, ce qui est le cas des lots étudiés. En effet, les lots sont composés d'une à quatre essences maximum (le taxon « chêne-châtaigner » est écarté).

La courbe « effort-rendement » réalisée pour le prélèvement du fait F4251 (US 4230), lot comprenant quatre taxons pour 32 charbons observés, montre un seuil compris entre 15 et 30 charbons (Fig. 2).

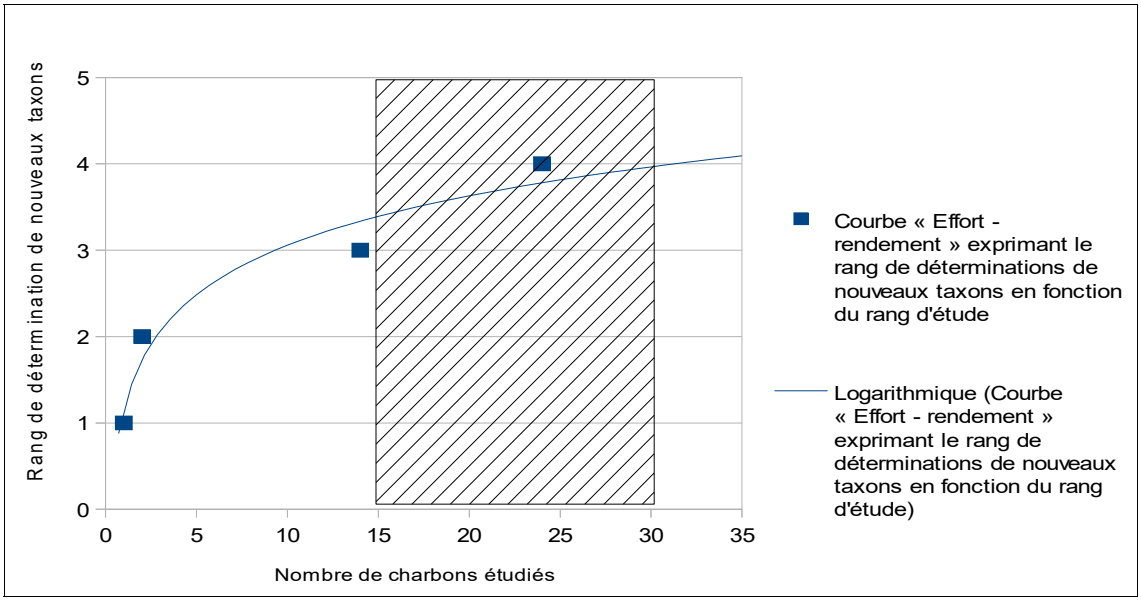


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement du fait F4251 (US4230). Dans cet exemple, le quatrième taxon (*Fagus sylvatica*) a été observé au rang 24 et le seuil « d'effort - rendement » est estimé entre 15 et 30 charbons. 32 fragments ont été observés pour ce lot.

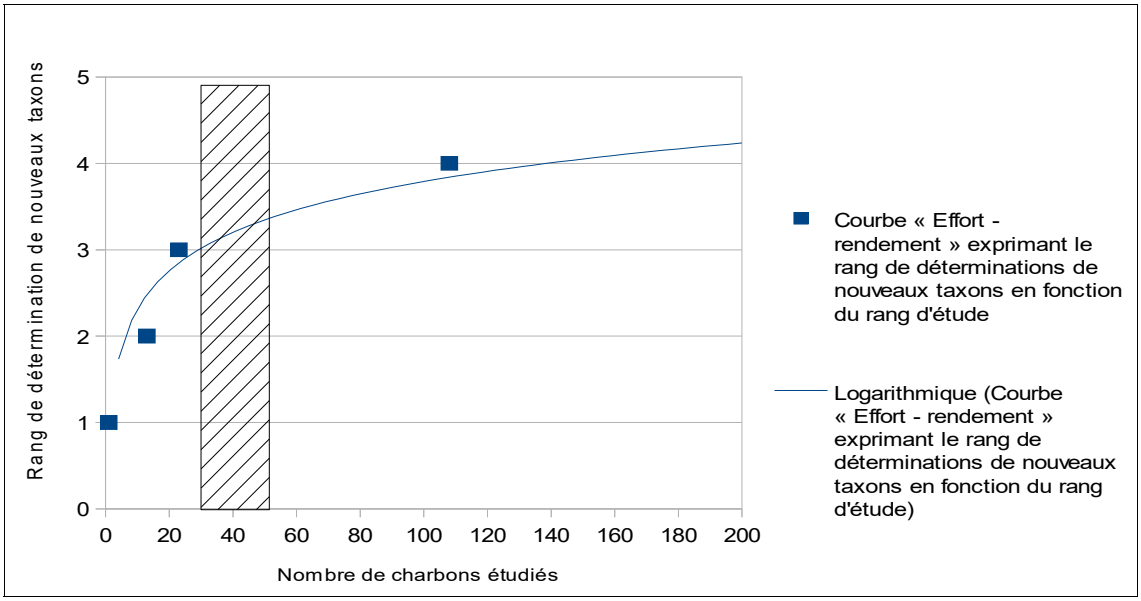


Fig. 3 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement P2005.2 (fait F2001 – US2005). Dans cet exemple, le quatrième taxon (*Fabacées de type Cytisus sp.*) a été observé au rang 108 et le seuil « d'effort - rendement » est estimé entre 25 et 50 charbons. 185 fragments ont été observés pour ce lot.

La courbe effort-rendement du prélèvement P2005.2 (fait F2001 – US2005) montre un seuil estimé entre 25 et 50 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 : mesures de largeurs de cerne, estimations de 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 lots de façon la plus exhaustive possible en répartissant l'effort de l'étude sur l'ensemble des prélèvements. Ainsi nous avons fait en sorte que le nombre de charbons étudiés tienne aussi compte du nombre de fragments présents dans chacun des lots (Fig. 1).

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.

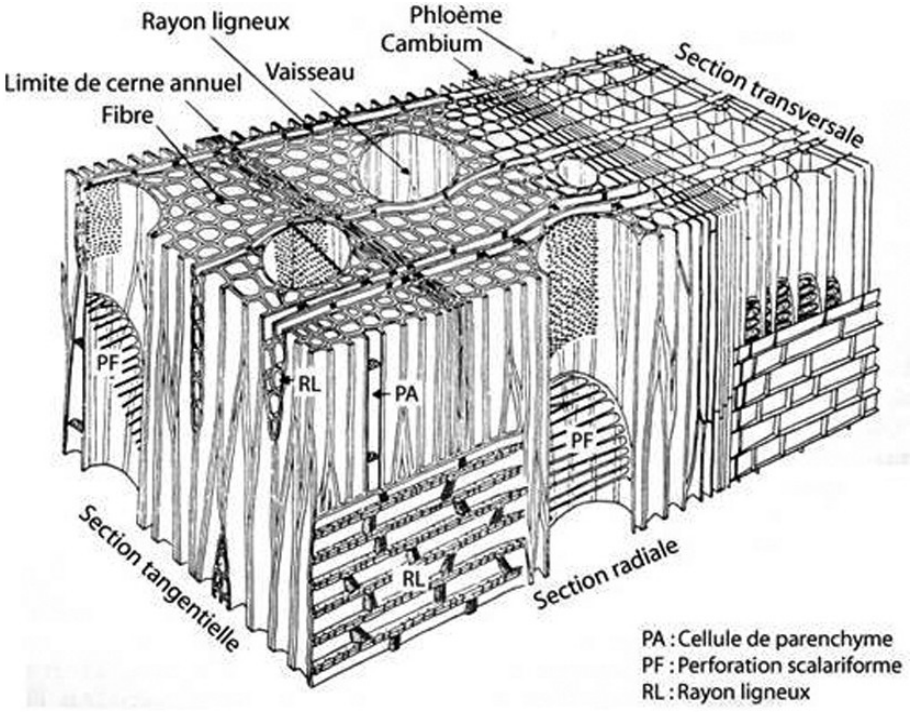


Fig. 5 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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 / Castenea* » 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 :

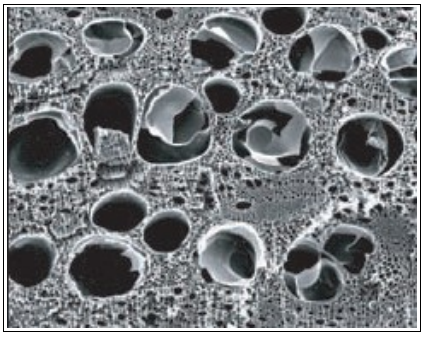
- l'allure des limites de cernes (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- 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

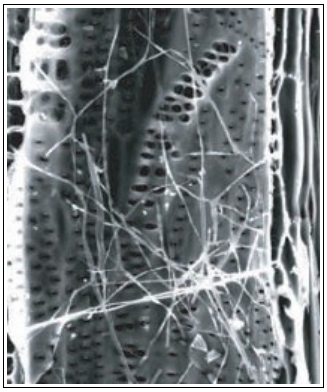
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne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

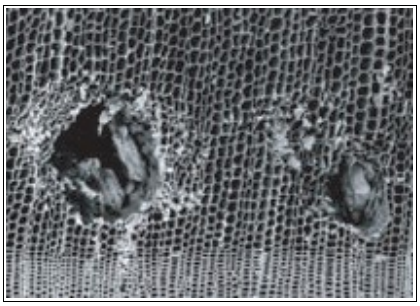
Fig. 7 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

- 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 anaéorobie" (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 2007, D. Marguerie et J.-Y. Hunot construisirent une classification du « degré de vitrification ». Cette classification sera reprise par J.-C. Oilic en 2011.

Quatre niveaux de vitrification ont été discernés :

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.

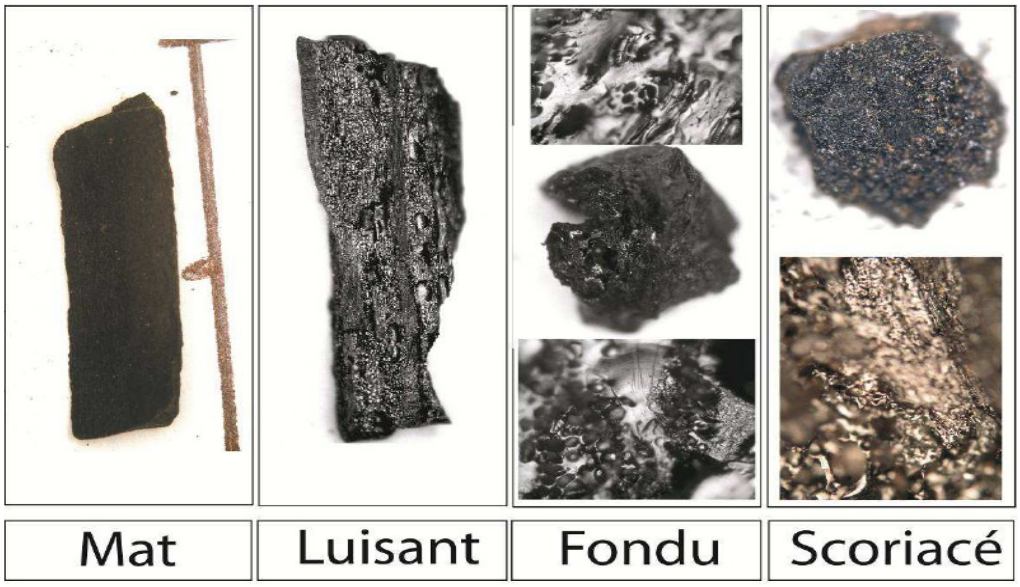
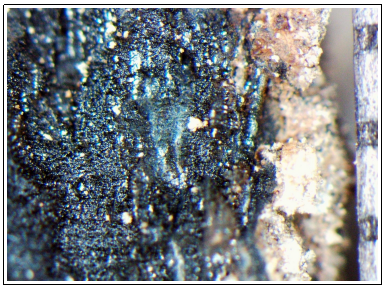


Fig. 10 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

J.-C. Oilic (2011) 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.

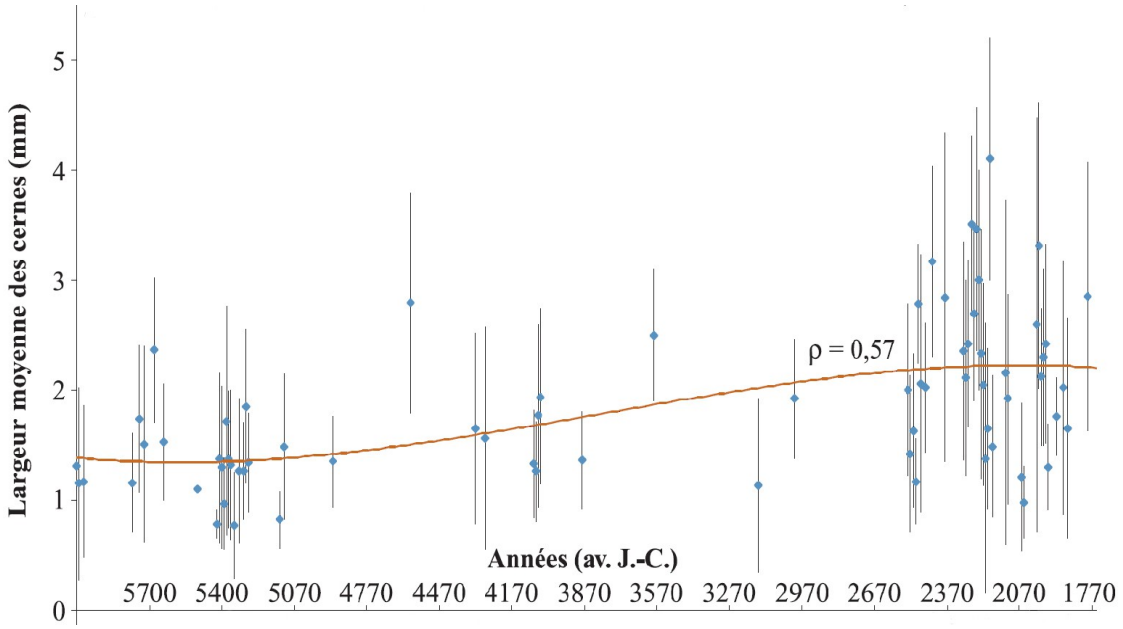


Fig. 12 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

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.

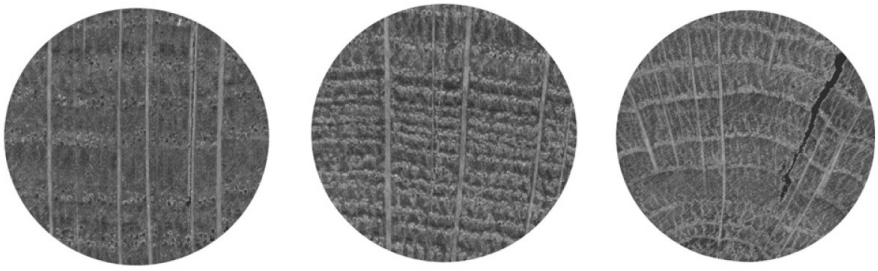


Fig. 13 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude des onze prélèvements a permis de déterminer sept taxons anthracologiques. Excepté pour le prélèvement P4301.1 (Fait F4190 – US 4301), les ensembles charbonneux sont principalement composés de fragments de chêne caducifolié (*Quercus sp.*).

La composition taxonomique des lots 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. La distinction du chêne et du châtaignier se fait par l'identification d'un critère anatomique : les rayons multisériés chez le chêne. Or, sur les très petits fragments, l'absence de ce seul critère n'est pas forcément significatif du châtaignier, d'où la nécessité du taxon anthracologique « chêne-châtaignier » (*Quercus sp. / Castanea sp.*).

Le hêtre *(Fagus sp.)* est une espèce de forêt caducifoliée (chênaie – hêtraie) de large amplitude. Il appartient le plus souvent à des forêts fraîches et mâtures. C'est une essence d'ombre en climat sec et de lumière en climat humide. Il constitue un excellent bois de chauffage et fournit un charbon très estimé.

Le **noisetier** (*Corylus sp.*) 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 terme 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 combustible (flamme longue, claire, sans fumée), il dégage beaucoup de chaleur et une combustion rapide. C'est un excellent bois d'allumage, surtout sous la forme de brindilles.

L'orme (*Ulmus sp.*), probablement l'orme champêtre dans l'aire géographique considérée, est une espèce héliophile présente dans **les haies**, **forêts alluviales** et parmi les végétations rudérales. C'est un bois qui est très apprécié pour ses qualités mécaniques et décoratives. Il constitue aussi un bois de feu de première qualité et permet d'obtenir un charbon léger. Autrefois communes partout en plaine, les populations ont été fortement décimées par la graphiose au début du XXe siècle.

Les **Fabacées** ligneuses forment une famille regroupant notamment le genêt (*Cytisus sp*.) et les ajoncs (*Ulex sp*.). Ce sont des essences héliophiles voire de demi-ombre se rencontrant surtout dans des landes arbustives (ou « landes fourrés ») et les friches. On peut retrouver aussi ces taxons en lisières de forêts caducifoliées, dans des bois clairs, dans des haies. Les associations de landes arbustives se retrouvent souvent dans des secteurs en cours de recolonisation végétale suite par exemple à une levée de pression des activités humaines (ex. terres cultivées abandonnées, espaces défrichés puis abandonnés...).

Les **Ericacées** correspondent à une famille comprenant de très nombreux genres (Ex. callunes, bruyères cendrées, bruyères ciliées...). Dans l'aire géographique considérée on les retrouve dans les formations ouvertes : landes, tourbières, lisières forestières (chênaies et hêtraies), pelouses, bois clairs.

Dans le cadre cette étude, de nombreux fragments d'Ericacées ont été détectés dans le prélèvement P 4301.1 (F4190 – US4301). Compte tenu de la petite taille des fragments, il n'a pas toujours été possible de déterminer les espèces (cf. discussion sur la présence hypothétique de la bruyère arborescente voire du tamaris, chapitre 3.3.2.). Quelques fragments ont pu être attribués à la **callune** (*Calluna vulgaris*) et à la **bruyère cendrée** (*Erica cinerea*).

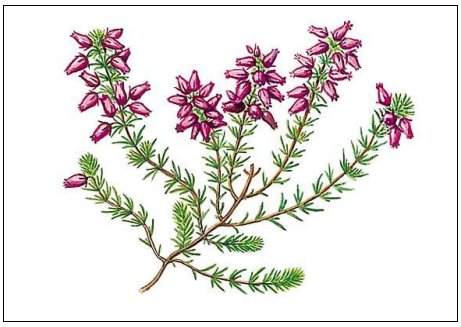


Fig. 14 – Représentation de la bruyère cendrée (*Erica cinerea*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Les résultats sont présentés par zone (Fig. 1).

3.1. Prélèvements collectés dans la zone 1

3.1.1. Résultats

- ***Prélèvement P1814.1, Fait F1524 – US1814***

		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.	Thylle	Insecte
Indéterminé	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Quercus sp.	44	1	14	13	10	2	0	14	18	0	5	6	0	14	1

Fig. 15 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P1814.1, Fait F1524 – US1814.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	10	29	1,19	0,39	0,67	1,84

Fig. 16 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure forte à intermédiaire. Prélèvement P1814.1, Fait F1524 – US1814.

- ***Prélèvement P1981.2, Fait F1590 – US1981***

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

Fig. 17 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P1981.2, Fait F1590 – US1981.

– ***Prélèvement P1875.1, Fait F1062 – US1875***

		Courbure			Rythme		Combustion			
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	Thylle
Quercus sp.	35	4	19	4	21	2	2	20	2	23

Fig. 18 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P1875.1, Fait F1062 - US1875.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	4	11	1,41	0,22	1,27	1,73
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	21	51	1,4	0,28	0,74	1,84

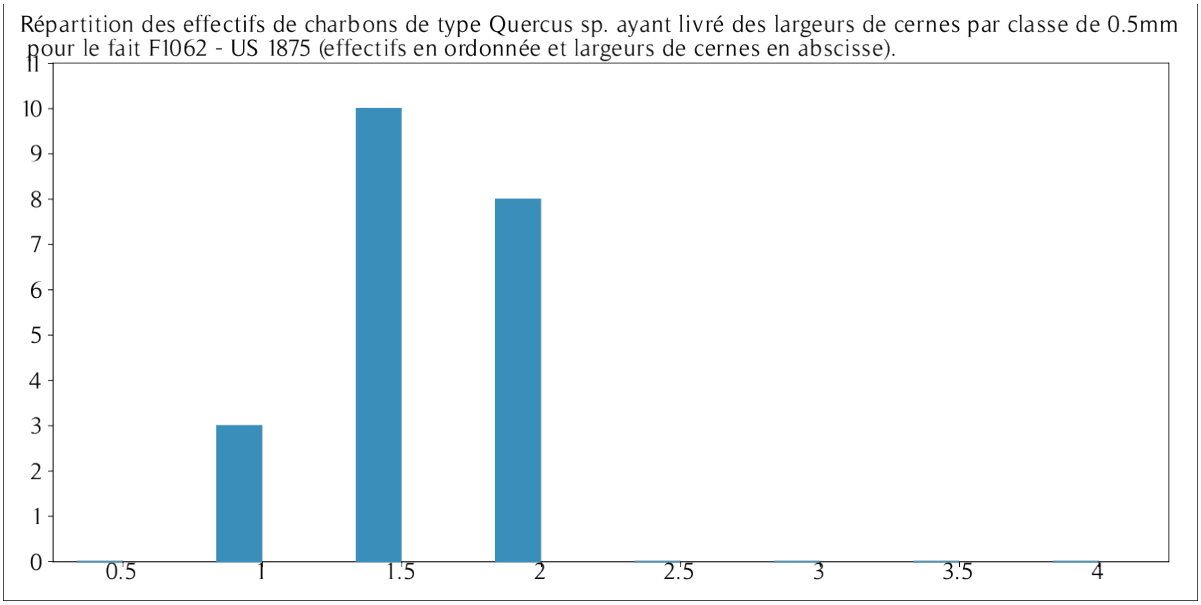


Fig. 19 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure forte à intermédiaire. Prélèvement P1875.1, Fait F1062 – US1875.

– ***Prélèvement P1806.2, Fait F1180 – US1806***

		Courbure			Rythme		Combustion					
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle
Quercus sp.	100	22	59	9	65	20	1	46	1	0	1	30

Fig. 20 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P1806.2, Fait F1180 – US1806.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	15	92	1,11	0,26	0,81	1,7
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	63	287	1,22	0,32	0,77	2,07

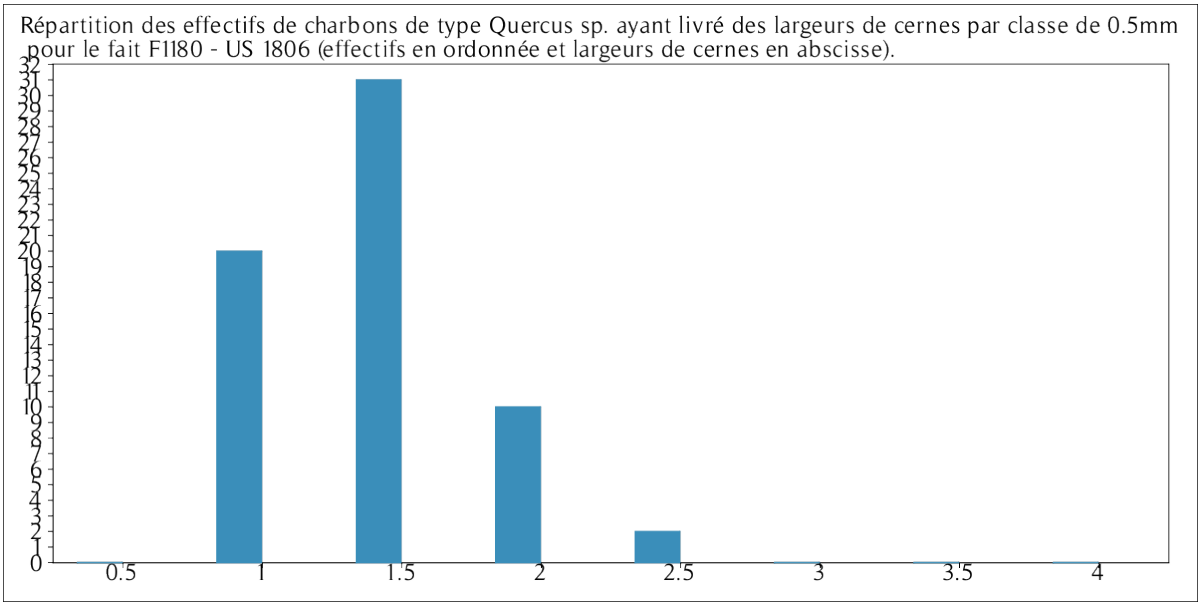


Fig. 21 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure forte à intermédiaire. Prélèvement P1806.2, Fait F1180 – US1806.

- ***Prélèvement P1607.2, Fait F1603 – US1607***

		Courbure			Rythme		Combustion					
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle
Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Quercus sp.	12	1	5	3	3	0	0	9	0	0	0	10

Fig. 22 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P1607.2, Fait F1603 – US1607.

- ***Prélèvement P1647.2, Fait F1605 – US1647***

		Courbure			Rythme		Combustion					
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus/Castanea	11	1	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0
Quercus sp.	21	0	4	13	1	2	0	15	2	0	1	1

Fig. 23 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P1647.2, Fait F1605 – US1647.

3.1.2. Interprétations

- Prélèvement P1814.1 – Fait F1524 – US 1814 prélèvement attribué à l'Antiquité tardive

Deux taxons anthracologiques ont été identifiés : le chêne (*Quercus sp.*) et le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*).

Il s'agit principalement de bois de moyen et petit calibre (courbures de cerne intermédiaires à fortes).

Les charbons présentent souvent des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants » (environ 70% des fragments). Ils correspondent à un premier niveau de vitrification et sont synonymes de contextes de combustion chauds et fermés (Blaizot *et al.,* 2004). Il pourrait s'agir de charbons provenant d'un combustion en milieu confiné (fours?) ou bien issus de pratiques de charbonnage (Oilic, 2011).

Les nombreuses fentes de retrait observées (environ un tiers des fragments) indique l'utilisation de bois « vert » ou partiellement sec.

Des mesures de largeurs de cernes ont été effectuées sur quelques fragments de chêne. L'étude a permis de calculer une moyenne de l'ordre de 1,19 mm (calcul sur des fragments de courbure faible à intermédiaire et rythmes de croissance réguliers). Cette valeur correspond à des contextes de croissance difficiles (boisements denses, sols pauvres ?). (Fig. 16).

- Prélèvements P1981.2 (F1590), P1875.1 (F1062), P1806.2 (F1180) prélèvement attribué au Haut Moyen Age

Les trois prélèvements sont composés exclusivement par des charbons de chêne (*Quercus sp.*).

Le prélèvement P1981.1 (F1590) ne contenait que deux fragments. Nous n'avons donc pas une composition anthracologique très détaillée pour ce lot. Nous ne pouvons donc ni assurer ni exclure une liaison avec le fait F1062.

Pour ce qui concerne les ensembles des faits F1062 et F1180, les charbons correspondent principalement à des bois de moyen calibre (courbures de cerne intermédiaires).

Environ 50% des fragments présentent des aspects « durs-luisants ». Ils correspondent de nouveau à un premier niveau de vitrification. On peut émettre l'hypothèse d'une combustion confinée (combustion en milieu fermé). L'observation de « terre rubéfiée » dans l'US 1725 (F1062) appuie d'ailleurs l'hypothèse d'une combustion en contact avec la terre (effet d'un fond de foyer, d'une combustion en fosse?).

Très peu de fentes de retrait ont été observées ce qui indique l'utilisation de bois sec.

Une part assez importante des fragments du lot P1806.2 - F1180 (environ 20%), montre des courbures de cerne faibles indiquant une utilisation de bois de gros calibre. Des thylles ont aussi été régulièrement observées (sur 30% des fragments) ce qui caractérise des bois mâtures. L'hypothèse de « restes de palissades » avancée par l'observation de terrain apparaît cohérente avec ces observations, même si l'on pouvait s'attendre à observer des traces de galeries de xylophages (insectes) pour des restes de bois d'œuvre.

Des mesures de largeurs de cernes ont été effectuées sur environ 60 % des fragments (Fig. 19 et 21). L'étude a permis de calculer des moyennes de l'ordre de 1,2 à 1,4 mm (calculs sur des fragments de courbure faible à intermédiaire et rythmes de croissance réguliers). Ces valeurs sont typiques de contextes de croissance difficiles, c'est à dire des boisements denses et / ou des terrains pauvres.

Les histogrammes des mesures de largeurs de cernes montrent des valeurs assez bien centrées autour de 1,5 mm. Ce constat va dans le sens de collectes bien circonscrites.

Enfin, des irrégularités de croissances marquées ont régulièrement été observées sur les plus gros charbons du lot P1806.2. Certes, ces « sauts de croissance » peuvent être liés à des aléas climatiques, mais il s'agit plus probablement de conséquences de coupes réalisées sur les boisements. On peut par exemple évoquer des traitements de type « taillis », « taillis-sous-futaie » ou bien des émondages directement réalisés sur l'arbre.

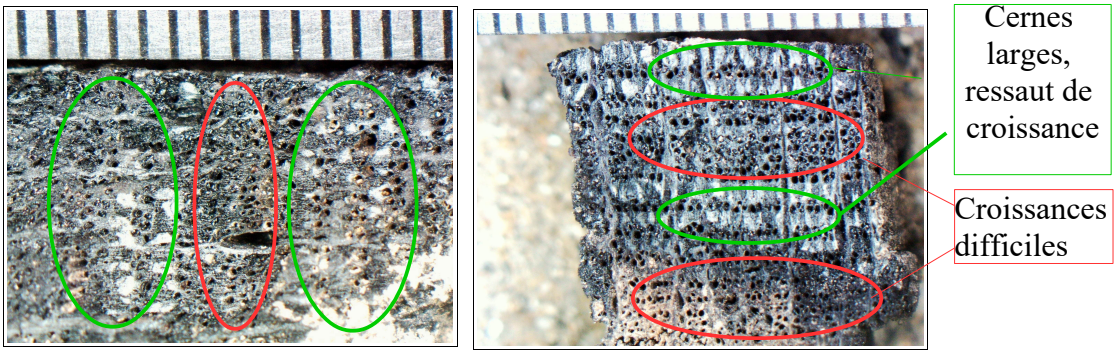


Fig. 24 – Fragments montrant des alternances entre phases de croissances difficiles (cernes serrés) et dynamiques (cernes de largeurs plus larges). Fragments du prélèvement P1806.2 - F1180, coupes transversales, grossissements x7 et x5, les échelles représentent des millimètres.

- Prélèvement P1607.2 (F1603), sans attribution chronologique

Les charbons de ce lot correspondent uniquement à du bois de chêne (*Quercus sp.*). Ils proviennent majoritairement de bois de moyen calibre (courbures de cernes intermédiaire).

La plupart des charbons montre un aspect « dur-luisant », indiquant une combustion en milieu anaérobie. Les fragments ayant été prélevés dans le comblement d'un trou de poteau, il pourrait donc s'agir des restes d'un poteau de chêne ayant brûlé sur place.

- Prélèvement P1647.2 (F1605), sans attribution chronologique

L'ensemble anthracologique est composé principalement de charbons de chêne (*Quercus sp.*) et dans une moindre mesure de chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*).

Les fragments proviennent majoritairement de bois de petit calibre et montrent généralement des aspects « durs-luisants ». Ce sont donc probablement des restes ayant connu une combustion en milieu anaérobie. L'observation de restes de terre rubéfiée semble appuyer l'hypothèse d'une combustion « confinée », par exemple un fond de foyer (?).

Très peu de fentes de retrait ont été observées ce qui indique l'utilisation de bois sec.

3.2. Prélèvements collectés dans la zone 2

3.2.1. Résultats

- ***Prélèvement P2005.2, Fait F2001 – US2005***

		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.	Thylle
Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fabacée type Cytisus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	43	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	38	0
Quercus/Castanea	26	0	3	2	0	0	0	8	7	0	0	0	9	0
Quercus sp.	114	11	35	29	14	3	5	28	28	0	0	3	35	7

Fig. 25 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P2005.2, Fait F2001 - US2005.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	5	11	1,21	0,39	0,83	1,65
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	14	34	1,25	0,36	0,68	1,73

Fig. 26 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure forte à intermédiaire. Prélèvement P2005.2, Fait F2001 – US2005.

- ***Prélèvement P2090.1, Fait F2021 – US2090***

		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	Thylle
Indéterminé	8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	4	0
Quercus/Castanea	9	0	0	2	0	0	0	1	6	0	1	1	0
Quercus sp.	33	0	24	3	21	2	2	17	14	0	0	0	24

Fig. 27 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P2090.1, Fait F2021 – US2090.

3.2.2. Interprétations

- Prélèvement P2005.2, Fait F2001 – US2005

Quatre taxons ont été identifiés dans ce lot, par ordre d'importance on constate le chêne (*Quercus sp.*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*) et quelques occurrences de noisetier (*Corylus avellana*) et de genêt (*Cytisus sp.*).

Il s'agit en majorité de bois de moyen et petit calibre pour le chêne et de petit calibre pour le genêt (rayon mesuré de 5 mm environ).

Le noisetier est un bon combustible, il dégage beaucoup de chaleur et une combustion rapide. On peut donc supposer l'utilisation de petit bois de chêne, de genêt et noisetier pour l'allumage, des bois de chêne de plus gros calibre ayant été utilisés pour l'entretien des combustions.

Des charbons présentent des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants », mais en proportion moindre que dans les lots de la zone 1. Ces aspects sont synonymes de contextes de combustion chauds et fermés (ex. fonds de foyers, fours, pratiques de charbonnage selon Blaizot *et al.,* 2004 ; Oilic, 2011). Beaucoup de fragments, restés indéterminés, montrent des aspects « granuleux », liés à un état de minéralisation avancé mais peut-être aussi à des conditions taphonomiques ou des combustions particulières.

Notons qu'une part importante des fragments de chêne (environ 30%) présentait aussi des fentes de retrait (aspect « fendu-luisant »), ce qui est typique d'un bois brûlé à l'état « vert ».

Cette relative « diversité », tant du point de vue taxonomique, que de la qualité et des calibres observés, découle probablement d'un ramassage de « tout venant ».

Quelques mesures de largeurs de cernes ont été réalisées permettant d'obtenir des valeurs moyennes de l'ordre de 1,2 mm. Ces valeurs indiquent des contextes de croissance difficiles (sols pauvres, boisements denses?).

- Prélèvement P2090.1, Fait F2021 – US2090

L'analyse de ce prélèvement a permis d'identifier le chêne (*Quercus sp.*) et le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*).

Les charbons proviennent essentiellement de bois de calibre intermédiaire.

De nouveau, les aspects « durs-luisants » et « fendus-luisants » apparaissent sur la plupart des charbons de chêne (Fig. 26). Notons la détection de quelques fragments d'aspect « fondus très brillants », caractéristiques d'un niveau de vitrification supérieur (Fig. 28). Ces observations sont probablement associées à des conditions de chauffe et de réduction un peu plus importantes (fours, pratiques de charbonnage?).

Une part importante des fragments de chêne (23/50) présentait des fentes de retrait (aspects « fendus » et « fendus-luisants »), ce qui caractérise un bois brûlé à l'état « vert » (Fig. 28).

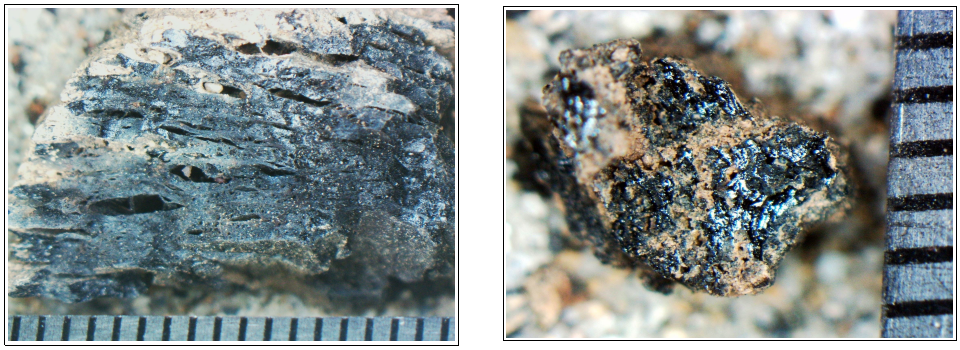


Fig. 28 – Image de gauche : fragment d'aspect « fendu », grossissement x5. Image de droite : fragment d'aspect « fondu, très brillant », grossissement x10. Prélèvement P2090.1, Fait F2021 – US2090. L'échelle représente des millimètres.

3.3. Prélèvements collectés dans la zone 4

3.3.1. Résultats

- ***Prélèvement P4230.2, Fait F4251 – US4230***

		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.	Thylle
Fabacée type Cytisus	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	26	0	6	9	3	5	0	17	7	0	0	1	0	3
Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Fig. 29 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P4230.2, Fait F4251 – US4230.

- ***Prélèvement P4524.1, Fait F4265 – US4524***

		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.
Fagus sylvatica	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Indéterminé	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1
Quercus/Castanea	8	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	4	0
Quercus sp.	8	0	3	2	1	0	0	3	3	0	1	1	0

Fig. 30 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P4524.1, Fait F4265 – US4524.

- ***Prélèvement P4301.1, Fait F4190 – US4301***

		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.	Moelle
Calluna sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ericacée	37	0	0	31	0	0	1	14	7	0	3	3	0	1
Erica type cinerea	30	0	0	30	0	0	0	16	7	0	0	1	0	4
Fabacée type Cytisus	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Indéterminé	47	0	0	17	0	0	0	18	7	0	5	3	1	1
Quercus/Castanea	3	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
Quercus sp.	5	0	0	5	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0

Fig. 31 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P4301.1, Fait F4190 – US4301.

3.3.2. Interprétations

- <u>Prélèvements P4230.2, Fait F4251 et P4524.1, Fait F4265 attribués au Haut Moyen Age.</u>

L'analyse des deux lots collectés au niveau d'un enclos circulaire a révélé des compositions anthracologiques semblables.

Par ordre d'importance on constate le chêne (*Quercus sp.*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*) et dans une moindre mesure, le hêtre (*Fagus sylvatica*) identifié dans les deux lots. Ces essences sont complétées par quelques occurrences de genêt (*Cytisus sp.*) et d'orme (*Ulmus sp.*) dans le prélèvement P4230.2.

Les charbons de chêne et de hêtre proviennent de bois de petit et moyen calibre, alors que les autres essences correspondent uniquement à du bois de petit calibre. On peut donc supposer que des petites branches de genêt, de chêne et d'orme ont été utilisées lors de phases d'allumage. L'entretien des combustions a été assuré avec du bois de chêne et de hêtre, de plus gros calibre.

On constate pour une grande partie des fragments des aspects « dur-luisants » et « fendus-luisants ». Des aspects « fondus, très brillants » ont aussi été observés sur une dizaine de charbons. Ces aspects sont la conséquence de combustions en milieu chaud et confiné (anaérobie). Les hypothèses de pratiques de charbonnages ou de combustion en four sont plausibles.

Le caractère assez hétérogène des ensembles caractériserait un ramassage de « tout venant ».

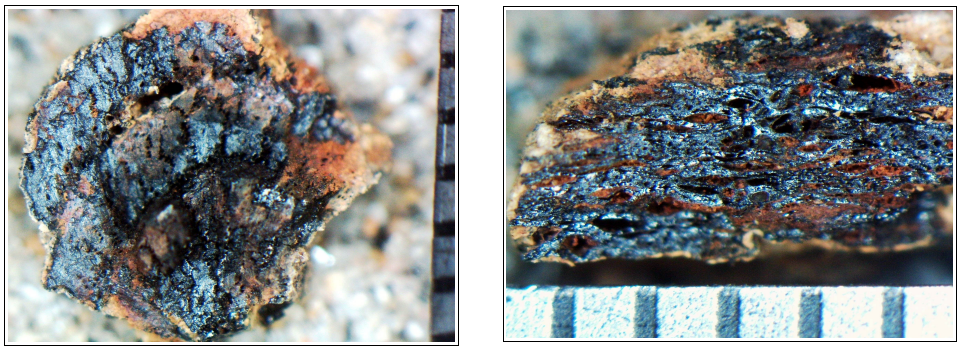


Fig. 32 – Image de gauche : coupe transversale d'un fragment de chêne de forte courbure de cerne et d'aspect « dur-luisant », prélèvement P4230.2, grossissement x 13. Image de droite : Coupe transversale, fragment indéterminé d'aspect « fondu, très brillant », prélèvement P4524.1, grossissement x17. L'échelle représente des millimètres.

– Prélèvements P4301.1, Fait F4190 – US4301.

L'analyse de ce prélèvement a révélé un ensemble anthracologique atypique. On constate une composition dominée par des charbons de bruyères (Ericacées) de type bruyère cendrée (*Erica cinerea*) et callune (*Calluna vulgaris*). Quelques charbons de chêne de petit calibre et de Fabacées ligneuses de type genêt (*Cytisus scoparius*) ont aussi été identifiés.

Un nombre assez important de charbons est resté indéterminé. Quelques fragments présentaient des courbures de cerne plus importantes (Fig. 33) indiquant l'emploi de ligneux arbustifs. Ces fragments se caractérisent aussi par des rayons multisériés larges (parfois plus de dix cellules de large). Ces traits pourraient caractériser une bruyère de forme arbustive, par exemple la bruyère de type arborescente (*Erica arborea*). Cette hypothèse pose question car son aire de répartition naturelle correspond essentiellement au pourtour méditerranéen. Toutefois, quelques rares populations sont actuellement signalées au niveau de Noirmoutier à quelques kilomètres du site (Rameau *et al.*, 2008).

Le bois de tamaris (Famille des Tamaricaceae ex. *Tamarix anglica*) peut aussi être évoqué. En effet, il correspondrait assez bien aux critères anatomiques observés sur certains fragments : bois d'arbuste avec de très larges rayons multisériés (15 à 20 cellules de large, un bois à zone semi-poreuse, des parois vasculaires recouvertes de ponctuations). Cette essence est aujourd'hui bien représentée sur le littoral atlantique, mais elle a vraisemblablement été introduite récemment (com. pers. D. Marguerie), ce qui la rend très hypothétique pour la période du Haut Moyen Age.

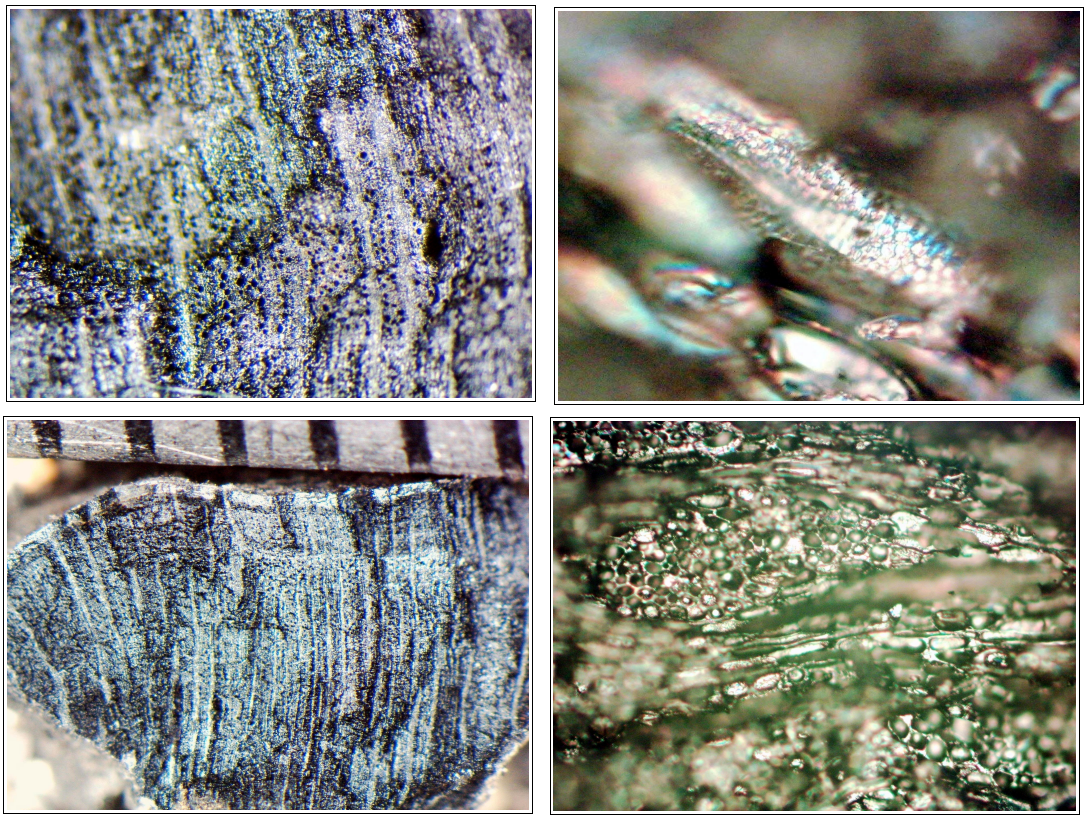


Fig. 33 – Coupes anatomiques d'un fragment provenant d'un bois d'arbuste (diamètre estimé entre 1 à 3 cm), de zone semi-poreuse et caractérisé par des rayons multisériés larges (10 à 15 cellules). Prélèvement P 4301.1 (F4190 – US4301). Image en bas à gauche : coupe transversale grossissement x20. Image en bas à droite : détail d'un rayon multisérié, coupe tangentielle, grossissement x200. Image en haut à gauche, détail montrant la porosité du bois de type diffuse à semi-poreuse en coupe transversale, grossissement x 42. Image en haut à droite, détail des ponctuations recouvrant les parois cellulaires des vaisseaux en coupe tangentielle, grossissement x 1000. Les échelles représentent des millimètres.

L'ensemble anthracologique est marqué par l'utilisation de bois de petit calibre. Si les Ericacées et le genêt sont « naturellement » des ligneux de petit calibre, on constate que les quelques fragments de chêne et chêne-châtaignier proviennent aussi de bois de petit calibre (tous les fragments montrent de fortes courbures de cerne). C'est donc avant tout un combustible constitué de petites branches que l'on a cherché à rassembler.

D'une façon générale, les bois de petit calibre flambent bien et rapidement. Ils peuvent générer des températures importantes, mais ce sont en revanche des combustions qui durent peu. Or, mis à part peut-être les quelques fragments d'arbustes indéterminés, aucun fragment ne semble provenir de bois de gros calibre susceptibles d'avoir permit l'entretien des combustions.

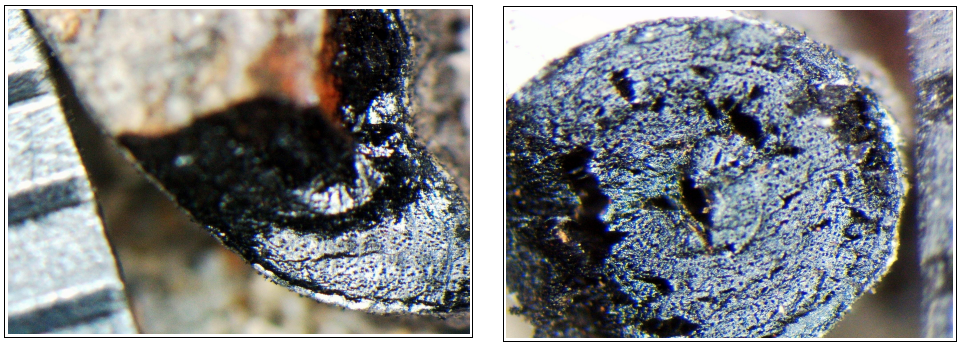


Fig. 34 – Image de gauche : coupe transversale d'un fragment de bruyère type cendrée (*Erica cinerea*), d'aspect « dur-luisant », grossissement x 30. Image de droite : Coupe transversale, de bruyère (*Erica cinerea*) d'aspect « fendu-luisant», grossissement x42. L'échelle représente des millimètres.

En ce qui concerne les aspects des charbons, on constate souvent (environ 50% des cas) des charbons aux aspects « durs-luisants » et dans une moindre mesure « fendus-luisants ». Quelques fragments d'aspect « fondu-brillant » ont aussi été observés. De plus, il est probable que le phénomène de vitrification ait aussi été renforcé par la petite dimension des fragments (Oilic, 2011) (Fig. 34).

On peut là encore évoquer un contexte de combustion chaud et confiné (ex. four) ou de pratiques de charbonnage pour expliquer ces aspects.

Ce type de composition anthracologique, peu commun dans le nord-ouest de la France, rappelle notamment des pratiques de charbonnage en fosse d'Ericacées réalisées dans le midi de la France (Durand *et al.*, 2010). L'hypothèse n'est pas à écarter mais est à considérer avec prudence (cf. chapitre 4. en ce qui concerne l'hypothèse d'interprétation technique).

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. 652 fragments ont été observés pour les onze prélèvements étudiés.

Tableaux récapitulatifs :

N° inventaire et comblements associés	**Taxons**	**Hypothèses techniques**	**Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.**
Zone 1 – **Prélèvement P1814.1, F1524** **Antiquité tardive**	Chêne (*Quercus sp.*), chêne - châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*)	**Restes charbonneux d'origine indéterminée.** Il s'agit principalement de bois de moyen et petit calibre (courbures de cerne intermédiaires à fortes). Les charbons présentent souvent des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants » (environ 70% des fragments), ce qui est synonyme de contextes de combustion chauds et fermés. Il pourrait s'agir de charbons provenant d'un combustion en milieu confiné (fours?) ou bien issus de pratiques de charbonnage. Environ un tiers des fragments montrent des fentes de retrait indiquant l'utilisation de bois « vert » ou partiellement sec.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp.* **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Moy. = 1,19 mm (N=10 ; Ec-type = 0,39 mm) Contextes de croissance difficiles (sols pauvres, boisements denses?)
Zone 1 – **Prélèvements P1981.2 F1590, P1875.1 F1062, P1806.2 F1180.** **Haut Moyen Age**	Chêne (*Quercus sp.*),	**Restes charbonneux de bois d'œuvre (P1806.2) et d'origine indéterminée.** - prélèvement P1981.1 (F1590) : Seulement deux fragments de chêne ont été déterminés. - prélèvements P1875.1 : Environ 50% des fragments présentent des aspects « durs-luisants », on peut émettre l'hypothèse d'une combustion confinée (combustion en milieu fermé). L'observation de « terre rubéfiée » dans l'US 1725 (P1875.1 - F1062) appuierait plutôt l'hypothèse d'une combustion de fond de foyer ou en « fosse » (?). Très peu de fentes de retrait ont été observées ce qui indique l'utilisation de bois sec. - prélèvement P1806.2 : Environ 20% des fragments montre des courbures de cerne faibles indiquant une utilisation de bois de gros calibre. Des thylles ont aussi été régulièrement observées (sur 30% des fragments) ce qui caractérise des bois mâtures. L'hypothèse de « restes de palissades » avancée par l'observation de terrain apparaît cohérente, même si l'on pouvait s'attendre à observer des traces de galeries de xylophages (insectes) pour des restes de bois d'œuvre. Des irrégularités de croissances marquées ont été observées sur les plus gros charbons. Il s'agit probablement de conséquences de coupes réalisées sur les boisements. On peut évoquer des traitements de type « taillis », « taillis-sous-futaie » ou bien des émondages réalisés directement sur l'arbre.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp.* **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** **P1875.1 ;** Moy. = 1,41 mm (N=11 ; Ec-type = 0,28 mm) **P1806.2 ;** Moy. = 1,22 mm (N=11 ; Ec-type = 0,32 mm) Contextes de croissance difficiles (sols pauvres, boisements denses?)

Fig. 35 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements de la zone 1, attribués à l'Antiquité tardive et au Haut Moyen Age.

N° inventaire et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Zone 1 – **Prélèvement P1607.2 F1603,** **Datation indéterminée**	Chêne (*Quercus sp.*)	**Restes charbonneux de bois d'œuvre (poteau)** - prélèvement P1607.2, Fait F1603 – US1607 : Les charbons proviennent majoritairement de bois de moyen calibre. La plupart montre un aspect « dur-luisant », indiquant une combustion en milieu anaérobie. Les fragments ayant été prélevés dans le comblement d'un trou de poteau, il pourrait donc s'agir des restes d'un poteau de chêne ayant brûlé sur place.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp.*
Zone 1 – **Prélèvement P1647.2 F1605.** **Datation indéterminée**	Chêne (*Quercus sp.*), chêne - châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*)	**Restes charbonneux d'origine indéterminée.** - prélèvement P1647.2, Fait F1605 – US1647 : Les fragments proviennent majoritairement de bois de petit calibre et montrent généralement des aspects « durs-luisants ». Ce sont donc probablement des restes ayant connu une combustion en milieu anaérobie. L'observation de restes de terre rubéfiée semble appuyer l'hypothèse d'une combustion « confinée », par exemple un fond de foyer (?). Très peu de fentes de retrait ont été observées ce qui indique l'utilisation de bois sec.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp.*

Fig. 36 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements de la zone 1 sans attribution chronologique.

N° inventaire et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Zone 2 – **Prélèvement P2005.2, F2001 - US2005**	Chêne (*Quercus sp.*), chêne - châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*), noisetier (*Corylus avellana*), genêt (Fabaceae type *Cytisus sp.*)	**Restes charbonneux d'origine indéterminée** - prélèvement P2005.2, Fait F2001 – US2005 : Il s'agit principalement de bois de moyen et petit calibre pour le chêne et de petit calibre pour le genêt (rayon mesuré de 5 mm environ). On peut supposer l'utilisation de petit bois de chêne, de genêt et noisetier pour l'allumage, des bois de chêne de plus gros calibre ayant été utilisés pour l'entretien des combustions. Des charbons présentent des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants », mais en proportion moindre que dans les lots de la zone 1. Une part importante des fragments de chêne (environ 30%) présentait des fentes de retrait (aspect « fendu-luisant »), ce qui caractérise un bois brûlé à l'état « vert ». Cette relative « diversité », tant du point de vue taxonomique, que de la qualité et des calibres observés, découle probablement d'un ramassage de « tout venant ».	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp.* **Boisements ouverts, lisières, haies, landes-fourrés :** *Corylus avellana, Fabaceae type Cytisus* **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Moy. = 1,25 mm (N=14 ; Ec-type = 0,36 mm) *Contextes de croissance difficiles (sols pauvres, boisements denses?)*
Zone 2 – **Prélèvement P2090.1, F2021 – US2090**	Chêne (*Quercus sp.*), chêne - châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*)	**Restes charbonneux d'origine indéterminée.** - prélèvement P2090.1, Fait F2021 – US2090 : Les charbons proviennent essentiellement de bois de calibre intermédiaire. Les aspects « durs-luisants » et « fendus-luisants » apparaissent sur la plupart des charbons de chêne. Notons la détection de quelques fragments d'aspect « fondus très brillants », caractéristiques d'un niveau de vitrification supérieur. Ces observations sont probablement associées à des conditions de chauffe et de réduction un peu plus importantes (fours, pratiques de charbonnage?). Une part importante des fragments de chêne présentait des fentes de retrait (aspects « fendus » et « fendus-luisants »), ce qui caractérise un bois brûlé à l'état « vert ».	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp.*

Fig. 37 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements de la zone 2, sans attribution chronologique.

N° inventaire et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Zone 4 – **Prélèvement P4230.2, F4251 - US4230** **Haut Moyen Age**	Chêne (*Quercus sp.*), chêne - châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*), hêtre (*Fagus sylvatica*), orme champêtre (*Ulmus minor*), genêt (Fabaceae type *Cytisus sp.*)	**Restes charbonneux d'origine indéterminée** - prélèvement P4230.2, F4251 - US4230 et prélèvement P4524.1, F4265 – US4524 Les charbons de chêne et de hêtre proviennent de bois de petit et moyen calibre, alors que les autres essences correspondent uniquement à du bois de petit calibre. On peut donc supposer que des petites branches de genêt, de chêne et d'orme ont été utilisées lors de phases d'allumage. L'entretien des combustions a été assuré avec du bois de chêne et de hêtre, de plus gros calibre. On constate pour une grande partie des fragments des aspects « dur-luisants » et « fendus-luisants ». Des aspects « fondus, très brillants » ont aussi été observés sur une dizaine de charbons. Ces aspects sont la conséquence de combustions en milieu chaud et confiné (anaérobie). Les hypothèses de pratiques de charbonnages ou de combustion en four sont plausibles.	**Boisement de type chênaie-hêtraie :** *Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp., Fagus sylvatica, Ulmus minor* **Boisements ouverts, lisières, haies, landes-fourrés :** *Ulmus minor, Fabaceae type Cytisus*
Zone 4 – Prélèvement P4524.1, F4265 – US4524 **Haut Moyen Age**	Chêne (*Quercus sp.*), chêne - châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*), hêtre (*Fagus sylvatica*)	Le caractère assez hétérogène des ensembles indique un ramassage de « tout venant ».	**Boisement de type chênaie-hêtraie :** *Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp., Fagus sylvatica*

Fig. 38 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements de la zone 4. Prélèvements collectés au niveau d'un enclos circulaire attribué Haut Moyen Age.

N° inventaire et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Zone 4 – **Prélèvement P4301.1, F4190 - US4301**	Bruyères (Ericaceae), callune (*Calluna vulgaris*), bruyère cendrée (*Erica cinerea*), Chêne (*Quercus sp.*), chêne - châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*), genêt (Fabaceae type *Cytisus sp.*),	**Restes charbonneux issus de pratique de charbonnage de bruyères ?** - prélèvement P4301.1, F4190 - US4301 : L'analyse a révélé une composition charbonneuse dominée par les bruyères (bruyère cendrée, callune). Un nombre assez important de charbons sont restés indéterminés. Quelques fragments présentaient des courbures de cerne plus importantes indiquant l'emploi de ligneux arbustifs (types de bruyères?) indéterminés. L'ensemble est marqué par l'utilisation de bois de petit calibre. Si les Ericacées et le genêt sont « naturellement » des ligneux de petit calibre, les quelques fragments de chêne et chêne-châtaignier proviennent aussi de bois de petit calibre (tous les fragments montrent de fortes courbures de cerne). C'est donc avant tout un combustible constitué de petites branches que l'on a cherché à rassembler. Environ 50% des charbons ont des aspects « durs-luisants » et dans une moindre mesure « fendus-luisants ». Quelques fragments d'aspect « fondu-brillant » ont aussi été observés. On peut évoquer un contexte de combustion chaud et confiné. Ce type de composition anthracologique, peu commun dans le nord-ouest de la France, rappelle des pratiques de charbonnage en fosse d'Ericacées réalisées dans le midi de la France. L'hypothèse n'est pas à écarter mais est à considérer avec prudence.	**Boisements ouverts, haie, bosquets, de type chênaie :** *Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp.* **Landes-fourrés :** Ericacées, *Calluna vulgaris, Erica cinerea*, *Fabaceae type Cytisus*

Fig. 39 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements de la zone 4, sans attribution chronologique.

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

Seulement sept taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le taxon dominant correspond au chêne. Il est systématiquement identifié et forme l'essentiel des ensembles anthracologiques. On constate ensuite quelques fragments de « chêne-châtaignier » et de hêtre à l'intérieur de deux prélèvements de la zone 4. Le genêt, le noisetier, l'orme sont détectés sous forme de rares occurrences. Les charbons d'Ericacées ne sont détectés que dans un seul prélèvement (prélèvement P4301.1, F4190 - US4301), où ils sont présents en nombre.

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.*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), l'orme (*Ulmus sp.*) et de **la chênaie-hêtraie** avec le chêne (*Quercus sp.*), le hêtre (*Fagus sp.*) et l'orme (*Ulmus sp.*). Notons que le groupement de la chênaie-hêtraie correspond au groupement forestier caractéristique de la période climatique du Subatlantique, largement détecté par la palynologie et majoritaire dans le nord-ouest de la France (Gaudin, 2004).

- **les lisières forestières, haies, associations héliophiles** : avec la détection du noisetier (*Corylus avellana*) de l'orme (*Ulmus sp.*) et de fabacées ligneuses du type genêt (*Cytisus scoparius*). Ces essences attestent l'existence d'espaces ouverts ou clairsemés dans l'aire de ramassage.

- **les formations de landes et landes-fourrés** : ces végétations ouvertes sont définies par l'association des bruyères (ex. callune, bruyère cendrée) et des fabacées ligneuses (genêts). Elles caractérisent des espaces aux qualités édaphiques pauvres. Ces sols étaient, soit naturellement pauvres (faibles épaisseurs des sols), soit ont été rendus pauvres suite à des phénomènes de surexploitation et/ou d'érosion.

Notons qu'aucun reste de végétation hygrophile (exemple : saule, aulne) n'a été détecté. L'aire de ramassage semble donc être restée éloignée des zones humides telles que les bords de rivières ou de zones alluviales.

La faible représentation du hêtre, pourtant excellent combustible et bien représenté par la palynologie dans les forêts du Subatlantique du nord-ouest de la France (Gaudin, 2004) est à noter.

Les mesures de croissance radiale réalisées sur les fragments de chêne de gros et moyen calibre ont permis de calculer des moyennes pour quatre prélèvements. Nous constatons des valeurs moyennes assez homogènes, centrées entre 1,2 mm et 1,4 mm. Ces valeurs correspondent à des croissances difficiles, en liaison avec des contextes abiotiques (exemples : sols pauvres, exposition météorologique,...) et/ou biotiques contraignants (exemple : chênaie dense avec compétition vis à vis des ressources). Nous ne constatons pas de différences significatives entre la valeur obtenue pour le prélèvement P1814.1, attribué à l'Antiquité tardive et les moyennes des trois autres prélèvements attribués au Haut Moyen Age.

Nous avons observé sur certains gros fragments du lot P1806.2 (zone 1 Fait F1180) des « sauts de croissance réguliers » (Fig. 24). Certes, ces perturbations peuvent être le fait d'aléas climatiques, mais peut-être aussi d'émondages effectuées sur l'arbre ou de coupes réalisées sur les boisements lors de traitements de type taillis ou taillis sous futaie (Fig. 40). Ce mode de gestion sylvicole fait intervenir des

coupes régulières d'arbres et de branches (cépées) tout en maintenant quelques arbres en place (baliveaux et arbres de réserve) (Fig. 41). Cette hypothèse trouve aussi quelques crédits dans le mode de prélèvement constaté (en grande partie des bois de petit et moyen calibre) mais aussi dans la composition des bois prélevés, essentiellement du chêne. Car c'est une essence qui rejette bien de souche et qui serait adaptée à ce type de gestion sylvicole. Notons d'ailleurs que le hêtre, essence très peu représentée, ne rejette que « moyennement » de souche après coupe.

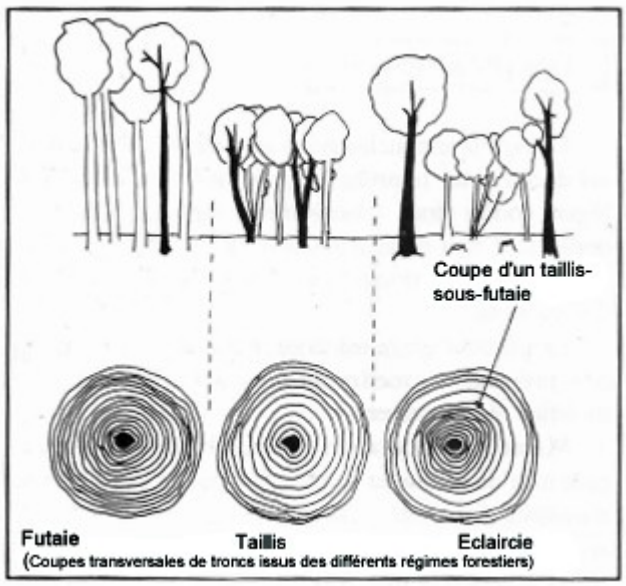


Fig. 40 – Schéma des trois régimes forestiers : futaie, taillis, taillis-sous-futaie.

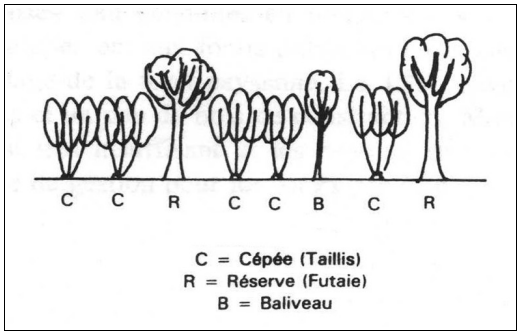


Fig. 41 - Illustration du mode de gestion sylvicole de type « taillis-sous-futaie ».

- ***Informations d'ordre technique :***

A l'issue de cette analyse, quatre ensembles de compositions anthracologiques se dégagent :

- Les ensembles interprétés comme des vestiges de bois d'œuvre : restes de poteau et palissade (P1607.2 et P1802.2). Ils sont composés exclusivement par du bois de chêne de moyen et gros calibre. Les aspects luisants constatés sur certains fragments pourraient correspondre aux combustions des pièces de bois restées à l'abri de l'oxygène (les parties enterrées?).

- Les ensembles composés exclusivement de fragments de chêne et chêne-châtaignier (P1814.1, P1875.1, P1981.1, P1647.2, P2090.1). Dans ces cas, les fragments proviennent le plus souvent de bois de moyen calibre. Le caractère monospécifique de ces ensembles pourrait être lié à des choix de combustible.

  Très souvent, une partie des charbons montre des aspects « durs-luisants ». Le phénomène à l'origine de ces aspects n'est pas encore parfaitement compris. Il semble néanmoins que des contextes de combustions anaérobies et de hautes températures soient favorables au processus de « vitrification » (exemple : bas fourneaux, fours, fonds de foyer, pratiques de charbonnage selon Blaizot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). En l'absence d'observations archéologiques spécifiques, il est difficile d'attribuer le phénomène à telle ou telle pratique.

- Les ensembles composés de plusieurs essences (P2005.2, P4230.2, P4524.1).

  Ces lots sont composés essentiellement de fragments de chêne et dans une moindre mesure de hêtre provenant de bois de petit et moyen calibre, accompagnés de quelques fragments de noisetier, d'orme, de genêt correspondant uniquement à des bois de petits calibres. Les quelques différences de composition, notamment au niveau des essences accompagnatrices, semblent assez secondaires et sont probablement liées aux aléas des différents approvisionnements. Les fragments montrant des courbures de cerne faibles sont rares. C'est donc avant tout du bois de branches, avec probablement quelques brindilles peut-être pour l'allumage, qui a été utilisé. Seuls quelques charbons de chêne du prélèvement P2005.2 pourraient provenir de bois de gros calibre (troncs ou grosses branches) mais qui n'ont dû être utilisés que ponctuellement.

  L'utilisation du chêne comme essence principale n'est pas surprenante, c'est un bois dur constituant un excellent combustible. En revanche, la faible représentation du hêtre, lui aussi excellent combustible et bien représenté dans les forêts du Subatlantique du nord-ouest de la France (Gaudin, 2004, 2019) est à souligner.

  De nouveau, une partie des charbons avait des aspects « luisants » et parfois « fondus-brillants » synonymes de combustions en milieu chaud et confiné. Les hypothèses de pratiques de charbonnage ou de combustion en four sont plausibles.

  Ces ensembles charbonneux sont apparus un peu plus hétérogènes en ce qui concerne les essences mais aussi la qualité (bois vert – bois sec) et les calibres des bois utilisés.

- La concentration charbonneuse d'Ericacées (P4301.1)

  Le prélèvement est principalement composé de charbons de bruyères (Ericacées), accompagnés d'occurrences de chêne, chêne-châtaignier et de genêt.

  L'ensemble anthracologique est marqué par l'emploi exclusif de bois de (très) petit calibre. En effet, même si des charbons de chêne ont été identifiés, ils correspondent uniquement à du bois de petit calibre. C'est donc avant tout un combustible fait de brindilles et branchettes qui a été sélectionné. Ce type de combustible flambe de façon intense, générant des températures importantes.

  L'aspect des charbons est souvent apparu luisant (plus de 50% des fragments) et parfois « fondu-brillant », ce que l'on peut associer à une combustion fermée et chaude. Le phénomène de vitrification a probablement été amplifié par la petite taille des fragments.

  L'analyse des concentrations charbonneuses d'Ericacées est peu commune dans le nord-ouest de la France (com. Pers. D. Marguerie). S'il est assez courant de retrouver des structures foyères ou des fosses de charbonniers de petite taille exploitant du bois de petite section, par exemple du bois de taillis ou de sous-bois, l'usage d'Ericacées n'est attesté archéologiquement que dans le midi de la France (A. Durant *et al.*, 2010). Dans cet article, les auteurs décrivent le charbonnage d'espèces ligneuses rases comme la bruyère, et plus particulièrement de la bruyère arborescente (*Erica arborea*), depuis la Protohistoire jusqu'à la fin du Moyen Âge. Les techniques de charbonnage employées correspondent à des pratiques de carbonisation en fosse. Ce type de production serait bien adapté à des besoins familiaux et locaux. Ces pratiques de charbonnage se seraient accompagnées d'une véritable conduite culturale de la bruyère, car ce sont des végétaux qui rejettent de souche, cela afin de disposer d'un combustible de qualité (le genre Erica possède un pouvoir calorifique élevé) répondant notamment aux besoins artisanaux.

  A défaut d'analyses plus locales nous ne pouvons actuellement nous référer qu'à ces exemples et comparer les usages avec beaucoup de prudence. Toutefois l'hypothèse d'une pratique de charbonnage des Ericacées n'est pas à écarter. (cf. Photographies montrant la forme et les dimensions de la concentration charbonneuse Fig. 40).

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. p. 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.

DURAND A., DUVAL S. & VASCHALDE C., 2010. Le charbonnage des Ericacées méditerranéennes : approches croisées archéologiques, anthracologiques et historiques. In : DELHON C. *et al.*, *Des Hommes et des plantes*. *Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours*, Antibes, p. 323-331.

GAUDIN L., 2004 – *Les transformations spatio-temporelles de la végétation du nord-ouest de la France depuis la fin de la dernière glaciation. Reconstitutions paléo-paysagères*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 2 tomes, 768 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 p.

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 p.

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 – Sélection de fragments pour C14

Liste des lots ayant fait l'objet de sélections de charbons pour datations C14.

L'objectif est d'écarter les fragments de bois de cœur (duramen) pour les fragments provenant de bois de gros calibre et ainsi de se rapprocher de la date d'abattage ou de ramassage du bois.

Pour cela nous nous sommes basés sur les critères suivants :

1. Sur les fragments provenant de bois de gros calibre (faible courbure de cerne)

   - sélection de fragments présentant une faible courbure,
   - nécessité d'avoir des fragments suffisamment gros (env. 5 mm minimum) pour pouvoir observer les critères anatomiques,
   - absence de thylles (traits caractéristiques du duramen ou bois de cœur chez certaines espèces).

2. Sélection de fragments provenant de petit calibre.

   Dans ces cas, la durée de vie du bois n'est que de quelques années, l'impact sera donc faible sur la marge d'erreur de la datation radiocarbone. La sélection de morceaux de brindilles nécessite de pouvoir observer à la fois la moelle et l'écorce.

Dans le cadre de cette étude, les quelques fragments sélectionnés pour datation dans le lot P1607.2 (F1603 – US1607) proviennent de la partie externe de bois de gros calibre (fragments de courbure de cerne faible et sans thylles).

7. ANNEXE - Photographies et relevés archéologiques

Fig. 42 – Photographies du Fait F4190 (pôle archéologique départemental).

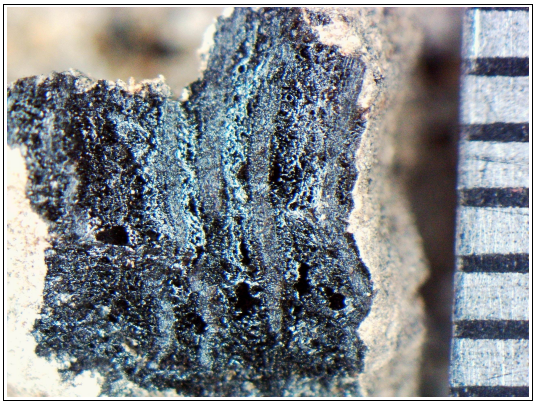


Fig. 43 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*), aspect fondu brillant. Prélèvement Fait F1524. Coupe transversale. Grossissement x20. L'échelle représente des millimètres.

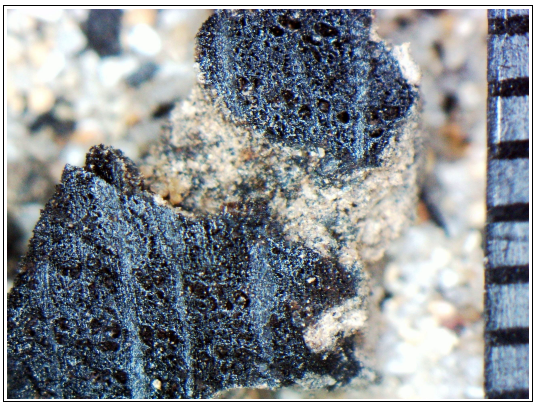


Fig. 44 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*), galerie de xylophage. Prélèvement Fait F1524. Coupe transversale. Grossissement x12. L'échelle représente des millimètres.

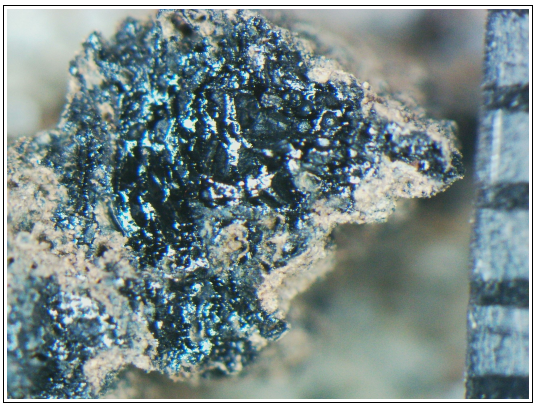


Fig. 45 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*), aspect fondu brillant. Prélèvement Fait F2021. Coupe transversale. Grossissement x20. L'échelle représente des millimètres.

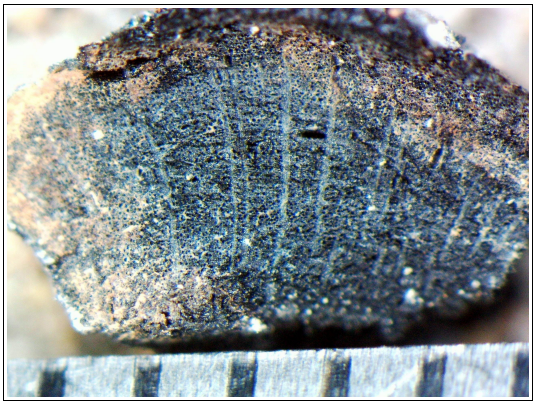


Fig. 46 – Fragment de bruyère (Ericacée) Prélèvement Fait F4190. Coupe transversale. Grossissement x20. L'échelle représente des millimètres.

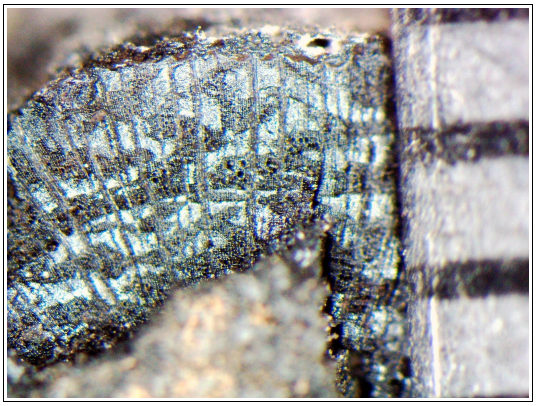


Fig. 47 – Fragment de Fabacées type genêt (*Cytisus scoparius).* Prélèvement Fait F1524. Coupe transversale. Grossissement x30. L'échelle représente des millimètres.

Fig. 48 – Fragment d'orme (*Ulmus sp.*). Prélèvement Fait F4251. Coupe transversale. Grossissement x45. L'échelle représente des millimètres.