ArkéoMap

Analyses scientifiques des découvertes archéologiques : études anthracologiques

Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique de la « Zone de La Tourelle » à Guichainville (27).

Mission Archéologique Départementale de l'Eure

Rapport d'étude anthracologique

Mars 2020

Mission Archéologique Départementale de l'Eure

8, Rue des Thermes

27930 Le Vieil-Evreux

Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique de « La Zone de la Tourelle » à Guichainville (27).

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Mars 2020

Illustration de la page de couverture :

Fragment de chêne caducifolié (Quercus sp.), d'aspect « dur-luisant » et de courbure intermédiaire. Prélèvement 480 (Cavité 479). Coupe transversale sous loupe binoculaire x5 (l'échelle représente des millimètres).

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION 9
2.1. Équipement d'observation.....9
2.2. Méthodologie.....10
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux 15
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....17
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....19
3.1. Prélèvement collecté dans la cavité 477.....19
3.1.1. Résultats.....19
3.1.2. Interprétations 19
3.2. Prélèvements collectés dans la cavité 84.....20
3.2.1. Résultats 20
3.2.2. Interprétations.....20
3.3. Prélèvement collecté dans la cavité 326.....22
3.3.1. Résultats 22
3.3.2. Interprétations.....22
3.4. Prélèvement collecté dans la cavité 501.....24
3.4.1. Résultats 24
3.4.2. Interprétation 24
3.5. Prélèvement collecté dans la cavité 223.....25
3.5.1. Résultats 25
3.5.2. Interprétation 26
3.6. Prélèvement collecté dans la cavité 130.....27
3.6.1. Résultats 27
3.6.2. Interprétation 28
3.7. Prélèvement collecté dans la cavité 324.....29
3.7.1. Résultats 29
3.7.2. Interprétation 29
3.8. Prélèvements collectés dans la cavité 479 : le silo et four culinaire.....30
3.8.1. Résultats 30
3.8.2. Interprétation 33
4. BILAN.....36
5. BIBLIOGRAPHIE.....43
6. ANNEXE – Photographies.....44

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une fouille menée à Guichainville (27).

Le site correspond à une petite occupation rurale mérovingienne isolée. Aucune occupation "fossoyée" antérieure au même emplacement, à l'exception de fossés de parcellaire n'a été identifiée. Selon G. Deshaye, l'occupation semble relativement lâche, sans traces de remaniement de l'habitat, donc probablement de courte durée, autour des VIe-VIIe siècles.

Concernant les restes charbonneux, il s'agit de prélèvements réalisés dans 14 dépôts sédimentaires (ou unités stratigraphiques) situés dans 8 cavités. Les cavités concernées (datées par la céramique noyée dans leurs comblements) ne sont pas particulièrement caractérisées, à l'exception de ce qui s'apparente à un four culinaire (cavité 479).

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

- Caractériser la qualité du combustible du four (à vocation domestique ou artisanale?),

- percevoir la qualité du combustible utilisé sur le site et si les charbons ont fait l'objet de pratiques de charbonnage.

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

L'opération archéologique a été réalisée par la Mission Archéologique Départementale de l'Eure sous la direction de M. Deshayes. L'étude a été commandée par M. Deshayes, responsable d'opération, avec l'accord de son directeur M. Brun.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les restes anthracologiques proviennent de quinze prélèvements réalisés à l'intérieur des comblements de huit cavités :

Num. inventaire, structures (comblements)	Fait partie de	Description
478	Cavité 477 : fosse ?	limon brun hétérogène mêlé à CB ; silex brûlés, rares petits morceaux terre brûlée;
85	Cavité 84, à proximité de la cabane excavée 90	beige ; cassons de TCA de tradition antiqué ; tessons de céramique ; morceaux de charbon de bois épars ; petits silex épars (< 20 cm) ; tesson de verre ; morceaux de terre brûlée ; très petit artefact de métal (non conservé)
435		limon argileu brun-gris similaire à 434, mais plus grande concentration de très petits morceaux de charbon de bois (+ gros morceaux également) ; quelques petits cailloux de silex ; fragment d'os (très dégradé, en coupe)
327	Cavité 326 : fosse	limon gris-brun hétérogène ; forte concentration de charbon de bois, TCA et terre brûlée ; silex ≤ 20 cm ; TCA ; céramique ; métal ; faune
502	Cavité arr. à fond plat 501 : fosse ?	limon beige ; quelques petites poches blanchâtres ; nombreuses traces d'oxydes de Mn ; petits fragments de charbon de bois (faible densité) ; céramique ; métal ; quelques cailloux de silex (≤ 5 cm)
224	Cavité 223 : fosse	limon argileux gris foncé à gris clair, compact et homogène ; nombreux oxydes de Mn ; rares petits cassons de TCA (+ nombreuses dans le sondage ouest) ; bioturbation ; faune ; nombreux gros blocs de silex en surface ; céramique
674		limon argileux gris foncé à charbonneux, compact homogène ; très nombreux morceaux de charbon de bois ; nombreux oxydes de Mn ; nombreux cassons de TCA et tessons de céramique
131	Cavité 130 : fosse	tessons de verre ; 3 artefacts en fer (dans moitié sud) ; quelques poches de LAO et de limon beige (taché d'oxydations rousses) ; rares fragments d'os brûlés et fragments de terre brûlée
325	Cavité arr. à fond plat 324 : fosse	limon argileux gris-noir, charbonneux ; petits fragments de charbon de bois ; petits morceaux de terre brûlée ; silex (≤ 10 cm) concentrés surtout dans la moitié ouest ; TCA ; céramique ; quelques restes osseux animaux (dont dent)
480	Silo et four culinaire : Cavité 479 : four, sole disparue : sole suspendue ?	limon argileux brun-gris ; quelques petites traces d'oxydation ; nombreuses petits morceaux de charbon de bois ; nombreux petits morceaux de terre brûlée ; quelques tessons de céramique ; rares silex (≤ 15 cm)
843 : lot 1		limon argileux brun chargé de morceaux de charbon de bois et de fragments de terre brûlée (moitié nord prélevée)
843 : lot 2		limon argileux brun chargé de morceaux de charbon de bois et de fragments de terre brûlée (moitié nord prélevée)
844		limon argileux beige très compact ; quelques petites poches orangées et oxydées et quelques inclusions de petits morceaux de charbon de bois ; poche de charbon de bois très localisée dans le quart SE ; quelques éléments de terre brûlée dans le quart SO
845		limon argileux brun-gris relativement meuble ; nombreux petits morceaux de charbon de bois
846		limon argileux orangé ; poches de limon gris et petits morceaux de charbon de bois = effondrement de paroi ?

Fig. 1 – Inventaire des prélèvements et des cavités associées.

Les prélèvements ainsi que quelques éléments d'interprétation sont listés dans le tableau suivant (Fig. 2).

L'ensemble des lots a été observé. 400 charbons ont été étudiés.

Num. inventaire, structures (comblements)	Fait partie de	Datation	Éléments d'interprétation	Effectifs étudiés
478	Cavité 477 : fosse ?	VI-VII		33
85	Cavité 84, à proximité de la cabane excavée 90	VI-VII		19
435		VI-VII		31
327	Cavité 326 : fosse	VI-VII		35
502	Cavité arr. à fond plat 501 : fosse ?	VI-VII		21
224	Cavité 223 : fosse	Méroving ien ?		7
674		VI-VII		52
131	Cavité 130 : fosse	VI-VII		50
325	Cavité arr. à fond plat 324 : fosse	VI-VII		41
480	Silo et four culinaire : Cavité 479 : four, sole disparue : sole suspendue ?	VI-VII	remblaiement définitif de l'ensemble de la cavité, contenant des charbons de bois et terre brulée avec négatifs de clayonnage	21
843 : lot 1			dépôts charbonneux conservés au niveau de la sole	30
843 : lot 2			dépôts charbonneux conservés au niveau de la sole	30
844			mélange de résidus de charbon de bois avec morceaux de torchis cuit ou brûlés (potentiellement issu de l'aire de chauffe)	19
845			Couche riche en charbons, restes probables du combustible utilisé dans le four	10
846			Affaissements de paroi de la fosse de travail	1
				400

Fig. 2 – Tableau synthétique des prélèvements étudiés, comptages anthracologiques.

Remarque :

Le tamisage a été effectué par le Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Oise (CRAVO). Ce tamisage a été réalisé par flottation. Des mailles de 2 mm et de 0,5 mm ont été utilisées, en vue notamment de réaliser des études carpologiques. Les quinze prélèvements ont donc été sous-échantillonnés en lots de fragments supérieurs à 2 mm et entre 2 et 0,5 mm. Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes concentrés sur les lots issus des refus de tamis supérieurs à 2 mm, lots qui paraissaient les plus prometteurs en termes d'informations anthracologiques.

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

Cette technique est peu pertinente pour les compositions anthracologiques de faibles diversités, ce qui est globalement le cas des lots étudiés. En effet, la majorité des lots est composée d'une ou trois essences, seuls quelques prélèvements comportait davantage de taxons.

La courbe « effort-rendement » réalisée pour le prélèvement 325 (cavité 324), lot comprenant cinq taxons pour 35 charbons observés, montre un seuil compris entre 15 et 25 charbons (Fig. 3). Ce seuil a systématiquement été atteint lorsque le nombre de charbons présents à l'intérieur des lots était suffisant.

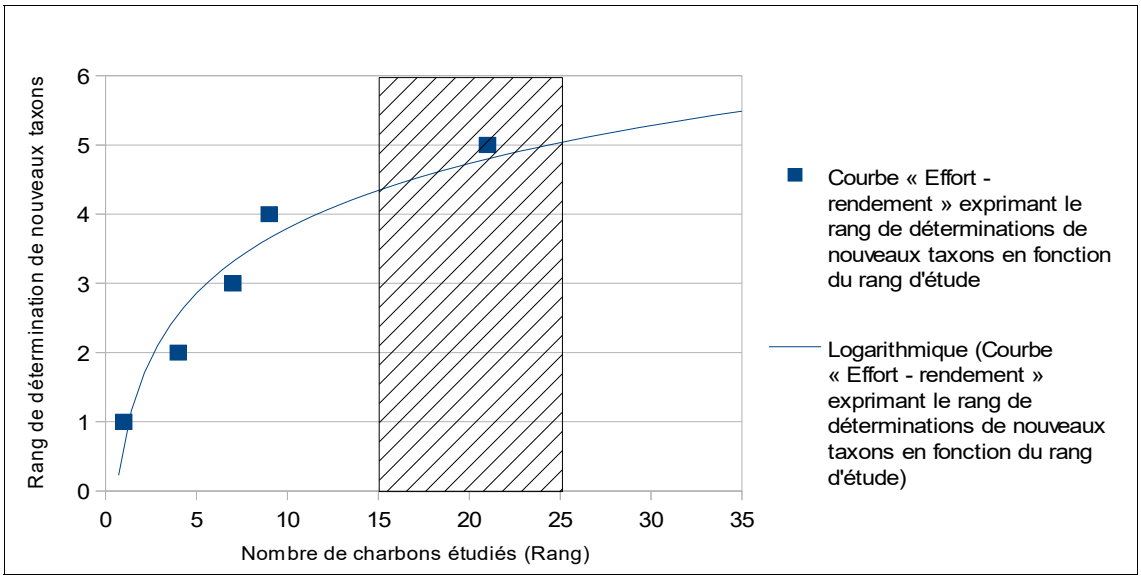


Fig. 3 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement 325. Dans cet exemple, le cinquième taxon (*Quercus sp. / Castanea sp.*) a été observé au rang 21 et le seuil « d'effort - rendement » se situe entre 15 et 25 charbons. 35 fragments ont été observés pour ce lot.

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

En concertation avec l'archéologue et en fonction de l'enveloppe allouée pour cette étude, nous avons choisi d'étudier les lots de façon la plus exhaustive possible en répartissant l'effort de l'étude sur l'ensemble des 15 lots. Ainsi nous avons fait en sorte que le nombre de charbons étudiés tienne aussi compte du nombre de fragments présents dans chacun des lots (Fig. 2).

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

2.1. Équipement d'observation

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

Fig. 4 - Détails du microscope équipé d'un dispositif en lumière incidente (Olympus BX60 à grossissements x50 à x1000). Laboratoire ArkéoMap.

2.2. Méthodologie

Chaque ligneux produit un bois particulier, spécifique et héréditaire, présentant une organisation particulière de ses tissus. La structure du bois s'étudie dans les trois plans anatomiques :

- plan transversal,

- plan longitudinal radial,

- plan longitudinal tangentiel.

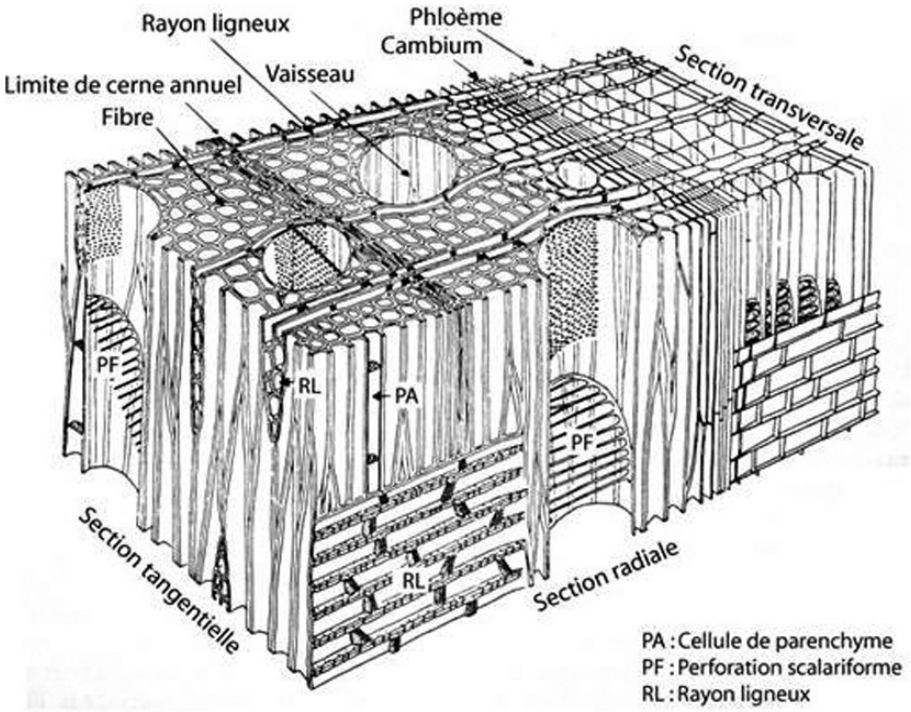


Fig. 5 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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

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

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

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

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

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

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

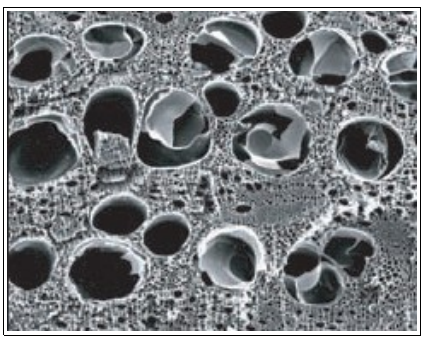
- l'allure des limites de cernes (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- le rythme de croissance

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

- la présence de thylles

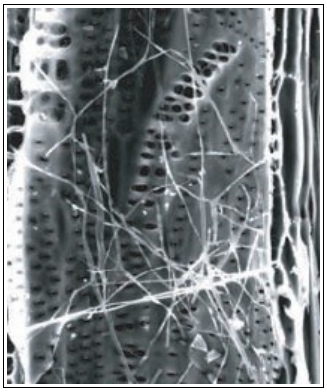
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne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



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

Fig. 6 – Thylles dans du duramen carbonisé de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

- la présence d'hyphes de champignons dans les vaisseaux.



Dans les vaisseaux observés en coupe longitudinale, des filaments blancs sont parfois détectés. Ils correspondent aux hyphes qui envahissent et pénètrent dans le bois mort ou mourant en conditions aérobies à partir des champignons qui se développent à la surface des arbres.

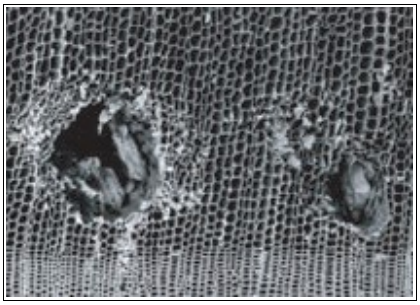
Fig. 7 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

- la présence ou l'absence d'écorce et/ou de moelle.

Sur les charbons portant à la fois de l'écorce et de la moelle il est possible de mesurer un rayon complet et donc d'estimer précisément le calibre de la tige dont il provient.

- le bois de réaction propre aux branches car résultant de l'action de la pesanteur sur ces éléments non perpendiculaires au sol.

- les traces de galeries laissées par les insectes xylophages.



La présence de tels tunnels est plutôt un indicateur de bois morts, mais il existe parfois des bois vivants dont l'aubier peut être logiquement attaqué (Marguerie *et al.*, 2010).

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

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

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

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

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

Fig. 9 – Exemple de fentes de retrait (Marguerie *et al.*, 2010).

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

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

Il discerne quatre niveaux de vitrification :

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

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

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

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

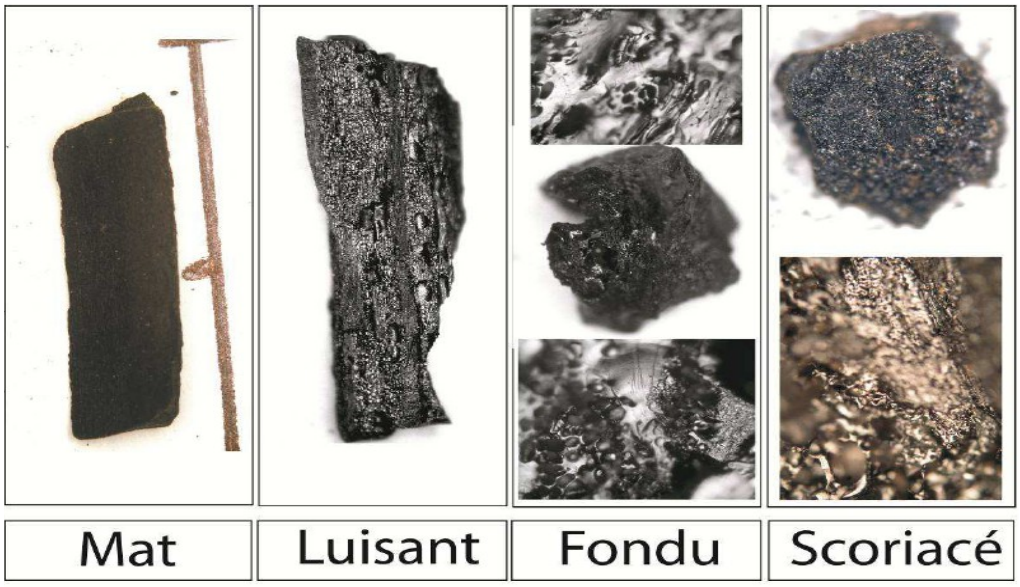
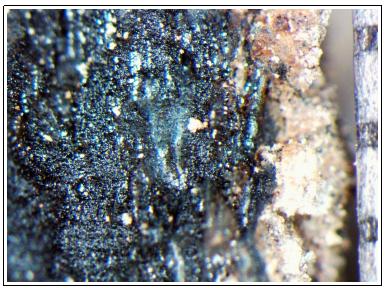


Fig. 10 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

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



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

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

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

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

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

2.3. Observation macroscopique du plan ligneux

- Observations de caractères dendrologiques :

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

- Mesures des largeurs moyennes de cernes ou croissance radiale :

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

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

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

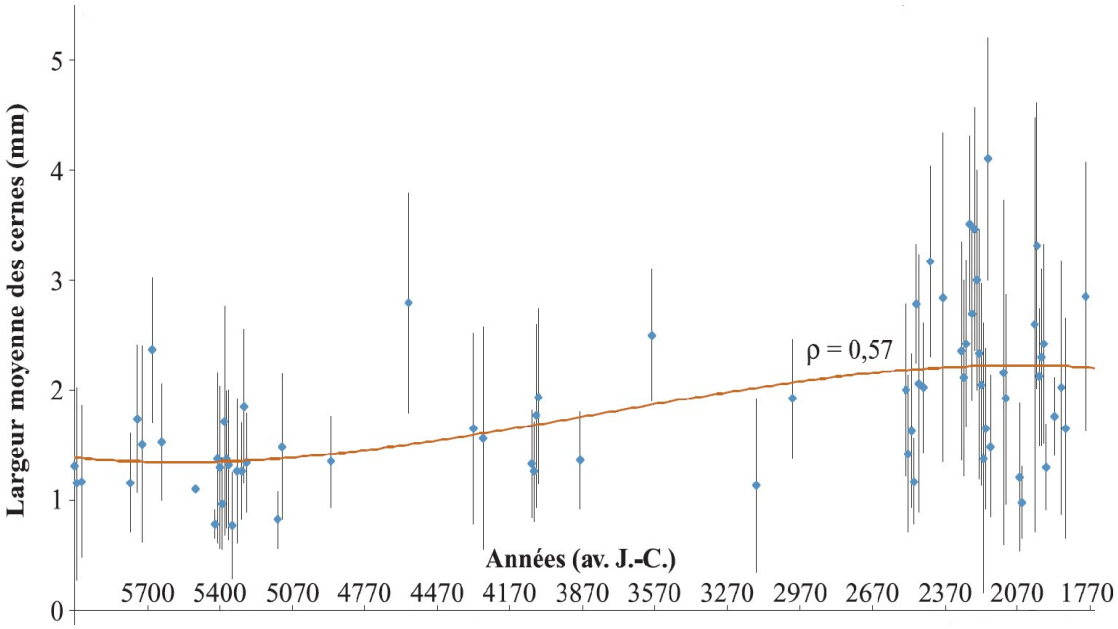


Fig. 12 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

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

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

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

- Estimation du calibre des arbres, recherche du diamètre des arbres utilisés : Mesures des calibres

L'observation des courbures des cernes renseigne sur l'origine des bois carbonisés.

Trois catégories de courbures sont potentiellement renseignées : faible, intermédiaire, forte (Fig. 13). Par exemple, une faible courbure de cerne indiquera la provenance d'au moins une pièce de bois de gros calibre : grosse branche ou tronc. Nous parlons alors de calibre des charbons de bois.

Remarque : L'interprétation doit s'appuyer sur des ensembles statistiquement représentatifs. Par exemple, l'interprétation de bois de petit calibre pourra se faire uniquement si l'on est en présence exclusivement de fragments de courbure de cerne forte. En revanche, l'observation dans un même ensemble de fragments avec à la fois des courbures faibles, intermédiaires et fortes ne permet pas de conclure sur la composition exacte du calibre des bois utilisés. Dans ce cas, seule l'utilisation pour une partie au moins de bois de gros calibre peut être avancée.

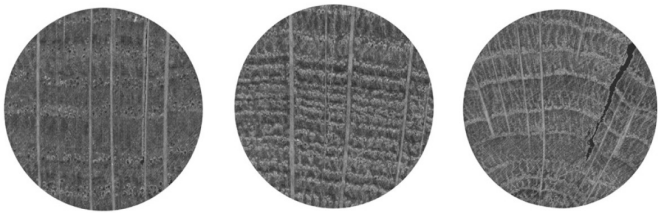


Fig. 13 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude des 15 prélèvements a permis de déterminer six taxons anthracologiques. Toutefois, une majorité des lots n'est composée que d'un ou deux taxons dont le chêne caducifolié (*Quercus sp.*) est majoritaire.

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

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

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

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

<u>Remarque sur la détection du châtaignier :</u>

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

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

L'érable (*Acer sp.*) et plus particulièrement l'érable champêtre 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. C'est un bon combustible.

Les Pomoïdeae ou Maloïdeae (ex. aubépine, poirier, néflier) sont des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les **lisières de bois**, dans des **bois clairs**, des **landes** ou en **forêts caducifoliées ouvertes**. Il n'est pas rare de les retrouver associés aux **Genistae (Fabacées)**. Les **Pomoïdées** englobent par exemple les **poiriers-pommiers** mais aussi l'**aubépine**. Ces taxons fournissent de bons combustibles.

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 types chênaies, chênaies-hêtraies, forêts ripicoles, lisières forestières, haies, fourrés et friches. 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.

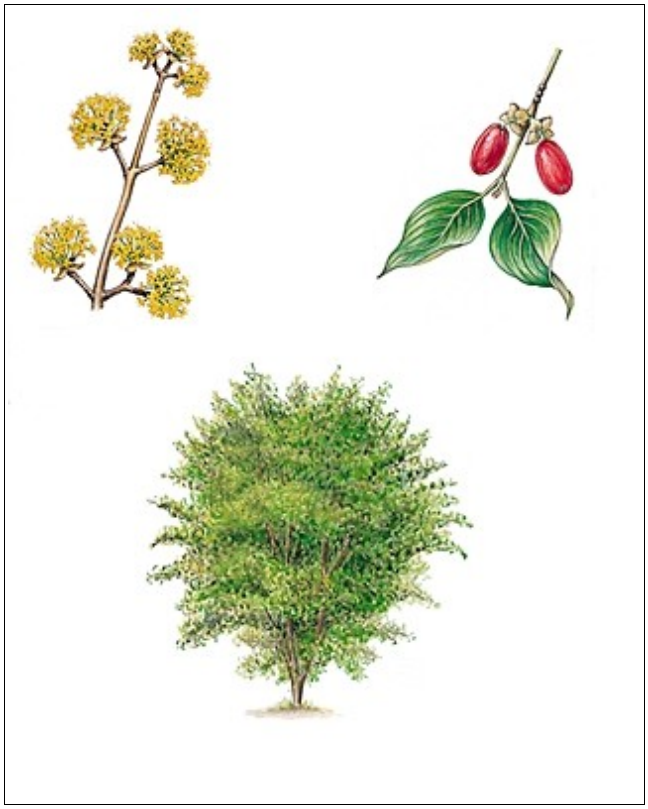


Fig. 14 – Représentation du cornouiller mâle (*Cornus mas*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

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

3.1. Prélèvement collecté dans la cavité 477

3.1.1. Résultats

– Prélèvement 478

		Courbure			Rythme		Combustion			
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	Thylle
Cornus sp.	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0
Pomoïdée	14	0	1	11	0	0	0	6	0	0
Quercus sp.	17	0	9	2	6	0	0	14	2	2

Fig. 15 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 478.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	6	17	1,16	0,43	0,73	1,86

Fig. 16 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement 478.

3.1.2. Interprétations

Trois taxons ont été identifiés dans ce lot, par ordre d'importance on constate le chêne (*Quercus sp.*), la famille des Pomoïdées et le cornouiller (*Cornus sp.*).

Il s'agit principalement de bois de moyen calibre pour le chêne et de petit calibre pour les Pomoïdées et le cornouiller. On peut donc supposer l'utilisation de bois de Pomoïdée et cornouiller pour l'allumage, le bois de chêne étant utilisé pour l'entretien de la combustion.

Cette relative diversité, tant du point taxonomique que des calibres observés, découle probablement d'un ramassage de « tout venant » ce qui caractérise plutôt des usages domestiques.

Les charbons présentent souvent des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants ». Ces aspects sont généralement synonymes de contextes de combustion chauds et fermés (ex. fours, fosses de charbonnage selon Blaizot *et al.,* 2004 ; Oilic, 2011).

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

Des mesures de largeurs de cernes ont été effectuées sur quelques fragments de chêne. L'étude a permis de calculer une moyenne de l'ordre de 1,16 mm (calcul sur des fragments de courbure faible à intermédiaire et rythmes de croissance réguliers). Ce qui correspond à des contextes de croissance difficiles. Ce résultat repose néanmoins sur un très faible nombre de charbons mesurés (Fig. 16).

3.2. Prélèvements collectés dans la cavité 84

3.2.1. Résultats

– Prélèvement 85

		Courbure			Rythme		Combustion				
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud
Acer sp.	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pomoïdée	8	0	2	5	0	0	0	7	0	0	0
Quercus sp.	7	0	4	3	3	2	0	4	1	0	1

Fig. 17 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 85.

– Prélèvement 435

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux – indet.
Fagus sylvatica	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pomoïdée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Quercus sp.	25	2	14	2	2	3	0	14	6	0	2	1	0

Fig. 18 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 435.

3.2.2. Interprétations

Deux prélèvements proviennent du comblement de la cavité 84. Les deux ensembles anthracologiques ont en commun le chêne (*Quercus sp.*) et les Pomoïdées qui constituent les essences principales. On constate aussi des fragments d'érable (*Acer sp.*) dans le prélèvement 85 (Fig. 17) et de hêtre (*Fagus sp.*) dans le lot 435 (Fig. 18).

Les deux lots sont principalement composés par du bois de petit et moyen calibre. On constate que les fragments de chêne proviennent essentiellement de bois de moyen calibre (branches) alors que l'origine des bois de Pomoïdées et d'érable est plus hétérogène (branches et petites branches). On peut supposer que le bois de chêne a été utilisé pour entretenir les combustions, le bois de Pomoïdées et d'érable ayant servi lors de phases d'allumage.

De nouveau, le caractère relativement hétérogène (essences et calibres) des ensembles anthracologiques tendent vers une origine domestique.

Une part importante des charbons avait un aspect « dur-luisant », quelques fragments présentaient même des aspects « fondus – très brillants ». Ces observations sont généralement interprétées comme la conséquence de combustions en conditions chaudes et anaérobies. Ces traits caractérisent assez bien des charbons ayant fait l'objet de pratiques de charbonnage ou des combustions en milieu fermé (ex. fours).

L'érable, le hêtre et le chêne sont des bois durs et denses. Ils sont donc plus énergétiques à la combustion, leurs braises durent plus longtemps et rayonnent davantage. Ils sont connus pour être d'excellents combustibles (Rameau *et al.*, 1989). Ils se prêtent assez bien aux pratiques de charbonnage.

Assez peu de fragments présentaient des fentes de retrait, caractéristiques de bois brûlés à l'état « vert ». Le bois a donc visiblement été utilisé à l'état sec.

3.3. Prélèvement collecté dans la cavité 326

3.3.1. Résultats

– Prélèvement 327

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Thylle
Acer sp.	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	7	0	1	6	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Pomoïdée	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Quercus sp.	22	1	8	6	7	4	0	17	2	0	0	1	5

Fig. 19 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 327.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	10	0,64	0	0,64	0,64
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	7	24	1,38	0,65	0,64	2,53

Fig. 20 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement 327.

3.3.2. Interprétations

Cinq essences ont été identifiées dans ce lot. Par ordre d'importance on constate le chêne (*Quercus sp.*), le hêtre (*Fagus sylvatica*), la famille des Pomoïdées, l'érable (*Acer sp.*) et le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*).

La majorité des fragments présente des courbures de cerne intermédiaires et fortes. C'est donc surtout du bois de petit et moyen calibre qui a été utilisé. Toutefois, quelques charbons de Pomoïdée semblent provenir exclusivement de bois de petit calibre.

Le calcul de l'indice de concentration de Pareto repose sur le principe que dans les communautés végétales actuelles, 20% des taxons correspondent à environ 80% de la biomasse (Chabal *et al.*, 1999).

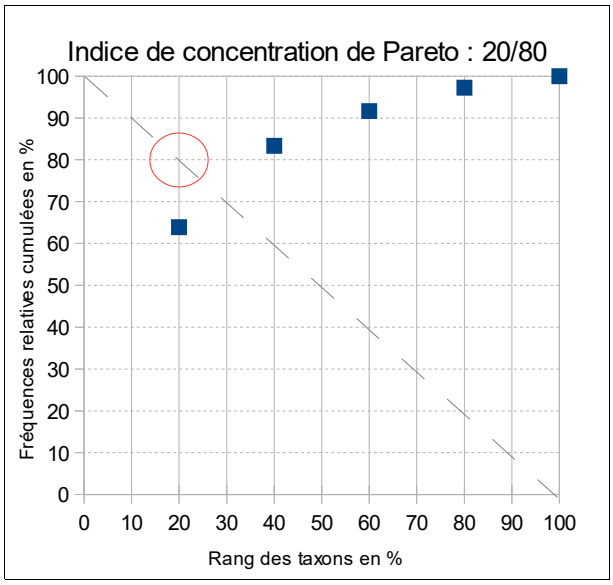


Fig. 21 – Indice de concentration de Pareto pour le prélèvement n°327.

Le calcul sur les charbons du prélèvement n°327 montre que 20% des taxons représentent un peu moins de 70% des charbons. Le résultat s'approche mais n'atteint donc pas le rapport d'équilibre connu entre biomasse et répartition des essences dans un écosystème végétal (Chabal *et al.*, 1999). La composition anthracologique constatée semblerait avoir fait l'objet de ramassages légèrement sélectifs mais qu'il est néanmoins difficile d'attribuer totalement à des choix « techniques » (ex. choix d'essences et de calibres de bois particuliers pour l'allumage d'une combustion propre à un artisanat). Au regard de ce résultat, l'hypothèse d'un usage domestique avec des ramassages de « tout venant » ne peut être écarté.

<u>Remarque :</u> Il faut considérer ce résultat avec précaution car la détection de quelques fragments de « chêne-châtaignier », considéré comme un taxon à part entière, perturbent légèrement les proportions notamment au détriment du chêne. Néanmoins, même en rassemblant les effectifs du chêne et chêne-châtaignier dans un taxon unique, le ratio de Pareto (20% des taxons correspondant à 80% des charbons) ne serait pas atteint.

L'essentiel des fragments montre des aspects « durs-luisants » et dans un cas « fondu- très brillant». Il est probable que le phénomène de vitrification ait été favorisé par le petit calibre du bois (Oilic, 2011), mais très certainement aussi par un contexte de combustion réducteur et de hautes températures (Blaizot *et al.*, 2004). Pour expliquer ces aspects, on peut évoquer des contextes de fours, de fourneaux ou des pratiques de charbonnage dans la préparation du combustible.

Les mesures de largeurs de cerne ont permis de calculer des moyenne comprises essentiellement entre de 0,64 et 1,38 mm caractéristiques de conditions de croissance difficiles (boisements denses, sols pauvres ?) (Fig. 20).

3.4. Prélèvement collecté dans la cavité 501

3.4.1. Résultats

– Prélèvement 502

		Courbure			Rythme		Combustion					
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform
Acer sp.	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus sp.	19	1	8	3	5	1	0	8	4	0	0	1

Fig. 22 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 502.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	5	25	0,92	0,39	0,61	1,54

Fig. 23 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement 502.

3.4.2. Interprétation

Deux taxons ont été identifiés pour le lot 502. Le chêne (*Quercus sp.*) est le taxon principal, accompagné de quelques fragments d'érable (*Acer sp.*).

Les fragments d'érable proviennent de bois de petit calibre, voire de brindilles. Les courbures de cernes constatées sur les charbons de chêne montrent davantage d'hétérogénéité, indiquant l'utilisation de branches de moyen à petit calibre. On peut donc penser que le bois d'érable a été utilisé lors de phases d'allumage, le bois de chêne servant davantage lors de l'entretien des combustions.

On constate des fragments aux aspects à la fois « dur-luisant », « fendu-luisant » mais aussi dans un cas « fondu, très brillant » (Fig. 22). Les hypothèses de charbons issus de pratiques de charbonnage ou de combustions en milieux chauds et fermés sont plausibles.

Quelques mesures de largeurs de cerne ont été réalisées sur des fragments de chêne de courbure intermédiaire. Les valeurs moyennes obtenues (0,92 mm) montrent des conditions de croissance des arbres difficiles (Fig. 23).

3.5. Prélèvement collecté dans la cavité 223

3.5.1. Résultats

– Prélèvement 224

		Courbure			Rythme		Combustion		
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Fagus sylvatica	7	0	3	0	0	0	0	1	1

Fig. 24 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 224.

– Prélèvement 674

		Courbure			Rythme		Combustion							
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Thylle	Insecte
Fagus sylvatica	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Pomoïdée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Quercus sp.	44	2	23	2	21	3	1	19	5	0	2	0	8	1

Fig. 25 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 674.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	6	0,99	0	0,99	0,99
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	21	72	1,25	0,44	0,88	2,4

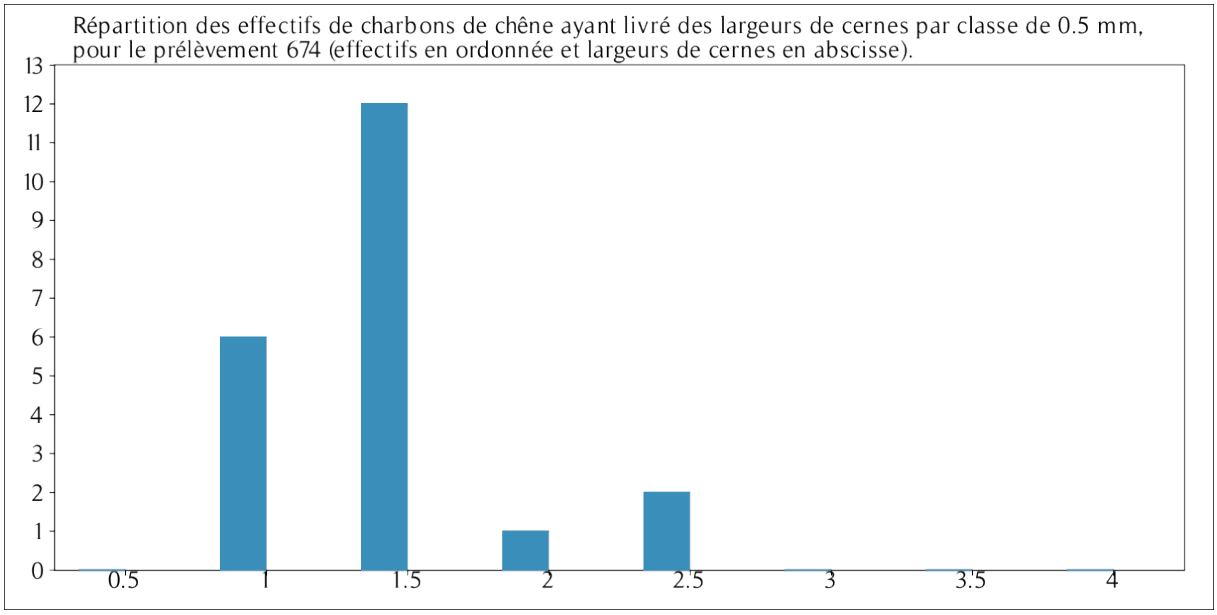


Fig. 26 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne et réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement 674.

3.5.2. Interprétation

Deux prélèvements ont été collectés dans le comblement de la cavité 223.

Le prélèvement n°223 n'a révélé qu'une essence : le hêtre, constitué de fragments de courbure intermédiaire.

L'analyse du prélèvement n° 674 a permis d'identifier des fragments de chêne (*Quercus sp.*), de chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castenea sp.*), de hêtre (*Fagus sylvatica*) et de Pomoïdées.

Une grande partie (plus de 50%) des fragments de chêne montre des courbures de cerne intermédiaires avec aussi régulièrement la présence de thylles. Concernant le chêne, ce sont donc de grosses branches qui ont été utilisées. Les autres essences semblent provenir uniquement de bois de petit calibre.

En ce qui concerne les aspects des charbons, on constate principalement des charbons aux aspects « durs-luisants » et dans une moindre mesure « fendus-luisants ». Un fragment de hêtre à l'aspect « fondu-brillant » a aussi été observé. Ces aspects sont la conséquence de combustions en milieu chaud et confiné (ex. four) ou de pratiques de charbonnage.

Quelques charbons ont été observés avec des fentes de retrait et pour certains des traces de xylophages ont été repérées. Quelques bois pourraient avoir été collectés à l'état « vert » ou partiellement humide. Les traces de xylophages peuvent s'expliquer par un ramassage de bois morts ou de restes de bois d'œuvre.

Fig. 27 – Fragment de chêne avec des traces de galeries de xylophage. Prélèvement 674. Grossissement x20. L'échelle représente des millimètres.

Des mesures de largeurs de cernes ont été effectuées sur une vingtaine de fragments de chêne. L'étude a permis de calculer une moyenne de l'ordre de 1 à 1,25 mm (calcul sur des fragments de courbure faible à intermédiaire et rythme de croissance régulier). Ce qui correspond à des contextes de croissance difficiles, probablement un boisement dense ou un secteur avec des sols pauvres. L'histogramme des valeurs est assez bien centré autour du mode, ce qui indique une source d'approvisionnement unique (Fig. 12).

3.6. Prélèvement collecté dans la cavité 130

3.6.1. Résultats

– Prélèvement 131

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Thylle
Fagus sylvatica	4	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomoïdée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus sp.	44	0	13	6	4	0	0	19	23	0	1	1	5

Fig. 28 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 131.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	4	6	2,57	0,9	1,9	3,82

Fig. 29 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement 131.

3.6.2. Interprétation

Le prélèvement n°131 provient du comblement de la cavité 130.

Trois essences y ont été identifiées : le chêne et dans une moindre mesure le hêtre et la famille des Pomoïdées.

Les charbons de chêne proviennent de bois de petit et moyen calibre, alors que les autres essences correspondent uniquement à du bois de petit calibre. On peut donc supposer que les petites branches de hêtre et de Pomoïdées ont été utilisées lors de phases d'allumage, le bois de chêne, de plus gros calibre, étant réservé à l'entretien des combustions.

On constate pour une grande partie des fragments des aspects « dur-luisants » et « fendus-luisants ». L'aspect luisant est à mettre en relation avec des conditions de combustions probablement anaérobies et chaudes propres à des fours ou bien liées à pratiques de charbonnage.

Notons qu'une part importante des fragments de chêne (23/44) présentait aussi des fentes de retrait (aspect « fendu-luisant »), ce qui caractérise un bois brûlé à l'état « vert » (Fig. 30).

Fig. 30 – Fragment de chêne d'aspect « fendu-luisant ». Prélèvement n° 131. Grossissement x7. L'échelle représente des millimètres.

Quelques mesures de largeurs de cernes ont été réalisées permettant d'obtenir une moyenne de 2,57 mm. Cette valeur, à considérer avec précaution compte tenu du faible effectif étudié, indiquerait un contexte de croissance favorable comme un boisement ouvert, une lisière forestière ou une haie.

3.7. Prélèvement collecté dans la cavité 324

3.7.1. Résultats

– Prélèvement 325

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Thylle
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus sp.	40	0	18	6	2	4	0	31	4	0	1	2	1

Fig. 31 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 325.

3.7.2. Interprétation

Une seule essence a été identifiée à l'intérieur du prélèvement n° 325, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*). Les fragments montrent pour partie des courbures de cerne intermédiaires, ce qui laisse supposer l'utilisation de bois de moyen calibre.

La plupart des charbons avait des aspects « durs-luisants », conséquence probable de conditions de combustion anaérobies et chaudes (ex. fours) ou de pratiques de charbonnage.

3.8. Prélèvements collectés dans la cavité 479 : le silo et four culinaire

3.8.1. Résultats

– Prélèvement 480

		Courbure			Rythme		Combustion				
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	Thylle	Insecte
Acer sp.	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Quercus sp.	18	1	13	0	15	0	0	9	6	9	0

Fig. 32 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 480.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	5	1,17	0	1,17	1,17
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	15	51	1,24	0,38	0,57	2,04

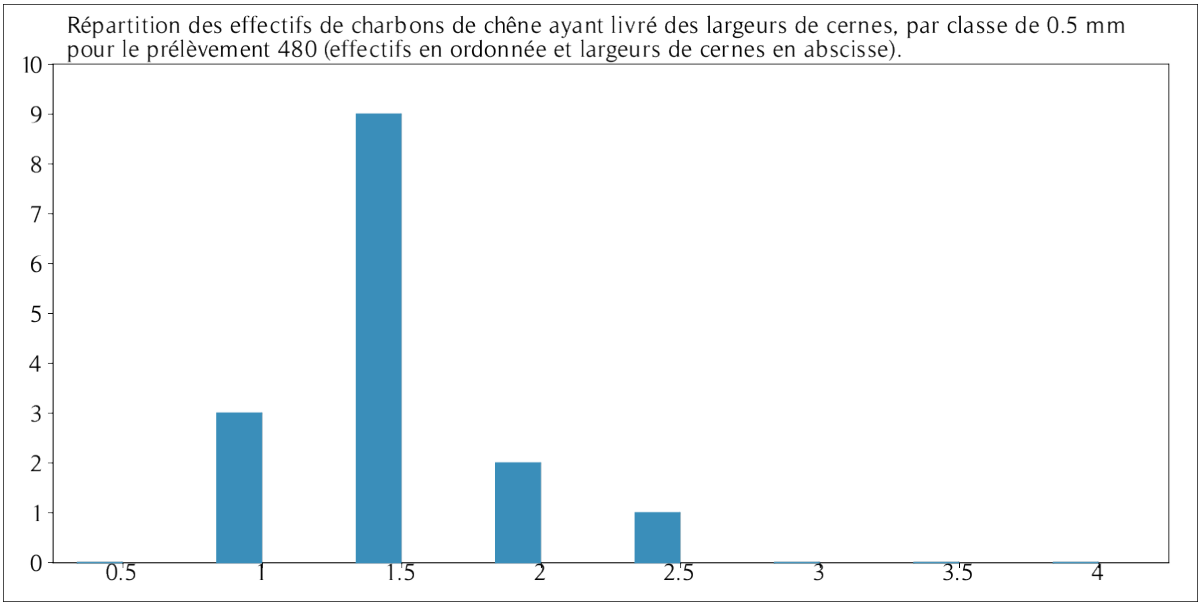


Fig. 33 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement 480.

- Prélèvement 843 - Lot 1

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Thylle
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pomoïdée	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	5	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Quercus sp.	23	3	13	2	13	1	0	17	3	0	0	1	8

Fig. 34 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 843 – lot 1.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	2	7	1,06	0,64	0,61	1,51
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	13	45	0,92	0,37	0,59	1,57

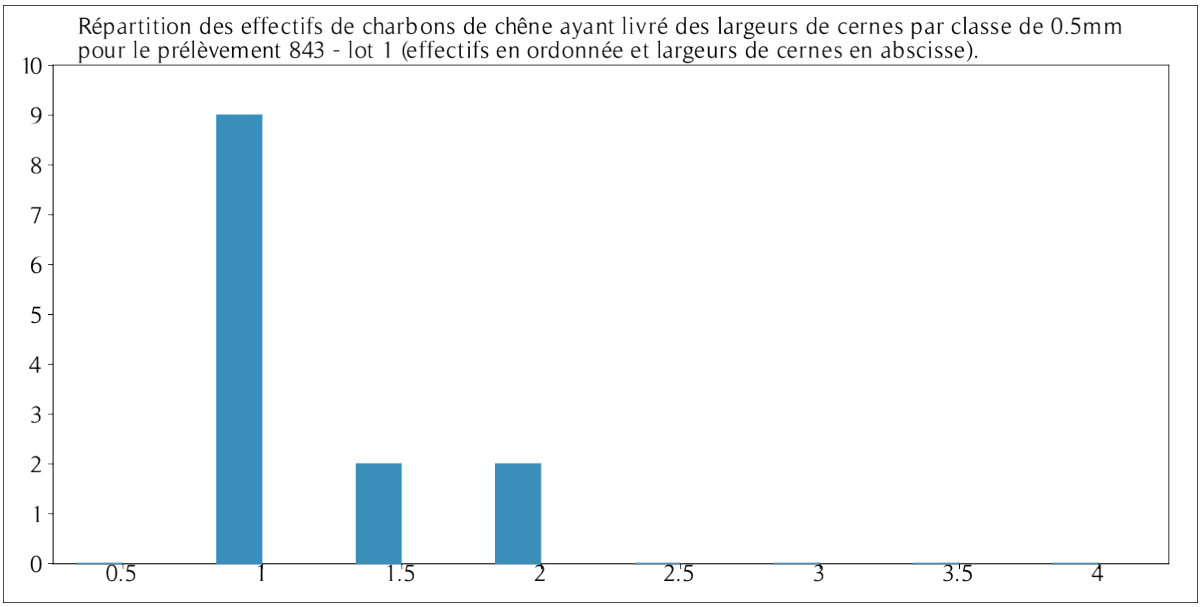


Fig. 35 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement 843 - lot 1.

- Prélèvement 843 - Lot 2

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux – indet.
Indéterminé	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1
Quercus/Castanea	8	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	1	0
Quercus sp.	18	0	4	0	3	0	0	8	6	0	1	2	0

Fig. 36 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 843 – lot 2.

- Prélèvement 844

		Courbure			Rythme		Combustion						
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Thylle
Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Quercus sp.	16	0	11	2	11	1	0	12	0	0	0	2	5

Fig. 37 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 844.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	11	47	0,73	0,13	0,54	1,02

Fig. 38 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement 844.

- Prélèvement 845

		Courbure			Rythme		Combustion			
Nom Espèce	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	Thylle
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Quercus sp.	9	0	3	3	2	3	0	5	0	2

Fig. 39 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 845.

- Prélèvement 846

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

Fig. 40 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 846.

3.8.2. Interprétation

La cavité 479 correspondrait à un ancien silo, transformé et réemployé en four vraisemblablement culinaire (Fig 45, extrait de Deshayes, 2019). L'ensemble se compose d'une fosse de travail et d'une aire de chauffe. Cinq dépôts sédimentaires successifs ont été discernés et fait l'objet de prélèvements anthracologiques :

- le prélèvement n° 846 correspond à des affaissements de paroi, observés sur les bords de la fosse de travail,
- le prélèvement n° 845 recueilli dans la fosse de travail est riche en petits morceaux de charbons de bois, pourrait directement documenter le combustible employé lors de l'utilisation du four,
- le dépôt n° 844 est étalé dans les deux espaces, il est moins riche en charbons. Il conservait quelques morceaux de torchis cuit ainsi qu'un petit artefact ferreux, non identifié. Il correspond potentiellement à l'aire de chauffe,
- le dépôt n° 843, comportait davantage de charbons et était concentré au milieu de l'aire de chauffe, en lieu et place d'une sole disparue,
- le cinquième dépôt (prélèvement n° 480) correspond au remblaiement définitif de l'ensemble de la cavité par un sédiment comportant de nombreux petits morceaux de charbons de bois et de terre brûlée (dont une partie conservant des négatifs de clayonnage).

<u>- Analyse du prélèvement n° 846 :</u>

Un seul charbon a été étudié dans ce prélèvement, il s'agit d'un morceau de chêne de courbure intermédiaire et d'aspect fendu-luisant (Fig. 40). Il s'apparente aux fragments retrouvés dans le lot n° 845.

<u>- Analyse du prélèvement n° 845 :</u>

Une dizaine de charbons a été analysée dans ce lot. Il s'agit de fragments de chêne et chêne-châtaignier. Les charbons montrent des courbures de cerne à la fois fortes et intermédiaires. Ce sont donc vraisemblablement des branches de moyen et petit (?) calibre qui ont été utilisées.

L'aspect « dur-luisant » de la majorité des charbons est à noter. C'est la conséquence probable d'un contexte de combustion chaud et fermé (conditions réductrices). L'hypothèse de rejets charbonneux en provenance du four apparaît cohérente et la plus plausible (même si on ne peut tout à fait exclure l'hypothèse d'une préparation du combustible par charbonnage).

<u>- Analyse du prélèvement n° 844 :</u>

Une vingtaine de fragments a été étudiée dans ce lot. Ce sont des charbons de chêne et chêne-châtaignier qui ont été identifiés. La plupart des charbons présentait des courbures intermédiaires. Les fragments sont donc issus de bois de branches de moyen calibre.

De nouveau, l'aspect « dur-luisant » apparaît sur une grande partie des charbons (13 / 19) (Fig. 37). Notons la détection de deux fragments d'aspect « fondu-très brillant » caractéristiques d'un niveau de vitrification supérieur. Ces observations sont probablement associées à des conditions de chauffe et de réduction un peu plus importantes à l'intérieur du four.

Quelques mesures de largeurs de cernes ont été effectuées sur les charbons de chêne de courbure intermédiaire. Elles ont permis de calculer une moyenne de 0,73 mm, caractéristique de conditions de croissance de arbres difficiles.

- Analyse de deux prélèvements issus du dépôt n° 843 :

Deux lots ont été analysés pour le dépôt n° 843. De façon générale les charbons sont apparus très fragmentés et parfois associés à des petits morceaux de terre brûlée.

Trois taxons anthracologiques ont été identifiés. Par ordre d'importance on constate le chêne (*Quercus sp.*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*) et un fragment appartenant à la famille des Pomoïdées (Fig. 34 et 36).

Pour les deux ensembles, la plupart des charbons présentait des courbures de cerne intermédiaires, même si quelques fragments aux courbures fortes et faibles ont été observés pour l'un des deux lots (Fig. 34). Ce sont donc essentiellement de grosses branches de chêne qui ont été brûlées.

Une grande partie des charbons observés avait des aspects « durs-luisants » et « fendus-luisants ». on peut vraisemblablement associé l'aspect luisant aux conditions de combustion à l'intérieur du four. Notons que des fentes de retrait ont été repérées sur une partie non négligeable des fragments (11 / 60 charbons), indiquant l'utilisation de bois « vert ».

Quelques fragments aux aspects « fondus - très brillants » ont de nouveau été observés. Ils correspondent à des degrés de vitrification plus poussés, phénomènes déjà constatés pour quelques fragments du dépôt 844. Cela caractérise un niveau de vitrification un peu plus important qui pourrait être lié aux conditions de combustion particulières (conditions réductrices) du four. Notons que le phénomène serait aussi favorisé pour les fragments de petites dimensions selon J.-C. Oilic (2011) ce qui a pu être le cas ici.

Des calculs de moyennes de largeurs de cernes ont été réalisées sur 13 fragments de chêne. Les valeurs obtenues, de l'ordre de 1 mm, caractérisent des conditions de croissances difficiles liées à des boisements denses ou des contextes abiotiques contraignants.

- Analyse du prélèvement correspondant au dépôt n° 480 :

Trois essences ont été identifiées dans ce lot. Le chêne est le principal taxon, quelques fragments d'érable (*Acer sp.*) et de hêtre (*Fagus sylvatica*) sont aussi présents.

Au regard des courbures de cernes, les fragments proviennent probablement de branches de moyen calibre.

En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate une part importante de fragments d'aspect « dur-luisant » (environ 50%). On peut de nouveau évoquer un contexte chaud et réducteur pour expliquer cet aspect.

Il est difficile d'attribuer clairement les restes charbonneux de ce dépôt à des rejets de combustion du four ou bien à des provenances extérieures. En effet, la composition anthracologique est plus diverse par rapport aux dépôts sous-jacents. Le hêtre et l'érable notamment ne sont pas détectés dans les dépôts 843, 844 et 845. Ils sont néanmoins présents dans d'autres cavités notamment celles associées à « des cabanes excavées » n° 326, 84, 223 dont les compositions anthracologiques pourraient relever de rejets de combustion semblables.

Signalons aussi que quelques fragments pourraient être issus de restes de clayonnage brûlés (?) (l'interprétation du rapport de fouille évoque des charbons associés à des restes de terre brûlée dont une partie conservait des négatifs de clayonnage selon G. Deshayes, 2019).

Une quinzaine de fragments a fait l'objet de mesures de largeurs de cernes. Les moyennes obtenues, de l'ordre de 1,2 mm, sont caractéristiques de conditions de croissance difficiles.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. 400 fragments ont été observés pour l'ensemble de 16 prélèvements étudiés.

<u>Tableaux récapitulatifs :</u>

N° inventaire et comblements associés	**Taxons**	**Hypothèses techniques**	**Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.**
Prélèvement 478 - Cavité 477 - fosse ? 1 lot étudié. RQ. le comblement contenait un petit morceau de torchis cuit avec un négatif de clayonnage.	Chêne (*Quercus sp.*), Pomoïdeae, Cornouiller (*Cornus sp.*)	**Restes charbonneux associés à une activité domestique (?)** Il s'agit de bois de moyen calibre pour le chêne et de bois de petit calibre pour le bois de Pomoïdée et de cornouiller. On peut suggérer l'utilisation de bois de Pomoïdée et cornouiller pour l'allumage, le bois de chêne ayant été utilisé pour l'entretien d'une combustion. Cette relative diversité, tant du point taxonomique que des calibres observés, découle probablement d'un ramassage de « tout venant », ce qui caractérise plutôt des usages domestiques. Les charbons présentent souvent des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants ». Ces aspects sont généralement synonymes de contextes de combustion chauds et fermés. Très peu de fentes de retrait ont été observées ce qui indique l'utilisation de bois sec.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp.* **Boisement ouvert, lisière, haie :** Pomoïdeae, *Cornus sp.* **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Lot 478 : Moy. = 1,16 mm (N=6 ; Ec-type = 0,43 mm) Contexte de croissance difficile.
Prélèvement 502 - Cavité 501 - 1 lot étudié.	Chêne (*Quercus sp.*), érable (*Acer sp.*)	**Rejets de combustion d'origine indéterminée** Les fragments d'érable proviennent de bois de petit calibre, voire de brindilles. Les courbures de cernes constatées sur les charbons de chêne montrent davantage d'hétérogénéité, indiquant l'utilisation de branches de moyen à petit calibre. On peut donc penser que le bois d'érable a été utilisé lors de phases d'allumage, le bois de chêne servant davantage lors de l'entretien des combustions. On constate des fragments aux aspects à la fois « dur-luisant », « fendu-luisant » mais aussi dans un cas « fondu, très brillant ». Les hypothèses de charbons issus de pratiques de charbonnage ou de combustions en milieux chauds et fermés sont plausibles.	**Boisement de type chênaie - hêtraie** (*Quercus sp. , Acer sp.*) **Boisement ouvert, lisière, haie :** *Acer sp.* **Mesures sur fragments de chêne de courbure moyenne :** Moy. = 0,92 mm (N=5 ; Ec-type = 0,39 mm) Contexte de croissance difficile.

Fig. 41 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements associés à des cavités « arrondies à fond plat » n° 477 et 501.

N° inventaire et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Prélèvement 131 - Cavité 130 1 lot étudié. RQ. le comblement contenait les esquilles d'un même os animal brûlé.	Chêne (*Quercus sp.*), Hêtre (*Fagus sylvatica*), Pomoïdeae	**Rejets de combustion d'origine indéterminée (domestique ?)** Les charbons de chêne proviennent de bois de petit et moyen calibre, alors que les autres essences correspondent uniquement à du bois de petit calibre. On peut donc supposer que les petites branches de hêtre et de Pomoïdées ont été utilisées lors de phases d'allumage, le bois de chêne, de plus gros calibre, étant réservé à l'entretien des combustions. Le caractère relativement hétérogène (essences et calibres) des ensembles anthracologiques, en plus du fragment d'os animal brûlé, tendent vers une origine domestique. En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate pour une grande partie des fragments des aspects « dur-luisants » et « fendus-luisants ». L'aspect luisant est à mettre en relation avec des conditions de combustions probablement anaérobies et chaudes ou bien liées à pratiques de charbonnage. Une part importante des fragments de chêne (23/44) présentait aussi des fentes de retrait (aspect « fendu-luisant »), ce qui caractérise un bois brûlé à l'état « vert ».	**Boisement de type chênaie - hêtraie :** *Quercus sp. Fagus sylvatica.* **Boisement ouvert, lisière, haie :** Pomoïdeae **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Moy. = 2,57 mm (N=4 ; Ec-type = 0,9 mm) Contexte de croissance favorable (boisement clair, haie?).
Prélèvement 325 - Cavité 324 1 lot étudié. RQ. le comblement contenait des morceaux de terre brûlée, des fragments et esquilles d'un même os animal et d'une dent de bovidé.	Chêne (*Quercus sp.*)	**Rejets de combustion d'origine indéterminée** Les fragments montrent pour partie des courbures de cerne intermédiaires, ce qui laisse supposer l'utilisation de bois de moyen calibre. La plupart des charbons avait des aspects « durs-luisants », conséquence probable de conditions de combustion anaérobies et chaudes (ex. fours) ou de pratiques de charbonnage.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp.*

Fig. 42 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements associés à des cavités « arrondies à fond plat » n° 130 et 324.

N° inventaire et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Prélèvement 327 - Cavité 326 1 lot étudié. RQ. le comblement contenait des fragments de terre brûlée et d'un os d'animal.	Chêne (*Quercus sp.*), Hêtre (*Fagus sylvatica*), Pomoïdeae, Erable (*Acer sp.*), Chêne/ châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*)	**Rejets de combustion d'origine indéterminée (domestique ?)** La majorité des fragments présente des courbures de cerne intermédiaires et fortes. C'est donc surtout du bois de petit et moyen calibre qui a été utilisé. Toutefois, quelques charbons de Pomoïdée semblent provenir exclusivement de bois de petit calibre. L'hypothèse d'une utilisation de bois de petit calibre pour l'allumage puis de moyen calibre pour la phase d'entretien est plausible. L'indice de concentration de Pareto sur le prélèvement n°327 montre que 20% des taxons représentent un peu moins de 70% des charbons. La composition anthracologique constatée semblerait avoir fait l'objet de ramassages légèrement sélectifs mais qu'il est difficile d'attribuer à des choix « techniques ». L'observation d'un fragment d'os appuierait plutôt l'hypothèse d'un rejet de combustion domestique. L'essentiel des fragments montre des aspects « durs-luisants » et dans un cas « fondu- très brillant». Il est probable que le phénomène de vitrification ait été favorisé par le petit calibre du bois (Oilic, 2011), mais très certainement aussi par un contexte de combustion réducteur et de hautes températures (Blaizot et al., 2004). Pour expliquer ces aspects, on peut évoquer des contextes de fours, de fourneaux ou des pratiques de charbonnage dans la préparation du combustible.	**Boisement de type chênaie - hêtraie :** *Quercus sp. Fagus sylvatica, Acer sp., Quercus sp. - Castanea sp.* **Boisement ouvert, lisière, haie :** Pomoïdeae, *Acer sp.* **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Lot 327 : Moy. = 1,38 mm (N=7 ; Ec-type = 0,65 mm) Contexte de croissance difficile.
Prélèvements 85 et 435- Cavité 84 - 2 lots étudiés. RQ. le comblement contenait les fragments d'un os animal très altéré.	Chêne (*Quercus sp.*), Pomoïdeae, érable (*Acer sp.*), hêtre (*Fagus sylvatica*), chêne/ châtaignier (*Quercus sp. – Castanea sp.*)	**Restes charbonneux associés à une activité domestique (?)** Les fragments de chêne proviennent essentiellement de bois de moyen calibre (branches) alors que l'origine des bois de Pomoïdées et d'érable est plus hétérogène (branches et petites branches). On peut supposer que le bois de chêne a été utilisé pour entretenir les combustions, le bois de Pomoïdée et d'érable ayant servi lors de phases d'allumage. De nouveau, le caractère relativement hétérogène (essences et calibres) des ensembles anthracologiques tendent vers une origine domestique. L'identification des restes d'un fragment d'os animal corrobore cette hypothèse. Une part importante des charbons avait un aspect « dur-luisant », quelques fragments présentaient même des aspects « fondus – très brillants ». Ces observations sont la conséquence de combustions en conditions chaudes et anaérobies, typiques de pratiques de charbonnage ou des combustions en milieu fermé (ex. fours). Assez peu de fragments présentaient des fentes de retrait, caractéristiques de bois brûlés à l'état « vert ». Le bois a donc visiblement été brûlé à l'état sec.	**Boisement de type chênaie - hêtraie** (*Quercus sp. , Fagus sylvatica, Acer sp., Quercus sp. - Castenea sp.*) **Boisement ouvert, lisière, haie :** Pomoïdeae, *Cornus sp. Acer sp.*
Prélèvements 224 et 674 - Cavité 223 - 2 lots étudiés.	chêne (*Quercus sp.*), chêne /châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), hêtre (*Fagus sylvatica*), Pomoïdées.	**Rejets de combustion d'origine indéterminée (domestique ?)** Une grande partie des fragments de chêne montre des courbures de cerne intermédiaires avec aussi régulièrement la présence de thylles. Concernant le chêne, ce sont donc des de grosses branches qui ont été utilisées. Les autres essences semblent provenir uniquement de bois de petit calibre. Le caractère relativement hétérogène (essences et calibres) des ensembles anthracologiques tendent vers une origine domestique. Concernant les aspects des charbons, on constate principalement des charbons aux aspects « durs-luisants » et dans une moindre mesure « fendus-luisants ». Un fragment de hêtre à l'aspect « fondu-brillant » a aussi été observé. Ces aspects sont la conséquence de combustions en milieu chaud et confiné (ex. four) ou de pratiques de charbonnage. Quelques charbons ont été observés avec des fentes de retrait et des traces de xylophages. Quelques bois pourraient avoir été collectés à l'état « vert ». Les traces de xylophages peuvent s'expliquer par un ramassage de bois mort ou de bois d'œuvre.	**Boisement de type chênaie - hêtraie** (*Quercus sp., Fagus sylvatica, Quercus sp. - Castanea sp.*) **Boisement ouvert, lisière, haie :** Pomoïdeae **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Moy. = 1,25 mm (N=21 ; Ec-type = 0,44 mm) Contexte de croissance difficile.

Fig. 43 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements de cavités associées à « des cabanes excavées » n° 326, 84 et 223.

N° d'inventaire et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
Cavité 479 : Prélèvement du dépôt 846 Dépôt lié à des affaissements de paroi.	Chêne (*Quercus sp.*)	**Rejet de combustion du four.** Un seul charbon a été étudié dans ce prélèvement, il s'agit d'un morceau de chêne de courbure intermédiaire et d'aspect fendu-luisant. Il s'apparente aux fragments retrouvés dans le lot n° 845.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp.*
Cavité 479 : Prélèvement du dépôt 845 Dépôt recueilli dans la fosse de travail pourrait documenter le combustible employé dans le four.	Chêne (*Quercus sp.*), chêne / châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*).	**Rejets de combustion du four.** Les charbons montrent des courbures de cerne à la fois fortes et intermédiaires. Ce sont donc des branches de moyen et petit (?) calibre qui ont été utilisées. L'aspect « dur-luisant » des charbons est la conséquence de contextes de combustion chauds et fermés. L'hypothèse de rejets charbonneux en provenance du four apparaît la plus plausible.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp. Quercus sp. - Castanea sp.*
Cavité 479 : Prélèvement du dépôt 844 Dépôt conservant quelques morceaux de torchis cuit. Il correspond potentiellement à l'aire de chauffe.	Chêne (*Quercus sp.*), chêne / châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*),	**Rejets de combustion du four.** La plupart des charbons présentait des courbures intermédiaires. Les fragments sont donc issus de bois de moyen calibre. L'aspect « dur-luisant » apparaît sur une grande partie des charbons (13 / 19). Deux fragments d'aspect « fondu-très brillant » caractéristiques d'un niveau de vitrification supérieur ont été identifiés. Ces observations sont associées à des conditions de chauffe et de réduction un peu plus importantes à l'intérieur du four.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp. Quercus sp. - Castanea sp.* **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Moy. = 0,73 mm (N=11 ; Ec-type = 0,13 mm) Contextes de croissance très difficiles.
Cavité 479 : Deux prélèvements du dépôt 843 Le dépôt correspond au milieu de l'aire de chauffe, en lieu et place d'une sole disparue.	Chêne (*Quercus sp.*), chêne / châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), Pomoïdeae	**Rejets de combustion du four.** Pour les deux ensembles, la plupart des charbons présentait des courbures de cerne intermédiaires, même si quelques fragments aux courbures fortes et faibles ont été observés pour l'un des deux lots. Quelques fragments aux aspects « fondus-très brillants » ont de nouveau été observés. Ils correspondent à des degrés de vitrification plus poussés, phénomènes déjà constatés pour quelques fragments du dépôt 844. Cela caractérise un niveau de vitrification un peu plus important qui pourrait être lié aux conditions de combustion particulières (conditions réductrices) du four. Notons que le phénomène serait aussi favorisé pour les fragments de petites dimensions selon J.-C. Oilic (2011), ce qui a pu être le cas ici.	**Boisement de type chênaie :** *Quercus sp. Quercus sp. - Castanea sp.* **Boisement ouvert, lisière, haie :** *Pomoïdeae* **Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :** Moy. = 0,92 mm (N=13 ; Ec-type = 0,37 mm) Contextes de croissance très difficiles.
Cavité 479 : Prélèvement du dépôt 480 Dépôt correspondant au remblaiement définitif de l'ensemble de la cavité.	Chêne (*Quercus sp.*), érable (*Acer sp.*), hêtre (*Fagus sylvatica*)	**Rejets de combustion d'origine indéterminée** Au regard des courbures de cernes, les fragments proviennent probablement de branches de moyen calibre. En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate une part importante de fragments d'aspect « dur-luisant » (environ 50%). On peut de nouveau évoquer un contexte chaud et réducteur. L'attribution des restes charbonneux à des rejets de combustion du four ou bien à des provenances extérieures reste hypothétique. En effet, la composition anthracologique est plus diverse par rapport aux dépôts sous-jacent. Le hêtre et l'érable notamment ne sont pas détectés dans les dépôts sous-jacents.	**Boisement de type chênaie-hêtraie :** *Quercus sp. Fagus sylvatica, Acer sp..* **Boisement ouvert, lisière, haie :** *Pomoïdeae* **Mesures sur fragments de chêne de moyenne courbure :** Moy. = 1,24 mm (N=15 ; Ec-type = 0,38 mm) Contextes de croissance difficiles.

Fig. 44 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les prélèvements associés à la cavité n° 479 : silo et four culinaire.

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

Seulement six taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le taxon dominant correspond au chêne, détecté dans l'ensemble des cavités. On constate ensuite par ordre d'importance la famille des Pomoïdées, le hêtre et l'érable. Le cornouiller est détecté uniquement dans la cavité n° 477.

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

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

- **les lisières forestières, haies, associations héliophiles** : avec la détection des Pomoïdées (*Pomoïdeae*) et de l'érable (*Acer sp.*). Ces essences attestent l'existence d'espaces ouverts ou clairsemés dans l'aire de ramassage.

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

L'absence des essences pionnières (bouleau, noisetier) indique une aire de collecte orientée vers des boisements « mâtures » (forêts denses ?).

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 huit prélèvements. Nous constatons pour sept des huit prélèvements des valeurs moyennes assez homogènes, centrées entre 1 et 1,25 mm. Ces valeurs correspondent à des croissances difficiles, en liaison avec des contextes abiotiques (ex. sols pauvres, météorologie,...) et/ou biotiques contraignants (compétition vis à vis des ressources, ex. chênaie dense).

En ce qui concerne le calibre du bois utilisé, nous constatons pour l'ensemble des prélèvements une majorité de fragments montrant des courbures de cerne fortes et intermédiaires. Les fragments montrant des courbures de cerne faibles sont assez rares (ex. lot 674, lot 480, lot 843), ils correspondent systématiquement à du chêne. C'est donc avant tout du bois de branches, voire de brindilles (pour l'allumage) qui a globalement été utilisé. Seuls quelques charbons de chêne pourraient provenir de bois de gros calibre (grosses branches) mais qui n'ont dû être utilisés que très ponctuellement.

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

Les lots anthracologiques étudiés proviennent de 3 types de dépôts :

- des cavités « arrondies à fond plat » (ex. cavités 501, 324, 477, 130). La fonction précise de ces cavités n'est pas établie mais il pourrait s'agir de fosses de stockage (Deshayes, 2019),

- des cavités associées à des cabanes excavées (ex. cavités 223, 326, 84). Il peut s'agir directement de cabanes excavées sans poteaux ou bien de simples fosses d'extraction de matériau (Deshayes, 2019),

- du comblement des vestiges d'un four constitué d'une aire de travail et d'une aire de chauffe (cavité 479).

Il n'y a pas de différences notables entre les compositions anthracologiques provenant des cavités « arrondies à fond plat » et des cavités associées à « des cabanes excavées ».

On note néanmoins une diversité taxonomique légèrement plus importante pour les dépôts liés aux « cabanes excavées » puisque l'association « chêne, chêne-châtaignier, hêtre, Pomoïdée, érable » est presque systématique (exception faite de la cavité n°223 où l'érable est absent). Cette diversité caractériserait davantage des collectes de « tout-venant » assez typiques des usages domestiques. En revanche, nous ne percevons pas de véritables différences au niveau des calibres des bois utilisés (essentiellement du bois de moyen et petit calibre) ni au niveau des combustions (l'aspect dur-luisant domine l'ensemble des compositions anthracologiques).

En ce qui concerne les restes charbonneux provenant des différents dépôts de la cavité 479 (four), excepté pour le dépôt n°480 correspondant au remblaiement définitif de l'ensemble de la cavité, nous constatons des ensembles anthracologiques assez homogènes, composés essentiellement de charbons chêne provenant de bois de calibre intermédiaire et d'aspect « dur-luisant ». Cette composition anthracologique correspond vraisemblablement aux rejets de combustion du four et semble découler de choix en combustibles particuliers, traits qui caractérisent plutôt des combustions « d'origines artisanales ».

L'aspect « dur-luisant » est un caractère détecté sur l'ensemble des dépôts.

Notons que sur le site métallurgique mérovingien du Long Buisson II (Guichainville), les essences rencontrées dans les structures liées à la métallurgie (fosses à charbonnage, foyers, fosses de rejets) sont aussi très fortement touchées par les différents stades de fusion de la vitrification (Marcigny, 2006). Dans les foyers métallurgiques, 39,6 % des charbons sont vitrifiés partiellement.

Le phénomène à l'origine de ces aspects n'est pas encore parfaitement compris. Il semble néanmoins que des contextes de combustion anaérobies et de hautes températures soient favorables au processus de « vitrification » (exemple : bas fourneaux, fours, pratiques de charbonnage selon Blaizot *et al.,* 2004 ; Oilic, 2011).

Sur le site de La Tourelle, les deux types de combustion ont pu être mises en œuvre.

Si l'on peut assez aisément évoquer le contexte du four pour expliquer les aspects des charbons retrouvés dans les dépôts inférieurs de la cavité n° 479, les pratiques

de charbonnage pourraient expliquer l'aspect des charbons retrouvés dans la plupart des autres cavités.

La nature des compositions taxonomiques semble corroborer cette hypothèse. En effet, le chêne, le hêtre, l'érable, les Pomoïdées voire le châtaignier correspondent à des bois durs et denses. Ils se consument lentement et dégagent davantage de chaleur que les bois tendres (ex. bouleau, saule) à condition qu'ils soient bien secs, ce qui est globalement le cas. Ce sont donc de bons combustibles se prêtant bien au charbonnage.

5. BIBLIOGRAPHIE

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

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

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

DESHAYES G., 2019 – Guichainville (27), « Zone de la Tourelle ». Rapport final d'opération de diagnostic archéologique. Le Vieil-Evreux, Département de l'Eure, 180 p.

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

MARCIGNY C., CARPENTIER V., 2006 - Guichainville et le Vieil Evreux (27) « Le Long Buisson », section 2 – Volume 7 : Les vestiges médiévaux. Paysans métallurgistes du Haut Moyen Âge VIè-Xè (siècle), Rapport final d'opération, INRAP, 283 p.

MARGUERIE D., BERNARD V., BEGIN Y., TERRAL J.-F., 2010 – Dendroanthracologie p. 311-347 in PAYETTE S., FILION L., *La Dendroécologie : Principes, méthodes et applications.* Presses de l'Université Laval, Québec

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

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

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

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

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

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

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

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

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, 364p

6. ANNEXE – Photographies

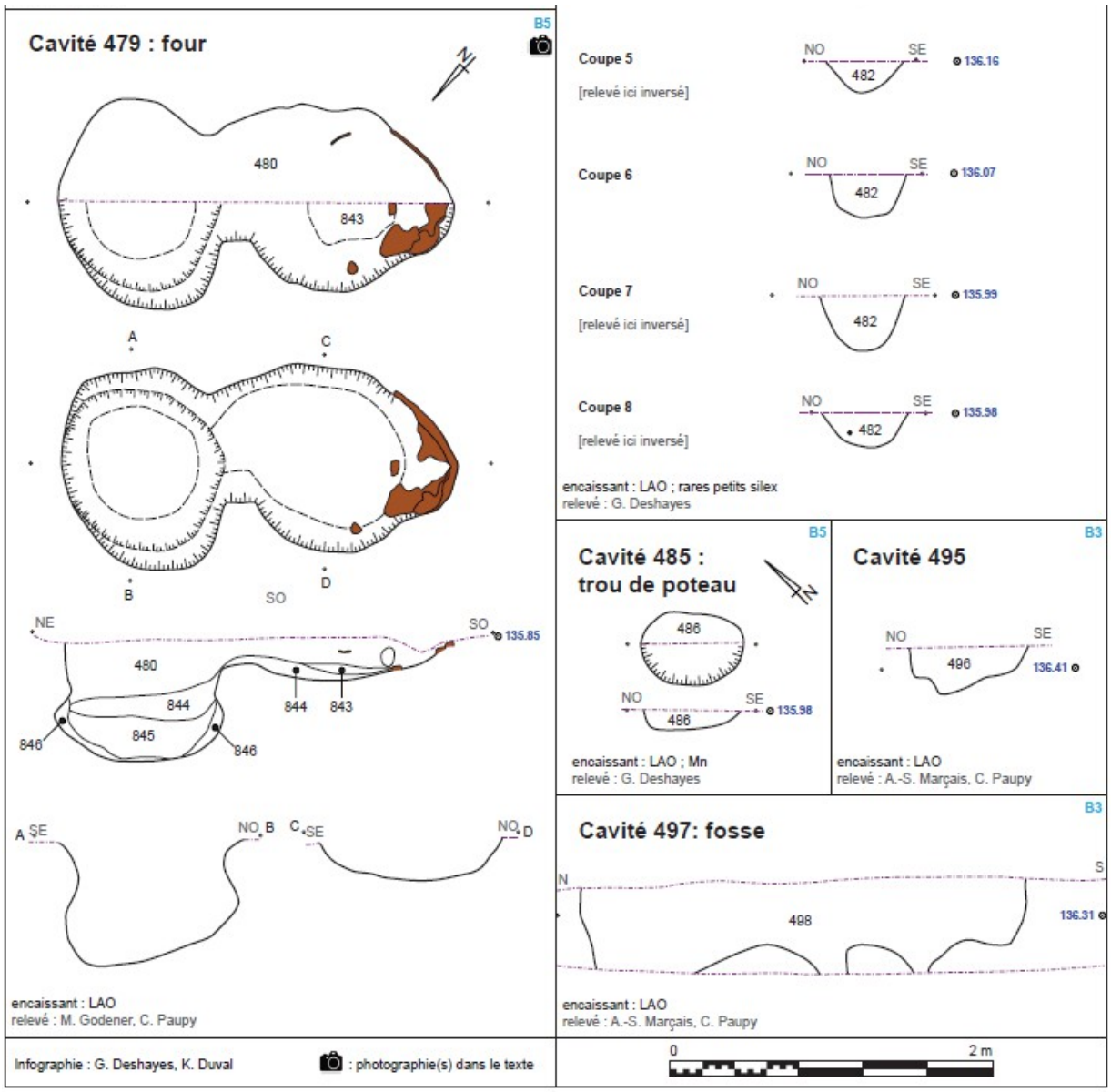


Fig. 45 – Plan du silo et four de la cavité 479 : four, sole disparue : sole suspendue ? Extrait du rapport de fouille 2019 (Deshayes, 2019).

Fig. 46 – Fragment de chêne, aspect dur-luisant brillant. Prélèvement 131. Grossissement x14. L'échelle représente des millimètres.

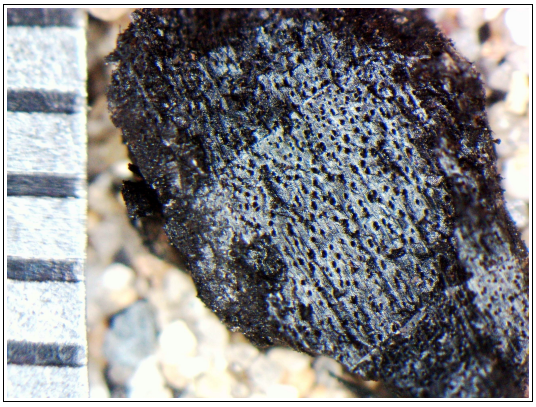


Fig. 47 – Fragment d'érable. Prélèvement 327. Grossissement x17. L'échelle représente des millimètres.