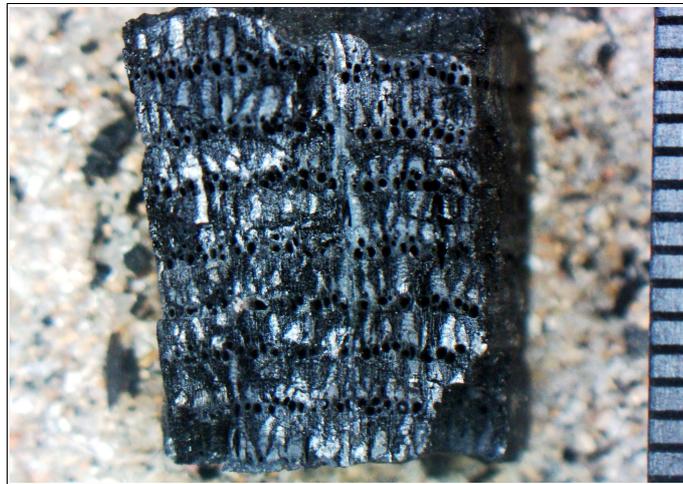




ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSE DES FRAGMENTS CHARBONNEUX PRÉLEVÉS
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU SITE
« LE PLAIN GRUCHET », ROUTE DE BAVENT,
À GOUSTRANVILLE (14).**



Service départemental d'archéologie du Calvados

Rapport d'étude anthracologique

Novembre 2019

Service départemental d'archéologie du Calvados

36, rue Fred Scamaronie

14035 CAEN Cedex

Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du site « Le Plain Gruchet », route de Bavent, à Goustranville (14).

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

Novembre 2019

Illustration de la page de couverture :

Fragment de chêne caducifolié (Quercus sp.), de courbure intermédiaire, structure [22]- 78.

Coupe transversale sous loupe binoculaire x5 (l'échelle représente des millimètres).

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	8
2.1. Équipement d'observation.....	8
2.2. Méthodologie.....	9
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	14
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	16
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	18
3.1. Structures attribuées à la phase 1.....	18
3.1.1. Résultats.....	18
- Prélèvements de la structure [01] 72.....	18
- Prélèvements de la structure [16] 95.....	19
- Prélèvement de la structure [05] 22.....	21
3.1.2. Interprétations	22
- Prélèvements de la structure [01] 72.....	22
- Prélèvements de la structure [16] 95.....	23
- Prélèvements de la structure [05] 22.....	23
3.2. Structures attribuées à la phase 2.....	25
3.2.1. Résultats	25
- Prélèvements de la structure [06] 80.....	25
- Prélèvements de la structure [22] 78.....	26
- Prélèvements de la structure [24] 83.....	30
3.2.2. Interprétations.....	31
- Prélèvements de la structure [06] 80.....	31
- Prélèvements de la structure [22] 78.....	31
- Prélèvements de la structure [24] 83.....	33
3.3. Structures gallo-romaines (sans phasage précis).....	34
3.3.1. Résultats	34
- Prélèvement de la structure [14] 77.....	34
- Prélèvements de la structure [17] 94.....	35
- Prélèvements de la structure [21] 75.....	36
- Prélèvements de la structure [23] 79.....	37
3.3.2. Interprétation	38
- Prélèvement de la structure [14] 77.....	38
- Prélèvements de la structure [17] 94.....	38
- Prélèvements de la structure [21] 75.....	40
- Prélèvements de la structure [23] 79.....	40
4. BILAN.....	41
5. BIBLIOGRAPHIE.....	47
6. ANNEXE – Photographies.....	48

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux retrouvés dans les comblements de dix structures archéologiques du site « Le Plain Gruchet » à Goustranville (14). Neuf de ces structures sont en lien avec différentes phases du système technique de la crémation pratiqué durant le 1er siècle ap. J.-C dans les environs de Caen. Ces structures sont en effet interprétées comme les vestiges de fosses-bûchers, fosses de rejets de bûcher, fosses avec vase-ossuaire... Une structure serait en revanche davantage associée à des activités de métallurgie. (Fig. 2).

Le site a été fouillé par le service archéologique du département du Calvados sous la direction de Monsieur Grégory Schutz. Une étude anthropologique a été réalisée par Madame Mélanie Gadacz. L'étude a été commandée par le service archéologique du département avec l'accord de son directeur Monsieur Vincent Hincker.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Des restes charbonneux ont été identifiés dans 17 structures pour l'ensemble de l'opération archéologique. Tenant compte de l'état de conservation de ces structures et de la problématique axée sur la reconstitution des différentes étapes de la chaîne opératoire de la crémation, un ordre de priorité d'analyse a été établi par les archéologues et l'anthropologue (Fig. 1). Compte tenu de l'enveloppe allouée, nous avons concentré l'effort d'étude sur les structures jugées prioritaires en plus de la structure [05]_22, interprétée comme une structure artisanale, pour comparaison.

Prioritaire	Priorité 2	Priorité 3	A ne pas traiter
ST 72/[1]	ST 25/[18]	ST 73/[4] : problème dans conditions de prélèvement	ST 7 : trop mal conservée
ST 75/[21]	ST 26/[2]	ST 76/[3] : seulement si charbon en bon état	ST 96 / [15]
ST 77/[14]	ST 74/[20]		
ST 78/[22] : fouillée en même temps que ST 83/[24] car interprétée comme une même structure initialement, donc à traiter ensemble	ST 22 : structure artisanale et hors lers. (pour comparaison)		
ST 79/[23]			
ST 80/[6]			
ST 83/[24] : fouillée en même temps que ST 78/[22] car interprétée comme une même structure initialement, donc à traiter ensemble			
ST 94/[17]			
ST 95/[16]			

Fig. 1 – Inventaire des structures archéologiques ayant livré des restes charbonneux, avec ordre de priorité d'analyse.

Les restes anthracologiques analysés proviennent de 25 prélèvements réalisés dans les dix structures considérées comme prioritaires. Environ 650 charbons ont été étudiés. Les lots ainsi qu'une brève description sont listés dans le tableau suivant (Fig. 2).

N° Structure	Lots étudiés – étiquetage sur lot	Céramique	Datation	Phases envisageables	Remarques, commentaires	Nb de fragments étudiés
[1]_72	¼ Nord	1 (urne)	Deux premiers tiers Ier	I	présence d'une rustine sur le fond (usage domestique ?). fosse avec vase-ossuaire, mais peut-être avec des résidus de crémation. Possible fosse-bûcher (?) dans laquelle on aurait ensuite enterré l'urne ?	33
	« Charbons sur os »					8
[5]_22	Comblement supérieur	Fosse artisanale	Deux premiers tiers Ier	I	glauconie, en lien avec une activité d'ordre métallurgique?	39
[16]_95	¼ Ouest	1 (urne)	Deux premiers tiers Ier	I	même pâte que le couvercle de la structure [3]_76	40
	Charbon ds terre envir. Sous le vase cinéraire					2
[6]_80	¼ Nord – 0 à 5 cm	tessons éparpillés	Dernier Ier – IIIè	II	TPQ Néron (50/70). Possible rejets de bucher	10
	¼ Nord – 5 cm au fond					21
[22]_78	¼ Nord – 0 à 5 cm	1 (urne)	milieu/deuxième moitié Ier	II	Fosse avec vase-ossuaire, des résidus de crémation et qui disposait peut-être d'un dispositif en bois (non brûlé) ayant disparu.	15
	¼ Nord – 5 à 10 cm					43
	¼ Nord – 10 à 15 cm					41
	¼ Nord – 15 à 25 cm					43
	¼ Nord – Urne					45
[24]_83	¼ Ouest – 0 à 5 cm	1 (urne)	seconde moitié Ier	II	Fosse avec os brûlés et charbons et peut-être restes d'un vase-ossuaire	10
	¼ Ouest – 5 à 10 cm					33
	¼ Ouest – 10 à 15 cm					35
[14]_77	¼ Sud – 0 à 5 cm				Fosse avec os brûlés, charbons et pierres brûlées. Cf. St 75.	36
[17]_94	¼ Nord	1 (urne)	Ier	?	production régionale, céramique commune (cendre sableuse). Fosse contenant les restes d'un vase-ossuaire et des résidus de crémation.	25
	¼ Sud					33
[21]_75	¼ Nord	pas de céramique		?	Fosse avec os brûlés, charbons et pierres brûlées. Cf. St 77.	15
	¼ Sud					17
[23]_79	¼ Est – 0 à 5 cm	pas de céramique		?	Fosse avec os brûlés et charbons. Peut-être une fosse-bûcher	17
	¼ Est – US 2 (5cm à fond?)					20
	¼ Ouest fond					40
	Fond – concentr. Osseuse					13
						23
						657

Fig. 2 –Inventaire des prélèvements par structure, comptages anthracologiques. Les structures ont été regroupées par phase chronologique.

Les prélèvements ont été réalisés en « masse », souvent par quart de structure. Lorsque les couches charbonneuses étaient suffisamment épaisses, des prélèvements distincts en profondeur ont parfois été réalisés (ex. structures [24]_83, [22]_78).

Le tamisage et la flottation des sédiments ont été réalisés par le service départemental d'archéologie avec des mailles de 0.5 mm, 2 mm et 4 mm.

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 globalement le cas des lots étudiés. En effet, la majorité des lots est composée d'une ou deux essences, seul le prélèvement « [17]_94 de la partie nord », comportait davantage de taxons.

La courbe « effort-rendement » réalisée pour ce prélèvement montre un seuil compris entre 10 et 20 charbons (Fig. 3). Ce seuil a systématiquement été atteint lorsque le nombre de charbons présents à l'intérieur des lots était suffisant.

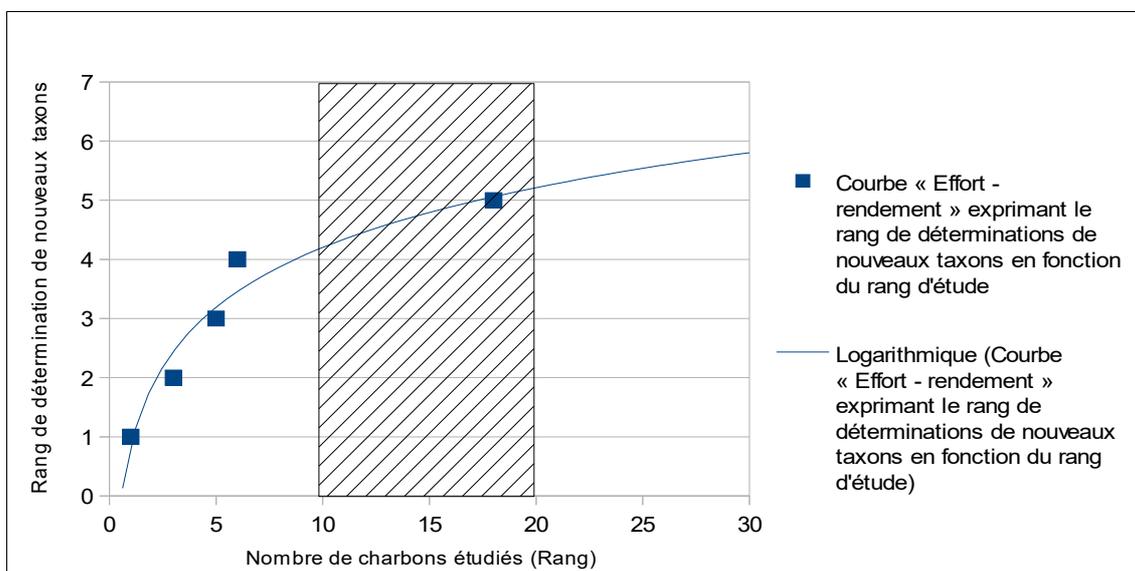


Fig. 3 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement « [17]_94 partie de la moitié nord ». Dans cet exemple, le cinquième taxon (*Prunus sp.*) a été observé au rang 18 et le seuil « d'effort - rendement » se situe entre 10 et 20 charbons.

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 25 lots. 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. 2).

Remarque par rapport au classement chronologique des études :

Une information chronologique a pu être attribuée à certains ensembles charbonneux par l'intermédiaire du mobilier céramique (phase 1 : deux premiers tiers du Ier s. ap. J.-C. ou 1ère moitié du Ier s. ap. J.-C. ; phase 2 : milieu/2^e moitié du Ier s.) (Fig. 2). Ces deux phases se chevauchant, l'occupation du site est plutôt à considérer prioritairement comme étant continue sur le Ier siècle. De plus, cette distinction n'a pas véritablement de sens au niveau archéologique car c'est plutôt une unité culturelle qui semble perçue à l'échelle de l'occupation du site. Toutefois, dans le cadre de l'analyse anthracologique nous avons conservé cette information chronologique, y compris dans la structuration du plan, afin de percevoir et mettre en évidence d'éventuelles évolutions paysagères.

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.

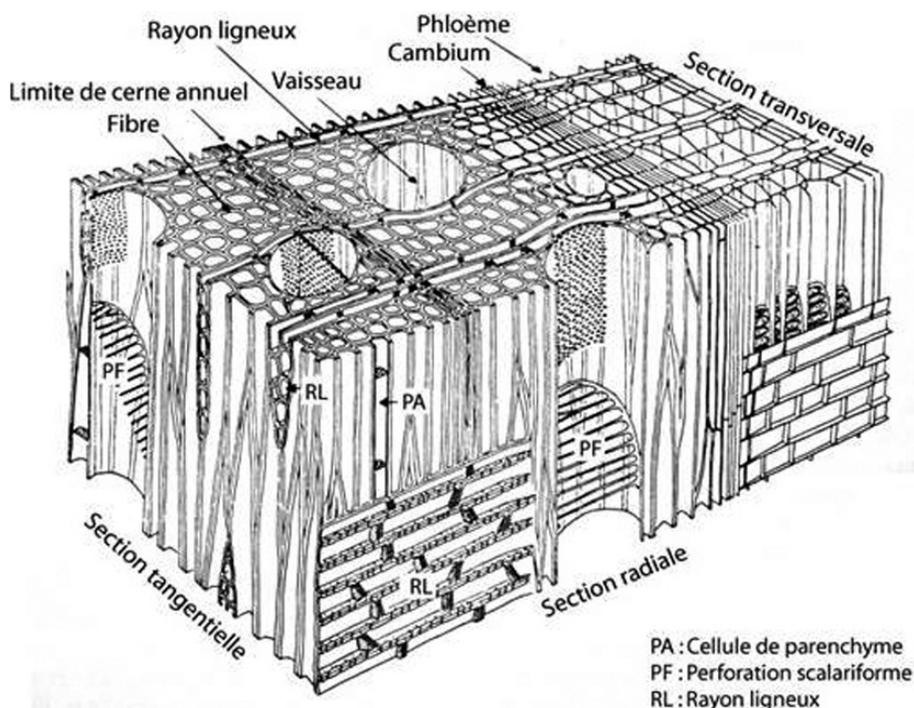


Fig. 5 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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.

De plus, toute une série d'espèces a été réunie dans le groupe des Pomoidées, sous-famille des Rosacées. Les espèces suivantes s'y retrouvent : Amélanthier (*Amelanchier ovalis*), Cotonéaster (*Cotoneaster sp.*), Aubépine (*Crataegus sp.*), Néflier (*Mespilus germanica*), Poirier-Pommier (*Pyrus sp.*) et Sorbier-Cormier-*Alisier* (*Sorbus sp.*).

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

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

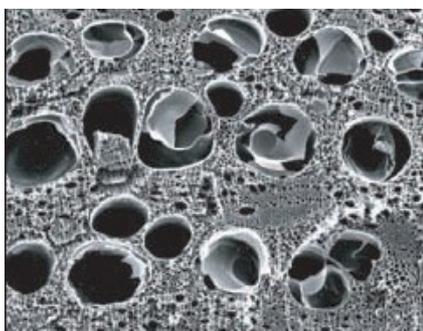
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- le rythme de croissance

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

- la présence de thylles

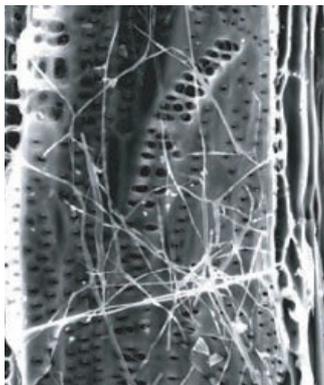
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne entre autres de sécrétions ou dépôts de gommés et d'excroissances cellulaires appelées thylles obstruant peu à peu les vaisseaux du duramen ne fonctionnant plus. Les thylles se conservent après carbonisation. Leur observation chez les charbons de bois indique que ceux-ci proviennent du duramen et non de l'aubier et reflète l'emploi de bois âgés, si toutefois les thylles ne résultent pas de traumatismes d'origine mécanique, physique ou chimique.



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

Fig. 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.

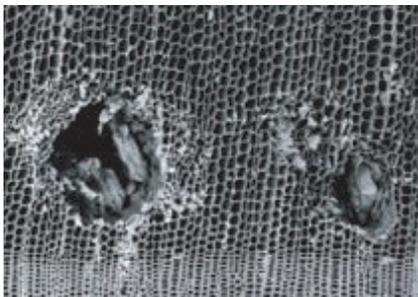
Fig. 7 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

- 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. Prior et Alvin y voient la conséquence d'une combustion à très haute température (Prior et Alvin, 1986). De fortes variations de températures comme "un refroidissement rapide de surfaces chaudes en conditions anaérobies" (conditions réductrices) pourraient par exemple provoquer ce phénomène de vitrification selon Blaizot *et al.* (2004).

Une combustion rapide à haute température peut causer une déformation des tissus, une apparition de fissures et une fusion (Schweingruber, 1982).

En 2011, J.-C. Oilic réutilisa une classification du « degré de vitrification » de D. Marguerie et J.-Y. Hunot (2007).

Il discerne quatre niveaux de vitrification :

1. Aspect mat : Cet aspect correspond au degré 0 de la vitrification. Les charbons ont tous un aspect mat, gris ou noir.

2. Aspect luisant : les charbons ont un aspect gris foncé à clair très brillant.

3. Aspect fondu : Cette catégorie regroupe l'ensemble des charbons qui présentent des plages extrêmement brillantes, où les structures anatomiques du bois ont complètement disparues.

4. Aspect scoriacé : cet aspect correspond au dernier degré de vitrification. Les charbons de bois ont perdu la quasi-totalité de leurs structures anatomiques. Il ne persiste généralement qu'une sorte de magma informe solidifié, donnant parfois l'aspect d'être entré en ébullition. Ponctuellement, les reliefs de parois cellulaires peuvent être observés, seuls témoins de l'origine végétale de l'échantillon et qui permettent de le distinguer d'une scorie en contexte sidérurgique.

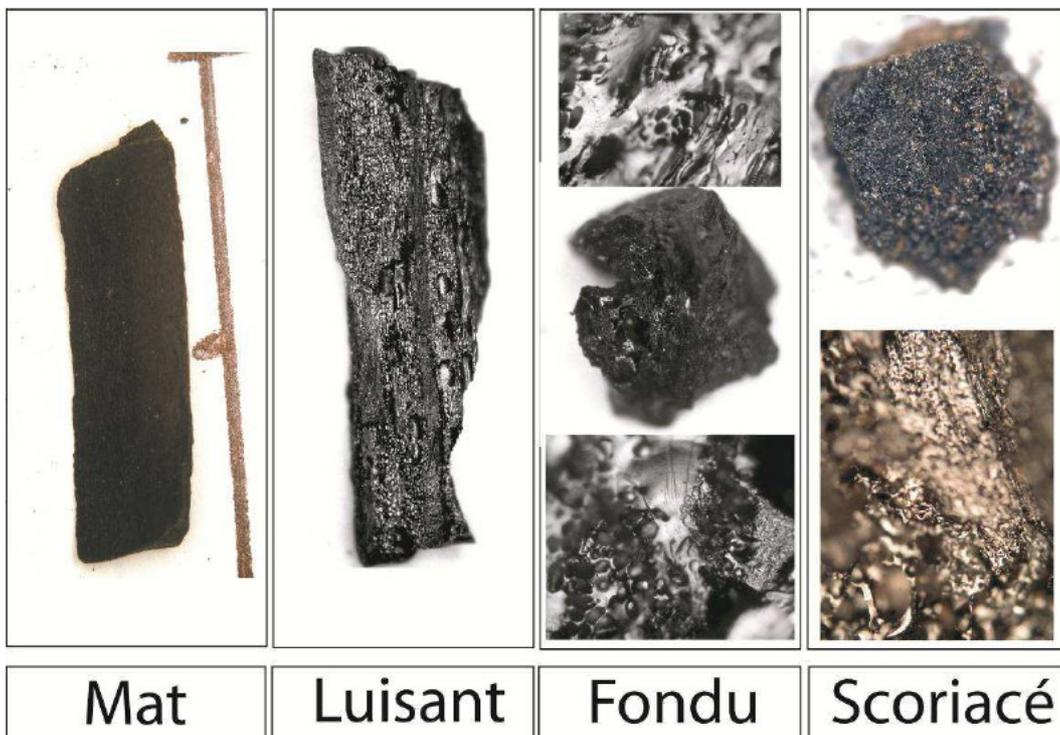


Fig. 10 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

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

- **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.

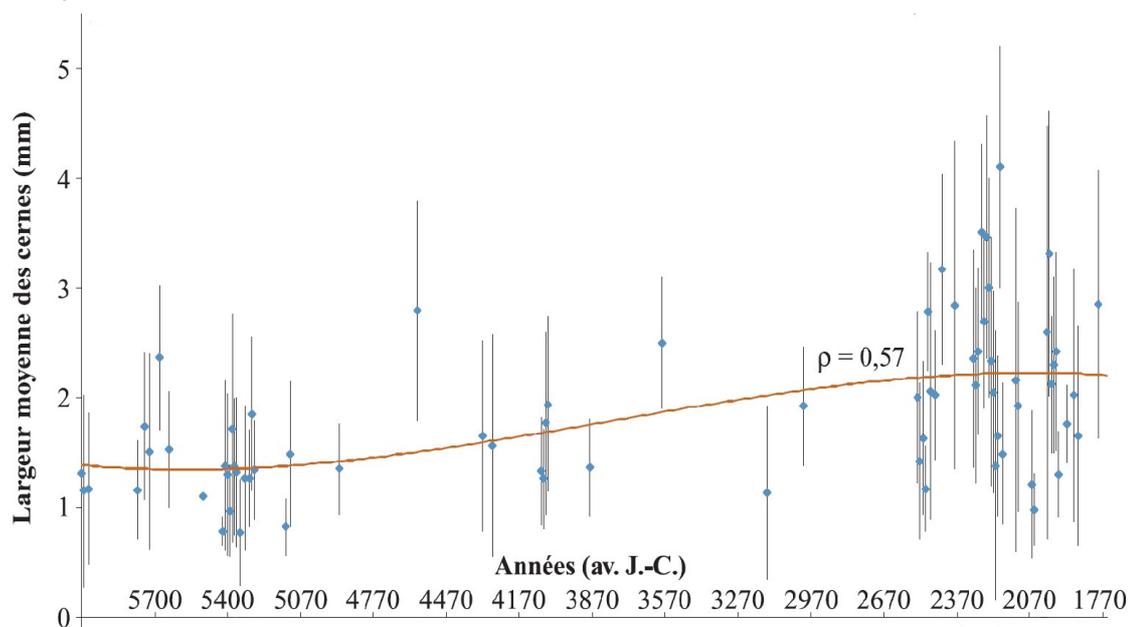


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 11). 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. 12). 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.

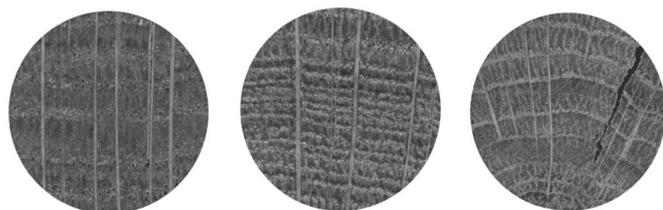


Fig. 12 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude des 25 prélèvements a permis de déterminer cinq taxons anthracologiques. Toutefois, la majorité des lots est composée d'un seul taxon, le chêne caducifolié (*Quercus sp.*).

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. 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 : d'une part c'est la détection d'un critère anatomique (les rayons multisériés) qui permet de différencier le chêne du châtaignier. 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.*).

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 mûres. 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.

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. Autrefois communes partout en plaine, les populations ont été fortement décimées par la graphiose au début du XXe siècle.

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

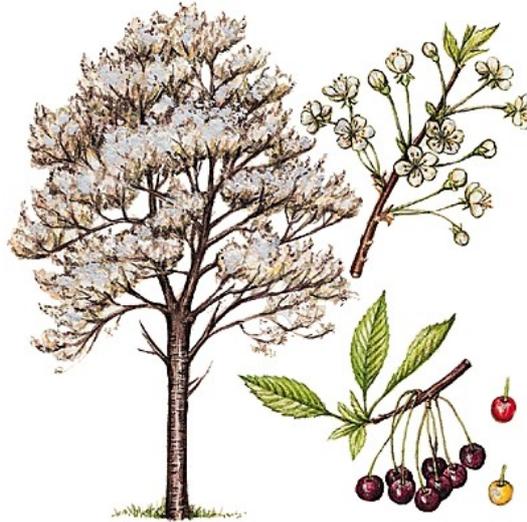


Fig. 13 – Représentation du merisier ou cerisier sauvage (*Prunus avium*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Les résultats sont présentés par structure archéologique (Fig. 2).

3.1. Structures attribuées à la phase 1

3.1.1. Résultats

- Prélèvements de la structure [01]_72

- Structure [01]_72, prélèvement de la partie nord

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	32	2	13	5	11	0	2	10	13	1

Fig. 14 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la structure [01]_72, partie nord.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	5	1,59	0	1,59	1,59
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	9	26	1,77	0,59	0,89	2,9

Fig. 15 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement [01]_72 partie nord.

- Structure [01]_72, charbons retrouvés mêlés à des os

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud
Indéterminé	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus sp.	4	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1

Fig. 16 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la structure [01]_72, charbons mêlés à des os.

- Prélèvements de la structure [16]_95

- Structure [16]_95, partie ouest

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus sp.	39	4	30	1	29	5	7	7	14	0	1	5

Fig. 17 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la structure [16]_95, partie ouest.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	24	95	1,46	0,48	0,42	2,72
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	28	105	1,5	0,51	0,42	2,72

Répartition des effectifs de charbons de type Quercus sp. ayant livré des largeurs de cernes par classe de 0.5mm pour le lot de la structure [16]-95 1/2 ouest (effectifs en ordonnée et largeurs de cernes en abscisse).

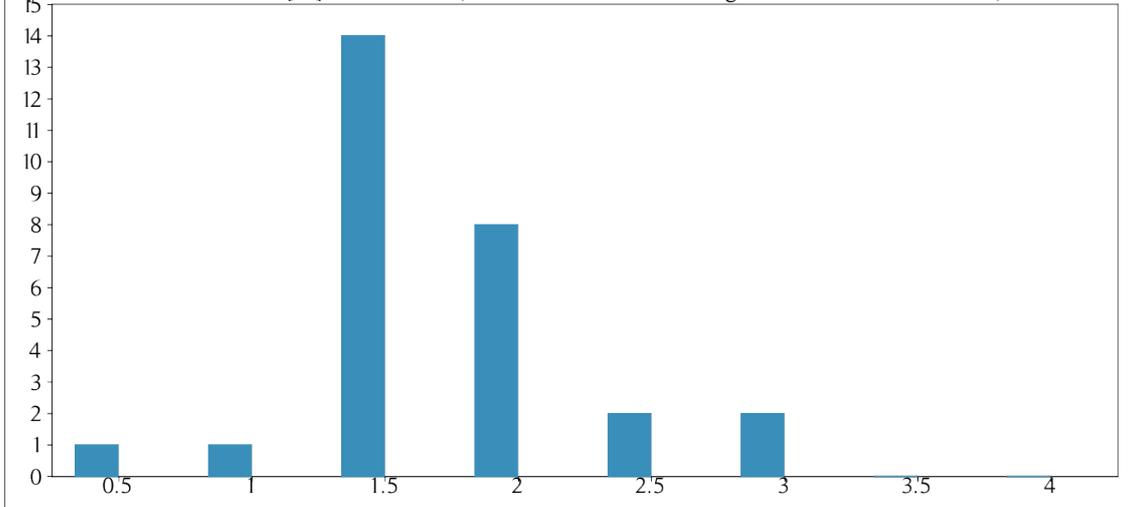


Fig. 18 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement de la structure [16]_95, partie ouest.

- Structure [16]_95, charbons mêlés au comblement

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

Fig. 19 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la structure [16]_95, charbons mêlés au comblement.

- Structure [16]_95, prélèvement sous le vase ossuaire

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	9	0	6	1	5	2	0	0	0

Fig. 20 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la structure [16]_95, prélèvement sous le vase ossuaire.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Intermédiaire	Régulier	5	18	1,61	0,44	1,15	2,12

Fig. 21 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement de la structure [16]_95, sous le vase ossuaire.

- Prélèvement de la structure [05]_22

- Structure [05]_22, comblement supérieur

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. inform	
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	38	0	17	6	7	0	0	13	18	1	0	5	1

Fig. 22 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de la structure [05]_22, comblement supérieur.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	6	21	1,21	0,8	0,36	2,46

Fig. 23 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement de la structure [05]_22, comblement supérieur.

3.1.2. Interprétations

- Prélèvements de la structure [01] 72

Les charbons étudiés proviennent de deux lots récoltés respectivement dans la partie nord et à proximité d'une « concentration osseuse » de la structure.

Un seul taxon a été identifié pour l'ensemble des deux prélèvements, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*) (Fig. 14 et 16).

Pour le prélèvement issu de la concentration osseuse, les charbons étaient en cours de fragmentation avancée rendant les structures anatomiques difficilement observables, seulement quatre fragments ont pu être identifiés.

En revanche, une trentaine de charbons de chêne a pu être analysée pour le second prélèvement (Fig. 14).

L'observation des courbures de cerne montre que la plupart des charbons proviennent de bois de petites branches. Les fragments de courbures de cerne fortes et intermédiaires représentent environ 90% des charbons mesurés. Ce type de calibre caractérise plutôt des combustions vives et de courtes durées.

Les charbons présentent souvent des aspects « durs-luisants » et « fendus-luisants ». Ce constat caractérise des combustions dans des contextes chauds et fermés. Il faut néanmoins considérer ces interprétations avec précaution car la combustion de bois de petit calibre favoriserait aussi ces phénomènes de vitrification (Oilic, 2011).

Une part importante de fragments (environ 50%) présentait des fentes de retrait, caractéristiques de bois brûlés à l'état « vert » ou partiellement secs. Le bois a donc probablement été récolté assez rapidement avant la combustion.

Quelques mesures de largeurs de cerne ont été réalisées sur une dizaine de fragments (Fig. 15). La moyenne de largeur de cerne obtenue, de l'ordre de 1.77 mm, indique un contexte de croissance des arbres plutôt difficile.

Aucun prélèvement ne provenait de l'intérieur de l'urne, de telle sorte qu'il n'a pas été possible de comparer les restes de rejets de bûcher et le contenu de l'urne.

- Prélèvements de la structure [16] 95

Trois prélèvements ont été étudiés dans cette structure. Il s'agit d'un prélèvement de la partie ouest (Fig. 17 et 18), d'un prélèvement réalisé sous un vase ossuaire (Fig. 20) et d'un lot correspondant à des charbons mêlés au comblemen (Fig. 19).

Un seul taxon a été identifié pour ces trois lots il s'agit du chêne (*Quercus sp.*).

Pour les trois lots, on constate principalement des fragments de courbure de cerne intermédiaire, ce qui caractérise du bois de branches.

L'aspect « luisant » a été constaté sur environ deux tiers des fragments pour le prélèvement de partie ouest (Fig. 17). Ce qui est assez typique de combustions chaudes et en contexte anaérobie. De nombreux fragments présentaient des fentes de retrait, indices de bois brûlés à l'état vert ou partiellement secs.

Des mesures de largeur de cerne ont été réalisées sur les prélèvements de la partie ouest (Fig. 18) et sur les fragments retrouvés sous le vase ossuaire (Fig. 21). Les moyennes calculées sont de l'ordre de 1.5 mm, ce qui correspond à des contextes de croissance difficiles. Peut-être un boisement assez dense.

La répartition des mesures de largeur de cerne est assez bien centrée autour de 1.5 mm (courbe unimodale de l'histogramme), ce qui appuie l'hypothèse d'un seul approvisionnement.

Les trois compositions anthracologiques sont semblables, ce qui laisse penser que les restes charbonneux appartiennent à un même rejet de crémation.

Aucun prélèvement ne provenait de l'intérieur du vase ossuaire, de telle sorte qu'il n'a pas été possible de comparer le contenu du vase ossuaire et les résidus charbonneux environnants.

- Prélèvements de la structure [05] 22

Cette structure serait en lien avec une activité d'ordre métallurgique.

Un seul prélèvement a été étudié, l'objectif étant de comparer la composition anthracologique obtenue en contexte artisanal avec les ensembles liés aux résidus de crémation.

Un seul taxon a été identifié parmi la quarantaine de fragments observés, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*).

L'observation des courbures de cerne montre que c'est essentiellement du bois de branche qui a été utilisé. Le bois de gros calibre (faible courbure de cerne) est absent. On peut donc évoquer des combustions entretenues exclusivement avec du bois de calibre intermédiaire (branches) nécessitant des apports en combustible réguliers.

On observe de nouveau des aspects luisants et fendus, traits typiques de combustions en contexte réducteur (anaérobie) et chaud. Les fentes de retrait caractérisent l'utilisation de bois vert ou partiellement sec.

En plus des aspects luisants, nous avons observé sur certains charbons des aspects fondus, très brillants et parfois scoriacés (Fig. 54 et 55). Ces observations appuient l'hypothèse de combustions en liaison avec les activités de métallurgie. Ces charbons restent néanmoins assez rares. Le phénomène de vitrification a très probablement été favorisé par des contextes de combustion anaérobies et de hautes températures (Blaizot *et al.*, 2004 et Oilic, 2011), (exemples : pratiques de charbonnage, d'affinage, fours, bas-fourneaux).

Si l'on écarte les aspects scoriacés et fondus de certains charbons, la composition anthracologique reste néanmoins assez semblable aux ensembles charbonneux associés aux crémations. On observe l'utilisation de bois de chêne, collecté probablement à l'état vert ou partiellement sec et de calibre relativement modeste (branches). Nous pouvons évoquer des hypothèses environnementales (omniprésence de la chênaie dans les environs) et des contraintes techniques liées par exemple à la collecte de bois de branche facilitée par rapport à du bois de plus gros calibre pour expliquer ces points communs.

3.2. Structures attribuées à la phase 2

3.2.1. Résultats

- Prélèvements de la structure [06] 80

- Structure [06] 80, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie nord.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		Fondu très brillant - struct. Inform.
Indéterminé	4	0	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0
Quercus sp.	17	1	6	4	3	0	0	0	11	0	0	3	2

Fig. 24 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [06]_80, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie nord.

- Structure [06] 80, prélèvement de 5 cm au fond de la fosse.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Indéterminé	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus sp.	12	0	4	3	2	3	1	0	5	0	2	1	1

Fig. 25 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [06]_80, prélèvement de 5 cm au fond de la fosse.

- Prélèvements de la structure [22]_78

- Structure [22]_78, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie nord.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle
Quercus sp.	43	3	34	0	37	0	0	26	14	0	1	7

Fig. 26 - Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [22]_78, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie nord.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	3	14	0,92	0,11	0,84	1,04
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	35	138	0,98	0,24	0,67	2,2

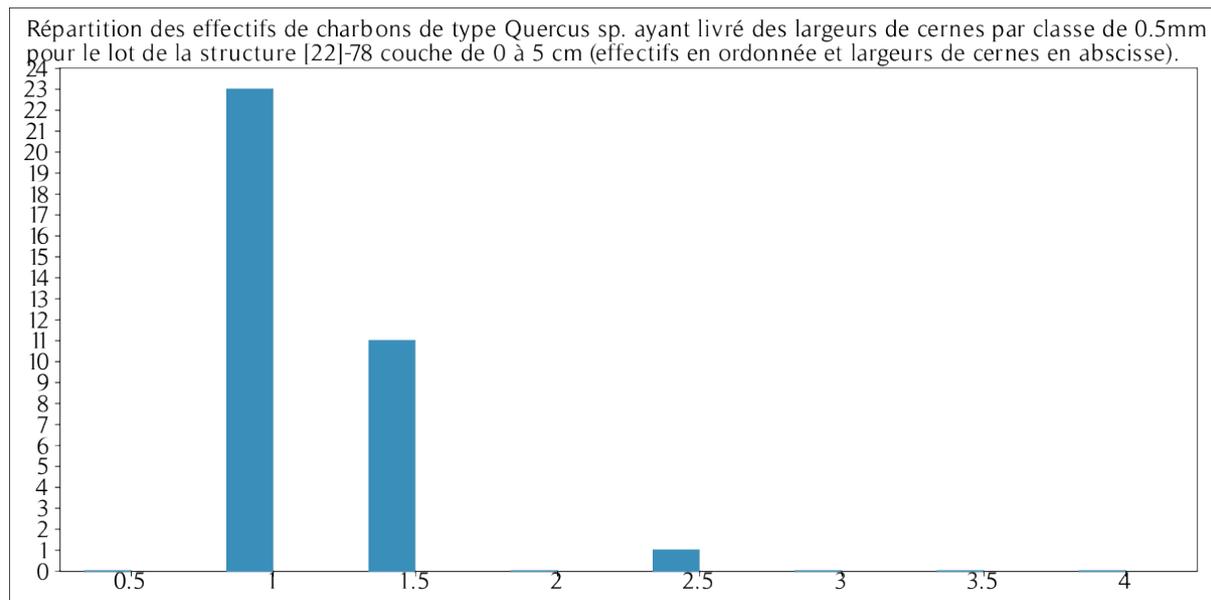


Fig. 27 - Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Structure [22]_78, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie nord.

- Structure [22]_78, prélèvement de 5 à 10 cm de profondeur, partie nord.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Quercus sp.	41	3	19	7	21	7	2	19	15	0	3	8

Fig. 28 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [22]_78, prélèvement de 5 à 10 cm de profondeur, partie nord.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	3	17	1,34	0,65	0,84	2,08
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	20	85	1,39	0,51	0,64	2,57

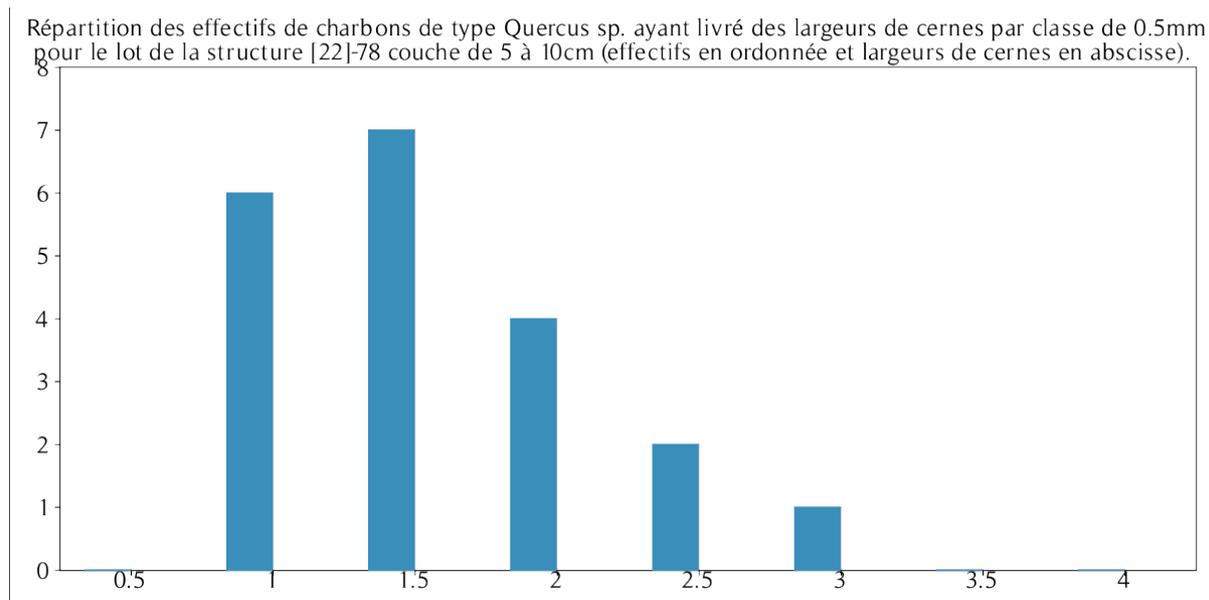


Fig. 29 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Structure [22]_78, prélèvement de 5 à 10 cm de profondeur, partie nord.

- Structure [22]_78, prélèvement de 10 à 15 cm de profondeur, partie nord.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Quercus sp.	41	2	18	13	19	9	3	13	14	0	5	4

Fig. 30 - Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [22]_78, prélèvement de 10 à 15 cm de profondeur, partie nord.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	2	7	1,65	0,08	1,59	1,7
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	18	72	1,64	0,4	1,03	2,72

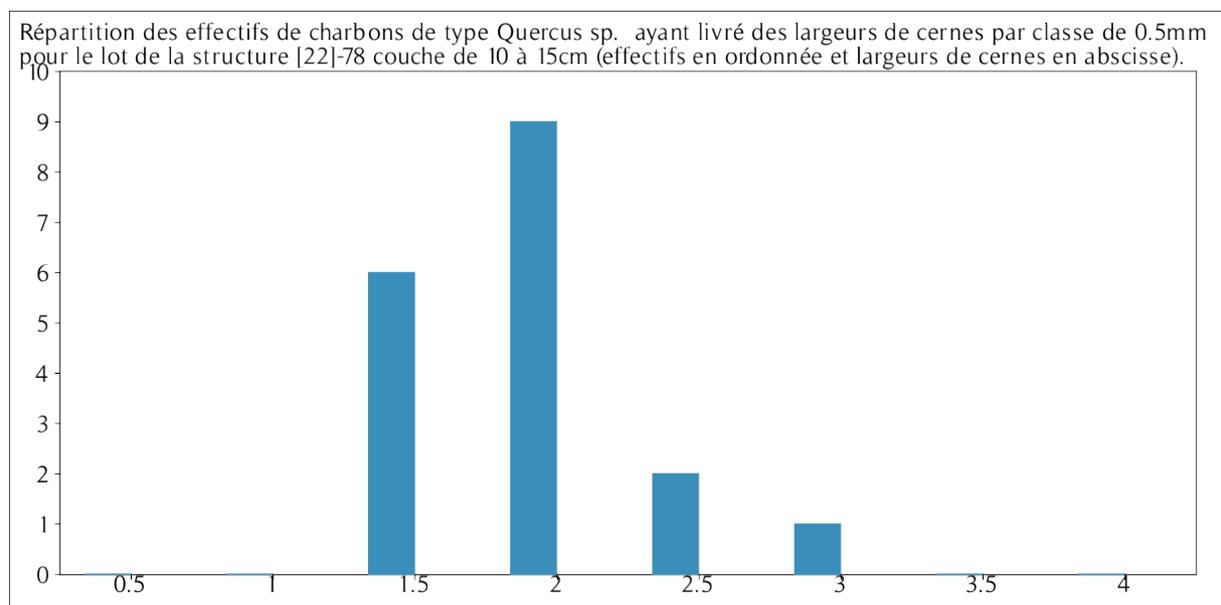


Fig. 31 - Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Structure [22]_78, prélèvement de 10 à 15 cm de profondeur, partie nord.

- Structure [22]_78, prélèvement de 15 à 20 cm de profondeur, partie nord.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus sp.	44	0	8	27	6	8	0	8	28	0	7	3	1

Fig. 32 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [22]_78, prélèvement de 15 à 20 cm de profondeur, partie nord.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	6	36	1,54	1,12	0,64	3,35

Fig. 33 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Structure [22]_78, prélèvement de 15 à 20 cm de profondeur, partie nord.

- Structure [22]_78, prélèvement de l'intérieur de l'urne.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Frag. os - dent	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	3	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1

Fig. 34 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [22]_78, prélèvement de l'intérieur de l'urne.

- Prélèvements de la structure [24] 83

- Structure [24] 83, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie ouest.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle
Quercus sp.	33	0	16	4	16	2	0	8	21	0	2	3

Fig. 35 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [24]_83, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie ouest.

- Structure [24] 83, prélèvement de 5 à 10 cm de profondeur, partie ouest.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fendu très brillant - struct. Inform
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Quercus sp.	33	2	15	6	10	0	0	7	23	0	1	2

Fig. 36 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [24]_83, prélèvement de 5 à 10 cm de profondeur, partie ouest.

- Structure [24] 83, prélèvement de 10 à 15 cm de profondeur, partie ouest.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fendu très brillant - struct. Inform
Quercus sp.	35	1	15	2	12	1	1	13	14	0	3	1

Fig. 37 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [24]_83, prélèvement de 10 à 15 cm de profondeur, partie ouest.

3.2.2. Interprétations

- Prélèvements de la structure [06]_80

Deux lots ont été prélevés dans la partie ouest de la structure. Un premier lot correspond à un prélèvement de surface (0 à 5 cm), le second au reste de la couche charbonneuse (5 cm au fond de la fosse).

Même si deux petits fragments n'ont pu être distingués du châtaignier (*Quercus sp.* / *Castanea sp.*), le chêne est probablement le seul taxon (Fig. 25).

Les fragments montrent dans les deux cas, des courbures de cerne en majorité de type « intermédiaire ». Ce sont donc des branches qui ont été utilisées.

Les charbons ont le plus souvent un aspect « fendu-luisant », voire « fondu », conséquences probables de combustion de petit bois et de contextes de combustion chauds et anaérobies (Oilic, 2011).

De nouveau, l'observation régulière de fentes de retrait indique l'utilisation de bois vert ou partiellement sec.

Nous ne constatons pas de différences significatives entre les deux compositions. D'un point de vue anthracologique, les deux prélèvements appartiennent au même ensemble.

- Prélèvements de la structure [22]_78

Cinq lots de charbons ont été étudiés pour cette structure.

Quatre lots étudiés proviennent de la moitié nord de la structure. Ils ont été prélevés à différentes profondeurs : de 0 à 5 cm, de 5 à 10 cm, de 10 à 15 cm et de 15 à 20 cm.

Un prélèvement provient de l'intérieur de l'urne.

Pour ce qui concerne les quatre lots de la partie nord, un seul taxon a été déterminé, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*).

Les fragments montrent principalement des courbures de cerne intermédiaires et faibles pour les prélèvements de surface (0 à 5 cm) (Fig. 26). En revanche, on a pu constater une augmentation de la proportion des fragments de forte courbure au fur et mesure de la profondeur des prélèvements. Ainsi, le prélèvement de 15 à 20 cm de profondeur (Fig. 32) est essentiellement composé de charbons de forte courbure de cerne.

Si cette stratigraphie s'avérait être en place, on pourrait émettre l'hypothèse d'un premier dépôt de bois de chêne constitué de petites branches et brindilles au fond de la fosse, utilisé probablement pour la phase d'allumage, puis l'ajout de bois de plus gros calibre, des grosses branches, pour l'entretien de la combustion. Il est fort possible que l'assemblage ait été préparé avant le démarrage de la combustion.

Les aspects des charbons sont le plus souvent « durs-luisants » et « fendus-luisants ». L'aspect luisant est probablement associé à une combustion en contexte réducteur et chaud.

On observe davantage de fragments avec des fentes de retrait pour les prélèvements situés en profondeur, c'est à dire pour les fragments provenant de bois de petit calibre. Il semble donc que le bois de petites branches ait été collecté et brûlé encore vert ou partiellement, alors que le bois de plus grosses branches a été utilisé dans un état plus sec.

Des mesures de largeur de cerne ont été réalisées sur les quatre lots. On constate que les moyennes calculées montrent globalement des valeurs diminuant avec la profondeur des lots. Les moyennes calculées sont respectivement de 0.98 mm pour le lot de 0 à 5 cm, de 1.39 mm pour le lot de 5 à 10 cm, de 1.64 mm pour le lot de 10 à 15 cm et de 1.54 mm pour le prélèvement de 15 à 20 cm. Les histogrammes de distribution des largeurs de cerne, de formes unimodales, montrent des sélections de bois différentes en fonction de la profondeur des prélèvements (Fig. 27, 29 et 31).

Les moyennes obtenues, entre 0.98 et 1.64 mm indiquent des contextes de croissance difficiles probablement une chênaie assez dense.

Il faut probablement rechercher l'explication de la graduation des moyennes dans la physiologie et la dynamique de croissance des arbres. En effet, les jeunes arbres présentent des dynamiques de croissance plus importantes et donc des largeurs de cerne plus larges que pour les arbres adultes. Même si les largeurs de cerne ont été mesurées exclusivement sur les bois de calibre intermédiaire et fort, il est possible que la sélection de bois de petit calibre dans les premiers niveaux ait davantage impliqué des bois jeunes, avec des largeurs de cerne plus larges, vis à vis des charbons retrouvés dans les niveaux de surface, provenant davantage de bois de plus gros calibre et potentiellement plus âgés.

Un prélèvement a été réalisé à l'intérieur de l'urne. Le sédiment observé était constitué de petits fragments d'os (infra-millimétriques) intimement mêlés à des petits fragments charbonneux, voire à de la cendre. Ce sédiment correspondant à une sorte de « masse charbonneuse » était difficilement exploitable pour l'analyse anthracologique. Quelques petits « conglomerats » orangés, ressemblant à des traces d'oxydation métalliques (?) ont parfois été vus (Fig. 56). Des négatifs d'éléments périssables (pépins, graines, fragments de bois ?) ont aussi été observés (Fig. 57). Il est donc probable que cette masse cendreuse se soit trouvée à un moment donné à l'état « mou », rendant possible la formation de ces empreintes.

Quelques fragments du contenu de l'urne ont tout de même pu être extraits et observés. Ils correspondent à des charbons de chêne, de courbure de cerne intermédiaire et d'aspect luisant. Ils pourraient donc correspondre aux vestiges de crémations retrouvés autour de l'urne. Le nombre de fragments étudiés est néanmoins trop faible pour pouvoir tout à fait crédibiliser cette hypothèse (Fig. 34).

- Prélèvements de la structure [24]_83

Trois prélèvements ont été réalisés dans la partie ouest de la structure selon trois profondeurs : de 0 à 5 cm, 5 à 10 cm et 10 à 15 cm.

Le chêne (*Quercus sp.*) est le taxon majoritaire. Un second taxon a été identifié avec un fragment de hêtre (*Fagus sylvatica*) de petit calibre dans le prélèvement de 5 à 10 cm de profondeur.

Les compositions anthracologiques sont semblables à celles décrites dans les structures précédentes. On constate des fragments provenant en majorité de bois de calibre « intermédiaire », ce sont donc principalement des petites branches de chêne qui ont été utilisées. Les fragments présentant des courbures de cerne faibles sont rares, il n'y a donc pas eu d'utilisation de bois de gros calibre.

Les charbons ont souvent un aspect « luisant » et sont régulièrement « fendus-luisants ». Ces observations impliquent des combustions en milieu anaérobie et chaud, probablement au cœur du bûcher. Les fentes de retrait caractérisent l'utilisation de bois « vert » ou partiellement sec.

Contrairement à la structure [22]_78 nous ne constatons pas de différences de calibres de bois utilisé entre les prélèvements du fond et de la surface de la structure.

3.3. Structures gallo-romaines (sans phasage précis)

3.3.1. Résultats

- Prélèvement de la structure [14]_77

- Structure [14]_77, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie sud.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform		
Indéterminé	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Quercus sp.	20	0	7	0	7	0	1	9	3	0	1	2	2	

Fig. 38 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [14]_77, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie sud.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	7	19	1,09	0,38	0,65	1,66

Fig. 39 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Structure [14]_77, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie sud.

- Prélèvements de la structure [17]_94

- Structure [17]_94, prélèvement de la partie nord.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion				Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Fagus sylvatica	11	2	6	0	0	0	0	2	1	0	0	0
Frag. os - dent	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Prunus sp.	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Quercus sp.	8	1	7	0	7	1	0	2	2	0	0	1
Ulmus sp.	7	0	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0

Fig. 40 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [17]_94, prélèvement de la partie nord.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	3	1,59	0	1,59	1,59
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	7	24	1,42	1,04	0,52	3,65

Fig. 41 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Structure [17]_94, prélèvement de la partie nord.

- Structure [17]_94, prélèvement de la partie sud.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion				Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Fagus sylvatica	10	2	5	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus sp.	4	0	3	0	2	0	0	2	0	0	0	1

Fig. 42 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [17]_94, prélèvement de la partie sud.

- Prélèvements de la structure [21]_75

- Structure [21]_75, prélèvement de la partie nord.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	17	0	9	2	6	2	2	3	10	1

Fig. 43 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [21]_75, prélèvement de la partie nord.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	6	17	1,92	0,85	1,43	3,62

Fig. 44 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Structure [21]_75, prélèvement de la partie nord.

- Structure [21]_75, prélèvement de la partie sud.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	17	0	2	3	1	0	0	3	8	1

Fig. 45 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [21]_75, prélèvement de la partie sud.

- Prélèvements de la structure [23]_79

- Structure [23]_79, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie est.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fagus sylvatica	17	0	8	8	0	0	1	14	1
Quercus sp.	3	0	2	0	0	0	1	0	0

Fig. 46 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [23]_79, prélèvement de 0 à 5 cm de profondeur, partie est.

- Structure [23]_79, prélèvement « US 2 », partie est.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Insecte	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Fagus sylvatica	39	0	15	18	0	0	0	30	5	0	3	1	1
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 47 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [23]_79, prélèvement « US 2 », partie est.

- Structure [23]_79, prélèvement du fond de fosse, partie ouest.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Insecte
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Fagus sylvatica	13	0	4	8	0	0	0	10	0	0	1	2

Fig. 48 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [23]_79, prélèvement du fond de fosse, partie ouest.

- Structure [23]_79, prélèvement du fond de fosse, charbons mêlés à « une concentration osseuse » .

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fagus sylvatica	21	0	9	9	0	0	1	14	1
Quercus sp.	2	0	1	0	0	0	0	0	1

Fig. 49 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour la structure [23]_79, prélèvement du fond de fosse, charbons mêlés à « une concentration osseuse ».

3.3.2. Interprétation

- Prélèvement de la structure [14]_77

Une vingtaine de charbons a été étudiée pour ce prélèvement. Le lot est composé exclusivement par des charbons de chêne (*Quercus sp.*) de courbure de cerne intermédiaire, probablement des petites branches.

L'aspect luisant de la plupart des charbons indique des conditions de combustion chaudes et réductrices (milieu fermé), contexte qui pourrait correspondre au cœur bûcher.

Plusieurs charbons montraient des fentes de retrait, caractéristiques de bois brûlés à l'état vert ou partiellement secs.

Les mesures de largeurs de cerne ont permis de calculer une moyenne de 1.09 mm, caractéristique de conditions de croissance difficiles.

- Prélèvements de la structure [17]_94

Deux prélèvements ont été étudiés dans cette structure, l'un provient de la partie nord, l'autre de la partie sud.

Quatre à cinq taxons (dont le chêne-châtaignier) ont été identifiées. C'est la seule structure ayant livré plus de deux taxons à la fois.

Le hêtre (*Fagus sylvatica*) est le taxon principal, suivi du chêne (*Quercus sp.*), de l'orme (*Ulmus sp.*), du chêne-châtaignier (*Quercus sp.* - *Castanea sp.*) et de la famille des Prunoïdées (*Prunus sp.*).

La majorité des fragments présente des courbures de cerne intermédiaires. C'est donc surtout du bois de moyen calibre (branches) qui a été utilisé. Toutefois, quelques charbons de hêtre et de chêne semblent provenir de bois de plus gros calibre (courbures de cerne faibles). On peut donc supposer l'utilisation du chêne et de hêtre pour l'entretien des combustions, le bois de Prunoïdées, d'orme en plus probablement de branches de hêtre et de chêne étant plutôt destinés à l'allumage.

La plupart des fragments avait un aspect mat. Contrairement aux autres ensembles, les charbons sont donc probablement issus d'une combustion plus aérée et moins chaude, peut-être depuis un bûcher plus modeste.

L'absence de fentes de retrait indiquerait l'utilisation d'un bois sec, néanmoins nous n'avons pas observé de galeries de xylophages qui auraient pu appuyer cette hypothèse.

Les restes charbonneux de cette structure montrent donc des différences notables par rapport aux autres compositions anthracologiques.

Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur quatre des cinq taxons identifiés dans le prélèvement de la partie nord. Le taxon « chêne-châtaignier » a été mis de côté à cause de son caractère incertain.

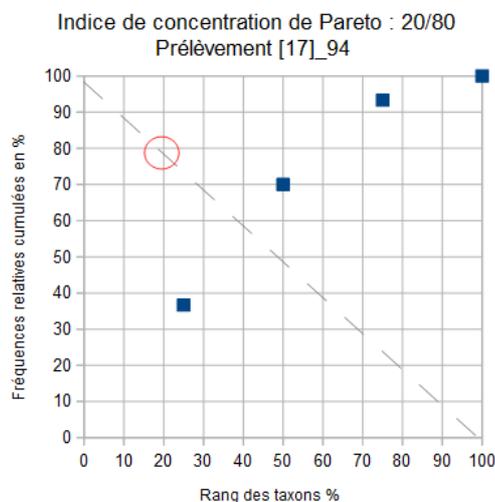


Fig. 50 – Indice de concentration de Pareto pour le prélèvement [17]_94, partie nord. Le taxon « chêne-châtaignier » a été exclu du calcul.

L'indice de concentration de Pareto est basé sur le fait que dans les communautés végétales en équilibre, 20% des taxons correspondent à environ 80% de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999). Dans ce lot, l'indice montre que 20% des taxons correspondent à environ 40% seulement du nombre de charbons. Les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent donc pas les mêmes rapports de compétition et d'équilibre que dans les communautés végétales naturelles. Les proportions entre essences dans les échantillons de charbons de bois sont donc probablement déformées à cause de ramassages sélectifs, ce qui caractérise plutôt des usages « artisanaux ». Toutefois, il faut rester prudent par rapport à ce résultat car le calcul repose sur une diversité taxonomique très faible.

Des mesures de largeurs de cerne ont pu être menées sur les fragments de chêne du lot provenant de la partie nord. L'étude a permis de calculer une moyenne de 1.42 mm (calculs sur fragments de chêne de courbure intermédiaire à faible et rythme de croissance régulier) avec toutefois un écart-type important. Ce résultat est caractéristique de contextes de croissance difficiles (boisements denses, sols pauvres ?).

- Prélèvements de la structure [21] 75

Deux prélèvements ont été étudiés dans cette structure. L'un provient de la partie nord l'autre de la partie sud.

Les deux ensembles sont composés exclusivement par des charbons de chêne (*Quercus sp.*) de courbure intermédiaire et forte. C'est donc du bois de petit et moyen calibre, probablement des petites branches, qui ont été utilisées.

Les charbons montrent généralement des aspects luisants, caractéristiques de conditions de combustion chaudes et réductrices (milieu fermé). Ce sont vraisemblablement des restes de combustion provenant du cœur bûcher.

Des fentes de retrait ont été observées sur plusieurs fragments, indiquant des bois brûlés à l'état vert ou partiellement secs.

Des mesures de largeurs de cerne ont permis de calculer une moyenne de 1.92 mm pour le lot de la partie nord, valeur caractéristique de conditions de croissance « moyennes à difficiles » (boisements denses, sols pauvres?).

- Prélèvements de la structure [23] 79

Quatre lots de charbons ont été analysés. Un prélèvement provient de la surface, un autre de la partie intermédiaire et deux autres du fond du comblement.

Le hêtre (*Fagus sylvatica*) est le principal taxon. Il est systématiquement identifié dans les quatre lots. Quelques rares fragments de chêne (*Quercus sp.*) ont aussi été déterminés dans deux des quatre prélèvements.

En ce qui concerne le calibre des bois brûlés, la plupart des fragments montre des courbures de cerne fortes à intermédiaires, ce qui correspondrait à du bois de petites branches.

L'aspect des charbons est le plus souvent « dur-luisant » ce qui caractérise du bois ayant brûlé dans des conditions chaudes et « fermées ». De nouveau, l'hypothèse de restes de combustible issus du cœur d'un bûcher est plausible.

Quelques fentes de retrait ont été observées mais dans des proportions moindres que dans les ensembles précédents (moins de 20% des fragments). En revanche, quelques galeries de xylophage ont été détectées sur au moins trois charbons, ce qui accrédite l'utilisation de bois mort.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Un peu plus de 650 fragments ont été observés pour les dix structures.

Tableau récapitulatif :

N°structure classif. technique.	Interprétation fonctionnelle	Phasage envisagé	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : types de boisements détectés
Structure [1]_72. Structure primaire ou secondaire Trois lots étudiés.	Bûcher réaménagé ?	Phase 1 (deux premiers tiers 1er siècle ap. J.-C.)	Chêne (<i>Quercus sp.</i>),	Rejets de crémation (bûcher): Les charbons étudiés sont essentiellement issus de bois de chêne de petit et moyen calibre (petites branches). Des aspects « durs-luisants » sont régulièrement observés ce qui caractérise plutôt des combustions en conditions chaudes et fermées, en cohérence avec un contexte de cœur de bûcher. Cette interprétation est à considérer avec précaution car la combustion des bois de petit calibre favoriserait aussi la vitrification. Une part importante de fragments (environ 50%) présentait des fentes de retrait, caractéristiques de bois brûlés à l'état « vert » ou partiellement secs. Aucun prélèvement ne provenait de l'intérieur de l'urne.	Boisement de type chênaie (<i>Quercus sp.</i>) Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure : Moy. = 1,77 mm (N=9 ; Ec-type = 0,59 mm) Contextes de croissance difficiles.
Structure [16]_95. structure primaire et/ou secondaire Trois lots étudiés.	Bûcher réaménagé ? Fosse de calage pour le bûcher ?	Phase 1 (deux premiers tiers 1er siècle ap. J.-C.)	Chêne (<i>Quercus sp.</i>),	Rejets de crémation (bûcher): Les charbons étudiés sont essentiellement issus de bois de moyen calibre (branches). L'aspect « luisant » est constaté sur environ deux tiers des fragments pour le prélèvement de la partie ouest . Ce qui est assez typique de combustions en contexte anaérobie, en cohérence avec une possible combustion du cœur du bûcher. De nombreux fragments présentaient des fentes de retrait, indices que certains bois ont été brûlés à l'état « vert » ou partiellement secs. Les trois compositions anthracologiques sont semblables, ce qui laisse penser que les restes charbonneux appartiennent à un même ensemble. Aucun prélèvement ne provenait de l'intérieur du vase ossuaire, de telle sorte qu'il n'a pas été possible de comparer le contenu du vase ossuaire et les résidus charbonneux environnants.	Boisement de type chênaie (<i>Quercus sp.</i>) Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure : Ech. Ouest : Moy. = 1,5 mm (N=28 ; Ec-type = 0,51 mm) Ech. Sous vase-ossuaire : Moy. = 1,61 mm (N=5 ; Ec-type = 0,44 mm) Contextes de croissance difficiles.
Structure [5]_22. Un lot étudié,	Structure en lien avec une activité d'ordre métallurgique (?)	Phase 1 (deux premiers tiers 1er siècle ap. J.-C.)	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	Combustion en lien avec une activité d'ordre métallurgique : Les fragments de ce lot proviennent exclusivement de charbons de chêne. L'observation des courbures de cerne indique l'utilisation de bois de branches. Certains charbons présentaient des fentes de retrait indiquant que les bois brûlés n'étaient pas complètement secs. Des aspects fondus, très brillants et parfois scoriacés ont été observés sur certains charbons. Ces charbons restent néanmoins assez rares. La plupart des fragments avaient des aspects luisants, traits typiques de combustions en contexte chaud et réducteur (anaérobie). Ces observations appuient l'hypothèse de combustions en liaison avec les activités de métallurgie (bas-fourneaux, affinage?).	Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure : Moy. = 1,21 mm (N=6 ; Ec-type = 0,8 mm) Contextes de croissance difficiles.

Fig. 51 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les trois structures de la phase 1.

N°structure classif. technique.	Interprétation fonctionnelle	Phasage envisagé	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : types de boisements détectés
<p>Structure [06]_80.</p> <p>Structure accessoire</p> <p>Deux lots étudiés. Possibles rejets de bûcher.</p>	Fosse de rejet des résidus	Phase 2 (dernier tiers 1er siècle ap. J.-C.)	Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp. / Castanea sp.</i>)	<p>Rejets de crémation (bûcher):</p> <p>Les charbons sont issus de bois de chêne de moyen calibre (petites branches).</p> <p>Les charbons ont le plus souvent un aspect « fendu-luisant », voire « fondu », conséquences probables de combustion de petit bois et de contextes de combustion chauds et anaérobies. Ces constats sont cohérents avec l'hypothèse de combustions provenant du cœur du bûcher.</p> <p>De nouveau, l'observation régulière de fentes de retrait indique l'utilisation de bois partiellement secs ou encore « verts ».</p>	<p>Boisement de type chênaie</p> <p>(<i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i>)</p>
<p>Structure [22]_78.</p> <p>Structure secondaire</p> <p>Cinq lots étudiés, fosse avec vase-ossuaire.</p>	Sépulture secondaire à crémation	Phase 2 (deuxième moitié du 1er siècle ap. J.-C.)	Chêne (<i>Quercus sp.</i>),	<p>Rejets de crémation (bûcher):</p> <p>Quatre lots ont été prélevés en stratigraphie et un lot correspond au contenu de l'urne.</p> <p>L'observation des courbures de cerne permet d'identifier une évolution du calibre du bois utilisé en fonction de la profondeur des prélèvements. Nous avons constaté des fragments provenant de bois de petit calibre dans les couches profondes et des charbons provenant de bois de calibre intermédiaire dans les niveaux supérieurs.</p> <p>Ce gradient est probablement lié à l'utilisation de bois de petit calibre dans le fond de fosse pour la phase d'allumage et l'utilisation de bois de branche dans les niveaux supérieurs pour l'entretien de la combustion.</p> <p>Les aspects des charbons sont le plus souvent « dur-luisants » et « fendus-luisants ». L'aspect luisant est associé à une combustion en contexte fermé (cœur du bûcher?). Les fentes de retrait caractérisent une collecte de bois partiellement sec, cela notamment pour les bois de petit calibre en fond de fosse.</p> <p>L'étude du contenu de l'urne a révélé un sédiment charbonneux-cendreuse mêlé à des petits fragments d'os. Des petits « conglomérats » orangés, ressemblant à des traces d'oxydation (métalliques ?) ont parfois été vus. Des négatifs d'éléments périssables (pépins, graines, fragments de bois ?) ont aussi été observés. Les quelques charbons extraits avaient des caractéristiques semblables aux charbons environnants l'urne (charbons de chêne, de calibre intermédiaire, d'aspect luisant). Ils pourraient donc correspondre aux vestiges de crémation retrouvés autour de l'urne. Le nombre de fragments étudiés est néanmoins trop faible pour pouvoir crédibiliser entièrement cette hypothèse.</p>	<p>Boisement de type chênaie</p> <p>(<i>Quercus sp.</i>)</p> <p>Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :</p> <p>Ech. nord de 0 à 5 cm : Moy. = 0,98 mm (N=35 ; Ec-type = 0,24 mm)</p> <p>Ech. nord de 5 à 10 cm : Moy. = 1,39 mm (N=20 ; Ec-type = 0,51 mm)</p> <p>Ech. nord de 10 à 15 cm : Moy. = 1,64 mm (N=18 ; Ec-type = 0,4 mm)</p> <p>Ech. nord de 15 à 20 cm : Moy. = 1,54 mm (N=6 ; Ec-type = 1,12 mm)</p> <p>Contextes de croissance difficiles.</p>
<p>Structure [24]_83.</p> <p>Structure secondaire</p> <p>Trois lots étudiés.</p>	Structure secondaire, soit fosse de rejet des résidus, soit dépôt mixte. fosse avec os brûlés et charbons restes d'un vase-ossuaire.	Phase 2 (deuxième moitié du 1er siècle ap. J.-C.)	Chêne (<i>Quercus sp.</i>), hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	<p>Rejets de crémation (bûcher):</p> <p>Les fragments de ce lot proviennent principalement de charbons de chêne. Un fragment de hêtre a été observé.</p> <p>L'observation des courbures de cerne de type intermédiaire indique l'utilisation de bois de branches.</p> <p>Les charbons ont souvent un aspect « luisant » et sont régulièrement « fendus-luisants ». Ces observations impliquent des combustions en milieu fermé, probablement depuis le cœur du bûcher et l'utilisation pour une partie au moins de bois « vert » ou partiellement sec.</p>	<p>Boisement de type chênaie</p> <p>(<i>Quercus sp.</i>)</p>

Fig. 52 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les trois structures de la phase 2.

N°structure classif. technique.	Interprétation fonctionnelle	Phasage envisagé	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : types de boisements détectés
Structure [14]_77. Structure accessoire Un lot étudié.	Fosse de rejet des résidus Fosse avec os brûlés. Charbons et pierres brûlés.	gallo-romain	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	Rejets de crémation (bûcher): Les charbons étudiés sont essentiellement issus de bois de chêne de moyen calibre (petites branches). L'aspect luisant d'une partie des charbons indique des conditions de combustion chaudes et réductrices (milieu fermé), contexte qui pourrait correspondre à la combustion du cœur de bûcher. De nouveau, l'observation régulière de fentes de retrait indique l'utilisation de bois « vert » ou partiellement sec.	Boisement de type chênaie (<i>Quercus sp.</i>) Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure : Ech. sud de 0 à 5 cm : Moy. = 1,09 mm (N=7 ; Ec-type = 0,38 mm) Conditions de croissance difficiles.
Structure [17]_94. Dépôt mixte à crémation Deux lots étudiés,	sépulture secondaire à crémation ? Fosse de tirage réaménagée ? fosse avec vase-ossuaire.	1 ^{er} s. ap. J.-C.	Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), chêne (<i>Quercus sp.</i>), orme (<i>Ulmus sp.</i>), Prunoïdées (<i>Prunus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp. - Castanea sp.</i>)	Rejets de crémation (bûcher): Quatre à cinq taxons (dont le chêne-châtaigner) ont été identifiées dans le lot de la partie nord. Le hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) a été le plus identifié, suivi du chêne (<i>Quercus sp.</i>), de l'orme (<i>Ulmus sp.</i>), du chêne-châtaigner (<i>Quercus sp. - Castanea sp.</i>) et de la famille des Prunoïdées (<i>Prunus sp.</i>). C'est surtout du bois de moyen calibre (branches) qui a été utilisé. Toutefois, quelques charbons de hêtre et de chêne semblent provenir de bois de plus gros calibre. On peut donc supposer l'utilisation du chêne et de hêtre pour l'entretien des combustions, le bois de Prunoïdées, d'orme en plus probablement de branches de hêtre et de chêne étant plutôt réservés pour l'allumage. La plupart des fragments avait un aspect mat. Contrairement aux autres ensembles, les charbons sont donc issus d'une combustion peut-être plus modeste (bûcher structuré et composé différemment ?), n'ayant pas permis de réunir les conditions chaudes et anaérobies des autres combustions.	Boisement de type chênaie-hêtraie (<i>Quercus sp.</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus sp. - Castanea sp.</i> , <i>Ulmus sp.</i>) Boisement hygrophile (<i>Ulmus sp.</i>) Fruticées, haies (<i>Prunus sp.</i>) Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure : Ech. nord : Moy. = 1,42 mm (N=7 ; Ec-type = 1,04 mm) Contextes de croissance difficiles (boisements denses, sols pauvres ?).
Structure [21]_75. structure accessoire Deux lots étudiés,	Fosse de rejet des résidus fosse avec os brûlés, charbons et pierres brûlés.	gallo-romain	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	Rejets de crémation (bûcher): Les fragments de ce lot proviennent exclusivement de charbons de chêne de courbure intermédiaire et forte. C'est donc du bois de petit et moyen calibre, probablement des branches, qui a été utilisé. Les charbons montrent généralement des aspects luisants, caractéristiques de conditions de combustion chaudes et réductrices, correspondant peut-être à l'intérieur d'un bûcher. Des fentes de retrait ont été observées sur plusieurs fragments, indiquant un bois brûlé à l'état « vert » ou partiellement sec.	Boisement de type chênaie (<i>Quercus sp.</i>) Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure : Ech. nord : Moy. = 1,92 mm (N=6 ; Ec-type = 0,85 mm) Conditions de croissance « moyennes à difficiles » (boisements clairs?)
Structure [23]_79. structure primaire ? Quatre lots étudiés.	Bûcher ? Avec système de fosse pour le tirage ?	gallo-romain	Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) et chêne (<i>Quercus sp.</i>)	Rejets de crémation (bûcher): Le hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) est le principal taxon. Quelques rares fragments de chêne (<i>Quercus sp.</i>) ont en plus été identifiés dans deux lots. La plupart des fragments correspondrait à du bois de petites branches. L'aspect des charbons est le plus souvent « dur-luisant », trait caractéristique de bois ayant brûlé dans des conditions chaudes et réductrices, peut-être le cœur d'un bûcher. Quelques fentes de retrait ont été observées mais dans des proportions moindres que dans les ensembles précédents (moins de 20% des fragments). En revanche, quelques galeries de xylophage ont été détectées ce qui accrédirait plutôt l'utilisation de bois mort.	Boisement de type chênaie-hêtraie (<i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus sp.</i>)

Fig. 53 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les quatre structures sans attribution chronologique.

- **Informations d'ordre environnemental**

Seulement cinq taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le taxon dominant correspond au chêne suivi du hêtre détecté dans trois des dix structures. L'orme et la famille des Prunoïdées ont été observés uniquement dans la structure [17]_94.

La faible diversité observée est vraisemblablement davantage liée aux fonctions funéraires ou artisanales des structures étudiées plutôt qu'à une réalité paléo-paysagère. En effet, contrairement aux contextes domestiques où le combustible est souvent constitué de bois de « tout venant », le combustible utilisé dans la composition des bûchers mais aussi dans la structure à vocation artisanale ([5]_22) ont vraisemblablement fait l'objet de sélections, tant au niveau des essences que de la qualité du bois.

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.*) et de la **chênaie-hêtraie** avec le chêne (*Quercus sp.*), le hêtre (*Fagus sp.*), 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 **"landes-fourrés", lisières forestières, haies, associations héliophiles** : avec la détection des Prunoïdées (*Prunus sp.*). Ces végétations attestent l'existence d'espaces ouverts ou clairsemés dans l'aire de ramassage.
- les **boisements hygrophiles** sont perçus avec l'orme (*Ulmus sp.*). Ces boisements pourraient provenir d'une zone humide, de bord de cours d'eau ou depuis une zone alluviale.

Les mesures de largeurs de cerne réalisées sur les fragments de chêne de gros et moyen calibre ont permis de calculer des moyennes de largeurs de cerne pour onze prélèvements. Nous constatons des valeurs moyennes assez homogènes, centrées entre 1 et 2 mm. Ces valeurs correspondent à des croissances difficiles, en liaison avec des contextes abiotiques (ex. sols pauvres, météorologie,...) et/ou biotiques contraignants (compétition vis à vis des ressources, ex. chênaie dense). Aucune évolution des largeurs moyennes n'est perceptible entre les phases 1 et 2.

En ce qui concerne le calibre du bois utilisé, nous constatons pour l'ensemble des prélèvements une majorité de fragments montrant des courbures de cerne fortes et intermédiaires. Quelques gros charbons ont été observés dans les structures [23]-79 et [2]_78 (urne) permettant d'estimer des diamètres allant de 2 à 5 cm de rayon. Les fragments montrant des courbures de cerne faibles sont assez rares, ils correspondent généralement à du chêne. C'est donc avant tout du bois de branches, voire de brindilles (pour l'allumage) qui a globalement été utilisé sur l'ensemble des phases 1 et 2. Seuls quelques charbons de chêne pourraient provenir de bois de gros calibre (grosses branches et troncs) mais qui n'ont dû être utilisés que ponctuellement.

- **Informations d'ordre technique :**

- Les ensembles charbonneux provenant de résidus de crémation : [01] 72, [16] 95, [06] 80, [22] 78, [24] 83, [14] 77, [17] 94, [21] 75, [23] 7 :

Dans la plupart des structures, le combustible utilisé a visiblement fait l'objet de ramassages sélectifs tant au niveau des essences que de la qualité du bois.

Pour six des neuf ensembles charbonneux interprétés comme des rejets de bûchers un seul taxon a été identifié : le chêne. Le hêtre, réputé comme étant aussi un excellent combustible, a été observé dans trois ensembles.

Ce sont essentiellement des fragments provenant de bois de petit et moyen calibre (branches) qui ont été observés.

L'étude des quatre lots prélevés en stratigraphique pour la structure [22]_78 a permis d'identifier un gradient du calibre des bois utilisés à l'intérieur du comblement. Des fragments provenant de bois de petit calibre ont été observés en quantité dans les couches profondes alors que les charbons provenaient plutôt de bois de calibre intermédiaire dans les niveaux supérieurs. Ce constat suggère un dépôt de brindilles et de petites branches destinées probablement à la phase d'allumage dans le fond de la fosse suivi d'un ajout de branches de calibre intermédiaire afin d'alimenter et entretenir la combustion. L'utilisation quasiment exclusive de bois de moyen et petit calibre a probablement aussi été favorisée pour des raisons de « facilité » de collecte.

Des fragments d'aspect « luisant » ou « fendu-luisant » ont presque systématiquement été détectés à l'intérieur des lots provenant des restes de bûchers (à l'exception de la structure [17]_94). Le phénomène à l'origine de l'aspect « luisant » n'est pas encore parfaitement compris. Il semble néanmoins que des contextes de combustion anaérobies et de hautes températures soient favorables au processus de « vitrification » (exemple : bas-fourneaux, fours, pratiques de charbonnage selon Blaizot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). Il est donc vraisemblable que les bûchers, et plus particulièrement « le cœur » de ces bûchers, aient aussi constitué des contextes de combustion propices à la formation de ces aspects.

Dans la plupart des structures, une part importante des fragments présentait des fentes de retrait caractéristiques de combustion de bois « verts » (Fig. 61) ou partiellement secs. Le bois a donc été récolté assez rapidement avant les combustions (exceptions faites des structures [23]_79 et [17]_94 où la présence de galeries de xylophage et l'absence de fentes de retrait attestent plutôt l'utilisation de bois morts et secs).

Un seul prélèvement correspondant au contenu d'une urne a été étudié. Il s'agit de l'urne associée à la structure [22]_78. Les quelques fragments analysés avaient des caractéristiques semblables aux charbons retrouvés dans le comblement de la structure (essence, calibre, aspect des charbons). L'effectif des fragments étudiés est néanmoins statistiquement trop faible pour pouvoir rattacher la composition anthracologique du contenu de l'urne aux ensembles charbonneux environnants. Mis à part les plus gros charbons, le contenu de l'urne livra un sédiment charbonneux-cendreuse mêlé à des petits fragments d'os. L'observation de cet ensemble permit de détecter des petits conglomérats minéraux orangés (traces d'oxydation métalliques ?) et des négatifs d'éléments périssables (pépins, graines, petits fragments de bois ?) (Fig. 56 et 57).

Au niveau chronologique, la comparaison des compositions anthracologiques des phases 1 et 2 (Fig. 51 et 52) ne permet pas de faire ressortir de différences

significatives. Nous n'avons pas constaté non plus de différences entre les structures avec ou sans vase-ossuaire.

Huit des neuf ensembles charbonneux associés aux rejets de crémation (bûchers) montrent des compositions semblables. Ces similitudes suggèrent la persistance d'habitudes techniques liées vraisemblablement à des systèmes techniques bien en place.

Toutefois, la composition anthracologique de la structure [17]_94 se révéla assez différente des autres assemblages. L'analyse permit de détecter cinq taxons anthracologiques et des charbons majoritairement d'aspect mat. Même si le calcul de l'indice de Pareto ne permet pas d'attester un ramassage de « tout-venant » (Fig. 50), il semble que l'on ait accordé moins de soin dans la constitution de ce combustible. De plus, l'aspect mat des charbons semble indiquer une combustion en contexte ouvert, peut-être un bûcher plus modeste.

- La structure [05]_22 en lien avec une activité d'ordre métallurgique :

L'analyse anthracologique de cette structure a été réalisée afin de comparer les résultats avec les rejets de crémation.

L'étude a révélé une composition anthracologique assez semblable aux autres ensembles. A savoir, des charbons issus de branches de chêne brûlées à l'état « vert » ou partiellement sec.

De nouveau, l'utilisation exclusive du chêne s'explique probablement par son excellente combustibilité, mais probablement aussi par l'existence de chênaies aptes à fournir du bois de brindilles et de branches dans les environs du site.

Contrairement aux restes de crémation, l'analyse anthracologique de cette structure permet d'observer des charbons aux aspects scoriacés et fondus (Fig. 54 et 55). Ces aspects caractérisent des pratiques différentes, en cohérence avec l'hypothèse d'activités artisanales d'ordre métallurgique. En effet, ces aspects sont souvent observés sur des charbons retrouvés à proximité d'ateliers d'affinage ou de bas-fourneaux, contextes propices aux processus de vitrification (Oilic, 2011).

- **Remarques d'ordre méthodologique :**

Malgré les précautions prises par rapport à la représentativité des résultats (Fig. 3 et chapitre 1.), les effectifs étudiés nous ont semblé insuffisants. En effet, les masses de fragments étudiés ne correspondent qu'à quelques pourcents des masses totales par lot. Dans le cadre d'une première approche, nous avons choisi de nous intéresser à plusieurs structures à la fois afin de pouvoir comparer différentes compositions anthracologiques à l'échelle du site. A l'issue de cette étude, les ensembles charbonneux nous sont apparus globalement semblables pour huit des neuf structures. Ces similitudes sont vraisemblablement liées à des habitudes techniques dans la façon de construire les bûchers. Il serait à l'avenir probablement plus pertinent de concentrer l'effort d'étude sur une ou deux structures afin d'aborder des problématiques concernant davantage des questions techniques telles que la qualité du bois collecté, avec d'éventuelles traces de bois d'allumage et de « consolider » un certain nombre d'observations dendrologiques (estimation des diamètres minimums des bois utilisés grâce à des mesures d'angles des rayons, observations des fentes de retrait, traces de xylophage, aspects luisants des charbons).

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'antracologie, 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'antracologie*. 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.

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

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

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

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

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 pages.

6. ANNEXE – Photographies



Fig. 54 – Fragment de chêne, aspect fondu brillant avec quelques traces de métal. Structure [05]_22. Grossissement x12. L'échelle représente des millimètres.



Fig. 55 – Fragment de chêne, aspect scoriacé. Structure [05]_22. Grossissement x12. L'échelle représente des millimètres.

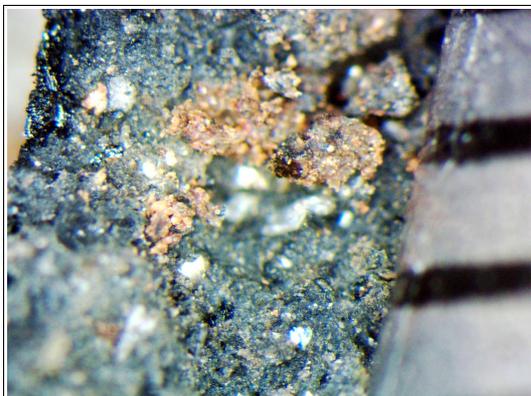


Fig. 56 – Traces orangées (d'oxydation métalliques ?) observées dans le sédiment charbonneux du prélèvement provenant de l'intérieur de l'urne. Structure [22]_78. Grossissement x35.

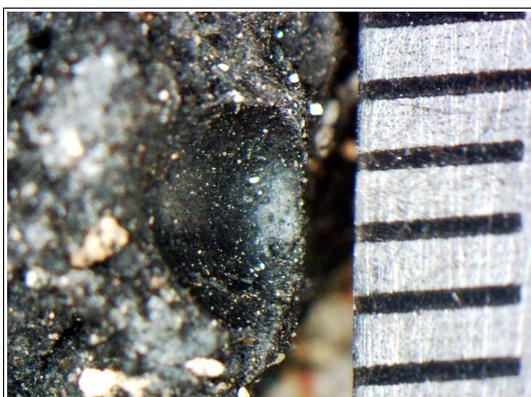


Fig. 57 – Négatif de matière périssable (graine, coquille, pépin ?) identifié dans le sédiment charbonneux du prélèvement provenant de l'intérieur de l'urne. Structure [22]_78. Grossissement x12.



Fig. 58 – Fragment de hêtre (*Fagus sylvatica*) avec galeries de xylophage. Prélèvement [23]_79, partie ouest. Coupe transversale. L'échelle représente des millimètres. Grossissement x10.

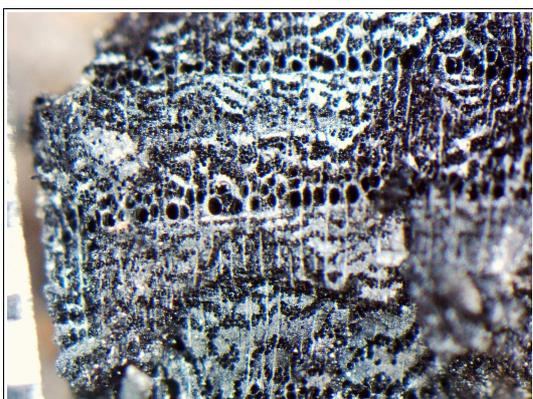


Fig. 59 – Fragment d'orme (*Ulmus sp.*). Prélèvement [17]_94. Coupe transversale. L'échelle représente des millimètres. Grossissement x20.



Fig. 60 – Fragment de hêtre (*Fagus sylvatica*) luisant, de forte courbure de cerne. Prélèvement [23]_79, partie ouest. Coupe transversale. L'échelle représente des millimètres. Grossissement x5.



Fig. 61 – Fragment de chêne (*Quercus sp.*), fendu-luisant et de forte courbure de cerne. Prélèvement [23]_79. Coupe Transversale. L'échelle représente des millimètres. Grossissement x5. Les nombreuses fentes de retrait caractérisent un bois brûlé à l'état « vert ».