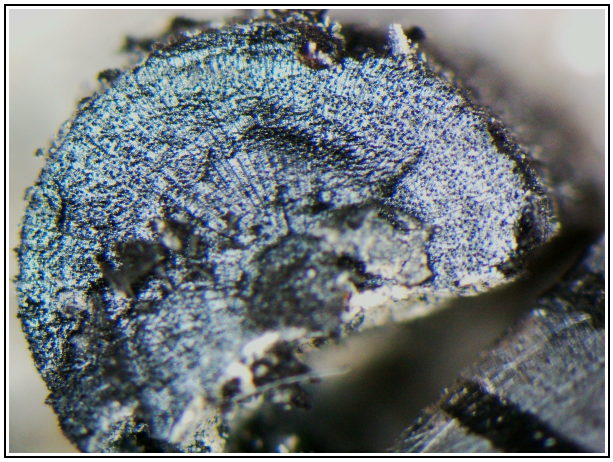
ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

ANALYSE DES FRAGMENTS CHARBONNEUX PRÉLEVÉS LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU « GRAND SANCTUAIRE » SUR LE SITE DE GISACUM, LE VIEIL-EVREUX (27).

CAMPAGNES DE FOUILLES DE 2026. SONDAGE S52 : CS.2486 (COMBLEMENT DE PUITS : US 216.1858 À 216.1900) ET SONDAGE S53 (US 241.017, US 241.031, US 241.033).



MISSION ARCHÉOLOGIQUE DÉPARTEMENTALE DE L'EURE

Rapport d'étude anthracologique

Octobre 2026

DEPARTEMENT DE L'EURE

La Mission Archéologique Départementale de l'Eure

Opération archéologique du « Grand Sanctuaire » sur le site de Gisacum, Le Vieil-Evreux (27)

Campagnes de fouilles de 2026.

Sondage S52 : CS.2486 (comblement de puits : US 216.1858 à US 216.1900) et Sondage S53 (US 241.017, US 241.031, US 241.033).

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Octobre 2026

Illustration de la page de couverture :

Charbon de Buis (Buxus sempervirens) Prélèvement P02-1688 (US 216.1877), sondage 52. Coupe transversale vue sous loupe binoculaire (laboratoire ArkéoMap). Grossissement x 35, l'échelle représente des millimètres.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....4
1. 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.....15
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....21
3.1)Prélèvements du sondage n°52, CS 2486.....21
3.1.1. Résultats synthétiques.....21
3.1.2. Interprétations.....25
3.2)Prélèvements du sondage n°53.....28
3.2.1. Résultats synthétiques.....28
3.2.2. Interprétation.....28
4. SYNTHESE.....29
5. BIBLIOGRAPHIE.....32
6. ANNEXE – Inventaire des résultats anthracologiques par US.....35
7. ANNEXE - Photographies.....49

INTRODUCTION

Cette étude anthracologique fait suite à trois campagnes de fouilles archéologiques effectuées à proximité du « Grand Sanctuaire » du site de Gisacum au Vieil-Evreux (27) la dernière en date, en 2026, correspondant à la poursuite de la fouille du comblement du puits CS2486 (sondage 52). Ces opérations ont été menées par la Mission Archéologique Départementale de l'Eure. La fouille a été dirigée par Sandrine Bertaudière, archéologue de la Mission Archéologique Départementale.

Le site archéologique du Vieil-Evreux est considéré comme une agglomération secondaire à vocation religieuse. Il est implanté sur un plateau crayeux encadré par les profondes vallées de l'Iton et de l'Eure, à 6 km à l'est de *Mediolanum Aulercorum* (Evreux).

Selon S. Bertaudière (2014), les premières traces d'occupations semblent apparaître durant le Ier siècle sous la forme de deux îlots d'habitation. De grands travaux d'agrandissement et de transformation sont entrepris au cours du IIIe siècle ce qui correspond à l'apogée du site. C'est à cette période qu'un nouveau sanctuaire monumental (temple central de la période sévérienne, phase II.5) est construit sur les vestiges d'un sanctuaire précédent et plus modeste (temple de forme circulaire daté de la période flavio-antonine, phase II.3).

Vers le milieu IIIe siècle les travaux sont interrompus, le sanctuaire subi une première démolition (symbolique?) (phase II.5c) puis est fermé (phase II.5d).

A la fin du IIIe siècle le sanctuaire est fortifié et réoccupé (phase III.1).

A partir du IVe siècle, l'ensemble est totalement démoli et va servir de carrière (phase III.2). Les gros blocs qui constituaient les murs du sanctuaire sont cassés pour faire des plus petits moellons, probablement en vue de construire l'enceinte d'Evreux (Bertaudière S., 2014).

L'étude anthracologique ci-présente porte sur une sélection de 91 prélèvements charbonneux. Ils proviennent du comblement du puits (CS.2486). Des niveaux de comblement supérieurs (campagnes de 2020 à 2022) ont déjà été étudiés en 2023 (Gaudin 2023), puis en 2025 (campagne de 2023, 2024 et 2025) (Gaudin, 2025). L'attribution chronologique des prélèvements correspond à la période de démolition définitive du sanctuaire, phase III.2 (Fig. 1).

Plusieurs autres études archéobotaniques ont été effectuées sur le site archéologique du Vieil-Evreux (*Gisacum*). Des études palynologiques ont été réalisées entre les thermes et la palestre par A. Gauthier (*in* Guyard L., 1998), sur le *Macellum* (M. Court-Picon, 2005) et sur les sédiments du fond d'un puits identifié près de la terrasse de liaison sud du Grand-Sanctuaire (Gaudin, 2015). Des études anthracologiques ont aussi été menées sur des charbons retrouvés en plusieurs points du site par H. Doutrelepont (Fechner K. *et al*., 2004 et Bertaudière S. *et al.*, 2014) et sur plusieurs structures situées à proximité du Grand Sanctuaire (Gaudin, 2015, 2018, 2019, 2021, 2023).

L'étude des restes charbonneux présentée dans ce rapport renseignera à terme sur la nature des essences utilisées, sur leur provenance biotopique, mais aussi potentiellement sur des choix techniques.

1. ORIGINE DES PRELEVEMENTS

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE	
Commune :	Vieil-Evreux (27)
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	Sanctuaire du Vieil-Evreux
Année :	Campagnes 2026
N° OA :	Sondage 52 : comblement du puits CS.2486 ; et sondage 53 CS.2501 US 241.017; US 241.031 ; US 241.033
Resp. d'Op. ; commanditaire	Sandrine Bertaudière
Type d'opération :	Fouilles pluriannuelles
Période d'analyse pressentie	Septembre-octobre 2026

Année	n° de prélèvement	Sondage	CS.	US	Regroupements "des passes" en US	Phase de	Phase à	Effectifs étudiés
2026	P02-1670	52	2486	216.1858		III.2 (Démolition définitive du sanctuaire)	III.2	15
2026	P02-1671	52	2486	216.1859	1858-1859			15
2026	P02-1672	52	2486	216.1860	1860			15
2026	P02-1673	52	2486	216.1861	1861			15
2026	P02-1674	52	2486	216.1862				15
2026	P02-1675	52	2486	216.1863	1862-1863			21
2026	P02-1676	52	2486	216.1864	1864			12
2026	P02-1677	52	2486	216.1865	1865			36
2026	P02-1678	52	2486	216.1866				31
2026	P02-1679	52	2486	216.1867				16
2026	P02-1680	52	2486	216.1868	1866 – 1867 – 1868			36
2026	P02-1681	52	2486	216.1869	1869			15
2026	P02-1682	52	2486	216.1870	1870			9
2026	P02-1683	52	2486	216.1871	1871			10
2026	P02-1684	52	2486	216.1872	1872			12
2026	P02-1685	52	2486	216.1874	1874			10
2026	P02-1686	52	2486	216.1875	1875			6
2026	P02-1687	52	2486	216.1876				10
2026	P02-1688	52	2486	216.1877				16
2026	P02-1689	52	2486	216.1878				10
2026	P02-1690	52	2486	216.1879	1876 – 1877 – 1878 – 1879 – 1880			12
2026	P02-1691	52	2486	216.1880				15
2026	P02-1692	52	2486	216.1881				18
2026	P02-1693	52	2486	216.1882				15
2026	P02-1694	52	2486	216.1883				32
2026	P02-1695	52	2486	216.1884	1881 – 1882 – 1883 – 1884 – 1885			12
2026	P02-1696	52	2486	216.1885				11
2026	P02-1697	52	2486	216.1886	1886			7
2026	P02-1698	52	2486	216.1887				10
2026	P02-1699	52	2486	216.1888				30
2026	P02-1700	52	2486	216.1889	1887 – 1888 – 1889			30
2026	P02-1701	52	2486	216.1890	1890			17
2026	P02-1702	52	2486	216.1891	1891			3
2026	P02-1703	52	2486	216.1892	1892			30
2026	P02-1704	52	2486	216.1893				15
2026	P02-1705	52	2486	216.1894	1893 – 1894			19
2026	P02-1706	52	2486	216.1895	1895			17
2026	P02-1707	52	2486	216.1896	1896			12
2026	P02-1708	52	2486	216.1897	1897			15
2026	P02-1709	52	2486	216.1898				17
2026	P02-1710	52	2486	216.1899	1898 - 1899			16
2026	P02-1711	52	2486	216.1900	1900			17
Sous-total pour le comblement du puits : US 216.1858 à US 216.1900 : phase III.2								**695**
2026	P02-1712	53	2501	241.017	241.017	II.5c	III.2	1
2026	P02-1713	53	2500	241.031	241.031	CS.2500 correspondrait à la phase II.5a-b ?		3
2026	P02-1714	53	2500	241.033	241.033			5
TOTAL								**704**

Fig. 1 – Inventaire des prélèvements par sondage, comptages anthracologiques.

Les restes anthracologiques proviennent de 42 prélèvements réalisés lors du sondage S52 et 3 prélèvements du sondage S53. Pour le sondage S52, les prélèvements proviennent du comblement du puits CS.2486. Au total, 704 fragments ont été observés. Les lots ainsi qu'une brève description sont listés dans le tableau de la figure 1.

Le tamisage et la flottation des sédiments ont été réalisés par le service départemental d'archéologie avec des mailles allant de 2 à 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 d'identification 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 a été souvent le cas. Toutefois quelques prélèvements montrèrent davantage de diversité. La courbe réalisée pour le groupe de prélèvements des « US 216.1881, 216.1882, 216.1883, 216.1884, 216.1885 montre un seuil situé entre 15 et 30 fragments (Fig. 3). Ce seuil a systématiquement été atteint lorsque le nombre de charbons présents à l'intérieur des lots était suffisant.

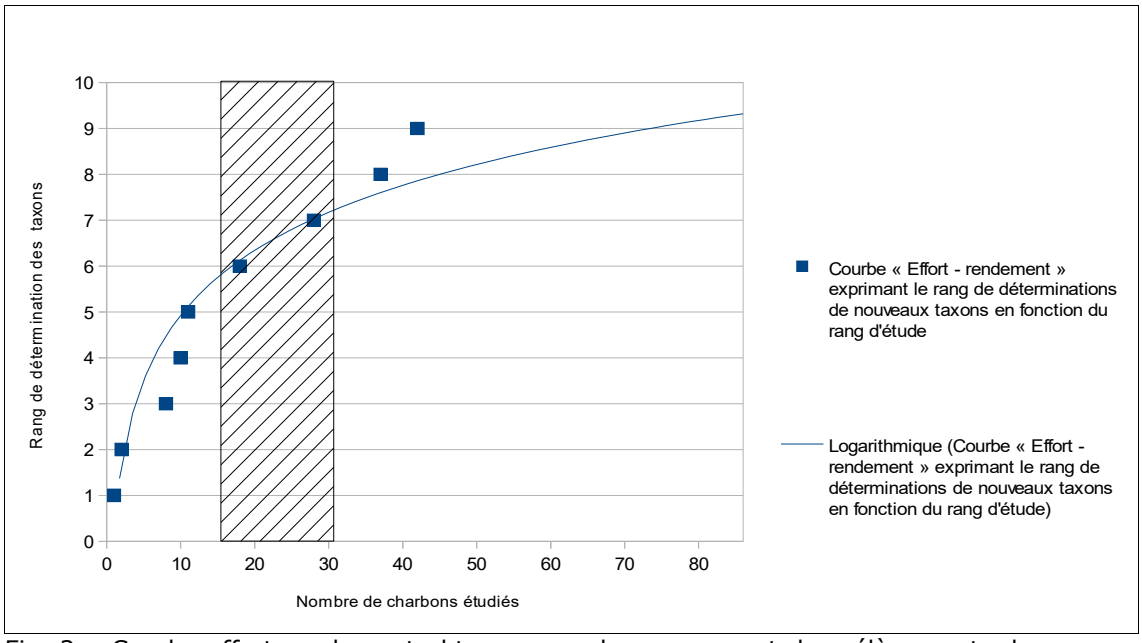


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le groupement de prélèvements des passes US 216.1881, 1882, 1883, 1884, 1885 du sondage 52 (CS.2486). Dans cet exemple, le neuvième taxon (*Tilia sp.*) a été observé au rang 42 et le seuil « d'effort - rendement » se situe entre 15 et 30 charbons.

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 combustions, 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 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. 1).

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

2.1) Équipement d'observation

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





Figure 3 - 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.

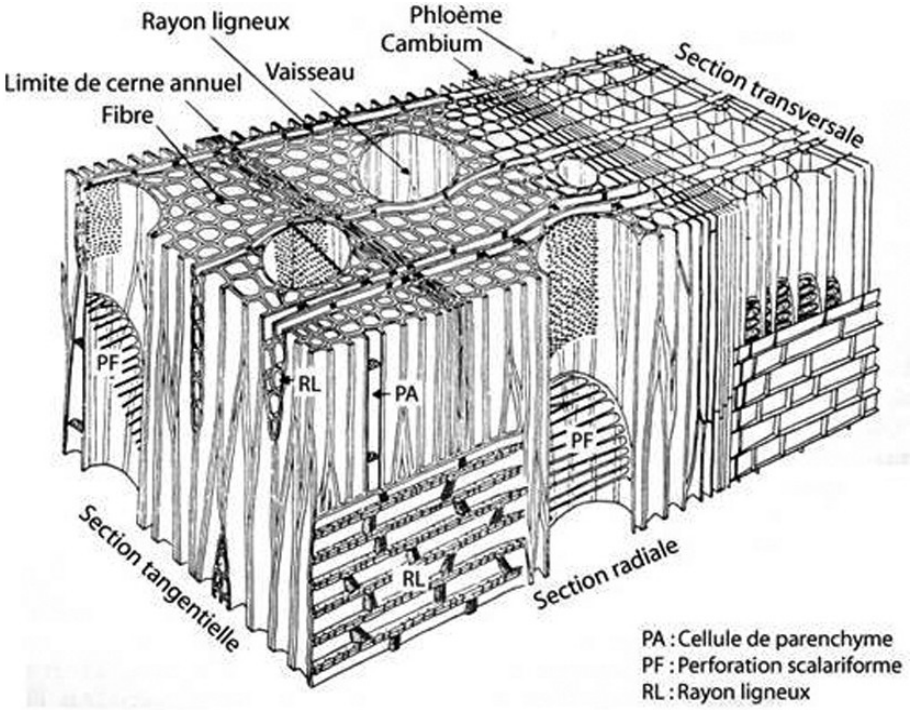


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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

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

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

Notons aussi le taxon anthracologique « *Quercus / Castanea* » désignant aussi bien le chêne que le châtaignier. En effet, les deux taxons se différencient par la

présence d'un critère anatomique (les rayons multisériés présents chez le chêne) qui n'est pas toujours visible sur les petits fragments.

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

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

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

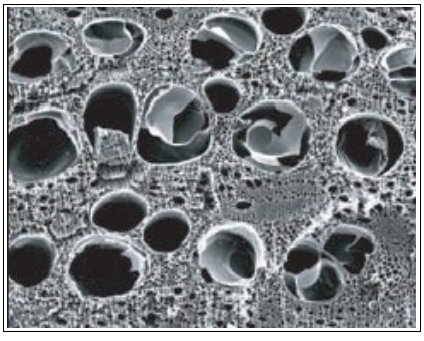
- le rythme de croissance

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

- la présence de thylles

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

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



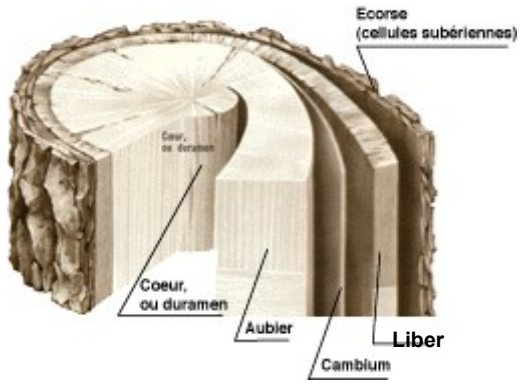
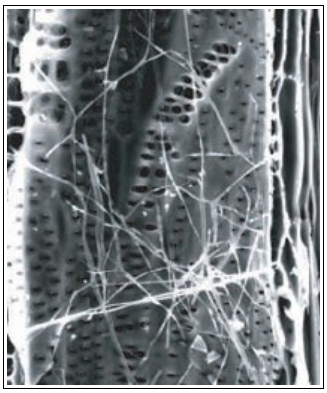


Fig. 5 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans du duramen carbonisé de chêne (Marguerie *et al.*, 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à la présence de thylles, des autres tissus dont l'aubier caractérisé par l'absence de thylles.

- 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.

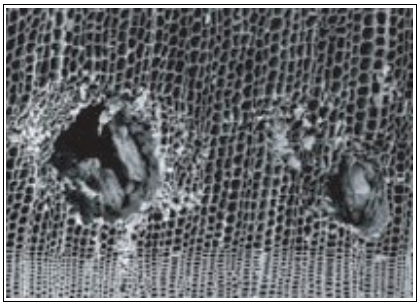
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- 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. 7 – 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. 8 – Exemple de fentes de retrait (Marguerie et al., 2010).

La vitrification (ou aspect luisant du charbon) affecte plus souvent des petites pièces de bois (Oilic, 2011). Selon Marguerie *et al.* (2010), elle est la conséquence de conditions spécifiques de combustion ou de taphonomie, voire d'un état particulier du bois avant le passage au feu. Une combustion rapide à haute température peut causer une déformation des tissus, une apparition de fissures et une fusion (Schweingruber, 1982). Prior et Alvin y voient la conséquence d'une combustion à très haute température (Prior et Alvin, 1986), néanmoins ce seul critère serait remis en cause par McParland *et al.*, (2010). De fortes variations de températures comme "un refroidissement rapide de surfaces chaudes en conditions anaérobie" (conditions réductrices) pourraient par exemple provoquer ce phénomène de vitrification selon Blaizot *et al.* (2004). Selon H. Seignac (Nicolas *et al.*, 2013), la vitrification demeure un phénomène qui n'a jamais été reproduit en contexte expérimental mais on retrouve des charbons vitrifiés dans deux types de structures : les fours de réduction et les charbonnières. Elle reste un phénomène complexe, dépendant à la fois de la nature du combustible (bois vert ou sec, calibre, essence) et de son contexte de combustion (température, degré d'oxygénation).

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

Il discerne quatre niveaux de vitrification :

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

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

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

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

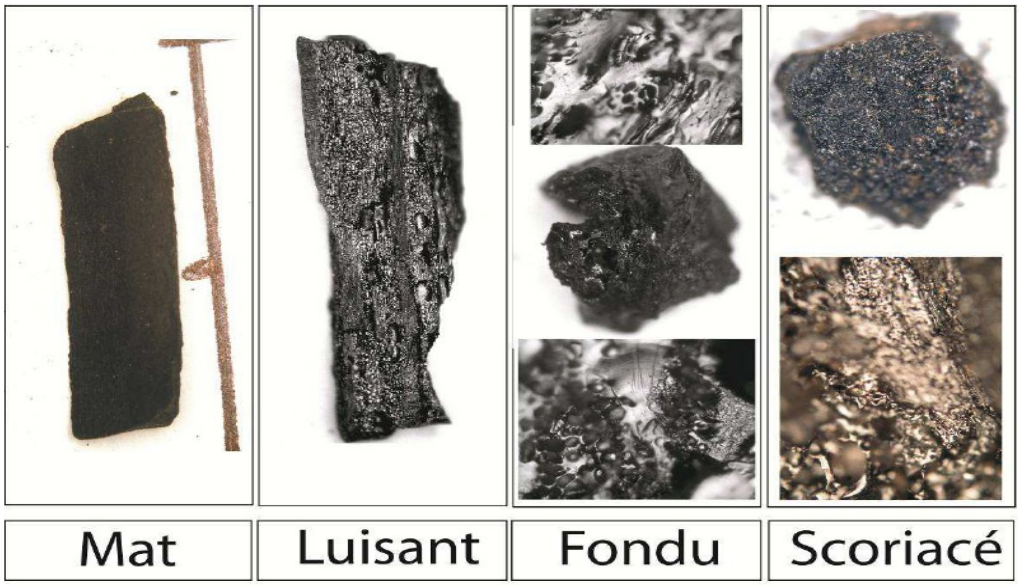
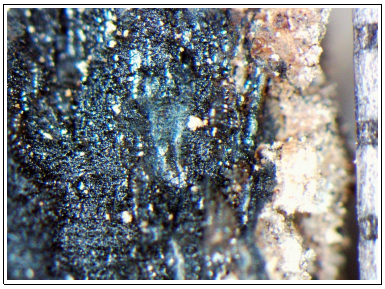


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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



Remarque : l'aspect de certains charbons n'a pu être qualifié par cette classification. Quelques charbons avaient en effet un aspect « granuleux », avec des structures anatomiques indéterminées. Cet aspect se différencie de l'aspect « scoriacé » par le fait qu'il ne semble pas se produire de phénomène de « fusion » des parois cellulaires. Un cinquième aspect « granuleux » (Fig. 10) a donc parfois été utilisé.

Fig. 10 – Exemple de fragments charbonneux avec un aspect « granuleux ».

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

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

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

2.3) Observation macroscopique du plan ligneux

- Observations de caractères dendrologiques :

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

- Mesures des largeurs moyennes de cernes ou croissance radiale :

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

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

- 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. 11). 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.

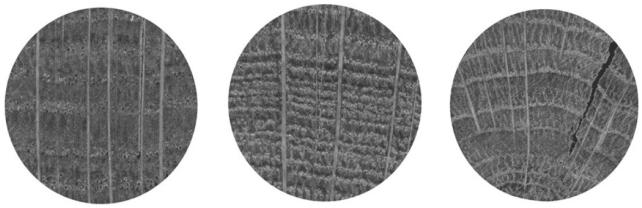


Fig. 11 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude de l'ensemble des prélèvements a permis de déterminer 18 à 20 taxons anthracologiques (certains taxons peuvent correspondre à plusieurs essences). De façon générale, cinq à six taxons se dégagent, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*), du chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*) du genre *Prunus,* du hêtre (*Fagus sylvatica*), du frêne (*Fraxinus excelsior*) et de la famille des *Pomoïdées*. Dans une moindre mesure, l'érable (*Acer sp.*), le buis (Buxus sp.), le noisetier (*Corylus avellana*), le tilleul (*Tilia sp.*), le cornouiller (*Cornus sp.*) et le noyer (*Juglans sp.*) sont aussi très régulièrement identifiés (Fig. 18 et 22).

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

Le chêne (*Quercus sp.*) à feuilles caduques correspond indifféremment, dans le domaine géographique considéré, essentiellement aux chênes 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 :

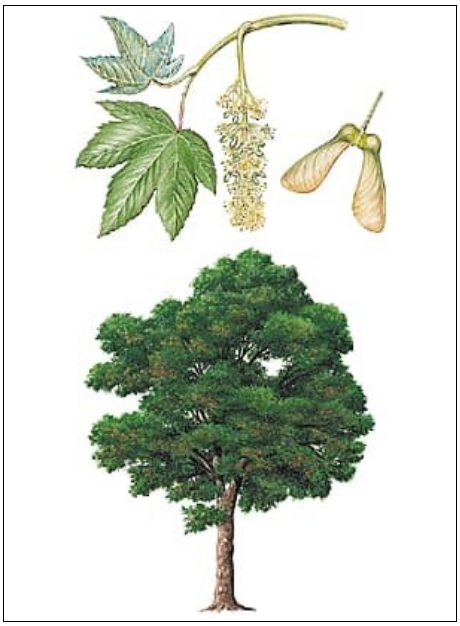
La présence du châtaignier (*Castanea sp.*) sur ce site reste hypothétique car c'est la détection d'un critère anatomique (les rayons multisériés) qui permet de le différencier du chêne. Or, sur les petits fragments, l'absence de ce critère n'est pas forcément significatif du châtaignier, d'où la nécessité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

Le hêtre *(Fagus sp.)* est une espèce de forêt caducifoliée (chênaie – hêtraie) de large amplitude. Il appartient le plus souvent à des forêts fraîches et mâtures. C'est une essence d'ombre en climat sec et de lumière en climat humide. Il offre un bois homogène sans duramen distinct se travaillant assez facilement. C'est un bois dur à fine écorce. Son utilisation est très variée : objets ménagers, manches d'outils, mobilier. Il peut aussi être utilisé dans la construction, mais plutôt pour les menuiseries intérieures car il est sensible à l'humidité. Il n'est pas adapté pour la structure d'une charpente, mais davantage pour l'ébénisterie, parquets, lambris, escaliers et pièces nécessitant un cintrage. Il constitue un excellent bois de chauffage et fournit un charbon très estimé. Toutefois, il peut être difficile à allumer, l'utilisation de petit bois provenant d'un arbre léger peut aider à l'allumage.

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

Le tilleul (*Tilia sp.*) est une essence de demi-ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols riches en bases : sols de pH neutre à acide. Pour ce qui concerne le tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*), c'est une espèce mésophile, elle peut s'associer à la chênaie-hêtraie mais aussi aux boisements hygrophiles avec l'aulne, le saule ou le peuplier par exemple. Il constitue un combustible plutôt médiocre mais à forte chaleur rayonnante.

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



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

Fig. 12 – Représentation de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Le charme (*Carpinus sp.*) est une essence de demi-ombre ou d'ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols à richesse minérale variable : sols de pH basique à moyennement acide. Il apprécie les sols profonds secs à frais. C'est une espèce qui a besoin d'étés chauds pour la maturation des graines. On le trouve partout en France, sauf dans le Sud-Ouest, en Bretagne et Basse-Normandie et sur le pourtour méditerranéen.

Il est fréquemment associé aux forêts collinéennes (*Carpinion betuli*) et chênaies mixtes, aux bois, aux haies. Il fournit un bois homogène à densité élevée, très dur et peu fissible. Plante astringente, c'est un excellent bois de chauffage, brûlant lentement avec une flamme vive. C'est un très bon charbon de bois, mais très peu utilisé en menuiserie car son tronc est trop peu régulier.

Le **frêne** (*Fraxinus sp.*) a aussi été régulièrement identifié. Ce genre correspond au frêne commun (*Fraxinus excelsior*) dans la région considérée. C'est un taxon mésophile à mésohygrophile que l'on trouve dans les bois frais, aux bords des eaux, sur les versants ombragés. Il est souvent associé aux forêts ripicoles, chênaies et hêtraies-chênaies. Le feuillage est un très bon fourrage pour les animaux (Rameau *et al.*, 1989). Il constitue un très bon bois de feu.

Le **saule** (*Salix sp.*) - **peuplier** (*Populus sp.*) sont des essences vivant dans des contextes humides tels que les bordures de rivières, les berges des lacs et zones alluviales. Ce sont des bois utilisés en vannerie et offrant pour le saule des propriétés médicinales. En revanche ce sont des bois de feu assez médiocre, charbon léger (Rameau *et al.*, 1989). Ce sont des essences à forte croissance pouvant assurer un bon allumage du feu, mais leurs combustions respectives sont trop rapides.

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



Fig. 13 – Représentation du noisetier (*Corylus avellana*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Le sureau (*Sambucus sp.*) est un arbuste qui pousse généralement dans des milieux clairs, en lisières, haies, bords de rivières, voire dans les décombres et bois frais. Il était autrefois utilisé pour remplacer le buis. Il produit des petits fruits comestibles cuits et parfois utilisés pour la confection des confitures.



Fig. 14 – Représentation du sureau (*Sambucus nigra*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Le cornouiller (*Cornus sp.*) est un genre qui correspond potentiellement à deux espèces d'arbres dans l'aire considérée : le cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*) et le cornouiller mâle (*Cornus mas*). Ce sont des arbustes héliophiles et poussant sur des sols riches en bases (pH basique à légèrement acide). On les trouve dans les bois de type chênaie, chênaie-hêtraie, forêt ripicole, lisière forestière, haie, fourré et friche. Il est utilisé en marqueterie, dans la confection d'outils... Le cornouiller mâle est réputé pour fournir un excellent bois de chauffage. Ses fruits sont comestibles à maturité. Les fruits du cornouiller sanguin donnent une huile utilisée autrefois pour l'éclairage et la fabrication du savon.

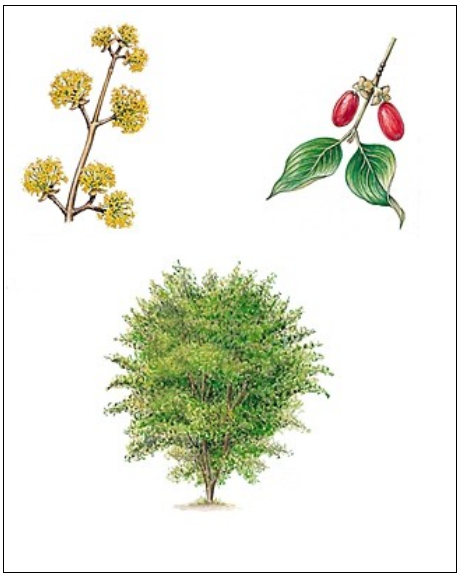


Fig. 15 – Représentation du cornouiller mâle (*Cornus mas*) extrait de l'encyclopédie Larousse.

Les **Pomoïdées** ou **Maloïdées** (ex. aubépine, poirier, néflier) et les **Prunoïdées** dont **le genre *Prunus sp.*** (ex. merisier, cerisier, prunellier) sont des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les lisières de bois, dans des bois clairs, des landes ou en forêts caducifoliées ouvertes. Il n'est pas rare des les retrouver associés aux genêts. Les **Pomoïdées** englobent par exemple les **poiriers-pommiers** mais aussi l'**aubépine**.

Les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent aussi correspondre aux **merisiers** et aux **cerisiers**. Excepté le merisier (*Prunus avium*), l'ensemble de ces taxons fournissent de bons combustibles.

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

Le noyer (*Juglans sp.*) est un taxon de climat assez doux qui reste sensible aux gelées du nord de la France. C'est une espèce héliophile et mésophile à méso-hygrophile. Il serait originaire des Balkans et aurait été planté un peu partout en France depuis l'époque gallo-romaine. Il serait « subspontané » dans les zones alluviales (*Rameau et al., 1989*). Néanmoins, on le trouve régulièrement dans les études polliniques parfois de façon très ancienne. C'est un bon combustible, donnant un charbon estimé. Il a parfois été cultivé pour ses noix à amandes comestibles.

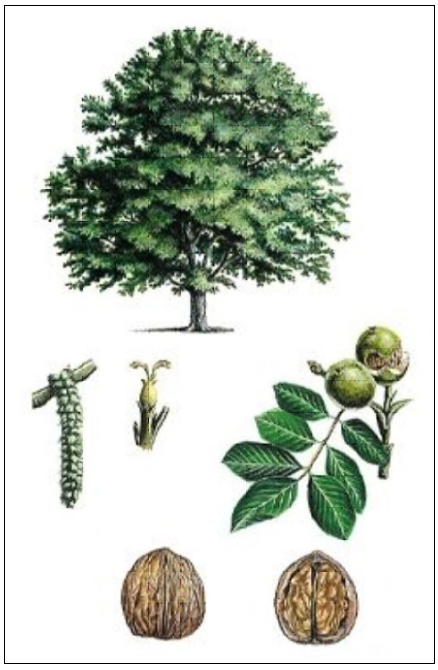


Fig. 16 – Représentation du noyer commun (*Juglans regia*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Le buis (*Buxus sempervirens*) est une essence plutôt thermophile et de sols secs (étage supraméditerranéen). Il est commun dans le midi et disséminé ailleurs. On le trouve à l'état naturel dans les formations végétales ouvertes comme les landes, fruticées, broussailles, friches, bois clairs. Son bois est parfois utilisé en marqueterie. Il est aussi utilisé comme plante ornementale dans les haies et bordures taillées.



Fig. 17 – Représentation du buis (*Buxus sempervirens*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Le pin (*Pinus sp.*) correspond à un genre comportant de nombreuses espèces aux biotopes variés. Le pin de type sylvestre (***Pinus sylvestris/mugo/nigra***) a pu être déterminé. Il est subspontané dans de nombreuses régions et il se répartit depuis l'étage collinéen à l'étage subalpin, il montre un spectre écologique très large.

Le fusain d'europe (Euonymus europaeus) est commune presque partout sauf en région méditerranéenne. C'est une espèce héliophile ou de demi-ombre vivant sur des sols à pH basique à neutre. On le trouve dans les formations de haies, lisières et dans les boisements ripicoles et de chênaies-hêtraies. Son bois donne un charbon ferme (fusain), très apprécié des dessinateurs.

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

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

L'ensemble des prélèvements correspondent à la même phase chronologique III.2 attribuée à la démolition définitive du sanctuaire.

Il est donc probable que les végétations ayant servie de combustible soient assez contemporaines entre elles.

Nous avons donc choisi de présenter l'ensemble des résultats dans leur détail en Annexe (chapitre 6.) et de présenter ci-dessous (3.1)) les résultats synthétiques.

3.1) Prélèvements du sondage n°52, CS 2486.

3.1.1. Résultats synthétiques

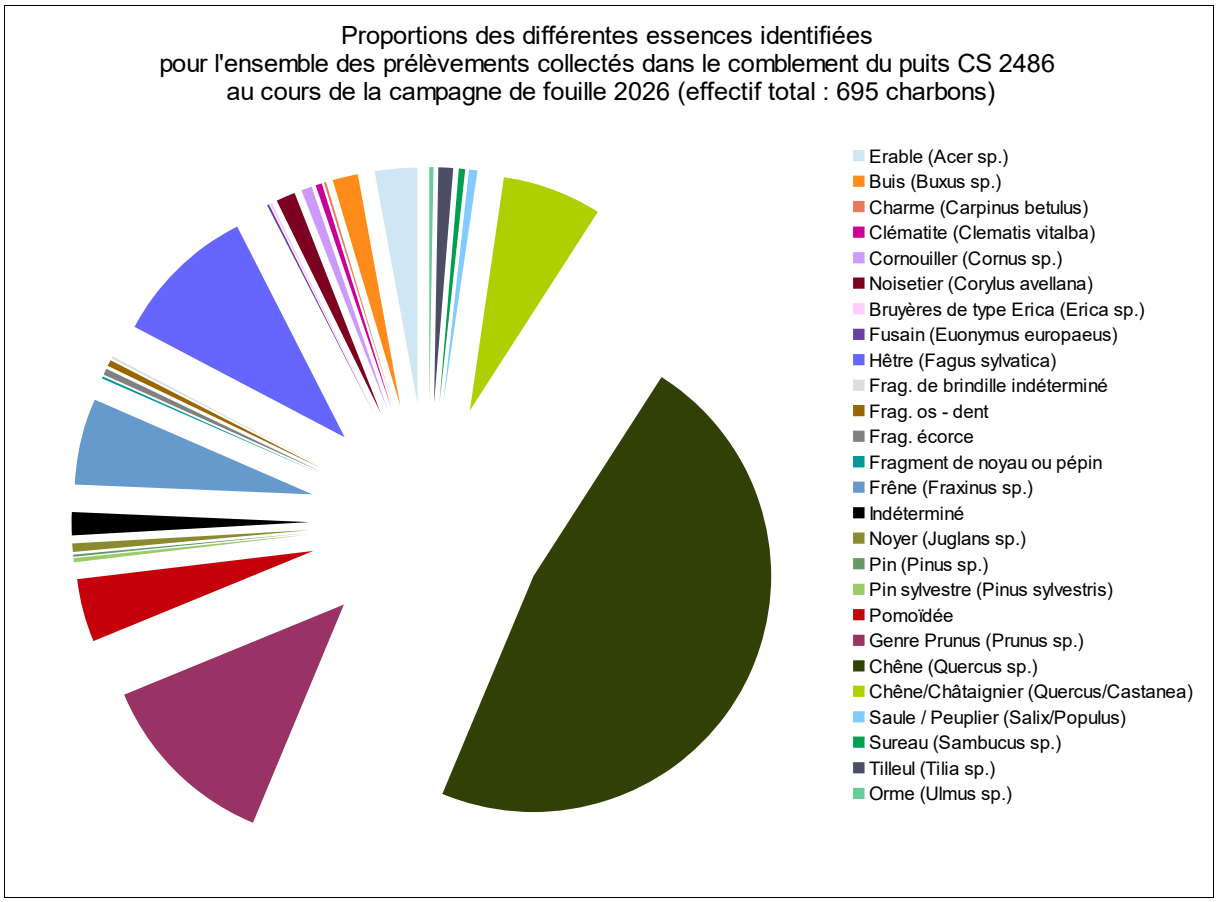


Fig. 18 – Histogramme représentant les proportions des différents taxons anthracologiques identifiés pour l'ensemble des prélèvements collectés à l'intérieur du comblement du puits CS2486 durant la campagne de fouille 2026, du prélèvement n°P02-1670 US 216.1858 à n°P02-1711 US216.1900 (695 charbons).

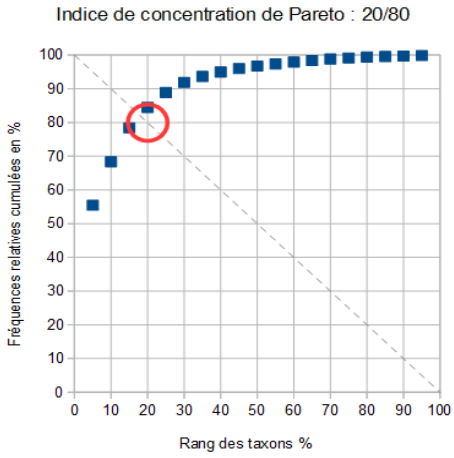
Légende	Principaux résultats synthétiques issu de l'analyse anthracologique
Nombre de charbons étudiés.	695 charbons pour les 42 prélèvements.
Diversité (nb de taxons anthracologiques)	18 à 20 (Les taxons anthracologiques « saule-peuplier » et « chêne-châtaignier » peuvent être considérés comme supplémentaires)
Indices de concentration de Pareto :	 Le principe du calcul de l'indice de concentration de Pareto repose sur le fait que dans les communautés végétales en équilibre, 20% des taxons correspondent à environ 80% de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999). Le calcul de l'indice montre que le rapport d'équilibre théorique est très proche de celui observé dans la nature. Les compositions anthracologiques constatées sont donc probablement issues de ramassages de « tout venant », peu sélectifs.
Courbures des cernes	Forte : 58,1% Intermédiaire : 40,4% Faible :1,47%
Fréquences des charbons d'aspect « luisant »	19,13%
Fréquences des charbons avec fentes de retrait	2,30%

Fig. 19 – Tableau synthétisant les principales caractéristiques (proportions des différentes essences, diversité, courbures des cernes, aspects luisants, aspects fendus) de l'ensemble des prélèvements provenant du comblement du puits CS2486, campagne de fouille 2026

			Courbure			Rythme		Combustion							
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux	Thylle	Moelle
CS2486 – prélèvements n°P02-1670 US 216.1858 à n°P02-1711 US216.1900	Acer sp.	20	1	10	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
	Buxus sp.	12	0	1	11	0	0	0	2	1	0	1	0	0	5
	Carpinus betulus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Clematis vitalba	3	0	0	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	Cornus sp.	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	9	0	1	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Erica sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euonymus europ.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	68	3	21	43	0	0	1	7	0	0	0	0	0	1
	Frag. de brindille	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. os - dent	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag.noyau ou pépin	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	41	0	22	18	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0
	Indéterminé	11	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	1	2
	Juglans sp.	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pinus sylvestris	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	30	1	11	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	87	1	30	51	0	0	2	10	1	0	0	0	0	2
	Quercus sp.	328	3	128	161	62	36	4	78	8	1	0	0	88	6
	Quercus/Castanea	47	0	7	22	0	1	5	10	1	1	0	0	9	2
	Salix/Populus	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sambucus sp.	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tilia sp.	7	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		695	9	247	355	62	37	13	117	13	2	1	3	99	20

Fig. 20 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements provenant du comblement du puits CS2486, campagne de fouille 2026

Identifiants des lots	US	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyennes	Ecart Type	Minimum	Maximum
P02-1670	216.1858	*Quercus sp.*	Faible et intermediaire	Régulier	2	7	0,79	0,2	0,65	0,93
P02-1672	216.1860				2	14	0,67	0,01	0,67	0,68
P02-1674	216.1862				1	3	1,18	0	1,18	1,18
P02-1675	216.1863				1	3	0,6	0	0,6	0,6
P02-1676	216.1864				1	3	1,25	0	1,25	1,25
P02-1677	216.1865				5	15	1,26	0,4	0,88	1,73
P02-1678	216.1866				1	4	1,63	0	1,63	1,63
P02-1679	216.1867				4	11	1,69	0,42	1,13	2,04
P02-1680	216.1868				1	3	0,17	0	0,17	0,17
P02-1681	216.1869				2	8	1,45	0,26	1,26	1,63
P02-1683	216.1871				1	3	2,67	0	2,67	2,67
P02-1684	216.1872				1	3	2,28	0	2,28	2,28
P02-1685	216.1874				1	2	1,56	0	1,56	1,56
P02-1688	216.1877				1	2	0,7	0	0,7	0,7
P02-1689	216.1878				2	9	0,84	0,58	0,43	1,25
P02-1690	216.1879				2	9	0,83	0,39	0,55	1,1
P02-1692	216.1881				1	2	2,35	0	2,35	2,35
P02-1694	216.1883				5	14	1,87	1,29	1	4
P02-1695	216.1884				2	12	0,75	0,6	0,32	1,18
P02-1697	216.1886				1	2	1,9	0	1,9	1,9
P02-1698	216.1887				2	6	1,45	0,68	0,97	1,93
P02-1699	216.1888				1	3	1,89	0	1,89	1,89
P02-1700	216.1889				3	10	2,04	0,84	1,22	2,9
P02-1701	216.1890				4	18	2,25	1,02	1,02	3,3
P02-1703	216.1892				1	5	1,17	0	1,17	1,17
P02-1704	216.1893				1	3	1,93	0	1,93	1,93
P02-1705	216.1894				1	9	0,5	0	0,5	0,5
P02-1706	216.1895				1	3	2,43	0	2,43	2,43
P02-1707	216.1896				1	3	1,73	0	1,73	1,73
P02-1708	216.1897				1	3	1,33	0	1,33	1,33
P02-1709	216.1898				3	11	1,77	0,76	1,08	2,58
P02-1710	216.1899				2	15	0,54	0,05	0,5	0,57
P02-1711	216.1900				2	3	3,64	1,22	2,77	4,5

Fig. 21 – Tableau synthétisant les résultats des moyennes de mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Moyennes calculées pour chacun des prélèvements provenant du comblement du puits CS2486, campagne de fouille 2026, du prélèvement n°P02-1670 US 216.1858 à n°P02-1711 US216.1900.

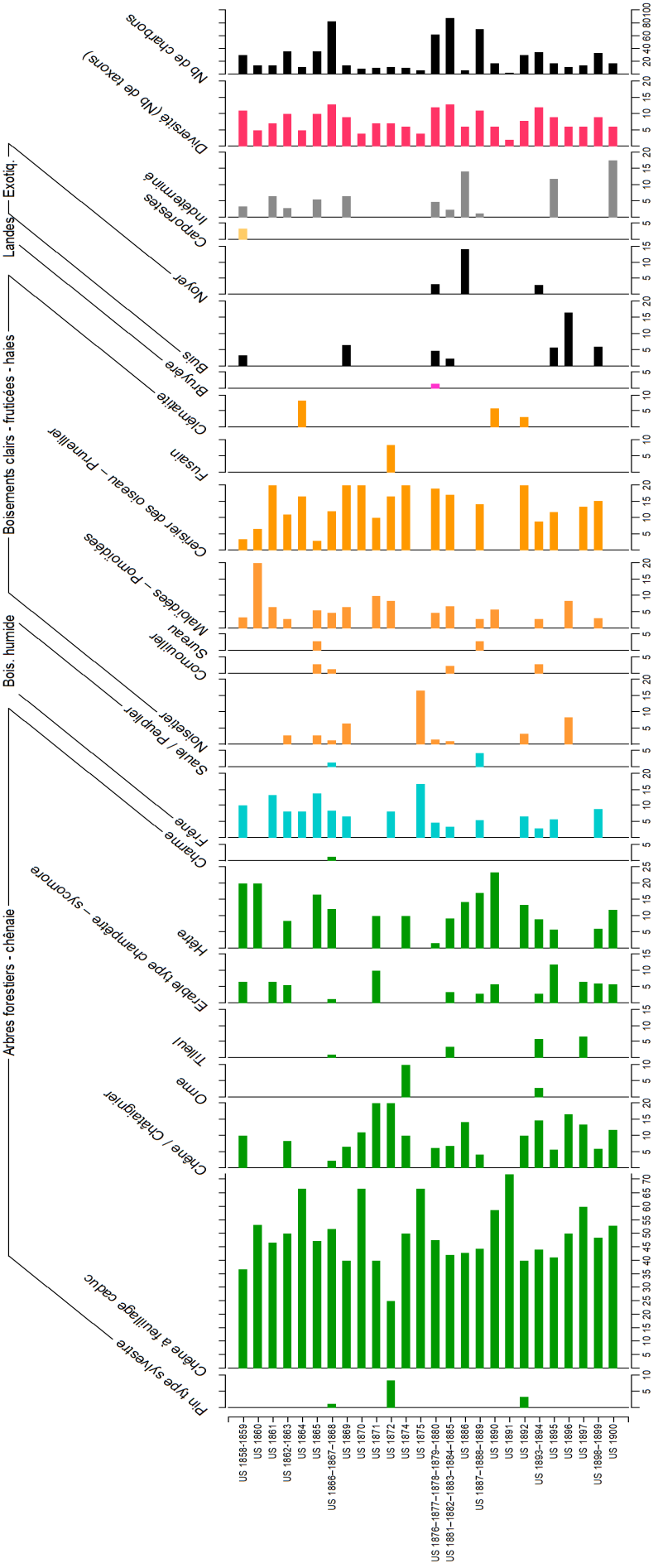


Fig. 22 Histogramme exprimant les fréquences de chaque taxon anthracologique par rapport au nombre de fragments total pour l'ensemble des prélèvements provenant du comblement du puits CS2486, campagne de fouille 2026. Prélèvements n°P02-1670 US 216.1858 à n°P02-1711 US216.1900.

3.1.2. Interprétations

42 prélèvements, correspondant à 26 US de niveaux de comblement du puits (CS. 2486), ont été étudiés (Fig. 1). Ces niveaux ont été datés de la phase III.2 (fin du IIIe-IVe siècle apr. J.-C.), correspondant à la phase de démolition finale et définitive du sanctuaire.

Les résultats obtenus s'inscrivent dans la continuité de ceux observés lors des précédentes campagnes de fouille (Gaudin, 2023, 2025). Les assemblages charbonneux présentent en effet des compositions relativement similaires, avec une diversité taxonomique assez importante. Ils sont constitués essentiellement de fragments provenant de bois de petit et de moyen calibre. Ces caractéristiques suggèrent qu'il s'agit principalement de rejets de combustion, plutôt que de restes de bois d'œuvre carbonisés. Les indices susceptibles de témoigner de l'utilisation de bois d'œuvre demeurent rares, qu'il s'agisse de fragments présentant une faible courbure des cernes ou de la présence de galeries de xylophages.

L'assemblage anthracologique présente une diversité taxonomique relativement importante, avec 18 à 20 taxons identifiés à l'échelle de l'ensemble des prélèvements (Fig. 19 et 20).

Les essences les plus fréquemment représentées sont, par ordre d'importance, le chêne (*Quercus* sp.), le genre *Prunus*, le hêtre (*Fagus sylvatica*), le groupe chêne-châtaignier, probablement associé au chêne, le frêne (*Fraxinus* sp.) et les Pomoïdées.

À ces principaux taxons s'ajoutent l'érable (*Acer* sp.), le buis (*Buxus* sp.), le noisetier (*Corylus avellana*), le tilleul (*Tilia* sp.), le cornouiller (*Cornus* sp.), le noyer (*Juglans* sp.), le saule et/ou le peuplier (*Salix* sp. / *Populus* sp.), ainsi que quelques occurrences d'orme (*Ulmus* sp.), de sureau (*Sambucus* sp.), de clématite (*Clematis* sp.), de pin (*Pinus* sp.), de bruyères (Éricacées), de fusain (*Euonymus europaeus*) et de charme (*Carpinus* sp.) (Fig. 18, 20 et 22).

La proportion de charbons présentant un aspect luisant reste assez faible, autour de 20 % (Fig. 19). Ces aspects concernent principalement les charbons de chêne. Cette faible proportion faible indique qu'il ne s'agit probablement pas de rejets de combustion de type « four » mais plutôt d'effets localisés, potentiellement des combustions de fond de foyer.

Concernant le calibre des bois brûlés, les charbons de faible courbure de cerne sont très rares avec seulement 1,5 % des charbons, ceux à courbure intermédiaire environ 40,5 % et ceux à forte courbure près de 58 % (Fig. 19). Les fragments provenant de bois de moyen calibre correspondent majoritairement à des essences de bois durs : chêne, frêne, hêtre ou encore érable, tilleul. Ces bois ont probablement servi à alimenter les combustions dans la durée (Fig. 20).

Notons qu'une proportion importante des fragments de chêne et de hêtre présente également une forte courbure des cernes. Une partie des bois de chêne et de hêtre a donc aussi été employée sous forme de bois de petit calibre.

Les autres restes sont majoritairement constitués de fragments provenant de petites branches ou de brindilles, caractéristiques des bois d'allumage. Ces petits bois sont principalement représentés par le genre *Prunus* (prunellier, merisier, cerisier, etc.) et les Pomoïdées (aubépine, sorbier, poirier, etc.).

La diversité taxonomique de l'assemblage témoigne de l'exploitation de plusieurs types de formations végétales. Les *Prunus* et les Pomoïdées peuvent notamment

être associés à des formations arbustives, des haies et des boisements clairs. D'autres milieux sont également représentés : les landes, par la présence de bruyères, les lisières et les haies, avec le cornouiller, le sureau, la clématite, le fusain et le noisetier, les zones en déprise agricole par le noisetier ou encore les boisements humides avec le saule-peuplier et l'orme (Fig. 22).

Les détections régulières du noyer, du buis, du tilleul et du pin sont intéressantes car elles pourraient témoigner de l'exploitation de végétations issues d'anciennes plantations ou de contextes ornementaux autour du sanctuaire, potentiellement laissés à l'abandon. Cette dernière hypothèse doit toutefois être considérée avec prudence.

La mise en perspective chronologique des fréquences taxonomiques en fonction des unités stratigraphiques (US) ne met en évidence aucune évolution majeure dans la composition des assemblages charbonneux issus de la présente campagne de fouille (Fig. 22). Les résultats s'inscrivent également dans la continuité de ceux obtenus lors des précédentes études des niveaux de comblement supérieurs de ce même puits (Sondage 52, CS. 2486) (Gaudin, 2023, 2025).

En effet, 19 des 20 taxons identifiés dans la présente étude avaient déjà été observés dans ces niveaux de comblement supérieurs. Les proportions des principales essences restent globalement similaires, malgré quelques variations. Le hêtre apparaît ainsi un peu mieux représenté dans les assemblages étudiés ici, tandis que la proportion des Pomoïdées diminue légèrement par rapport aux résultats de 2025 (Gaudin, 2025).

Toujours par rapport aux résultats de 2025, notons que le sapin, le genévrier, l'aulne, le bouleau et le genêt, représentés par de très rares occurrences, ne sont pas identifiés dans les assemblages du présent rapport. À l'inverse, la clématite et le fusain (mais identifié en 2023) y sont nouvellement attestés.

Des compositions anthracologiques très proches avaient également été mises en évidence lors des études du sondage 51, correspondant au comblement du conduit du « second puisard » (Gaudin, 2019, 2021), et du sondage S28, correspondant au comblement de la partie inférieure du « premier puisard ». Dans ces ensembles, la plupart des taxons sont communs, avec une prédominance similaire du chêne, du frêne, du genre *Prunus* et des Pomoïdées. Le hêtre y est également présent, mais en proportions plus faibles. Ces niveaux avaient été attribués à la phase III.1.

L'ensemble de ces résultats met ainsi en évidence une forte stabilité des compositions anthracologiques entre les phases III.1 et III.2. Cette continuité suggère la persistance des formations végétales exploitées et des modalités d'approvisionnement en combustible. Elle pourrait également témoigner d'une certaine stabilité des pratiques de collecte et d'emploi du combustible.

Le calcul de l'indice de concentration de Pareto appliqué à l'ensemble des prélèvements met en évidence un résultat comparable à celui obtenu pour les niveaux de comblement supérieurs (Gaudin, 2025). Le graphique correspondant (Fig. 19), établi à partir de 676 charbons identifiés et de 20 taxons anthracologiques, montre qu'environ 20 % des taxons regroupent près de 80 % des fragments. Cette distribution est comparable à celle observée dans les écosystèmes forestiers naturels en situation d'équilibre (Chabal *et al.*, 1999).

Cette composition charbonneuse pourrait ainsi témoigner de modes d'approvisionnement en combustible peu sélectifs, comparables à des collectes de bois « tout-venant ». Ce type de ramassage est généralement plutôt associé à des activités domestiques qu'à des usages spécialisés, notamment artisanaux, pour lesquels des choix en combustibles, en terme de calibre ou d'essence, sont souvent détectés.

La détermination de plusieurs essences dont les propriétés combustibles peuvent être considérées comme plutôt médiocres, notamment le tilleul, les résineux, le buis, la clématite, le sureau et le fusain, tendrait aussi à renforcer cette hypothèse. La présence, au sein des mêmes ensembles, de restes alimentaires (ossements) et de graines constitue également un indice de rejets d'origine domestique.

Ces observations suggèrent ainsi que les bois ont pu être collectés de manière opportuniste dans l'environnement proche. Cette interprétation demeure toutefois une hypothèse, la diversité taxonomique et la distribution des fréquences ne permettant pas, à elles seules, de caractériser les modalités de collecte ni la nature des activités à l'origine des ensembles charbonneux.

Des mesures de la largeur des cernes ont été réalisées sur des fragments de chêne de calibre intermédiaire provenant d'une trentaine de prélèvements (Fig. 21). Il convient toutefois de souligner que certaines valeurs moyennes reposent sur un nombre très limité de fragments, voire parfois à un seul fragment, ce qui invite à la prudence dans leur interprétation.

La plupart des largeurs moyennes de cernes se situent entre 0,75 et 2,5 mm/an. Cette dispersion témoigne d'une grande hétérogénéité des conditions de croissance des arbres exploités. Elle pourrait traduire un approvisionnement en bois de chêne provenant de formations végétales variées, comprenant aussi bien des boisements relativement denses, où la compétition entre les arbres limite leur croissance, que des boisements plus ouverts ou des haies, offrant des conditions plus favorables au développement des chênes.

3.2) Prélèvements du sondage n°53

3.2.1. Résultats synthétiques

			Courbure			Rythme		Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Particulier	Régulier	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle
241.033	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	4	0	2	1	0	2	0	0	2
241.017	Quercus sp.	1	1	0	0	1	0	0	0	0
US 241.031	Quercus sp.	3	1	1	0	1	0	1	1	2
TOTAL		9	2	3	2	2	2	1	1	4

Fig. 23 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements provenant du sondage 53, campagne de fouille 2026

Identifiants des lots	US	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
P02-1712	241.017	*Quercus sp.*	Faible et intermediaire	Régulier	1	6	1,03	0	1,03	1,03
P02-1714	241.033				2	4	0,95	0,07	0,9	1

Fig. 24 – Tableau synthétisant les résultats des moyennes de mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire.
Moyennes calculées pour chacun des prélèvements collectés lors du sondage 53, campagne de fouille 2026.

3.2.2. Interprétation

Une dizaine de charbons provenant de trois prélèvements du sondage 53 a été analysée. L'assemblage est constitué exclusivement de fragments de chêne, à l'exception d'un fragment de hêtre. Compte tenu du très faible nombre de restes étudiés, il n'est pas possible de proposer une interprétation fiable des ensembles anthracologiques.

Les quelques mesures de largeur des cernes réalisées sur les charbons de chêne indiquent des conditions de croissance difficiles, avec des valeurs moyennes de l'ordre de 1 mm/an. Ces résultats suggèrent que les chênes dont sont issus les charbons ont dû se développer dans un environnement contraignant, par exemple un boisement dense ou un contexte abiotique difficile (ex. sols pauvres, mauvaises expositions).

Les quelques mesures de largeur des cernes réalisées sur les charbons de chêne indiquent des conditions de croissance difficiles, avec des valeurs moyennes de l'ordre de 1 mm/an. Ces résultats suggèrent que les chênes dont sont issus les charbons se sont développés dans un environnement peu favorable à leur croissance. Il pourrait s'agir par exemple de boisements denses ou des conditions stationnelles défavorables (sols pauvres, contraintes hydriques ou exposition peu favorable).

4. SYNTHESE

Cette étude vient compléter les résultats anthracologiques déjà acquis lors de précédentes analyses (Gaudin, 2015, 2018, 2019, 2021, 2023, 2025).

Les charbons étudiés dans ce rapport correspondent aux prélèvements effectués durant la campagne de fouilles 2026. Un peu plus de 700 fragments ont été observés. Ils proviennent essentiellement des niveaux de comblement du puits CS.2486, sondage 52 (696 charbons) et de trois prélèvements issus du sondage 53 (9 charbons).

Les ensembles du comblement du puits sont attribués à la phase de démolition finale du sanctuaire : phase III.2.

L'analyse permet de percevoir des informations d'ordres paléoenvironnementaux et techniques.

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

18 à 20 taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. La plupart des essences identifiées l'avaient aussi été dans les niveaux de comblement supérieurs du puits (Gaudin, 2023, 2025).

Les taxons les plus utilisés sont par ordre d'importance : le chêne (*Quercus sp.*), le genre *Prunus sp. (*prunellier, merisier, cerisier*),* le hêtre *(Fagus sylvatica),* le chêne - châtaignier *(Quercus sp. - Castanea sp.)*, le frêne *(Fraxinus sp.)* et la famille des bois de Pomoïdées*.* Viennent ensuite l'érable *(Acer sp.),* le buis *(Buxus sp.),* le noisetier *(Corylus avellana),* le tilleul (*Tilia sp.*)*,* le cornouiller *(Cornus sp.),* le noyer (*Juglans sp.*), le saule-peuplier (*Salix sp. - Populus sp.*), le sureau (*Sambucus sp.*), la clématite (*Clematis sp.*), le pin (*Pinus sp.*), l'orme (*Ulmus sp.),* ainsi que quelques occurrences de bruyères (Ericacées), de fusain (*Euonymus europaeus*) et de charme (*Carpinus sp.*).

L'analyse de la distribution des fréquences taxonomiques, à travers le calcul de l'indice de concentration de Pareto, suggère des approvisionnements en combustible peu sélectifs, assimilables à des ramassages de bois de « tout-venant » (Fig. 19). Ce type d'approvisionnement est fréquemment associé aux activités domestiques, pour lesquelles la collecte du combustible ligneux répond avant tout aux besoins quotidiens, sans sélection systématique des essences.

De nombreux travaux ont en effet montré que l'exploitation du bois de feu en contexte domestique s'effectue généralement selon des modalités peu sélectives. Dans ces conditions, les assemblages anthracologiques peuvent constituer de bons indicateurs des formations végétales environnantes et des ressources ligneuses accessibles aux populations anciennes (Chabal, 1992, 1994, 1997 ; Théry, 1998).

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

On retrouve ainsi les groupements forestiers de la chênaie :

- Le groupement forestier de la chênaie diversifiée, caractérisé par le chêne (*Quercus sp.*), le chêne–châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), l'érable (*Acer sp.*) et le tilleul (*Tilia sp.*).

- Le groupement de la chênaie-hêtraie, associant le chêne (*Quercus sp.*), le hêtre (*Fagus sylvatica*), l'érable (*Acer sp.*), le frêne (*Fraxinus sp.*), et localement le pin (*Pinus sp.*).

La chênaie-hêtraie est attestée dans les phases II.5c et III.2 (Gaudin, 2023, 2025). Ce boisement correspond à la formation forestière typique du Subatlantique, largement documentée par la palynologie et dominante dans le nord-ouest de la France pour cette période antique (Gaudin, 2004).

- **les boisements ouverts, lisières forestières, haies, associations héliophiles** : avec la détection des Pomoïdées, Prunoïdées (*Prunus sp.*), du noisetier (*Corylus avellana*), du buis (*Buxus sp.*), du cornouiller (*Cornus sp.*), du sureau (*Sambucus sp.*), de la clématite 5clematis sp.) et du fusain (*Euonymus europaeus*). Ces végétations attestent l'existence de haies, d'espaces ouverts ou clairsemés dans l'aire de ramassage. Le noisetier est typique de zones de recolonisation végétale, de zones en déprise agricole.

- **les formations de landes, landes-fourrés** avec la détection des bruyères (*Ericacées*) et du buis (*Buxus sp.*). Ces formations avaient déjà été identifiées lors des précédentes études (Gaudin, 2018, 2019, 2023, 2025). Elles sont exclusivement détectées dans la phase III.2.

- **les boisements hygrophiles** sont perçus par l'intermédiaire du saule - peuplier (*Salix sp. - Populus sp.*), du frêne (*Fraxinus sp.*) et de l'orme (*Ulmus sp.*).

- **Plantes importées, favorisées, ornementales (?)** : Certaines essences identifiées peuvent correspondre à des plantes favorisées, introduites ou utilisées à des fins ornementales. Le noyer (*Juglans sp.*), le genre *Prunus* et les Pomoïdées ont pu être sélectionnés pour leurs fruits. Le buis (*Buxus sp.*), le tilleul (*Tilia sp.*) peuvent quant à eux avoir été employés comme plantes ornementales.

  La présence de plusieurs résineux soulève également des interrogations, ces essences n'étant a priori pas indigènes dans la région (Rameau et al., 1989).

  Le sapin (*Abies alba*) et le genévrier (Juniperus sp.), détectés dans les précédents rapports (Gaudin, 2025) sont absents de cette étude, en revanche quelques fragments de pin, probablement le pin sylvestre (*Pinus* type *sylvestris*) ont été observés. Il ont pu être introduits. Il n'est pas exclu non plus que certains bois aient été importées.

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 les prélèvements d'une trentaine de prélèvements. La plupart des moyennes obtenues sont comprises entre 0,75 et 2,5 mm / an. Ces valeurs correspondent à la fois à des contextes de croissance difficiles mais aussi à des boisements plus favorables tels que des haies.

En ce qui concerne le calibre du bois utilisé, l'ensemble des prélèvements montre une nette prédominance de fragments présentant des courbures de cerne fortes à intermédiaires. Il s'agit donc majoritairement de bois de branches, voire de brindilles, employés régulièrement au cours de l'ensemble des phases étudiées.

Les bois dits « durs » (chêne, hêtre, frêne, voire *Prunus* et érable), correspondent à des bois de calibre intermédiaire, probablement issus de grosses branches.

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

La prédominance, dans la plupart des prélèvements, de fragments issus de bois de petit et de moyen calibre apporte des indications sur la gestion du combustible. Les petits bois, principalement représentés par des petites branches (fragments de courbures fortes) et des brindilles, ont pu être employés lors de phases d'allumage, tandis que les bois de calibre intermédiaire, notamment ceux issus d'essences de bois dur telles que le chêne, le hêtre, le frêne, les *Prunus* et l'érable, ont probablement permis d'alimenter les combustions dans la durée.

Environ 20 % des charbons présentent un aspect luisant. Le phénomène est souvent interprété comme le résultat de combustions anaérobies (chapitre 2.3). Cette proportion apparaît trop faible pour pouvoir être attribuer à des combustions de type « four ». Dans la plupart des cas il s'agit probablement de rejets de combustions ouvertes, de « types foyers ». Il est probable que les quelques fragments d'aspects luisants soient issus de phénomènes locaux par exemple des combustions de fond de foyer.

La diversité des essences identifiées, associée à la variété des calibres représentés, s'accordent pour appuyer l'hypothèse de rejets issus de combustions d'origines domestiques. Cette interprétation est confortée par l'analyse statistique des compositions taxonomiques au moyen de l'indice de concentration de Pareto. Celle-ci suggère en effet des modes d'approvisionnement peu sélectifs, comparables à des collectes de bois « tout-venant ». Ce type de collectes de combustible est généralement associées à des activités domestiques.

L'ensemble de ces observations s'inscrit dans la continuité des résultats obtenus lors des précédentes études anthracologiques des niveaux de comblement supérieurs du puits (CS. 2486) (Gaudin, 2023, 2025). La similitude des compositions taxonomiques, des calibres de bois représentés et des modalités d'approvisionnement présumées suggèrent une relative stabilité des pratiques d'exploitation et d'utilisation des ressources ligneuses au cours de la phase III.2. La proximité des assemblages étudiés avec ceux attribués à la phase III.1, pourrait également témoigner d'une continuité de ces pratiques entre les deux phases.

5. BIBLIOGRAPHIE

BERTAUDIERE S., 2014 – *Le grand sanctuaire central du Vieil-Evreux (Eure) : synthèse de la fouille triennale 2011-2013.* Journées archéologiques de Haute-Normandie – Alizay, 20-22 juin 2014, p.61 – 72

BERTAUDIERE S., FECHNER K., HARTZ C., DOUTRELEPONT H. et DE LIL A., 2014 – *Les études des sciences de la terre et de la vie menées au sein du sanctuaire gallo-romain du Vieil-Evreux.* Sacrée Science. Apports des études environnementales à la connaissance des sanctuaires celtes et romains du Nord-Ouest européen. Actes du colloque d'Amiens du 6-7 juin 2013.

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.

COURT-PICON M., 2005 – Résultats des premiers tests pollen-analytiques sur sédiments archéologiques du site de Vieil-Evreux (département de l'Eure, France). p. 46–60.

CHABAL L., 1992 – La représentativité paléo-écologique des charbons de bois issus du bois de feu. *Bulletin de la Société botanique Française*, 139, Actualités botaniques (2/3/4), p. 213-236.

CHABAL L., 1994 – Apports récents de l'anthracologie à la connaissance des paysages passés : performances et limites. *Histoire et Mesure*, IX-3/4, p. 317-338.

CHABAL L., 1997 – *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive) L'anthracologie, méthode et paléoécologie.* Documents d'Archéologie Française. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 63, 191p.

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

DUFRAISSE A., GARCIA MARTINEZ M.-S., 2011 – Mesurer les diamètres du bois de feu en anthracologie. Outils dendrométriques et interprétation des données. ANTHROPOBOTANICA, 2, 16p.

FECHNER K., DELIGNE F., DOUTRELEPONT H., 2004. *Le Vieil-Evreux*. Rapports de terrain pédologique et botanique de la visite des 8 et 9 juin 2004. Évaluation du potentiel et propositions (Nivelles / Vieil-Evreux).

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.

GAUDIN L., 2015 – Analyse de pollens fossiles prélevés au fond d'un puits antique du Grand Sanctuaire situé sur le site de Gisacum au Vieil-Evreux (27). (Mission Archéologique Départmentale de l'Eure), 18p. (Destinataire public : Mission Archéologique Départementale de l'Eure).

GAUDIN L., 2018 – Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du « Grand sanctuaire » sur le site de Gisacum. Prélèvements issus des structures S28 (1er puisard) et S39 (occupations devant le temple central). Le Vieil-Evreux (27). Rapport d'étude anthracologique, 60p. (Destinataire public : Mission Archéologique Départementale de l'Eure, R.O. S. Bertaudière)

GAUDIN L., 2019 – Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du » Grand Sanctuaire » sur le site de Gisacum, Le Vieil-Evreux (27). Campagne de fouille 2018. Sondages S39, S42 (devant le temple central) S51 (comblement du conduit du second puisard »). Rapport d'étude anthracologique, 78 p. (Destinataire public : Mission Archéologique Départementale de l'Eure, R.O. S. Bertaudière)

GAUDIN L., 2020 – Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du « Clos de l'Ouche », sur la commune de Mignière (28). OA MIG 100_2. Rapport d'étude anthracologique, 43 p. (Destinataire public : Service archéologique de la ville de Chartres, R.O. P. Gibut)

GAUDIN L., 2021 – Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du « Grand Sanctuaire » sur le site de Gisacum, Le Vieil-Evreux (27). Campagne de fouille de 2019. Sondages S14, S39, S51. Opération 172808. Rapport d'étude anthracologique, 67 p. (Destinataire public : Mission Archéologique Départementale de l'Eure, R.O. Mme Bertaudière, Dir. M. Brun)

GAUDIN L., 2023 – Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du » Grand Sanctuaire » sur le site de Gisacum, Le Vieil-Evreux (27). Campagne de fouille 2020, 2021, 2022. Sondages S52 : CS.2495 (comblement de tranchées autour du puits) et CS.2486 (comblement de puits). Rapport d'étude anthracologique, 71 p. (Destinataire public : Mission Archéologique Départementale de l'Eure, R.O. S. Bertaudière)

GAUDIN L., 2025 - Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du » Grand Sanctuaire » sur le site de Gisacum, Le Vieil-Evreux (27). Campagne de fouille 2023, 2024, 2025. Sondages S52 : CS.2486 (comblement du puits). Rapport d'étude anthracologique, 46 p. (Destinataire public : Mission Archéologique Départementale de l'Eure, R.O. S. Bertaudière)

GUYARD L., 1998 - « Les terres noires », Thermes gallo-romains (27 684 001 – AH), Document Final de Synthèse de fouille programmée. Le Viel-Evreux (Eure). p. 80-95.

MARCOUX N., 2009 - Les bois utilisés comme combustible dans l'atelier gallo-romain de réduction du minerai de fer in SARRESTE F., Archéologie dans le Silléen, Rapport d'opérations archéologiques programmées. Roche-Brune (Pezé-le-Robert, Sarthe). p. 20–39.

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.

MARGUERIE D., HUNOT J.-Y. 2007 – *Charcoal analysis and dendrology : data from archaeological sites in nortn-western France*. Journal of Archaeological Science. p. 1417-1433

MARGUERIE D., 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

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

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

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

PARADIS S. 2007 – *Étude dendro-anthracologique : une approche méthodologique pour l'étude du calibre des bois.* Mémoire de Master 2, université de Dijon, 64 p.

PRIOR J., ALVIN K. L., 1986 – *Structural changes on charring woods of Dichrostachys and Salix from southern Africa : The effect of moisture content.* International Association of Wood Anatomists. Bulletin (Special issue), 7, p. 243 – 249.

RAMEAU J.C., MANSION D. et DUME G., 1989 - *Flore forestière française, guide écologique illustré.* T.1, plaines et collines, Institut pour le développement forestier, Paris, 1785 pages.

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

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

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

6. ANNEXE – Inventaire des résultats anthracologiques par US

- **<u>Prélèvements n°1670 et n°1671 des US 216.1858 et 216.1859</u>**

			Courbure			Rythme		Combustion				
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle	Moelle
216.1858	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Fagus sylvatica	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	6	0	2	3	2	1	1	2	0	2	0
SOMME		15	0	3	9	2	1	1	3	0	2	0
216.1859	Acer sp.	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
	Fagus sylvatica	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Fragment de noyau ou pépin	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
	Pomoïdée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	1	2	0	1	0	2	1	1	0
SOMME		15	1	4	6	0	1	0	4	1	1	1
TOTAL		30	1	7	15	2	2	1	7	1	3	1

Fig. 25 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements des US 216.1858 et 216.1859

- **<u>Prélèvement n°1672 de l'US 216.1860</u>**

			Courbure		Rythme	Combustion
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Dur/ Luisant
216.1860	Fagus sylvatica	3	2	1	0	0
	Pomoïdée	3	0	2	0	0
	Prunus sp.	1	1	0	0	0
	Quercus sp.	8	2	4	2	1
SOMME		15	5	7	2	1
TOTAL		15	5	7	2	1

Fig. 26 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1860

- **Prélèvement n°1673 de l'US 216.1861**

			Courbure		Rythme	Combustion	
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Particulier	Dur/ Luisant	Thylle
216.1861	Acer sp.	1	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	2	2	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	0	1	0	0	0
	Prunus sp.	3	0	1	0	0	0
	Quercus sp.	7	1	6	1	2	3
SOMME		15	3	8	1	2	3
TOTAL		15	3	8	1	2	3

Fig. 27 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1861

- **Prélèvements n°1674 et n°1675 des US 216.1862 et 216.1863**

			Courbure		Rythme		Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Thylle	Moelle
216.1862	Acer sp.	2	1	1	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0
	Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	8	2	3	1	3	3	1	1
SOMME		15	3	8	1	3	3	1	1
216.1863	Fagus sylvatica	2	0	2	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	2	2	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	1	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	3	0	3	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	1	2	0	1	1	1	1
	Quercus sp.	10	4	6	1	1	3	2	1
SOMME		21	8	13	1	2	4	3	2
TOTAL		36	11	21	2	5	7	4	3

Fig. 28 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvements des US 216.1862 et 216.1863

- **Prélèvement n°1676 de l'US 216.1864**

			Courbure		Rythme		Combustion	
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Thylle
216.1864	Clematis vitalba	1	0	1	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	1	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	2	0	0	0	0
	Quercus sp.	8	4	4	1	2	2	1
SOMME		12	5	7	1	2	2	1
TOTAL		12	5	7	1	2	2	1

Fig. 29 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 216.1864

- **Prélèvement n°1677 de l'US 216.1865**

			Courbure			Rythme		Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Thylle	Moelle
216.1865	Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	6	0	1	5	0	0	3	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	5	0	2	3	0	0	2	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Pomoïdée	2	0	1	1	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	17	1	5	8	5	1	7	7	0
	Sambucus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SOMME		36	1	10	21	5	1	12	7	1
TOTAL		36	1	10	21	5	1	12	7	1

Fig. 30 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1865

- **Prélèvements n°1678, n°1679, n°1680 de l'US 216.1866, 216.1867, 216.1868**

			Courbure		Rythme		Combustion				
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle	Moelle
216.1866	Cornus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	7	1	5	0	0	0	1	0	0	0
	Fraxinus sp.	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	15	3	8	1	3	1	3	2	1	0
	Tilia sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SOMME		31	7	18	1	3	1	4	2	1	0
216.1867	Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Prunus sp.	3	1	2	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	10	4	5	4	0	0	3	0	3	0
	Salix/Populus	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
SOMME		16	5	10	4	0	1	5	0	3	1
216.1868	Acer sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Carpinus betulus	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	Pinus sylvestris	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	18	7	9	1	2	0	10	1	4	0
SOMME		36	15	19	1	2	1	11	1	4	0
TOTAL		83	27	47	6	5	3	20	3	8	1

Fig. 31 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1866, 216.1867, 216.1868.

- **Prélèvement n°1681 de l'US 216.1869**

			Courbure		Rythme		Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Thylle	Moelle
216.1869	Buxus sp.	1	0	1	0	0	0	0	1
	Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	1	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	0	1	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	3	1	2	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	1	0	0
	Quercus sp.	6	3	2	2	1	1	2	0
SOMME		15	5	7	2	1	2	2	1
TOTAL		15	5	7	2	1	2	2	1

Fig. 32 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1869

- **Prélèvement n°1682 de l'US 216.1870**

			Courbure		Combustion	
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Dur/ Luisant	Thylle
216.1870	Prunus sp.	2	1	1	1	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0
	Quercus sp.	6	2	3	0	2
SOMME		9	3	4	2	2
TOTAL		9	3	4	2	2

Fig. 33 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 216.1870

- **Prélèvement n°1683 de l'US 216.1871**

			Courbure		Rythme		Combustion	
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Thylle
216.1871	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	0	1	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	1	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	2
	Quercus sp.	4	2	1	1	1	0	1
SOMME		10	2	5	1	1	1	3
TOTAL		10	2	5	1	1	1	3

Fig. 34 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1871

- **Prélèvement n°1684 de l'US 216.1872**

			Courbure		Rythme	Combustion			
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle
216.1872	Euonymus europaeus	1	0	1	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	1	0	0
	Pinus sylvestris	1	1	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	1	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	2	0	0	0	1	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	2	0	1	1	1	0
	Quercus sp.	3	1	2	1	0	0	0	2
SOMME		12	5	6	1	1	3	1	2
TOTAL		12	5	6	1	1	3	1	2

Fig. 35 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 216.1872

- **Prélèvement n°1685 de l'US 216.1874**

			Courbure		Rythme	Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Fendu	Dur/ Luisant	Thylle
216.1874	Fagus sylvatica	1	0	1	0	1	0	0
	Prunus sp.	2	2	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	1	4	1	0	1	1
	Ulmus sp.	1	0	1	0	0	0	0
SOMME		10	3	6	1	1	1	1
TOTAL		10	3	6	1	1	1	1

Fig. 36 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1874

- **Prélèvement n°1686 de l'US 216.1875**

			Courbure
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Forte
216.1875	Corylus avellana	1	1
	Fraxinus sp.	1	1
	Quercus sp.	4	2
SOMME		6	4
TOTAL		6	4

Fig. 37 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1875

- **Prélèvements n°1687, n°1688, n°1689, n°1690, n°1691 des US 216.1876, 216.1877, 216.1878, 216.1879, 216.1880**

			Courbure			Rythme		Combustion					
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Aspect granuleux	Thylle	Moelle
216.1876	Fraxinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	2	3	0	0	2	1	0	0	3	0
SOMME		10	0	3	5	0	0	2	1	0	0	3	0
216.1877	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	10	0	2	7	1	3	3	0	0	0	1	0
SOMME		16	0	2	12	1	3	3	0	0	1	1	1
216.1878	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	Quercus sp.	5	0	1	4	2	0	1	0	0	0	1	0
SOMME		10	0	1	7	2	0	1	0	1	0	2	0
216.1879	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Erica sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Juglans sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	2	3	2	1	0	0	0	0	1	0
SOMME		12	0	3	8	2	1	0	0	0	0	1	1
216.1880	Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Juglans sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	5	1	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	1	3	0	2	0	0	0	0	1	0
SOMME		15	1	2	9	0	2	1	1	0	0	1	0
TOTAL		63	1	11	41	5	6	7	2	1	1	8	2

Fig. 38 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1876, 216.1877, 216.1878, 216.1879, 216.1880

- **Prélèvements n°1681, n°1682, n°1683, n°1684, n°1685 des US 216.1881, 216.1882, 216.1883, 216.1884, 216.1885**

			Courbure			Rythme		Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Thylle
216.1881	Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	0	0
	Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	4	0	1	3	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	6	0	2	4	1	1	0	1	1
SOMME		18	1	4	11	1	1	0	1	1
216.1882	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	3	0	2	1	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	8	0	3	4	0	0	0	1	1
SOMME		15	0	5	8	0	0	0	1	1
216.1883	Acer sp.	2	0	1	1	0	0	0	0	0
	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	0	2	1	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	3	0	3	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	5	0	2	3	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	1	1	0	0	2	0	1
	Quercus sp.	13	0	6	5	5	3	1	3	3
	Tilia sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SOMME		32	0	16	13	5	3	3	3	4
216.1884	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0
	Quercus sp.	4	0	2	2	2	0	0	1	0
	Tilia sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0
SOMME		12	0	8	3	2	0	0	2	0
216.1885	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0
	Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	0	1	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	Quercus sp.	6	0	3	2	1	0	0	3	0
SOMME		11	0	3	6	1	0	0	7	1
TOTAL		88	1	36	41	9	4	3	14	7

Fig. 39 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1881, 216.1882, 216.1883, 216.1884, 216.1885

- **Prélèvement n°1697 de l'US 216.1886**

			Courbure		Rythme	Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Dur/ Luisant	Thylle	Moelle
216.1886	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0
	Frag. de brindille indéterminé	1	0	1	0	1	0	1
	Juglans sp.	1	1	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	1	1	1	1	1	0
SOMME		7	3	3	1	2	1	1
TOTAL		7	3	3	1	2	1	1

Fig. 40 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1886

- **Prélèvements n°1698, n°1699, n°1700 des US 216.1887, 216.1888, 216.1889**

			Courbure			Rythme	Combustion				
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Aspect granuleux	Thylle
216.1887	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	7	1	3	2	2	0	1	0	0	6
SOMME		10	1	5	3	2	0	1	0	0	6
216.1888	Fagus sylvatica	7	1	2	4	0	1	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	5	0	2	3	0	4	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	13	0	6	6	1	4	1	1	0	5
	Salix/Populus	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0
SOMME		30	1	13	15	1	9	1	1	0	5
216.1889	Acer sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	4	0	3	1	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Pomoïdée	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	4	0	3	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	11	0	8	3	3	1	0	0	0	4
	Sambucus sp.	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SOMME		30	0	19	8	3	1	0	0	1	4
TOTAL		70	2	37	26	6	10	2	1	1	15

Fig. 41 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements des US 216.1887, 216.1888, 216.1889

- **Prélèvement n°1701 de l'US 216.1890**

			Courbure			Rythme		Combustion			
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle
216.1890	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	Clematis vitalba	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	Fagus sylvatica	4	1	0	3	0	0	0	1	0	0
	Pomoïdée	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	Quercus sp.	10	0	7	3	4	1	1	3	0	2
SOMME		17	1	7	9	4	1	1	6	1	2
TOTAL		17	1	7	9	4	1	1	6	1	2

Fig. 42 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1890

- **Prélèvement n°1702 de l'US 216.1891**

			Courbure		Rythme	Combustion	
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Particulier	Dur/ Luisant	Thylle
216.1891	Quercus sp.	3	1	2	1	1	2
TOTAL		3	1	2	1	1	2

Fig. 43 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1891

- **Prélèvement n°1703 de l'US 216.1892**

			Courbure		Rythme		Combustion			
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Thylle	Moelle
216.1892	Clematis vitalba	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	4	2	2	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Pinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	6	4	2	0	0	0	0	0	1
	Quercus/Castanea	3	1	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	12	7	5	1	1	0	1	2	1
SOMME		30	15	14	1	1	1	1	2	2

Fig. 44 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1892

- **Prélèvements n°1704, n°1705 des US 216.1893, 216.1894**

			Courbure		Rythme	Combustion	
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Dur/ Luisant	Thylle
216.1893	Acer sp.	1	0	1	0	0	0
	Cornus sp.	1	0	1	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	2	1	0	0	0
	Juglans sp.	1	1	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	1	0	1	0
	Quercus sp.	7	4	3	1	2	3
SOMME		15	7	8	1	3	3
216.1894	Fraxinus sp.	1	1	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	1	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	2	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	2	0	2	2
	Quercus sp.	8	1	6	1	2	1
	Tilia sp.	2	1	1	0	0	0
	Ulmus sp.	1	1	0	0	0	0
SOMME		19	5	11	1	4	3
TOTAL		34	12	19	2	7	6

Fig. 45 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements des US 216.1893, US 216.1894

- **Prélèvement n°1706 de l'US 216.1895**

			Courbure			Rythme	Combustion			
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux	Thylle	Moelle
216.1895	Acer sp.	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Buxus sp.	1	0	0	1	0	1	0	0	1
	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	1	0	1
	Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	7	0	2	5	1	0	0	1	0
SOMME		17	1	4	10	1	1	1	1	2
TOTAL		17	1	4	10	1	1	1	1	2

Fig. 46 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1895

- **Prélèvement n°1707 de l'US 216.1896**

			Courbure		Rythme		Combustion			
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Thylle	Moelle
216.1896	Buxus sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	2	0	0	1	0	0	0
	Quercus sp.	6	2	4	1	1	0	1	2	1
SOMME		12	2	10	1	1	1	1	2	1

Fig. 47 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1896

- **Prélèvement n°1708 de l'US 216.1897**

			Courbure		Rythme		Combustion	
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Thylle
216.1897	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	1	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	2	0	0	0	0
	Quercus sp.	9	4	4	1	1	1	5
	Tilia sp.	1	1	0	0	0	0	0
SOMME		15	6	7	1	1	1	5

Fig. 48 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 216.1897

- **Prélèvement n° 1709, n°1710 des US 216.1898, 216.1899**

			Courbure			Rythme		Combustion			
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle	Moelle
216.1898	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Buxus sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
	Fraxinus sp.	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0
	Pomoïdée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Quercus sp.	9	1	5	2	4	2	2	0	4	0
SOMME		17	1	11	4	4	2	3	1	5	1
216.1899	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	4	0	2	2	0	0	0	0	0	1
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Quercus sp.	7	0	4	2	2	0	2	1	3	1
SOMME		16	0	9	6	2	0	3	1	3	3
TOTAL		33	1	20	10	6	2	6	2	8	4

Fig. 49 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 216.1898, 216.1899

- **Prélèvement n°1711 de l'US 216.1900**

			Courbure		Rythme		Combustion			
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle	Moelle
216.1900	Acer sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	2	0	0	0	0	0	1
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	1	0	0	0	0	1	1	0
	Quercus/Castanea	2	0	1	0	0	1	0	1	0
	Quercus sp.	9	5	4	2	2	2	0	2	1
SOMME		17	7	7	2	2	3	1	4	2
TOTAL		17	7	7	2	2	3	1	4	2

Fig. 50 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 216.1900

- **Prélèvement n°1712 de l'US 241.017**

			Courbure	Rythme
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Régulier
241.017	Quercus sp.	1	1	1
TOTAL		1	1	1

Fig. 51 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements de l'US 241.017

- **Prélèvement n°1713 de l'US 241.031**

			Courbure		Rythme	Combustion		
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Particulier	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Thylle
241.031	Quercus sp.	3	1	1	1	1	1	2
TOTAL		3	1	1	1	1	1	2

Fig. 52 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 241.031

- **<u>Prélèvement n°1714 de l'US 241.033</u>**

			Courbure			Rythme		Combustion							
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux	Thylle
P02 – 1641	Acer sp.	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoïdée	5	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	7	0	1	6	0	2	0	2	1	0	0	0	0	2
		20	0	2	18	0	2	0	4	1	0	0	0	0	2

Fig. 53 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de l'US 241.033

7. ANNEXE - Photographies

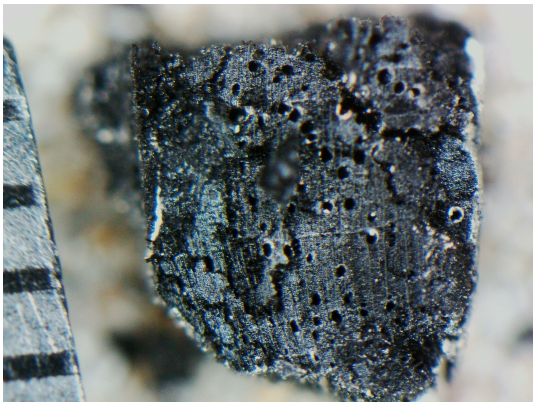


Fig. 54 – Coupe transversale d'un fragment de noyer (*Juglans sp.*). Grossissement x19. Prélèvement n° P02-1704.



Fig. 55 – Coupe transversale d'un fragment de pin (*Pinus sp.*). Grossissement x25. Prélèvement n° P02-1703.

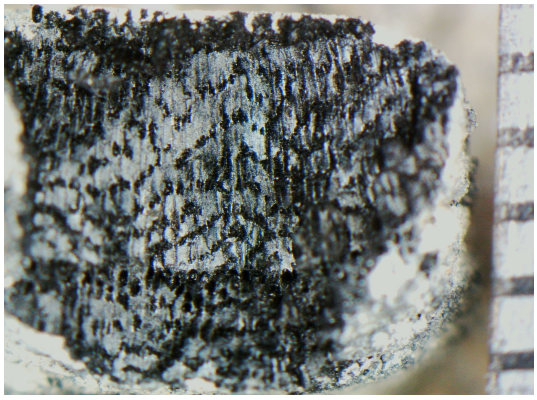


Fig. 56 – Coupe transversale d'un fragment d'orme (*Ulmus sp.*). Grossissement x19. Prélèvement n° P02-1701.

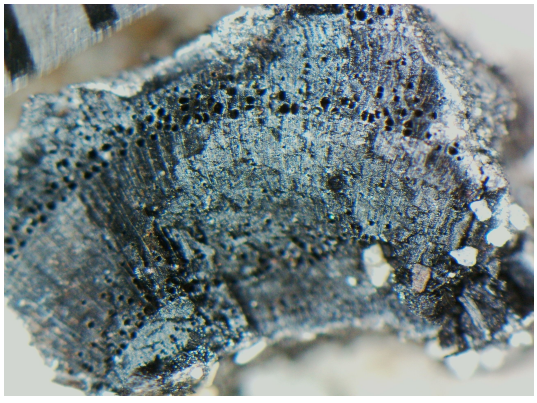


Fig. 57 – Coupe transversale d'un fragment de frêne (*Fraxinus sp.*). Grossissement x21. Prélèvement n° P02-1706.