



# 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).**

CAMPAGNE DE FOUILLE DE 2018.

SONDAGES S39, S42 (DEVANT LE TEMPLE CENTRAL),  
S51 (COMPLEMENT DU CONDUIT DU « SECOND PUISARD »).



**DEPARTEMENT DE L'EURE,  
LA MISSION ARCHÉOLOGIQUE DÉPARTEMENTALE DE L'EURE**

**Septembre 2019**

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)**

Campagne de fouille 2018.

Sondages S39, S42 (devant le temple central) et S51 (second puisard).

---

**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](mailto:loic.gaudin@arkeomap.com)

Site web : [arkeomap.com](http://arkeomap.com)

---

**Septembre 2019**

*Illustration de la page de couverture :*

*Charbon de sapin (Abies sp.) Prélèvement P02-1202, sondage 51*

*Coupe transversale vue sous loupe binoculaire (laboratoire ArkéoMap). Grossissement x 7.*

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....</b>	<b>5</b>
<b>2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION .....</b>	<b>9</b>
2.1. Équipement d'observation.....	9
2.2. Méthodologie.....	10
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux .....	13
2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration ».....	14
2.5. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	16
<b>3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....</b>	<b>22</b>
3.1. Prélèvements de la phase II.5c .....	23
3.1.1. Résultats.....	23
3.1.2. Interprétation.....	25
3.2. Prélèvements de la phase II.5d .....	26
3.2.1. Résultats.....	26
3.2.2. Interprétation.....	32
3.3. Prélèvements de la phase III.1.....	34
3.3.1. Résultats.....	34
3.3.2. Interprétation.....	47
3.4. Prélèvements de la phase III.1 à III.2.....	52
3.4.1. Résultats.....	52
3.4.2. Interprétation.....	57
3.5. Prélèvements de la phase III.2.....	59
3.5.1. Résultats.....	59
3.5.2. Interprétation.....	61
3.6. Prélèvements de la phase II.5 à V.4.....	62
3.6.1. Résultat.....	62
3.6.2. Interprétation.....	62
<b>4. SYNTHESE.....</b>	<b>63</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>74</b>
<b>6. ANNEXE.....</b>	<b>76</b>

## INTRODUCTION

Cette étude anthracologique fait suite à l'opération archéologique effectuée sur le « Grand Sanctuaire » du site de Gisacum au Vieil-Evreux (27) en 2018. Cette opération triennale a été menée 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 I<sup>er</sup> siècle sous la forme de deux îlots d'habitation. De grands travaux d'agrandissement et de transformation sont entrepris au cours du III<sup>e</sup> siècle ce qui correspond à l'apogée du site. C'est à cette période qu'un nouveau sanctuaire monumental est construit sur les vestiges d'un sanctuaire précédent et plus modeste.

Vers le milieu III<sup>e</sup> 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 III<sup>e</sup> siècle le sanctuaire est fortifié et réoccupé (phase III.1).

A partir du IV<sup>e</sup> 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 porte sur une sélection de 60 prélèvements charbonneux. 19 lots ont été prélevés à l'intérieur du comblement du « second puisard » (Sondage 51) et 41 lots proviennent des sondages situés devant le temple central (S39 et S42).

L'attribution chronologique des lots s'étend sur la période allant de la phase II.5c à la phase III.2. Les prélèvements du sondage 51 (comblement du conduit du second puisard) correspondent plus précisément à la phase III.1 à III.2.

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 palestine 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. Doutrelepon (Fechner K. *et al.*, 2004 et Bertaudière S. *et al.*, 2014) et sur plusieurs structures situées à proximité du Grand Sanctuaire (Gaudin, 2015, 2018).

L'étude des macrorestes végétaux carbonisés 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

Les restes anthracologiques proviennent de 60 prélèvements réalisés dans les sondages S39, S42 et S51. Environ 2000 charbons ont été étudiés. Les lots ainsi qu'une brève description sont listés dans le tableau suivant (Fig. 1).

N° préél	Sond.	US	CS	Interprétation	Phase de	Phase à	Effectifs étudiés
P02-1245	39	216.599	2461	Comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461)	II.5c	II.5c	8
P02-1259	42	216.599	2461	Comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461)	II.5c	II.5c	11
P02-1252	39	216.611		Comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461)	II.5c	II.5c	20
P02-1248	39	216.619	2415	comblement des abords d'un conduit	II.5c	II.5c	5
P02-1257	39	216.584		Récupération en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée)	II.5c	II.5c	7
P02-1258	39	216.559		Récupération en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée)	II.5c	II.5c	1
P02-1260	39	216.575		Récupération en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée)	II.5c	II.5c	6
P02-1272	39	216.614	2467	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	26
P02-1228	39	215.1227	carré I	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	32
P02-1229	39	215.1209	carré H	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	45
P02-1225	39	215.1228	carré J	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	39
P02-1239	39	215.1229	carré K	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	13
P02-1276	39	215.1240		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	53
P02-1244	39	216.615		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	5
P02-1261	39	215.1273		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	46
P02-1262	39	215.1243		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	16
P02-1264	39	215.1244		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	15
P02-1265	39	215.1249		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	3
P02-1266	39	215.1250		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	2
P02-1268	39	215.1248		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	1
P02-1269	39	215.1241		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	11
P02-1270	39	215.1239		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	17
P02-1271	39	215.1254		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	II.5d	II.5d	17
P02-1273	39	216.606		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	III.1	III.1	11
P02-1233	39	215.1188		Remblai lié à la construction de la fortification	III.1	III.1	5
P02-1256	39	216.586		Remblai lié à la construction de la fortification	III.1	III.1	6
P02-1224	39	215.1219		sol en lien avec la fortification	III.1	III.1	5
P02-1230	39	215.1191		sol en lien avec la fortification	III.1	III.1	15
P02-1267	39	215.1163	Carré B	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	14
P02-1226	39	215.1189	carré F	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	65
P02-1232	39	215.1178	carré G	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	16
P02-1234	39	215.1164	carré C	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	10
P02-1235	39	215.1182	carré D	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	7
P02-1236	39	215.1174	carré B	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	5
P02-1237	39	215.1173	carré D	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	21
P02-1238	39	215.1165	carré D	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	10
P02-1240	39	215.1184	carré D	Occupation en lien avec la fortification	III.1	III.1	11
P02-1242	39	216.567		dépotoir à ciel ouvert	III.1	III.1	15
P02-1250	39	216.562		dépotoir à ciel ouvert	III.1	III.1	5
P02-1253	39	216.628		Démolition finale du conduit CS.2415	III.2	III.2	5
P02-1243	39	215.1214		Occupation devant temple central, ne pas étudier	II.5	V.4	9
Sous-total pour l'occupation devant le temple central (sondage 39), 2018							634
P02-1206	51	217.564	2411	comblement conduit	III.1	III.1	150
P02-1207	51	217.565	2411	comblement conduit	III.1	III.1	152
P02-1210	51	217.566	2411	comblement conduit	III.1	III.1	151
P02-1212	51	217.567	2411	comblement conduit	III.1	III.1	55
P02-1214	51	217.568	2411	comblement conduit	III.1	III.1	100
P02-1217	51	217.569	2411	comblement conduit	III.1	III.1	32
P02-1218	51	217.570	2411	comblement conduit	III.1	III.1	30
P02-1219	51	217.571	2411	comblement conduit	III.1	III.1	25
P02-1220	51	217.572	2411	comblement conduit	III.1	III.1	35
P02-1196	51	217.557	2411	comblement conduit	III.1	III.2	24
P02-1199	51	217.558	2411	comblement conduit	III.1	III.2	53
P02-1200	51	217.559	2411	comblement conduit	III.1	III.2	32
P02-1201	51	217.560	2411	comblement conduit	III.1	III.2	56
P02-1202	51	217.561	2411	comblement conduit	III.1	III.2	116
P02-1203	51	217.562	2411	comblement conduit	III.1	III.2	152
P02-1204	51	217.563	2411	comblement conduit	III.1	III.2	150
P02-1193	51	217.551	2411	comblement conduit	III.2	III.2	14
P02-1194	51	217.555	2411	comblement conduit	III.2	III.2	14
P02-1195	51	217.556	2411	comblement conduit	III.2	III.2	37
Sous-total du comblement du conduit, 2d puisard (sondage 51), 2018							1378
							<b>2012</b>

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

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 est le cas des lots provenant de l'occupation devant le temple central (S39). En effet, seulement un à quatre taxons ont été identifiés pour la plupart des échantillons provenant de ce sondage. La courbe réalisée pour le prélèvement P02-1261 montre un seuil situé entre 15 et 25 fragments (Fig. 2). Pour le prélèvement P02-1229, lot le plus diversifié, la courbe « d'effort-rendement » montre un seuil compris entre 20 et 30 charbons (Fig. 3). Ce seuil a systématiquement été atteint lorsque le nombre de charbons présents à l'intérieur des lots était suffisant.

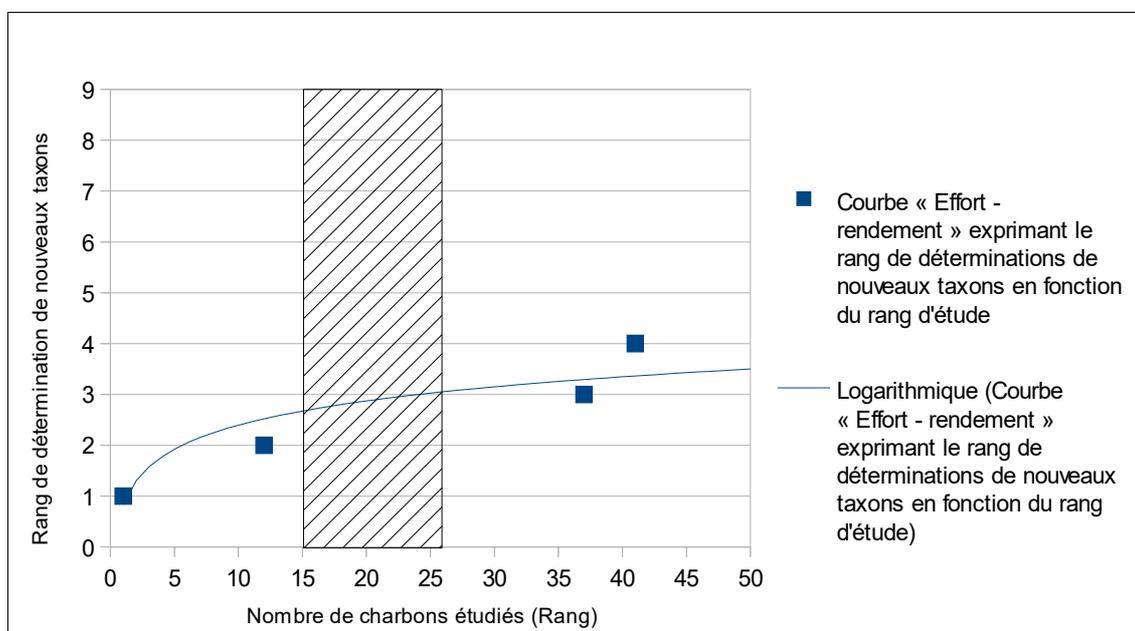


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement P02-1261 du sondage 39. Dans cet exemple, le quatrième taxon a été observé au rang 41 et le seuil « d'effort - rendement » se situe entre 15 et 25 charbons.

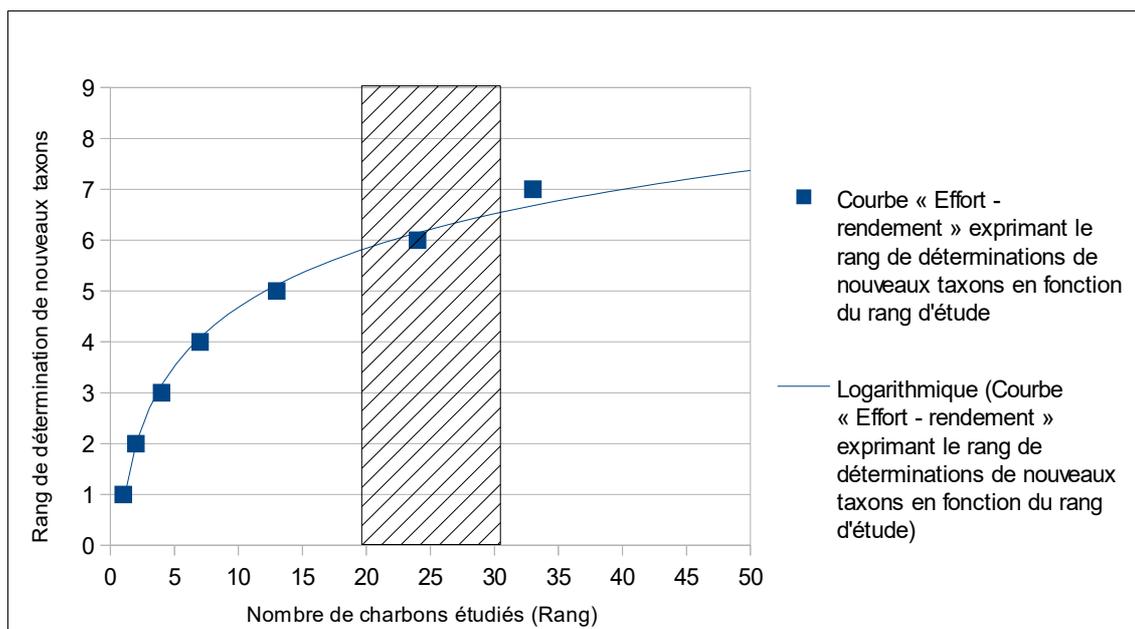


Fig. 3 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement P02-1229 du sondage 39. Dans cet exemple, le septième taxon (*Corylus avellana*) a été observé au rang 33 et le seuil « d'effort - rendement » se situe entre 20 et 30 charbons.

Les prélèvements du second puisard (S51) sont plus diversifiés. Plusieurs lots présentaient une quinzaine de taxons différents. Les courbes « d'effort-rendement » effectuées sur les lots P02-1202 et P02-1210 ont montré des seuils situés entre 50 et 70 charbons. Dans la mesure du possible nous avons donc cherché à étudier un minimum de 50 charbons pour les lots en provenance du sondage S51 afin de garantir une diversité représentative.

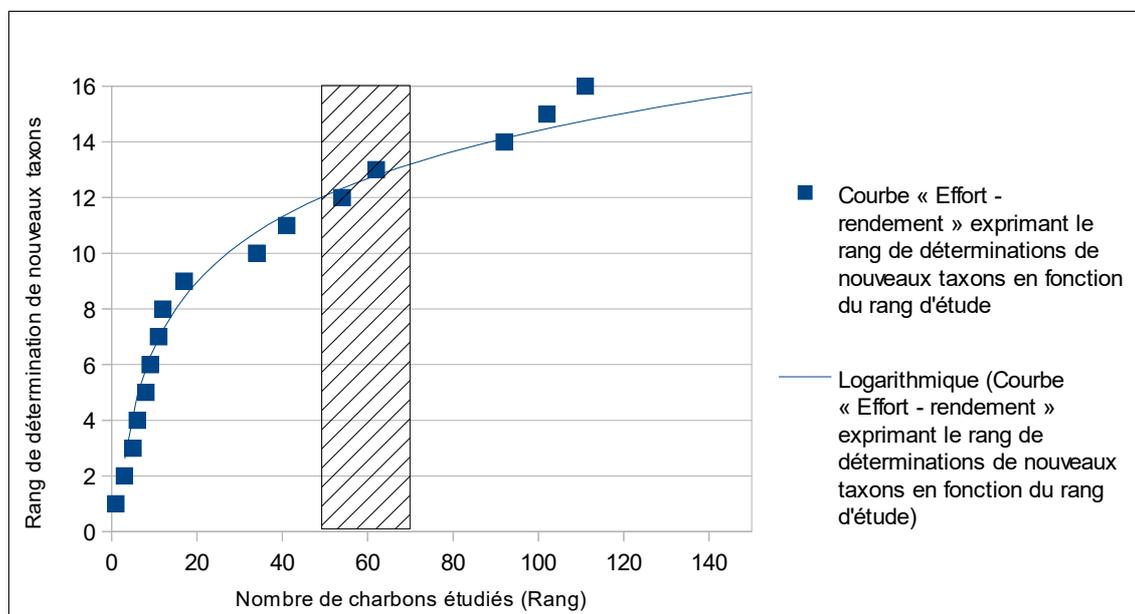


Fig. 4 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement P02-1202 du sondage S51 (2d puisard). Dans cet exemple, le seizième taxon (*Fagus sylvatica*) a été observé au rang 111 et le seuil « d'effort - rendement » se situe entre 50 et 70 charbons.

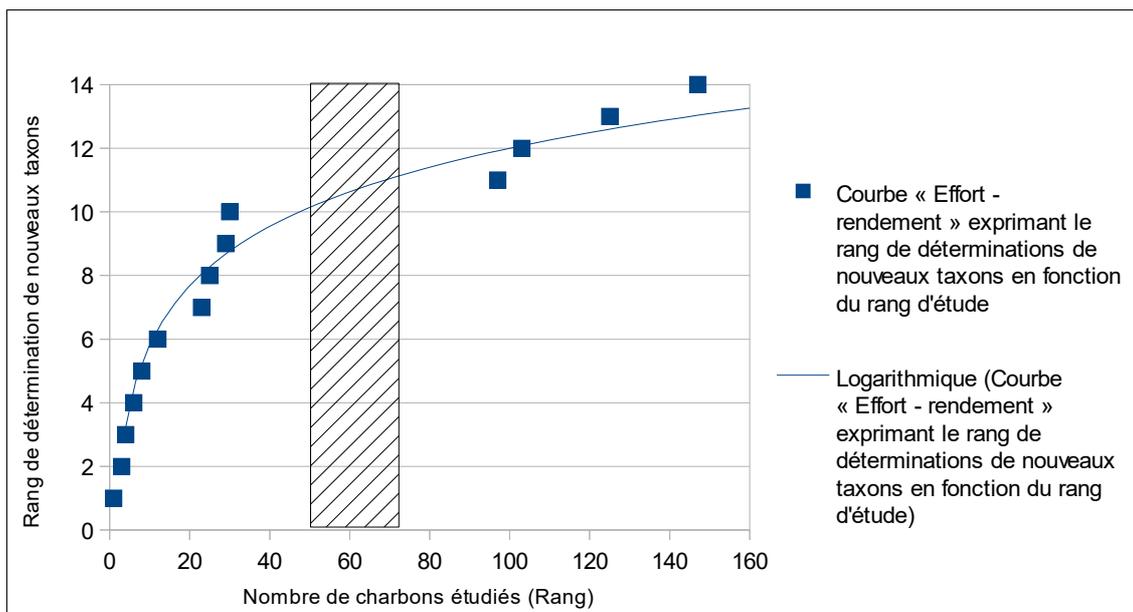


Fig. 5 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement P02-1210 du sondage S51 (2d puisard). Dans cet exemple, le quatorzième taxon (*Euonymus europaeus*) a été observé au rang 147 et le seuil « d'effort - rendement » se situe entre 50 et 70 charbons.

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 60 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). C'est pourquoi l'étude d'un certain nombre de lots issus du second puisard (S51) a été portée jusqu'à atteindre environ 150 charbons lorsque les prélèvements étaient particulièrement riches.

## 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 6 - 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.

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'énorme avantage de ne pas "polluer" l'échantillon par une imprégnation en résine de synthèse et le laisse donc tout à fait susceptible d'être daté par radiocarbone après étude anthracologique.

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

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

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

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

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

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

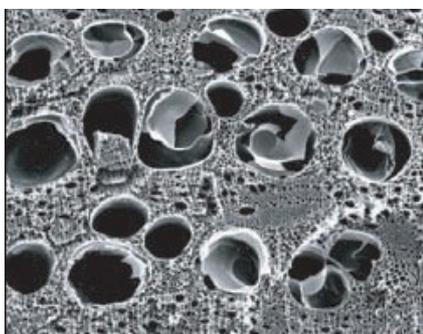
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour connaître la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

### - le rythme de croissance

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

### - la présence de thylles

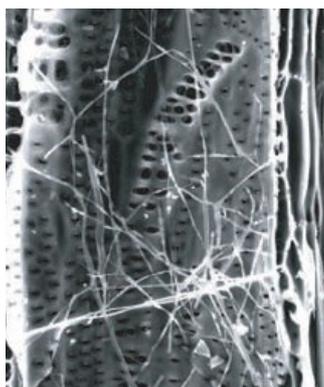
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne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



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

Fig. 7 – 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.

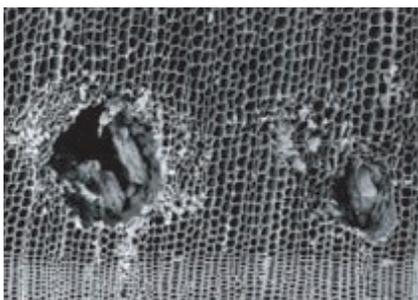
Fig. 8 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

### - 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. 9 – 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. 10 – Exemple de fentes de retrait (Marguerie *et al.*, 2010).

La vitrification (ou aspect luisant du charbon) affecte plus souvent des petites pièces de bois (Oilic, 2011). Selon Marguerie *et al.* (2010), elle est la conséquence de conditions spécifiques de combustion ou de taphonomie, voire d'un état particulier du bois avant le passage au feu. Prior et Alvin y voient la conséquence d'une combustion à très haute température (Prior et Alvin, 1986). De fortes variations de températures comme "un refroidissement rapide de surfaces chaudes en conditions anaérobies" (conditions réductrices) pourraient par exemple provoquer ce phénomène de vitrification selon Blaizot *et al.* (2004).

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

En 2011, J.-C. Oilic réutilisa une classification du « degré de vitrification » de D. Marguerie et J.-Y. Hunot (2007) afin de décrire des compositions anthracologiques associées à des pratiques de charbonnage, de grillage, bas-fourneaux, haut-fourneaux.

- **la saison d'abattage** est repérable lorsque le dernier cerne est identifié. Un examen détaillé de ce dernier cerne rend parfois possible la détection du bois initial (bois de printemps) du bois final (ou bois d'été). 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 (type de courbure, type de combustion, occurrences de thylles, traces d'insectes...). Néanmoins, une partie des charbons n'ont 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 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). Un milieu plus ouvert est, en revanche, riche en bois à croissance rapide (cernes larges).

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

La plus ou moins grande courbure des cernes (Cf. les 3 catégories : faible, intermédiaire, forte, Fig. 11) renseigne sur l'origine du fragment carbonisé. Par exemple, une faible courbure de cerne indiquera une provenance d'une grosse pièce de bois : grosse branche ou tronc. Nous parlons alors de calibre des charbons de bois.

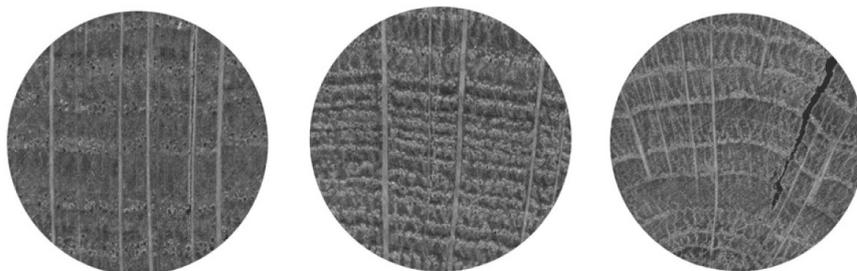


Fig. 11 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

## 2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration »

La technique dite de « calibration » (Dufraisse *et al.*, 2011) a pour objectif d'estimer le diamètre minimum des arbres. Cette approche permet de mesurer les calibres minimum à partir de l'angle que forment les rayons ligneux entre eux. Il est ensuite possible de les répartir dans chacune des classes de calibre de façon à mieux appréhender les calibres réellement utilisés.

La mesure des calibres s'effectue à l'aide d'un logiciel d'analyse d'image. Une loupe binoculaire équipée d'une caméra et couplée à un ordinateur permet la capture de l'image du charbon à mesurer. Les grossissements 7x à 40x ont été utilisés.

Selon N. Marcoux (2009), la capture est à effectuer sur la partie la plus externe du charbon de façon à estimer au mieux son calibre. Deux droites sont dessinées : d1 et d2 (Fig. 12), chacune se superposant à un rayon ligneux. Si la marge extérieure du charbon suit la courbure des cernes, une droite d est tracée entre les points de croisement des droites d1 et d2 et la bordure du charbon. La distance d et l'angle a formé par les deux droites d1 et d2 sont les données utilisées dans le calcul trigonométrique basé sur le sinus (Fig. 12).

Dans ces exemples, il est préconisé d'utiliser la marge extérieure du charbon de bois de façon à estimer au mieux son calibre. Il s'avère parfois que dans cette partie, les rayons ligneux présentent une déviation liée vraisemblablement à une déformation du charbon. Dans ce cas, il est plus judicieux d'effectuer les mesures dans une partie saine du charbon et d'ajouter ensuite au rayon la distance entre le lieu de ces mesures et la marge externe du charbon.

Il est important de noter que les expérimentations ayant pour but de vérifier la méthode de mesures et de répartition des calibres ont montré que les calibres les plus gros sont sous-représentés dans les résultats (Paradis S., 2007) d'une part parce que les parties périphériques des bûches sont davantage consommées, diminuant l'effectif des restes carbonisés de ces calibres, et d'autre part parce que le bois se rétracte au moment de la combustion, diminuant d'autant le diamètre.

Ces mesures nécessitent des analyses d'images qui ont été réalisées au laboratoire ArkéoMap sous stéréomicroscope Olympus (SZX7).

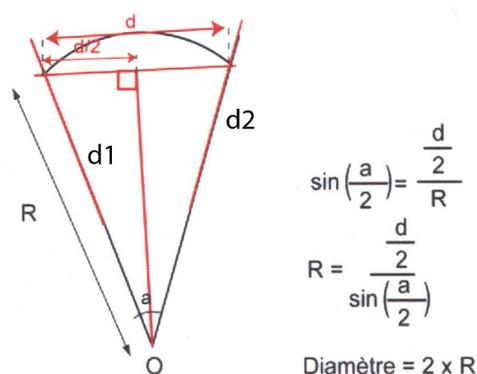


Fig. 12 : calculs trigonométriques pour la détermination des calibres des bois à partir du sinus de l'angle (Paradis S., 2007).

Par la suite, c'est la fréquence des effectifs des rayons obtenus qui va permettre d'estimer le rayon des arbres utilisés. En toute logique, les charbons les plus à l'extérieur (et donc avec les plus fortes positions radiales calculées) sont aussi les plus nombreux. (Cf. Fig. 13, principe des histogrammes de fréquences, selon Dufraisse *et al.*, 2011). Le rayon de l'arbre pourra ainsi être estimé en prenant la classe de diamètre maximale.

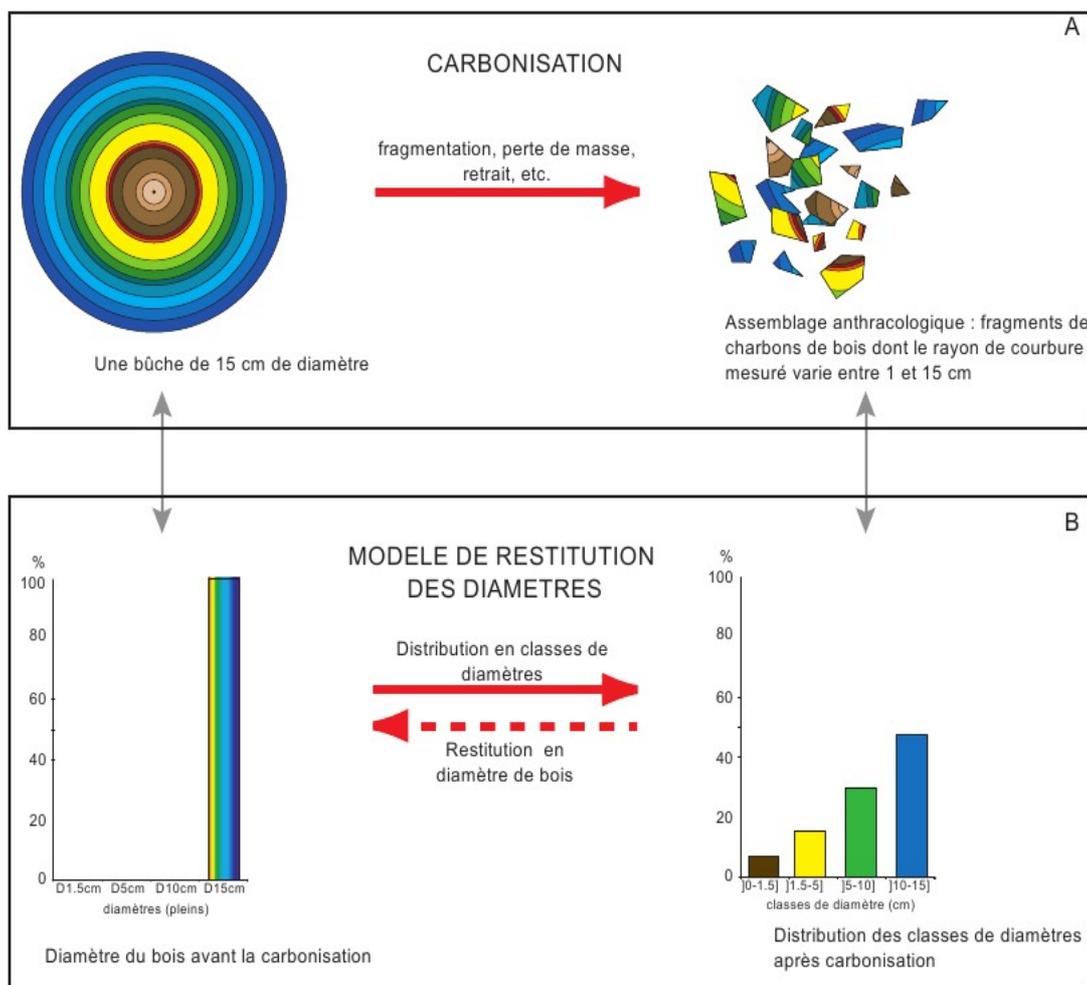


Fig. 13 – Principe du modèle de restitution des diamètres de bois (extrait de Dufraisse *et al.*, 2011).

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

L'étude de l'ensemble des prélèvements a permis de déterminer 28 taxons anthracologiques. De façon générale cinq taxons se dégagent, il s'agit du chêne (*Quercus sp.*), du genre *Prunus*, de la famille des *Pomoïdées*, du frêne (*Fraxinus sp.*) et de l'érable (*Acer sp.*).

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

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

**L'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. C'est une essence utilisée aussi en plantation d'alignement ou en ornement. C'est un bon combustible.

**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. Il est régulièrement détecté dans l'étude notamment dans le comblement du conduit S51. 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'orme** (*Ulmus sp.*), probablement l'orme champêtre dans l'aire géographique considérée, est une espèce héliophile présente dans les haies, forêts alluviales et parmi les végétations rudérales. Autrefois communes partout en plaine, les populations ont été fortement décimées par la graphiose au début du XXe siècle.

**Le sapin**, probablement le sapin pectiné (*Abies alba*) dans l'aire considérée, est une essence commune dans l'est de la France et le Massif central. Il est aussi localisé en Normandie (L'Aigle), probablement dès l'Antiquité. Il exige une humidité atmosphérique élevée et constante tout au long de l'année. Il est souvent associé au hêtre dans l'étage montagnard et à la chênaie-hêtraie dans le collinéen supérieur. Il forme un bois blanc de bonne qualité, recherché pour la charpente, la menuiserie. Quelques fragments ont été identifiés avec des galeries de xylophages, probablement la petite vrillette (*Anobium punctatum*). Il pourrait donc s'agir de restes de bois d'œuvre.

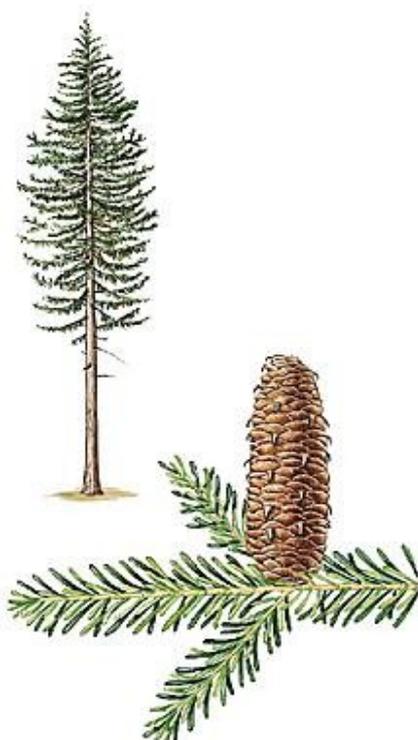


Fig. 14 – Représentation du sapin pectiné ou sapin blanc (*Abies alba*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

**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.

Quelques fragments semblent correspondre au **pin maritime** (*Pinus type pinaster*) ou au **pin parasol** (*Pinus pinea*). Il faudrait évoquer une importation depuis l'aire méditerranéenne pour ce dernier taxon.

De façon générale, les résineux (ou Gymnospermes : pins et sapins) s'enflamment rapidement du fait de leur teneur élevée en résines et sont appréciés pour leur montée rapide en température mais ils peuvent projeter hors du foyer des petites braises incandescentes lors de leur combustion.

Le **noisetier** (*Corylus sp.*) et le **bouleau** (*Betula sp.*) sont des essences héliophiles ou de demi-ombre. Elles se rencontrent aussi bien dans les **lisières de forêts caducifoliées**, dans des bois clairs, dans des **landes** ou **friches**. Ces espèces s'adaptent à tous les substrats, tant d'un point de vue hydrique qu'en terme de pH. Aussi, on les trouve potentiellement dans la plupart des écosystèmes, même s'ils restent avant tout des arbres pionniers par excellence. Le noisetier et le bouleau sont de bons combustibles (flamme longue, claire, sans fumée), ils dégagent beaucoup de chaleur et une combustion rapide. Leurs bois constituent un excellent bois d'allumage, surtout sous la forme de brindilles.



Fig. 15 – Représentation du noisetier (*Corylus avellana*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

Le **saule** (*Salix sp.*) et le **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 **frêne** (*Fraxinus sp.*) a aussi été très 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.

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 **Genistae (Fabacées)**. Les **Pomoïdées** englobent par exemple les **poiriers-pommiers** mais aussi l'**aubépine**. Les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent aussi correspondre aux **merisiers** et aux **cerisiers**. Excepté le merisier (*Prunus avium*), l'ensemble de ces taxons fournissent de bons combustibles.

**La viorne** (*Viburnum sp.*) correspond potentiellement à trois espèces. La viorne lantane (*Viburnum lantana*) et la viorne obier (*Viburnum opulus*) sont communes en France sauf en région méditerranéenne, c'est l'inverse pour la viorne-tin (*Viburnum tinus*). En ce qui concerne la viorne lantane et la viorne obier, elles forment des arbrisseaux héliophiles ou de demi-ombres que l'on retrouve dans les haies, les lisières, les rocailles, les bois clairs et forêts riveraines (humides). Leur bois est utilisé dans la vannerie, la corderie, l'encollage.

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

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

Les **Ericacées** correspondent à une famille comprenant de très nombreux genres (Ex. callunes, 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.

**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.

La famille des **Rhamnacées**, dont le genre *Frangula sp.* (**bourdaine**) et les genres **nerpruns** (*Rhamnus sp.*) sont difficilement discernables. Les fragments observés semblent plutôt correspondre au nerprun (type *Rhamnus catharticus*). Ce sont des arbrisseaux, épineux correspondant à des végétations arbustives (ex. garrigues, fruticées, manteaux arbustifs, bois clairs). Ils sont souvent associées à des milieux pauvres et secs, excepté la bourdaine plutôt caractéristique de sols humides.

**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.

Le **genévrier** (*Juniperus sp.*) est un genre qui correspond soit à l'espèce *Juniperus oxycedre* taxon méditerranéen au sens large que l'on retrouve souvent associé au chêne vert dans les stades de garrigues et de maquis, soit au genévrier commun (*Juniperus communis*) dont la répartition géographique et le spectre écologique est plus large. Ils constituent dans tous les cas de figures une végétation arbustive vivant dans des milieux pauvres et secs. En ce qui concerne le genévrier commun, ses baies peuvent être utilisées dans la fabrication de liqueurs, son bois est odorant et est utilisé en marqueterie. Il est parfois planté pour faire des haies ou des brise-vent.



Fig. 18 - Représentation du genévrier (*Juniperus communis*)

Le **cornouiller** (*Cornus sp.*) est un genre qui correspond potentiellement à deux espèces d'arbustes 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.

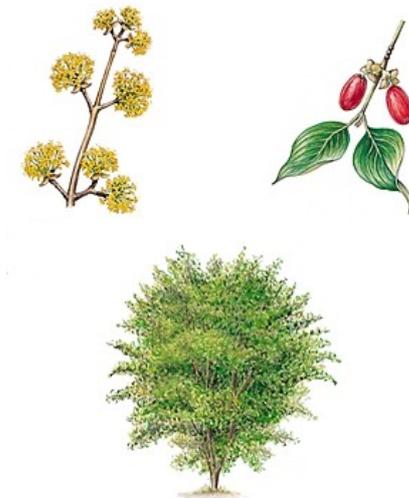


Fig. 19 - Représentation du cornouiller mâle (*Cornus mas*) extrait de l'encyclopédie Larousse.

### 3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Compte tenu des attributions chronologiques assez précises pour la plupart des prélèvements (Fig. 1), nous avons choisi d'interpréter les résultats par phase chronologique et structure.

N° prél	Sond.	US	CS	Interprétation	Phasage	Datation	Effectifs étudiés
P02-1259	42	216.599	2461	Comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461)	Phase II.5c, Première démolition (symbolique?)	Vers 250 – 275	11
P02-1245	39	216.599	2461	Comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461)			8
P02-1252	39	216.611		Comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461)			20
P02-1248	39	216.619	2415	comblement des abords d'un conduit			5
P02-1257	39	216.584		Récupération en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée)			7
P02-1258	39	216.559		Récupération en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée)			1
P02-1260	39	216.575		Récupération en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée)		6	
P02-1272	39	216.614	2467	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	Phase II.5d, Clôture du sanctuaire	Vers 275 – 280 (après 273)	26
P02-1228	39	215.1227	carré I	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			32
P02-1229	39	215.1209	carré H	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			45
P02-1225	39	215.1228	carré J	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			39
P02-1239	39	215.1229	carré K	remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			13
P02-1276	39	215.1240		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			53
P02-1244	39	216.615		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			5
P02-1261	39	215.1273		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			46
P02-1262	39	215.1243		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			16
P02-1264	39	215.1244		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			15
P02-1265	39	215.1249		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			3
P02-1266	39	215.1250		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			2
P02-1268	39	215.1248		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			1
P02-1269	39	215.1241		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			11
P02-1270	39	215.1239		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			17
P02-1271	39	215.1254		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire			17
P02-1273	39	216.606		remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire		11	
P02-1233	39	215.1188		Remblai lié à la construction de la fortification	phase III.1 , Fortification et réoccupation du site	Vers 280 – 340	5
P02-1256	39	216.586		Remblai lié à la construction de la fortification			6
P02-1224	39	215.1219		sol en lien avec la fortification			5
P02-1230	39	215.1191		sol en lien avec la fortification			15
P02-1267	39	215.1163	Carré B	Occupation en lien avec la fortification			14
P02-1226	39	215.1189	carré F	Occupation en lien avec la fortification			65
P02-1232	39	215.1178	carré G	Occupation en lien avec la fortification			16
P02-1234	39	215.1164	carré C	Occupation en lien avec la fortification			10
P02-1235	39	215.1182	carré D	Occupation en lien avec la fortification			7
P02-1236	39	215.1174	carré B	Occupation en lien avec la fortification			5
P02-1237	39	215.1173	carré D	Occupation en lien avec la fortification			21
P02-1238	39	215.1165	carré D	Occupation en lien avec la fortification			10
P02-1240	39	215.1184	carré D	Occupation en lien avec la fortification			11
P02-1242	39	216.567		dépotoir à ciel ouvert			15
P02-1250	39	216.562		dépotoir à ciel ouvert			5
P02-1206	51	217.564	2411	dépotoir, comblement conduit S51			150
P02-1207	51	217.565	2411	dépotoir, comblement conduit S51			152
P02-1210	51	217.566	2411	dépotoir, comblement conduit S51			151
P02-1212	51	217.567	2411	dépotoir, comblement conduit S51			55
P02-1214	51	217.568	2411	dépotoir, comblement conduit S51	100		
P02-1217	51	217.569	2411	dépotoir, comblement conduit S51	32		
P02-1218	51	217.570	2411	dépotoir, comblement conduit S51	30		
P02-1219	51	217.571	2411	dépotoir, comblement conduit S51	25		
P02-1220	51	217.572	2411	dépotoir, comblement conduit S51	35		
P02-1196	51	217.557	2411	dépotoir, comblement conduit S51	Phase III.1 à III.2	Entre 280 – 380	24
P02-1199	51	217.558	2411	dépotoir, comblement conduit S51			53
P02-1200	51	217.559	2411	dépotoir, comblement conduit S51			32
P02-1201	51	217.560	2411	dépotoir, comblement conduit S51			56
P02-1202	51	217.561	2411	dépotoir, comblement conduit S51			116
P02-1203	51	217.562	2411	dépotoir, comblement conduit S51			152
P02-1204	51	217.563	2411	dépotoir, comblement conduit S51	150		
P02-1193	51	217.551	2411	dépotoir, comblement conduit S51	Phase III.2	Milieu du IV e (après 348, jusqu'à 380)	14
P02-1194	51	217.555	2411	dépotoir, comblement conduit S51			14
P02-1195	51	217.556	2411	comblement conduit S51			37
P02-1253	39	216.628		Démolition finale du conduit CS.2415			5
P02-1243	39	215.1214		Occupation devant temple central,	Phase II.5 à V.4	date imprécise	9
							<b>2012</b>

Fig. 20 Inventaire des lots par période chronologique et structure.

### 3.1. Prélèvements de la phase II.5c

#### 3.1.1. Résultats

- **Prélèvement P02-1259 (sondage 42)**

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

Fig. 21 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1259.

- **Prélèvement P02-1245**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Quercus sp.	7	1	4	0	1	0	1	1	1	0

Fig. 22 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1245.

- **Prélèvement P02-1252**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud		
Abies sp.	6	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinus sylvestris / mugo / nigra	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	10	1	6	2	5	1	2	1	2	0	1	2	2

Fig. 23 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1252.

- **Prélèvement P02-1248**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Abies sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	4	0	4	0	3	0	0	1	1	1

Fig. 24 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1248.

- **Prélèvement P02-1257**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	7	0	2	0	1	1	0	0	6	1

Fig. 25 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1257.

- **Prélèvement P02-1258**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0

Fig. 26 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1257.

- **Prélèvement P02-1260**

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

Fig. 27 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1260.

### 3.1.2. Interprétation

**- Prélèvements provenant du comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461). Lots P02-1259, P02-1245, P02-1252**

Quatre taxons sont identifiés dans ces trois lots. Par ordre d'importance sont constatés : le chêne (*Quercus sp.*), le genre *Prunus* et deux essences de résineux : le sapin (*Abies sp.*) et un fragment de pin (*Pinus sp.*).

Mis à part quelques fragments de chêne et de sapin, la plupart des charbons proviennent de bois de petit calibre (branches et brindilles), ce qui caractérise plutôt les phases d'allumage des combustions.

Les fragments de chêne du lot « P02-1259 » montrent systématiquement des aspects « durs-luisants » caractéristiques de combustions en conditions chaudes et anaérobies, mais probablement liées aussi au petit calibre des bois.

**- Prélèvement provenant d'un comblement des abords d'un conduit. Lot P02-1248**

Seulement cinq fragments ont été étudiés et deux essences reconnues : le chêne et le sapin. Comme pour le lot P02-1252, il s'agit de charbons de courbure de cerne intermédiaire, probablement du bois de branche.

**- Prélèvements en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée). Lots P02-1257, P02-1258, P02-1260**

Deux essences ont été identifiées à l'intérieur de ces trois lots : le chêne (P02-1257 ; P02-1260) et le noisetier (P02-1258). Il s'agit essentiellement de fragments provenant de bois de petit calibre à intermédiaire, brindilles ou petites branches, synonymes de phases d'allumage et de combustions assez brèves.

## 3.2. Prélèvements de la phase II.5d

### 3.2.1. Résultats

- **Prélèvement P02-1272**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Insecte
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
Indéterminé	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
Quercus sp.	24	1	17	4	19	1	4	5	11	15	0

Fig. 28 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1272.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	4	2,71	0	2,71	2,71
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	15	54	1,59	0,76	0,65	3,19

Fig. 29 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1272.

- **Prélèvement P02-1228**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin.	Fendu / Luisant / noeud	Vitriifié - structures fondues - luisant			
Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
de brindille indéterm.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Quercus sp.	27	4	7	13	8	2	2	11	2	0	1	0	5	5	

Fig. 30 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1228.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	4	25	1,03	0,4	0,51	1,47
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	8	41	1,24	0,46	0,51	1,99

Fig. 31 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1228.

- **Prélèvement P02-1229**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fondu / pores obturés / struct. Indistin	
Acer sp.	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ericacée	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Fagus sylvatica	5	0	3	2	0	0	0	4	0	0	0
de brindille indéterm.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus sp.	31	2	14	8	13	2	0	20	3	0	3
Viburnum sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Fig. 32 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1229.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	2	6	1,63	0,76	1,09	2,17
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	12	39	1,73	0,65	0,97	3

Fig. 33 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1229.

- **Prélèvement P02-1225**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fondu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	Vitrifié - structures fondues - luisant	
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomoidée	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Prunus sp.	3	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Quercus sp.	33	0	7	19	6	6	3	10	3	0	0	3	4

Fig. 34 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1225.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermédiaire	Régulier	5	16	1,46	0,62	0,87	2,27

Fig. 35 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1225.

- **Prélèvement P02-1239**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin		
Fagus sylvatica	4	0	1	3	0	1	0	3	0	0	0	1
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pomoidée	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	5	0	0	4	0	2	1	2	0	0	1	2

Fig. 36 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1239.

- **Prélèvement P02-1276**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Hyphe	Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin				Fendu / Luisant / noeud
Erica type cinerea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1
Quercus/Castanea	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Quercus sp.	35	7	15	7	15	1	1	13	8	0	0	1	8	2
Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 37 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1276.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	6	34	1,18	0,53	0,72	1,97
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	15	65	1,44	0,59	0,72	2,48

Fig. 38 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1276.

- **Prélèvement P02-1244**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Insecte
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Abies sp.	5	0	2	0	0	0	2	0	0	1

Fig. 39 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1244.

- **Prélèvement P02-1261**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Insecte	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud				
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Graine (type Céréale)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	38	8	16	9	20	7	0	27	4	0	2	16	1	1	

Fig. 40 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1261.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	8	25	1,89	0,57	1,25	3,04
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	19	52	2,05	0,58	1,23	3,11

Fig. 41 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1261.

- **Prélèvement P02-1262**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Quercus sp.	15	0	7	6	6	2	1	6	1	6

Fig. 42 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1262.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	6	13	1,87	0,61	1,22	2,75

Fig. 43 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1262.

- **Prélèvement P02-1264**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	15	1	5	7	7	4	0	9	1	2

Fig. 44 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1264.

- **Prélèvement P02-1265**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	Vitrifié - structures fondues - luisant
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Fig. 45 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1265.

- **Prélèvement P02-1266**

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

Fig. 46 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1266.

- **Prélèvement P02-1268**

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

Fig. 47 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1268.

- **Prélèvement P02-1269**

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

Fig. 48 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1269.

- **Prélèvement P02-1270**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion							
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	Hyphe	Thylle	Moelle
Quercus sp.	17	5	8	3	11	3	2	9	2	0	1	1	8	1

Fig. 49 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1270.

- **Prélèvement P02-1271**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	Thylle	
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pomoïdée	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Quercus sp.	13	9	3	0	10	2	0	9	0	0	0	1	9

Fig. 50 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1271.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	8	36	1,5	0,4	0,76	1,97
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	10	42	1,52	0,38	0,76	1,97

Fig. 51 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1271.

### 3.2.2. Interprétation

Les prélèvements de cette période (phase II.5c) proviennent du remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire.

Quatorze taxons ont été identifiés parmi l'ensemble des lots (Fig. 20). Par ordre d'importance, on constate le chêne (*Quercus sp.*), les Prunoïdées (genre *Prunus*), le hêtre (*Fagus sylvatica*), les Pomoïdées, le frêne (*Fraxinus sp.*), puis dans une moindre mesure des fragments d'Ericacées (dont le genre *Erica*), d'érable (*Acer sp.*), de noisetier (*Corylus avellana*), de chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), d'orme (*Ulmus sp.*), de sapin (*Abies sp.*), de buis (*Buxus sp.*), de viorne (*Viburnum sp.*) et potentiellement de pin de type pin parasol (*Pinus pinea*) ou pin maritime (*Pinus type pinaster*) (?). A noter que ce dernier taxon n'est représenté que par deux fragments dans le prélèvement (P02-1269).

Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur les sept taxons identifiés dans le prélèvement P02-1229 (Fig. 52).

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). Or, ce rapport d'équilibre est aussi constaté pour la composition anthracologique de ce lot. Les proportions entre essences dans les échantillons de charbons de bois sont donc probablement assez fidèles aux proportions de végétations ligneuses qui devaient exister dans l'aire de ramassage autour du site. Si l'on en croit cet indice, la composition anthracologique constatée est probablement issue de ramassages de « tout venant », peu sélectifs et généralement associés à des usages domestiques.

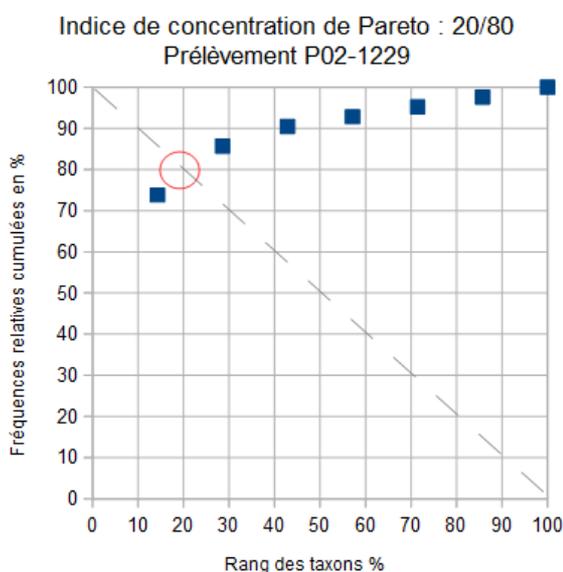


Fig. 52 – Indice de concentration de Pareto pour le prélèvement P02-1229.

De plus, au regard de la diversité constatée, l'aire des ramassages semble avoir touché des boisements de type chênaie-hêtraie (chêne, hêtre, érable, châtaignier, orme, voire sapin), des formations végétales ouvertes comme des lisières, ou fruticées (noisetier, Pomoïdée, *Prunus sp.*, Ericacée, buis, viorne) et peut-être des boisements humides (frêne, orme, viorne).

Les mesures de largeurs moyennes de cerne effectuées sur les charbons de chêne provenant de gros et moyen calibre, montrent des résultats allant de 1 à 2,7 mm, mais avec une majorité de valeurs recentrées autour de 1,5 mm (P02-1228, P02-1229, P02-1225, P02-1276, P02-1271). Ces observations indiquent donc pour la chênaie, des contextes de croissances contraignants, potentiellement des boisements denses.

En ce qui concerne le calibre du bois utilisé, nous constatons pour l'ensemble des prélèvements une majorité de fragments montrant des courbures de cerne fortes et intermédiaires (quelques charbons de sections allant de 2 à 4 cm ont pu être mesurés dans le lot P02-1225). Les fragments montrant des courbures de cerne faibles sont assez rares, ils correspondent généralement à du chêne. C'est donc avant tout du bois de branches, voire de brindilles qui a globalement été utilisé durant cette phase, seuls quelques charbons de chêne pourraient provenir de bois de gros calibre mais qui n'ont dû être utilisés que ponctuellement. On peut évoquer l'hypothèse d'alternances entre des phases d'allumage et d'entretien de combustions avec utilisation de petits bois pour l'allumage puis de bois de moyen et plus gros calibre (chêne) pour entretenir des combustions probablement assez brèves.

Les charbons présentent souvent des aspects « durs-luisants » (environ 50% des fragments de chêne) et dans une moindre mesure « fendus-luisants ». Ce constat caractérise plutôt des combustions dans des contextes chauds et fermés (ex. fours, pratiques de charbonnage selon Blaizot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). Il faut néanmoins, considérer ces interprétations avec précaution car la combustion des bois de petit calibre favoriserait aussi ces phénomènes de vitrification (Oilic, 2011).

Il est probable que la sur-représentation des bois de branche et de petit calibre soit liée à la disponibilité du combustible dans les environs du site et moins à un choix délibéré.

On peut en effet supposer que plusieurs siècles d'exploitation des forêts environnantes à des fins de constructions et des besoins en bois de feu entraîna une ouverture générale du paysage, éloignant de fait les sources d'approvisionnement.

Ainsi, les gallo-romains ont dû s'approvisionner dans les environs immédiats du site probablement constitué de végétations assez ouvertes (formations arbustives, landes, végétations de recolonisation végétale) et dans des boisements de type taillis simple ou taillis sous futaie, susceptibles de fournir des bois de branches de calibres intermédiaires. Les essences identifiées semblent d'ailleurs bien adaptées à ces techniques de sylviculture, puisque le chêne, le châtaignier, le frêne, l'érable, le noisetier sont des essences forestières qui « rejettent » bien de souche, contrairement par exemple au hêtre, qui lui est faiblement représenté. Ces espaces plus ou moins boisés pourraient s'apparenter au *Saltus*.

### 3.3. Prélèvements de la phase III.1

#### 3.3.1. Résultats

##### a) Prélèvements issus des remblais liés à la construction de la fortification

- **Prélèvement P02-1273**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	8	0	4	1	0	0	0	3	0
Tilia sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0

Fig. 53 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1273.

- **Prélèvement P02-1233**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	5	1	3	1	4	0	0	4	0	1

Fig. 54 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1233.

- **Prélèvement P02-1256**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Fendu / pores obturés / struct. Indistin
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	
Indéterminé	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 55 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1256.

**b) Prélèvements liés à l'occupation associée à la fortification**

● **Prélèvement P02-1224**

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

Fig. 56 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1224.

● **Prélèvement P02-1230**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	15	0	0	12	0	3	1	4	1	1

Fig. 57 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1230.

● **Prélèvement P02-1267**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	13	0	0	13	0	5	1	5	0	1

Fig. 58 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1267.

● **Prélèvement P02-1226**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	
Fagus sylvatica	13	0	0	13	0	6	0	10	0	0	0	3
Quercus sp.	52	0	10	41	6	27	0	27	3	0	2	8

Fig. 59 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1226.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	6	38	1,32	0,44	0,86	1,91

Fig. 60 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1226.

- **Prélèvement P02-1232**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Fagus sylvatica	6	0	0	6	0	0	0	0	0	2
Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	9	0	4	4	5	0	0	3	0	0

Fig. 61 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1232.

- **Prélèvement P02-1234**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Fagus sylvatica	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	8	0	0	8	0	0	0	6	0	1

Fig. 62 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1234.

- **Prélèvement P02-1235**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant
Quercus sp.	7	0	1	6	0	3	0	6	1

Fig. 63 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1235.

- **Prélèvement P02-1236**

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

Fig. 64 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1236.

- **Prélèvement P02-1237**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Fagus sylvatica	13	0	2	10	0	2	0	3	2	1
Quercus sp.	8	0	0	8	0	2	0	6	0	1

Fig. 65 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1237.

- **Prélèvement P02-1238**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	10	0	3	3	2	2	0	4	0	1

Fig. 66 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1238.

- **Prélèvement P02-1240**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Quercus sp.	11	0	10	0	7	1	0	6	0	1

Fig. 67 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1240.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	7	22	0,9	0,16	0,74	1,23

Fig. 68 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1240.

**c) Prélèvements issus des « dépotoirs à ciel ouvert » (Sondage 39)**

- **Prélèvement P02-1242**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Abies sp.	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	10	0	8	0	6	0	0	4	2	3

Fig. 69 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1242.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	6	21	1,48	1,06	0,52	3,32

Fig. 70 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1242.

- **Prélèvement P02-1250**

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

Fig. 71 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1250.

#### d) Prélèvements issus du comblement du conduit S51 (Sondage 51)

- **Prélèvement P02-1206**

Nom Espèce	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	Insecte	Moelle	
	Effectif	Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fondu / pores obturés / struct. Indistinct	Fendu / Luisant / noeud				Vitrifié - structures fondues - luisant
Abies sp.	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Acer sp.	8	1	2	5	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	5	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Euonymus europaeus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Fraxinus sp.	7	0	0	7	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Pomoidée	14	0	2	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	31	0	6	25	0	0	1	17	6	0	2	0	0	0	2
Quercus sp.	60	5	22	31	24	23	1	20	30	0	0	0	31	2	3
Rhamnacee	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sambucus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tilia sp.	11	3	3	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 72 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1206.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	4	23	1,02	0,4	0,56	1,39
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	17	102	1,08	0,67	0,5	3,17

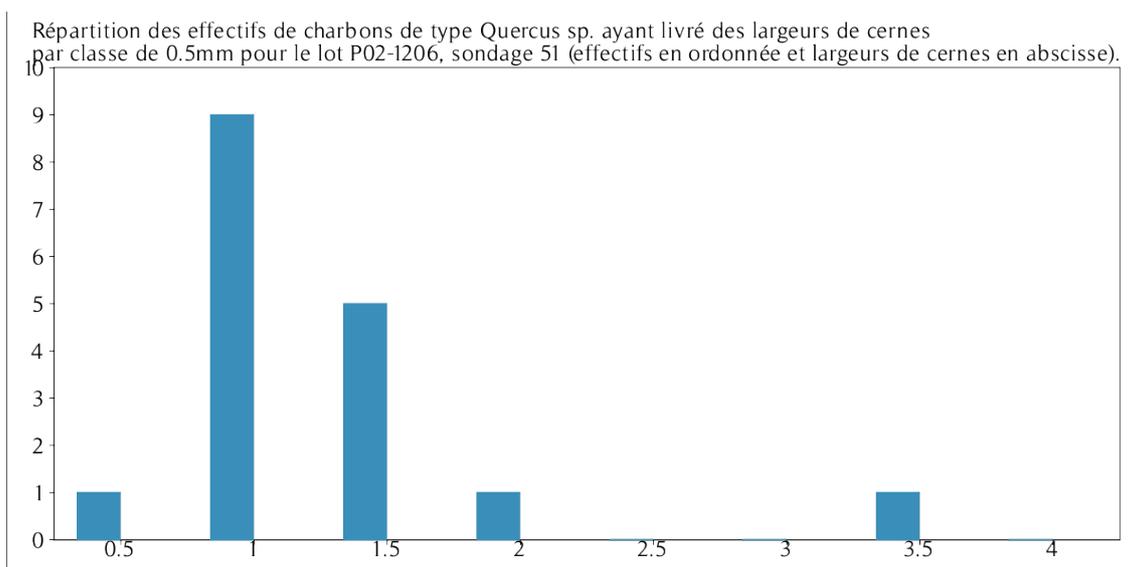


Fig. 73 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire à faible. Prélèvement P02-1206.

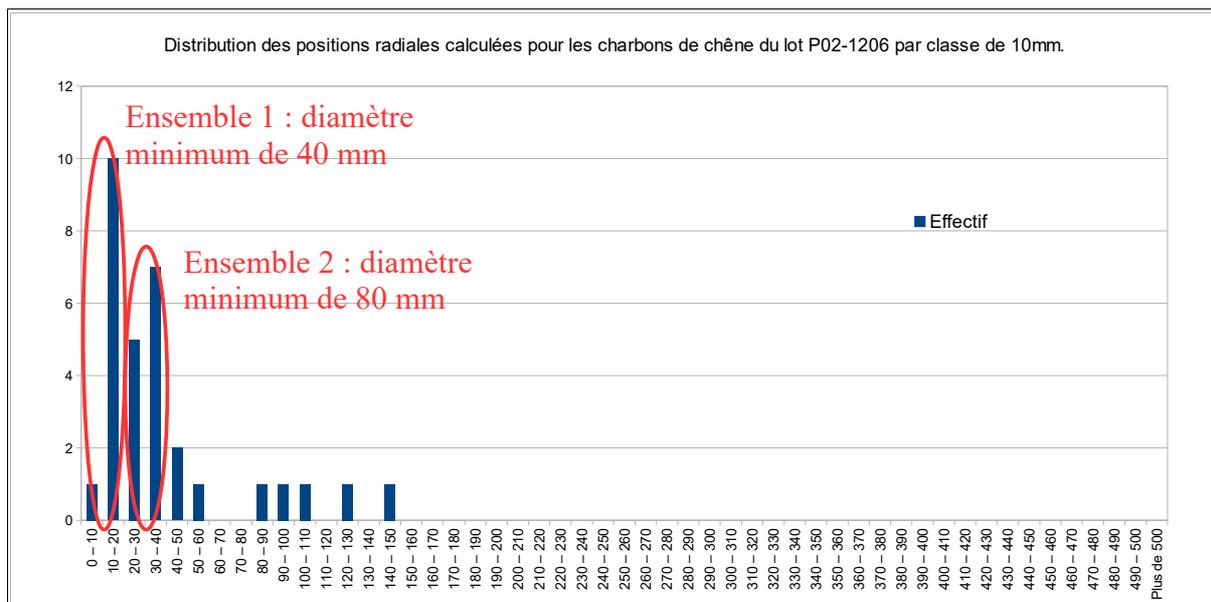


Fig. 74 – Distribution des positions radiales calculées pour 31 fragments de chêne (*Quercus sp.*) par classe de 10 mm. Prélèvement P02-1206.

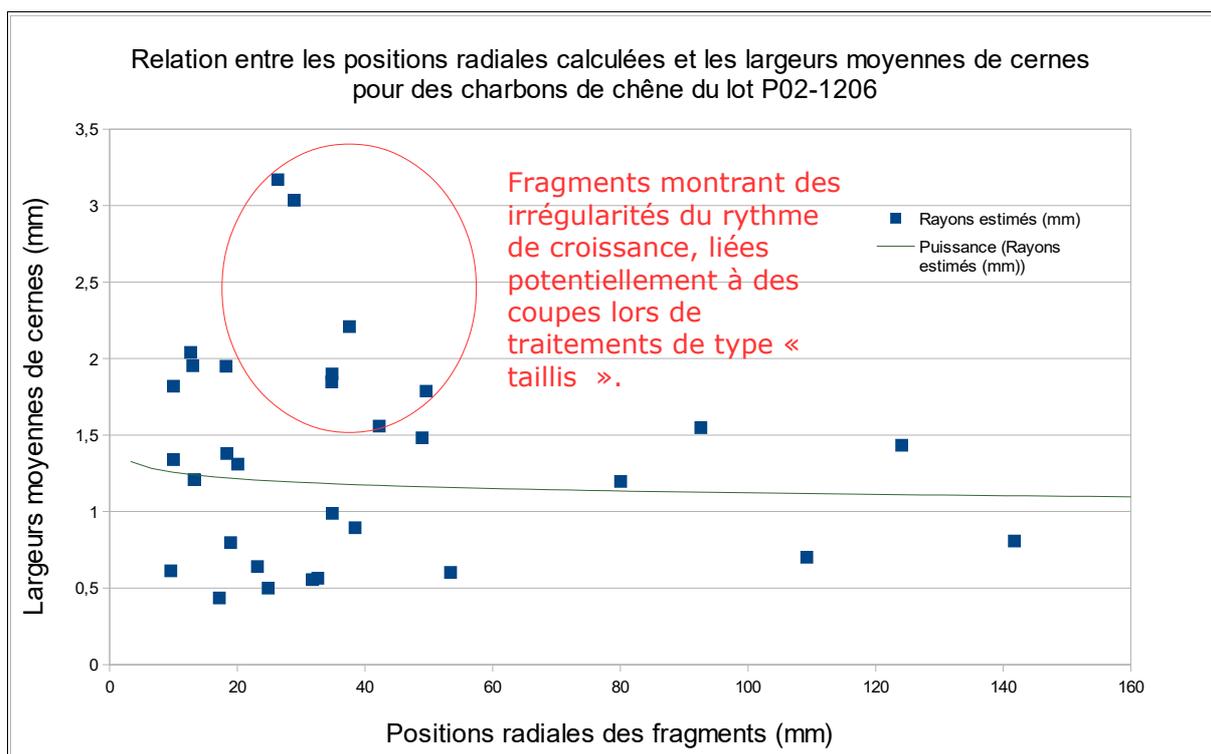


Fig. 75 – Répartition des largeurs de cerne des charbons de chêne (*Quercus sp.*) en fonction de leur position radiale. Prélèvement P02-1206.

● **Prélèvement P02-1207**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion							
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	Thylle	Moelle	
Abies sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acer sp.	10	0	5	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Corylus avellana	11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Euonymus europaeus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabacée type Cytisus	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	14	2	5	7	0	1	0	7	0	0	0	1	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Pomoidée	9	0	0	9	0	0	0	8	1	0	0	0	0	1
Prunus sp.	39	1	8	30	0	0	0	21	9	0	1	0	0	2
Quercus sp.	50	1	7	34	2	12	2	14	15	0	1	10	6	0
Rhamnacée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilia sp.	9	0	2	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Fig. 76 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1207.

● **Prélèvement P02-1210**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion							
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	Vitrifié - structures fondues - luisant	Thylle	Moelle
Acer sp.	16	1	4	11	0	0	1	8	0	0	0	0	0	1
Betula sp.	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buxus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	3	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Euonymus europaeus	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	4	0	1	3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	24	0	9	15	0	1	0	13	1	0	0	0	1	2
Pomoidée	14	0	4	10	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0
Prunus sp.	25	1	3	21	0	0	0	10	11	0	0	0	0	4
Quercus sp.	49	2	22	25	23	19	0	18	17	0	1	1	15	5
Salix/Populus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sambucus sp.	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilia sp.	5	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Fig. 77 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1210.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	2	8	1,56	0,61	1,13	1,99
Quercus sp.	Intermediaire	Régulier	12	56	1,61	0,86	0,61	3,31

Répartition des effectifs de charbons de type Quercus sp. ayant livré des largeurs de cernes par classe de 0.5mm pour le lot P02-1210, sondage 51 (effectifs en ordonnée et largeurs de cernes en abscisse).

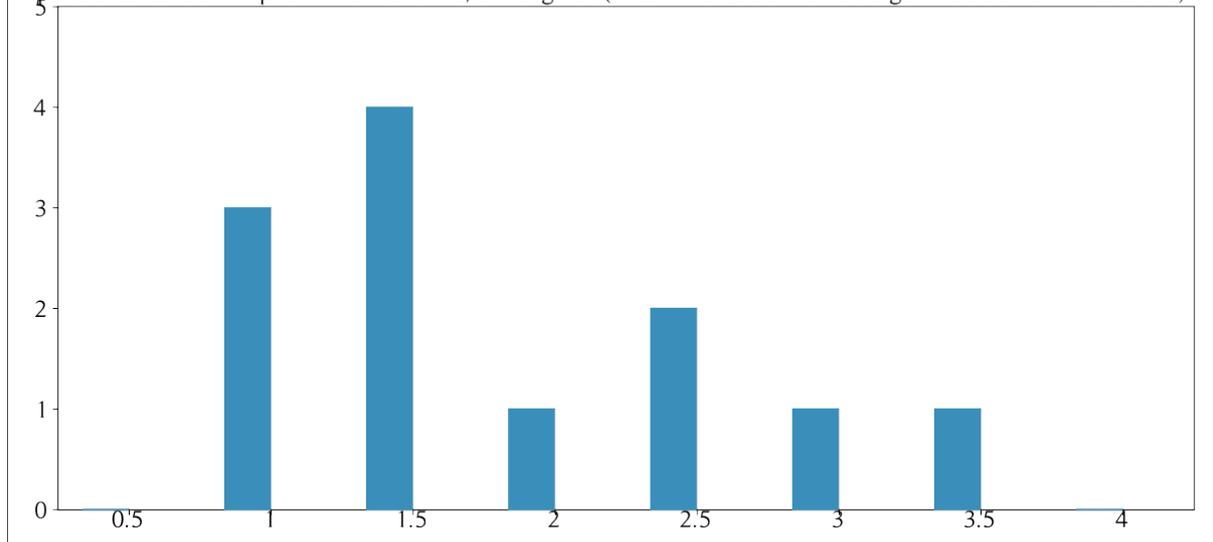


Fig. 78 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire à faible. Prélèvement P02-1210.

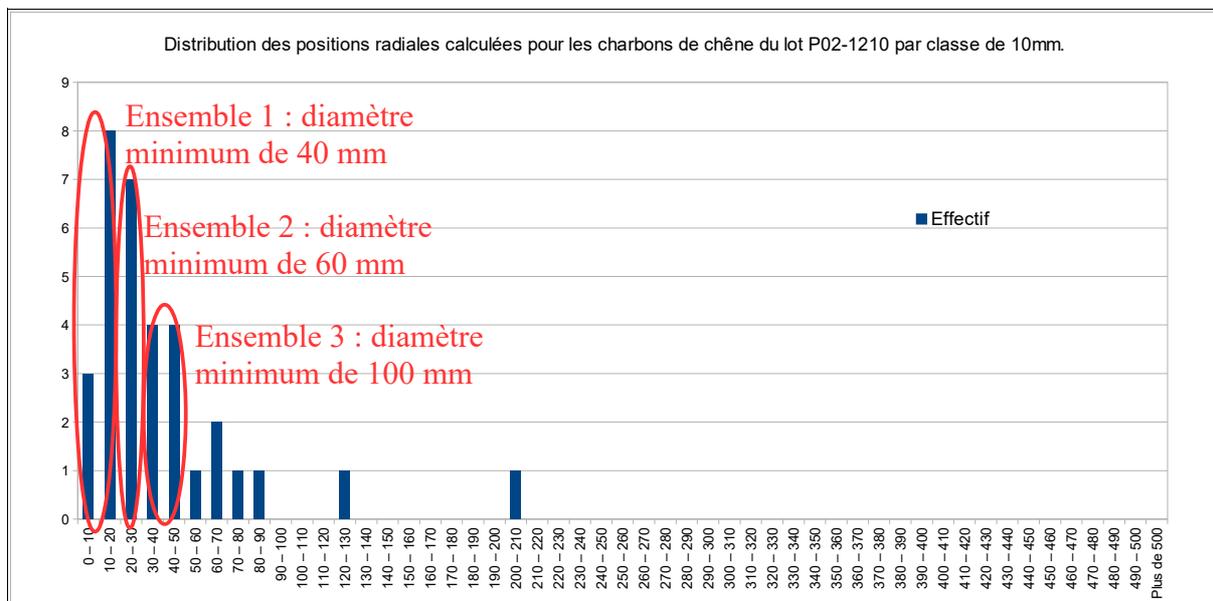


Fig. 79 – Distribution des positions radiales calculées pour 33 fragments de chêne (*Quercus sp.*) par classe de 10 mm. Prélèvement P02-1210.

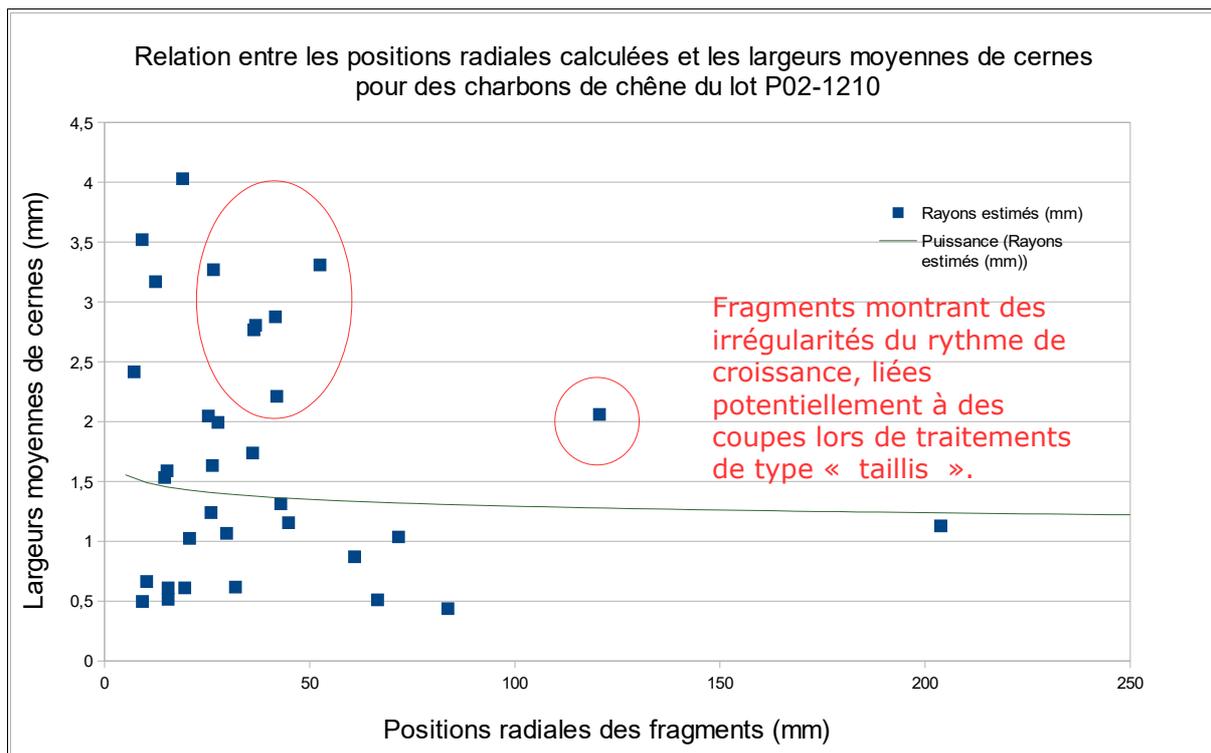


Fig. 80 – Répartition des largeurs de cerne des charbons de chêne (*Quercus sp.*) en fonction de leur position radiale. Prélèvement P02-1210.

● **Prélèvement P02-1212**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud		
Acer sp.	4	0	0	4	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Betula sp.	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	5	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fraxinus sp.	3	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Prunus sp.	4	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus sp.	27	0	7	19	4	11	0	7	6	0	1	11	1
Sambucus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilia sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulmus sp.	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 81 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1212.

● **Prélèvement P02-1214**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Trace de travail	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud			
Acer sp.	6	0	1	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Cornus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	10	0	4	5	0	0	0	6	1	0	0	0	0	3
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Juniperus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Pomoidée	12	1	4	6	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	19	0	6	13	0	0	1	5	5	0	1	0	0	4
Quercus sp.	37	0	14	22	6	6	5	8	12	0	1	13	0	3
Salix sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilia sp.	5	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 82 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1214.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	6	22	1,28	0,39	0,81	1,95

Fig. 83 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1214.

- **Prélèvement P02-1217**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud			
Cornus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Pomoïdée	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	3	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Quercus sp.	17	1	4	12	2	3	0	4	8	0	0	1	2	2
Sambucus sp.	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Fig. 84 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1217.

- **Prélèvement P02-1218**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Betula sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	2	0	0	2	0	0	0	1	0	1
Pomoïdée	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Quercus sp.	20	0	6	12	2	1	1	7	5	0

Fig. 85 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1218.

- **Prélèvement P02-1219**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Betula sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	1	0	1	1	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	3	0	3	0	0	0	0	2	0	0
Quercus sp.	17	1	9	6	7	4	1	6	1	3

Fig. 86 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1219.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	1	6	0,85	0	0,85	0,85
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	6	26	1,41	0,42	0,85	2,02

Fig. 87 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1219.

- **Prélèvement P02-1220**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
Acer sp.	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Frag. os - dent	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	5	0	2	3	0	0	0	1	0	0	0
Quercus sp.	21	1	8	9	4	9	3	6	5	3	0
Tilia sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 88 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1220.

### 3.3.2. Interprétation

#### **a) Prélèvements issus des remblais liés à la construction de la fortification**

Trois prélèvements proviennent du remblais liés à la construction de la fortification de la période III.1 (P02-1273, P02-1233 et P02-1256).

Les charbons étudiés sont essentiellement issus de bois de chêne de calibre intermédiaire (branches) mais aussi à du tilleul (*Tilia sp.*), du genre *Prunus* et de chêne-châtaignier (*Quercus sp.* - *Castanea sp.*).

Des aspects « durs-luisants » sont régulièrement observés sur les charbons de chêne.

#### **b) Prélèvements liés à l'occupation de la fortification**

Onze prélèvements correspondent à l'occupation de la fortification (Fig. 20). Seulement trois taxons ont été identifiés. Le chêne est le plus fréquemment observé, suivi du hêtre et du genre *Prunus* (un fragment).

Les charbons proviennent essentiellement de bois de petit calibre, voire de brindilles (courbures de cerne fortes) et dans une moindre mesure de bois de calibre intermédiaire, probablement de branches. Les fragments sont donc probablement issus de phases d'allumage et de phases d'entretien de combustions relativement brèves.

De nombreux fragments montrent un aspect dur-luisant, lié probablement à la petite taille des morceaux de bois brûlés (Oilic, 2011).

Quelques mesures de largeurs moyennes de cerne ont pu être effectuées sur les charbons de chêne de courbure intermédiaire des lots P02-1240 et P02-1126. Les résultats montrent des valeurs de l'ordre de 0,9 à 1,32 mm, ce qui correspondrait à des contextes de croissance difficiles.

#### **c) Prélèvements issus des « dépotoirs à ciel ouvert » (Sondage 39)**

L'étude des lots P02-1242 et P02-1250 a permis l'identification de fragments de chêne, de hêtre et de sapin.

La plupart des fragments montrent des courbures de cerne intermédiaires avec des aspects luisants. Il est possible que les charbons proviennent de bois de petites branches.

Notons que quatre charbons de sapin (*Abies sp.*) ont pu être identifiés. Les fragments étudiés présentaient de faibles, moyennes et fortes courbures de cerne.

Quelques mesures de largeurs de cerne ont été réalisées sur des charbons de chêne de courbure intermédiaire du lot P02-1242. La moyenne calculée est de 1,48 mm et correspondrait à un contexte de croissance contraignant.

**d) Prélèvements issus du comblement du conduit S51 (Sondage 51) associés à la phase III.1.**

Les prélèvements provenant du comblement du conduit S51 sont interprétés comme des restes de dépotoirs liés à l'occupation de la fortification.

Neuf lots prélevés lors du sondage 51 correspondent exclusivement à la phase III.1 (Fig. 20).

L'étude de ces prélèvements révéla une diversité assez riche puisque 21 taxons ont été identifiés.

Cinq taxons dominent généralement les ensembles et sont régulièrement retrouvés. Par ordre d'importance on constate le chêne (*Quercus sp.*), le genre *Prunus*, le frêne (*Fraxinus sp.*), l'érable (*Acer sp.*) et la famille des Pomoïdées. Vient ensuite un ensemble de taxons régulièrement détectés : le hêtre (*Fagus sylvatica*), le noisetier (*Corylus avellana*), le bouleau (*Betula sp.*), le tilleul (*Tilia sp.*), le sureau (*Sambucus sp.*), le cornouiller (*Cornus sp.*) et plus ponctuellement l'orme (*Ulmus sp.*), le sapin (*Abies sp.*), le buis (*Buxus sp.*), le genévrier (*Juniperus sp.*), le genêt (Fabaceae type *Cytisus*), le fusain (*Euonymus europaeus*), le nerprun (*Rhamnus catharticus*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp.* - *Castanea sp.*), le saule (*Salix sp.*) et le saule - peuplier (*Salix sp.* - *Populus sp.*).

Notons que la plupart de ces taxons avait déjà été reconnue dans les prélèvements d'un premier puisard contemporain (phase III.1) lors du sondage S 28 (Gaudin, 2018).

L'écologie des différents taxons montre que plusieurs formations végétales ont été explorées au cours de la collecte :

- des boisements de type chênaie-hêtraie (chêne, hêtre, érable, orme, noisetier, bouleau, chêne-châtaignier, tilleul, sapin (?)),
- des formations de lisières et / ou de fruticées (*Prunus*, Pomoïdée, noisetier, bouleau, fusain, sureau, cornouiller, nerprun, genévrier, genêt, buis)
- des boisements hygrophiles (frêne, orme, saule, saule/peuplier).

Quelques taxons pourraient aussi avoir une origine ornementale (buis, genévrier, sapin) ou avoir été implantés ou favorisés par les activités humaines (*Prunus sp.*, sureau, cornouiller).

Nous avons procédé au calcul de l'indice de concentration de Pareto pour le lot P02-1210 (Fig. 49). Dans ce lot, l'indice montre que 20% des taxons correspondent à environ 65% du nombre de charbons. Les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent donc pas les mêmes rapports de compétition et d'équilibre que dans les communautés végétales naturelles (Chabal *et al.*, 1999). Les proportions entre essences dans les échantillons de charbons de bois sont donc probablement déformées à cause de ramassages sélectifs, notamment pour les cinq taxons dominants (chêne, *Prunus*, frêne, érable et Pomoidée), ce qui caractériserait plutôt des usages « artisanaux ».

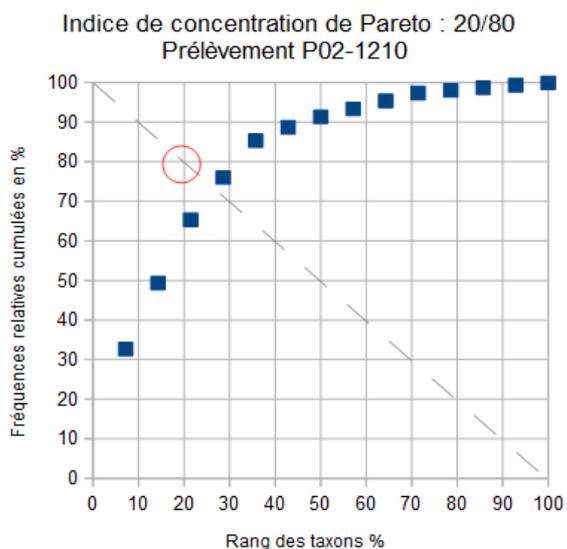


Fig. 89 – Indice de concentration de Pareto pour le prélèvement P02-1210.

En ce qui concerne le calibre des bois brûlés, on constate pour l'ensemble des lots des fragments avec des courbures de cerne fortes à intermédiaires, ce qui correspondrait à des combustions de petites branches et parfois de brindilles. Quelques sections entières de plusieurs brindilles ont pu être mesurées à l'intérieur du lot P02-1210 pour le tilleul, frêne et *Prunus* montrant des diamètres compris entre 4 et 6 mm.

Les mesures d'angles et calculs de diamètres minimum effectués sur les charbons des prélèvements P02-1206 et P02-1210 ont permis d'identifier des ensembles qui correspondent à des branches de 40, 60, 80 et 100 mm de diamètre minimum (Fig. 74 et 79).

Une grande partie des fragments (environ 50%) montre des aspects « dur-luisants » et « fendus-luisants ». Il est probable que le phénomène de vitrification ait été favorisé par le petit calibre du bois (Oilic, 2011), mais d'autres hypothèses sont plausibles, comme des contextes de combustion anaérobies et de hautes-températures (Blaizot *et al.*, 2004), (exemples : pratiques de charbonnage, fours, bas-fourneaux). Notons l'observation de quelques traces de « dépôts métalliques », parfois incrustés aux charbons dans les prélèvements P02-1212, P02-1207. Ces traces restent néanmoins assez rares (Fig. 135).

Quelques galeries de xylophages ont été repérées dans les fragments de sapin des prélèvements P02-1206 (Fig. 90). La forme des galeries en plus de l'analyse du contenu des vermoulures (tailles et formes, Fig. 91) permet d'avancer l'hypothèse de la petite vrillette (*Anobium punctatum*).

Notons que l'*Anobium punctatum* se développe préférentiellement dans les bois secs et parfois œuvrés (bois de constructions, meubles...), elle consomme principalement l'aubier des résineux et feuillus (rarement le chêne). En France on la rencontre surtout dans l'ouest et sud-ouest où les conditions climatiques sont humides. C'est une espèce qui est inféodée à l'homme, elle est désormais rare dans la nature.



Fig. 90 Traces de galeries (vermoulures) de la petite vrillette (*Anobium punctatum*). Fragment de sapin (*Abies sp.*) en coupe transversale. Prélèvement P02-1206.

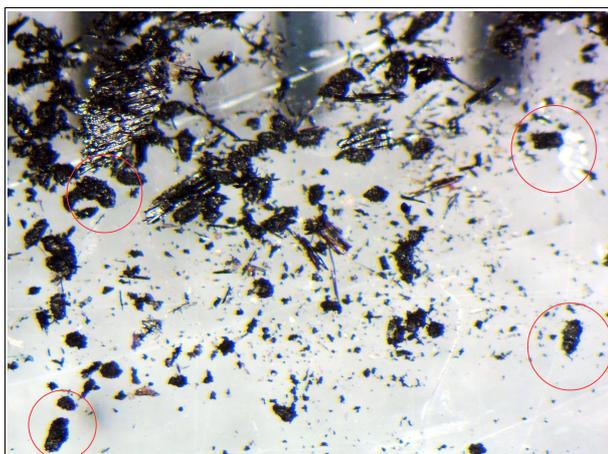


Fig. 91 Exemples de « grains charbonneux » rejetés par les xylophages identifiés à l'intérieur des vermoulures (grossissement x25) et caractéristiques de la petite vrillette (*Anobium punctatum*).

Des mesures de largeurs de cerne ont pu être menées sur les fragments de chêne de plusieurs lots. L'étude a permis de calculer des moyennes assez homogènes allant de 0,85 à 1,61 mm (calculs sur fragments de chêne de courbure intermédiaire à faible et rythme de croissance régulier). De plus, les histogrammes montrent des sources d'approvisionnements uniques (les valeurs sont centrées autour d'un mode unique dans les histogrammes, Fig. 73). Ces résultats sont caractéristiques de contextes de croissance difficiles (boisements denses, sols pauvres ?).

La mise en relation des largeurs de cerne en fonction des positions radiales des fragments de chêne permet de faire ressortir une légère tendance avec une croissance plus dynamique lors des premiers stades de vie des arbres (Fig. 75 et 80). On constate en effet des largeurs de cerne plus larges pour les fragments situés dans la partie centrale de l'arbre (positions radiales faibles). Cette tendance caractérise plutôt les arbres poussant dans les forêts traitées en « futaie ». Néanmoins, cette tendance apparaît perturbée. Il semble y avoir des fragments provenant des parties périphériques avec de fortes croissances (points situés en positions radiale de 50mm et plus avec de fortes croissances). Ce constat est caractéristique d'irrégularités de croissance importantes qui ont parfois été directement observées (Fig. 92). Afin d'expliquer ces « perturbations » on peut émettre l'hypothèse de coupes effectuées lors de traitements sylvicoles de type taillis simple ou plus probablement taillis sous futaie. De plus, notons que les essences de chêne, châtaignier, bouleau, noisetier, érable, frêne, largement détectés dans cette étude, se prêtent bien à ce type de gestion car ce sont des ligneux qui « rejettent » bien de souche.

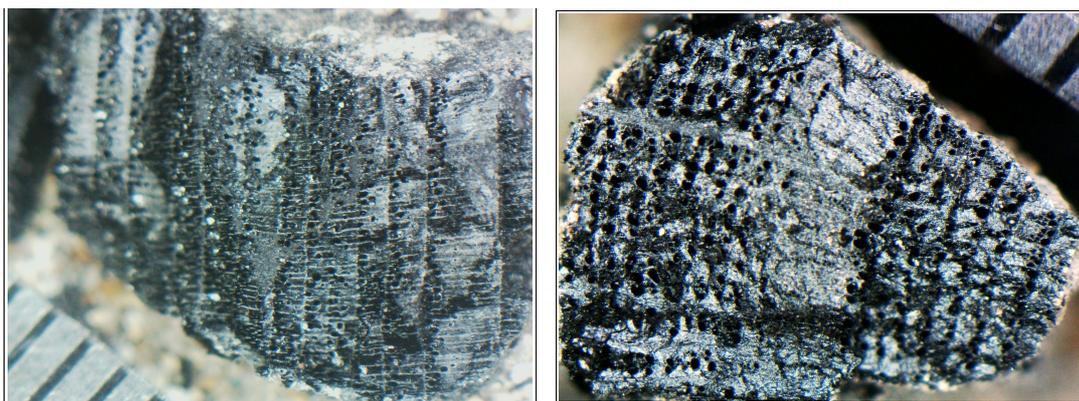


Fig. 92 - Fragments de chêne (*Quercus sp.*) présentant des irrégularités du rythme de croissance importantes (cernes plus larges). Ces « ressauts de croissance » pourraient avoir été provoqués par des coupes lors de traitements de type taillis sous futaie. Prélèvements P02-1220 et P02-1212.

### 3.4. Prélèvements de la phase III.1 à III.2

#### 3.4.1. Résultats

- **Prélèvement P02-1196**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud		
Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Prunus sp.	4	0	2	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0
Quercus sp.	13	0	5	8	4	6	0	6	5	0	1	5	0
Sambucus sp.	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Fig. 93 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1196.

- **Prélèvement P02-1199**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud		
Abies sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acer sp.	5	0	3	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	3	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Fraxinus sp.	6	0	3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Pomoidée	9	0	2	7	0	0	0	8	0	0	1	0	0
Prunus sp.	9	0	2	7	0	0	1	5	1	0	0	0	0
Quercus sp.	14	0	3	11	2	1	1	3	1	0	0	3	1
Tilia sp.	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 94 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1199.

● **Prélèvement P02-1200**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	
Acer sp.	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Fraxinus sp.	5	1	2	2	0	0	0	4	0	0	0	0
Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
Prunus sp.	2	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Quercus sp.	18	0	8	10	6	8	0	10	4	0	0	4
Tilia sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Fig. 95 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1200.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	6	23	1,2	0,35	0,79	1,74

Fig. 96 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1200.

● **Prélèvement P02-1201**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Insecte	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud			
Acer sp.	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euonymus europaeus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	6	0	0	6	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1
Pomoidée	9	0	4	4	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0
Prunus sp.	13	0	1	12	0	0	0	6	2	0	0	0	0	3
Quercus sp.	20	0	13	7	7	4	0	11	1	0	1	8	1	0
Tilia sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 97 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1201.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	7	43	1,23	0,55	0,58	2,16

Fig. 98 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1201.

- **Prélèvement P02-1202**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud			
Abies sp.	5	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Acer sp.	14	0	5	9	0	0	0	6	2	0	1	0	0	0
Carpinus betulus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Cornus sp.	3	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	4	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Euonymus europaeus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fraxinus sp.	19	0	3	15	0	0	1	12	0	0	0	0	0	1
Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juniperus sp.	3	0	0	3	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1
Pomoïdée	17	0	4	13	0	0	0	11	2	0	0	0	0	1
Prunus sp.	20	1	7	12	0	0	0	13	3	0	0	0	0	1
Quercus sp.	20	0	14	4	9	3	0	7	7	0	0	11	0	0
Rhamnacée	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Salix sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilia sp.	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 99 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1202.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	8	40	1,93	1,12	0,74	3,83

Fig. 100 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1202.

- **Prélèvement P02-1203**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin				
Abies sp.	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acer sp.	11	1	5	5	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1
Corylus avellana	8	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	36	0	9	27	0	0	0	22	3	0	0	0	4	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Juniperus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pomoïdée	34	1	7	24	0	0	0	28	0	0	0	0	1	0
Prunus sp.	24	3	11	10	0	0	0	12	5	0	0	0	3	0
Quercus sp.	23	1	18	1	12	2	0	12	4	1	15	0	0	0
Salix sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilia sp.	5	1	1	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0

Fig. 101 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1203.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	12	54	1,74	1,21	0,65	4,69

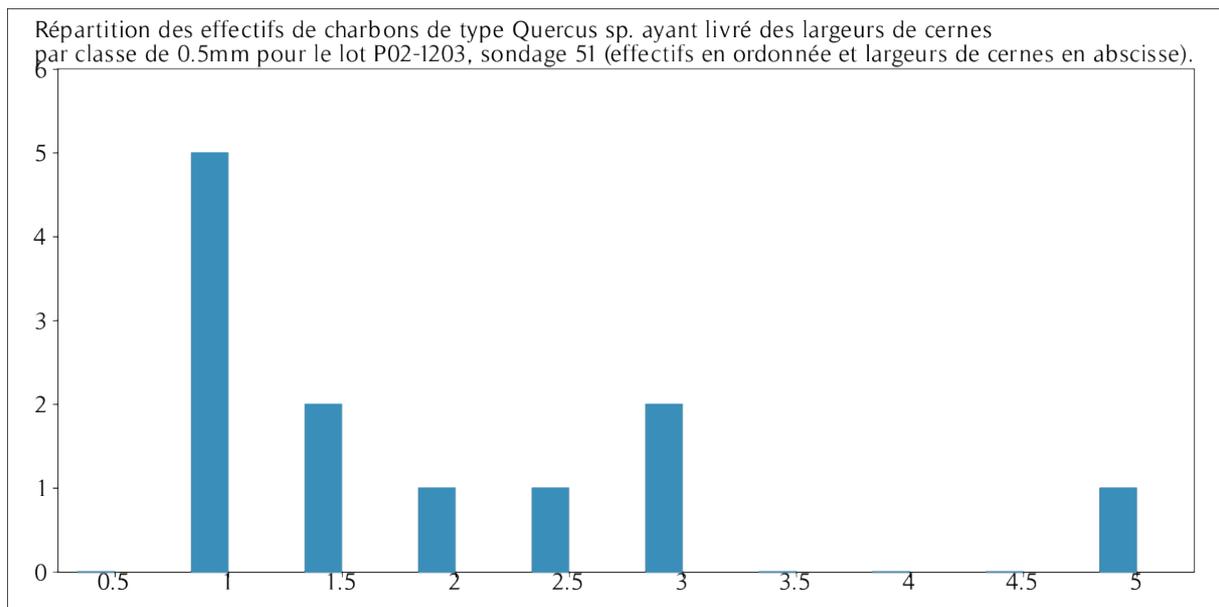


Fig. 102 – Tableau et histogramme des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1203.

● **Prélèvement P02-1204**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	Vitrifié - structures fondues - luisant		
Acer sp.	5	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	7	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Euonymus europaeus	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	22	0	5	17	0	0	1	10	1	0	1	0	0	2
Indéterminé	3	0	0	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
Pomoidée	12	0	0	11	0	0	0	5	0	0	1	1	0	0
Prunus sp.	50	1	14	31	0	0	0	18	12	0	1	0	0	0
Quercus sp.	46	3	10	31	8	26	1	10	17	0	0	0	13	2
Tilia sp.	4	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 103 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1204.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible	Régulier	3	12	1,61	0,7	0,88	2,28
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	8	35	1,67	0,76	0,83	2,63

Fig. 104 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement P02-1204.

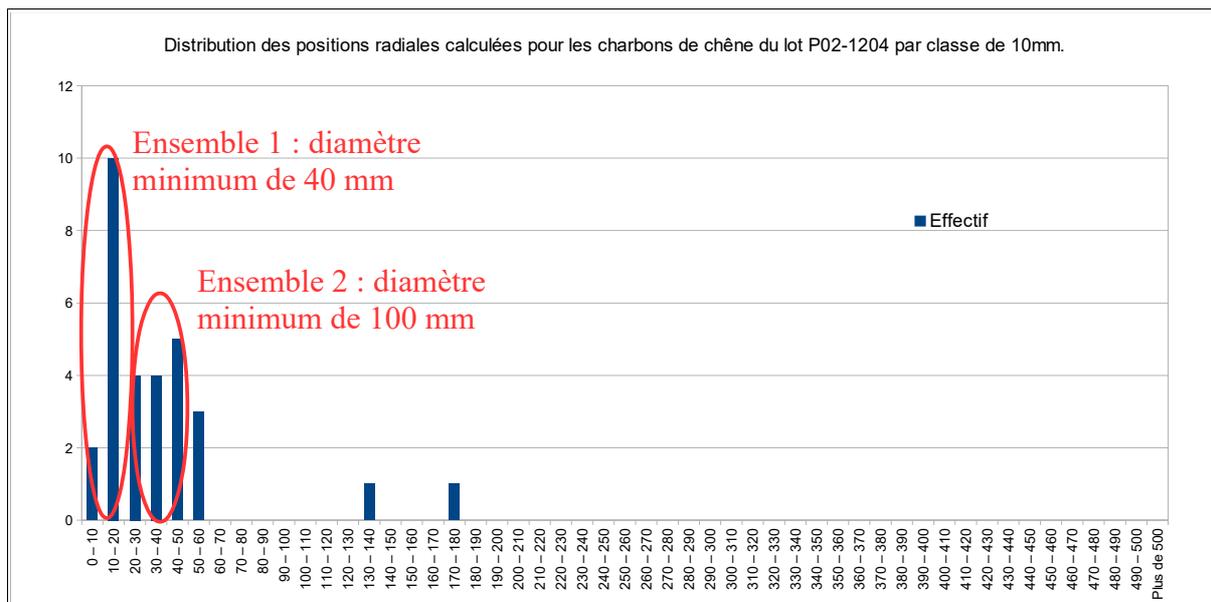


Fig. 105 – Distribution des positions radiales calculées pour 33 fragments de chêne (*Quercus sp.*) par classe de 10 mm. Prélèvement P02-1204.

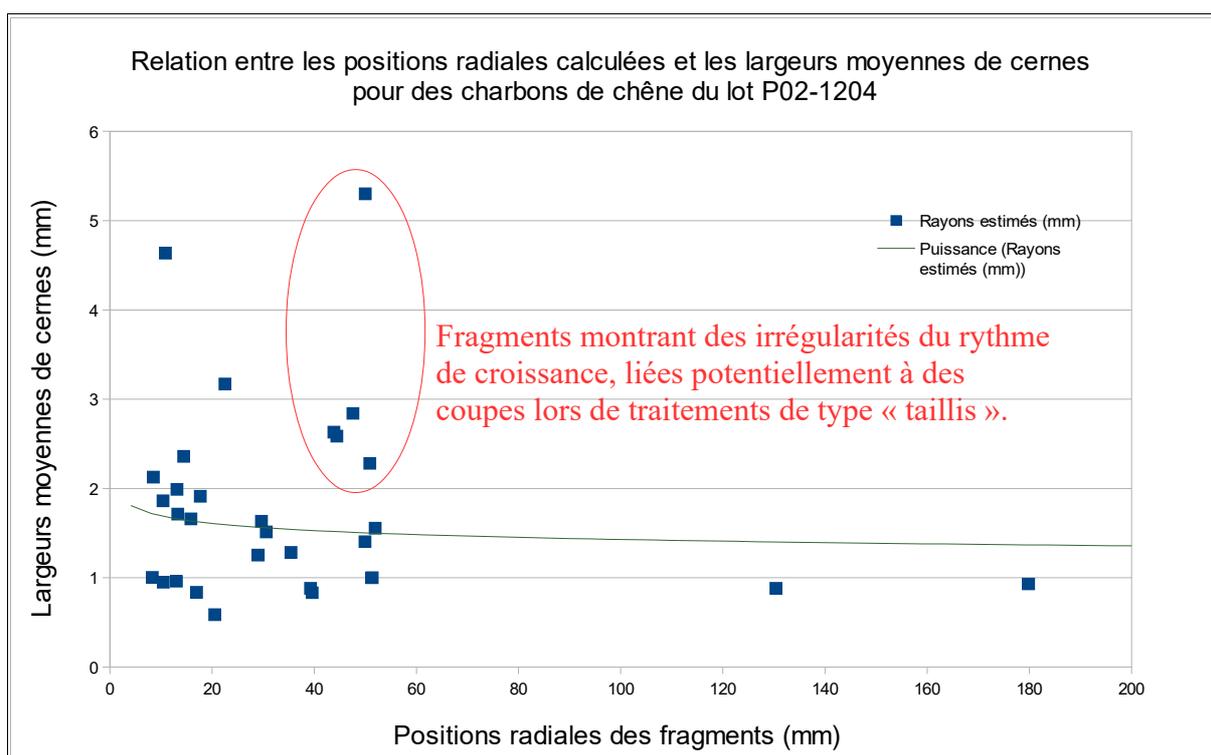


Fig. 106 – Répartition des largeurs de cerne des charbons de chêne (*Quercus sp.*) en fonction de leur position radiale. Prélèvement P02-1204.

### 3.4.2. Interprétation

Sept prélèvements correspondent à la période intermédiaire entre les phases III.1 et phases III.2. 583 charbons ont été étudiés pour l'ensemble de ces lots.

Que ce soit au niveau de l'assemblage taxonomique ou bien des mesures dendrologiques, peu de différences ont été constatées par rapport aux compositions anthracologiques de la phase III.1.

En effet, on retrouve la plupart des essences identifiées dans les lots de la phase III.1, à savoir par ordre d'importance : le chêne (*Quercus sp.*), le frêne (*Fraxinus sp.*), le genre *Prunus*, la famille des Pomoïdées, l'érable (*Acer sp.*) et dans une moindre mesure le sapin (*Abies sp.*), le sureau (*Sambucus sp.*), le noisetier (*Corylus avellana*), le tilleul (*Tilia sp.*), le genévrier (*Juniperus sp.*), le cornouiller (*Cornus sp.*), le charme (*Carpinus sp.*), le fusain (*Euonymus europaeus*), le hêtre (*Fagus sylvatica*), le nerprun (*Rhamnus catharticus*) et le saule (*Salix sp.*).

Nous constatons de nouveau les cinq taxons les plus fréquemment détectés : chêne, frêne, *Prunus*, Pomoïdées, érable. Une seule essence a été nouvellement observée par rapport aux lots de la phase III.1 : le charme (*Carpinus betulus*).

Le graphique exprimant l'indice de concentration de Pareto pour le lot P02-1202 (Fig. 107) montre qu'environ 50% des fragments correspondent à 20 % des essences. Les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent donc pas les mêmes rapports de compétition et d'équilibre que dans les communautés végétales (Chabal *et al.*, 1999). La collecte de bois semble donc avoir fait l'objet de sélections notamment pour les cinq taxons les plus fréquemment observés (chêne, *Prunus*, frêne, érable et Pomoïdées en proportions sensiblement égales), ce qui caractérise plutôt des usages « artisanaux ».

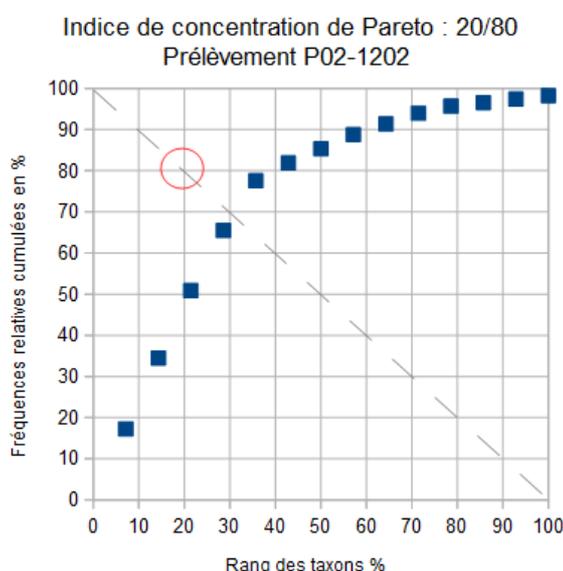


Fig. 107 – Indice de concentration de Pareto pour le prélèvement P02-1202.

La plupart des fragments montre des courbures fortes à intermédiaires. Ce sont donc essentiellement des bois de petites branches et brindilles qui ont été brûlés. Les charbons de chêne semblent provenir de bois de calibre intermédiaire, légèrement plus forts que pour les autres essences. Les diamètres minimum calculés sur une trentaine de fragments de chêne (lot P02-1204, Fig. 105) ont permis d'estimer des bois d'environ 40 et 100 mm de diamètre.

De nouveau, une part importante des charbons montre des aspects « durs-luisants » et « fendus-luisants ».

Des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les lots P02-1200, P02-1201, P02-1202, P02-1203, P02-1204 ont livré des moyennes comprises entre 1,93 et 1,2 mm. Ces résultats sont caractéristiques de contextes de croissances difficiles.

Enfin, la mise en relation entre largeurs de cerne et positions radiales des fragments (lot P02-1204, Fig. 106), mais aussi l'observation d'irrégularités du rythme de croissance sur certains charbons de chêne (Fig. 108) s'accordent pour décrire des bois provenant probablement de boisements traités en taillis sous futaie.



Fig. 108 - Fragment de chêne (*Quercus sp.*) présentant des irrégularités du rythme de croissance importantes. Prélèvement P02-1203.

On retrouve là beaucoup d'observations semblables aux lots de la phase III.1.

### 3.5. Prélèvements de la phase III.2

#### 3.5.1. Résultats

##### a) Prélèvements issus du comblement du conduit S51 (Sondage 51)

- **Prélèvement P02-1193**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Fendu / pores obturés / struct. Indistin.	Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant		
Ericacée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quercus/Castanea	2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	2
Quercus sp.	9	0	6	3	6	0	0	5	0	0	5

Fig. 109 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1193.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	5	18	1,08	0,58	0,4	2

Fig. 110 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1193.

- **Prélèvement P02-1194**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Fendu / pores obturés / struct. Indistin.	Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant		
Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	9	1	5	2	3	1	1	3	2	1	4
Tilia sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 111 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1194.

- **Prélèvement P02-1195**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fondu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud	
Abies sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Acer sp.	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Corylus avellana	8	0	0	8	0	0	0	1	2	0	0	0
Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pomoïdée	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
Prunus sp.	7	0	1	6	0	0	0	1	6	0	0	0
Quercus sp.	13	0	5	7	4	6	0	3	5	0	1	7
Tilia sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 112 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1195.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	intermediaire	Régulier	4	17	1,46	0,28	1,18	1,72

Fig. 113 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure intermédiaire. Prélèvement P02-1195.

**b) Prélèvement lié à la démolition finale du conduit CS.2415**

- **Prélèvement P02-1253**

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

Fig. 114 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1253.

### 3.5.2. Interprétation

#### a) Prélèvements du comblement du conduit S51 (Sondage 51)

Trois prélèvements proviennent du comblement du conduit S51 correspondant à la phase III.2. 70 fragments ont été étudiés pour ces trois lots et onze taxons anthracologiques ont pu être identifiés.

Par ordre d'importance on a pu constater le chêne (*Quercus sp.*), le genre *Prunus*, la famille des Pomoidées, l'érable (*Acer sp.*) et dans une moindre mesure le frêne (*Fraxinus sp.*), le tilleul (*Tilia sp.*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp.* - *Castanea sp.*), le hêtre (*Fagus sylvatica*), le noisetier (*Corylus avellana*), le sapin (*Abies sp.*) et la famille des Ericacées.

Le graphique exprimant l'indice de concentration de Pareto pour le lot P02-1195 (Fig. 107) montre de nouveau un ramassage sélectif. En effet, les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas les mêmes rapports de compétition et d'équilibre que dans les communautés végétales (Chabal *et al.*, 1999). La collecte de bois semble donc avoir fait l'objet de sélections notamment pour les trois taxons les plus fréquemment observés (chêne, noisetier et *Prunus*), ce qui caractériserait plutôt des usages « artisanaux ».

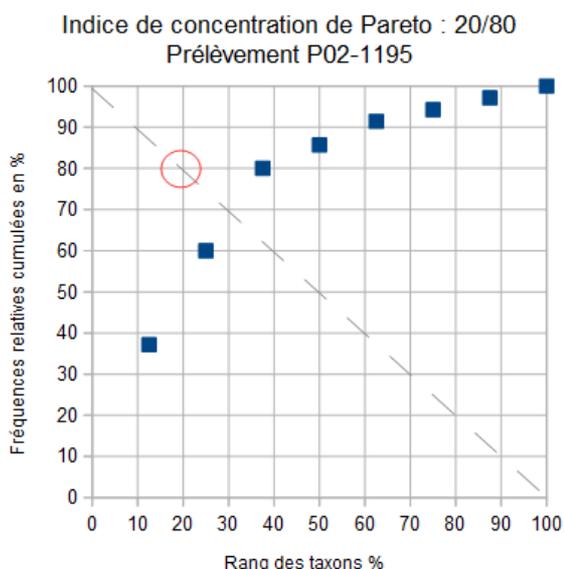


Fig. 115 - Indice de concentration de Pareto pour le prélèvement P02-1195.

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

Une majorité de fragments montre des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants » conséquences probables de la combustion de petit bois, ou de contexte de combustion chauds et anaérobies (Oilic, 2011).

Les mesures de largeurs de cerne ont livré des moyennes de 1,08 mm (P02-1193) et de 1,46 mm (P02-1195) ce qui correspond à des contextes de croissance contraignants (bois dense, sols pauvres?).

Même si la diversité des essences est moindre, nous constatons donc là encore de fortes similitudes avec les compositions anthracologiques des « phases III.1 » et « III.1 à III.2 ».

## b) Prélèvement lié à la démolition finale du conduit CS.2415

Seulement cinq charbons ont pu être observés dans ce lot, il semble s'agir de fragments d'un pin de type maritime (*Pinus type pinaster*) ou parasol (*Pinus type pinea*), de chêne (*Quercus sp.*) en plus d'un résineux non identifié (Gymnosperme).

Les quelques fragments montraient des courbures de cerne intermédiaires.

## 3.6. Prélèvements de la phase II.5 à V.4

### 3.6.1. Résultat

- **Prélèvement P02-1243**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / pores obturés / struct. Indistin	Fendu / Luisant / noeud		
Ericacée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Quercus sp.	5	0	3	1	3	1	0	2	2	0	1	2	0

Fig. 116 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement P02-1243.

### 3.6.2. Interprétation

Une dizaine de fragments a été observée dans ce lot.

L'association anthracologique comprend du chêne (*Quercus sp.*), du hêtre (*Fagus sylvatica*) et un fragment de la famille des Ericacées ou bruyères.

La plupart des fragments de chêne montrait des courbures de cerne intermédiaires alors que les charbons de hêtre et d'Ericacées semblent provenir de bois de petit calibre, voire de brindilles.

Ce lot, mal daté, n'a pas été inclus dans la synthèse finale.

## 4. SYNTHÈSE

Cette étude repose sur l'observation d'environ 2000 charbons. Nous nous sommes attachés à étudier les fragments de toutes dimensions afin de ne pas omettre certains taxons, notamment les essences qui forment naturellement des petits calibres (ex. Ericacées, Genistées, cornouiller, fusain, viorne). Des observations complètes ont pu être menées à bien sur l'ensemble des charbons.

Cette étude a permis de constater des faits archéobotaniques intéressants, notamment en ce qui concerne la qualité du bois utilisé et la composition des végétations boisées environnant le site durant la seconde moitié du III<sup>e</sup> siècle jusqu'au milieu du IV<sup>e</sup> siècle ap. J.-C (phase II.5c à la phase III.2).

Cinq ensembles chronologiques ont été étudiés (Fig. 20):

- les prélèvements correspondant à la phase II.5c provenant du comblement d'un aménagement hydraulique et d'une récupération en lien avec le mur M.2015. (sondages 39 et 42),
- les prélèvements correspondant à la phase II.5d, provenant du remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire (sondage 39),
- les prélèvements correspondant à la phase III.1. Les lots de cette phase proviennent à la fois : du remblai lié à la construction de la fortification (sondage 39), de l'occupation de la fortification (sondage 39), d'un dépotoir « à ciel ouvert » (sondage 39) et d'un dépotoir correspondant au comblement du conduit du sondage S51,
- les prélèvements correspondant à une phase transitoire entre les phases III.1 et III.2 issus du comblement du conduit S51 (sondage S51),
- les prélèvements correspondant exclusivement à la phase III.2, provenant d'une part du comblement du conduit S51 et d'autre part d'un lot associé à la démolition finale du conduit CS.2415.

Les résultats sont présentés sous la forme de tableaux synthétiques ci-dessous (Fig. 117, 118, 119, 120, 121).

Sondages	Datation de l'US	Faits archéologiques	Taxons (par ordre d'importance)	Hypothèses techniques	Types de boisements	Largeurs moyennes de cernes
Sondages S39 et S42	<b>Phase II.5c : Première démolition (symbolique?) vers 250-275</b>	<b>Comblement d'un aménagement hydraulique (CS.2461). Lots P02-1259, P02-1245, P02-1252.</b>	<i>Quercus sp.</i> , <i>Prunus sp.</i> , <i>Abies sp.</i> , <i>Pinus sp.</i>	<b>Combustions indéterminées :</b> <b>5</b> taxons ont été identifiés.  Mis à part quelques fragments de chêne et de sapin, la plupart des charbons proviennent de bois de petit calibre (branches et brindilles), ce qui caractérise plutôt les phases d'allumage des combustions.	<b>Boisement de type chênaie</b> ( <i>Quercus sp.</i> , <i>Abies sp.</i> ?, <i>Pinus sp.</i> ? <i>Corylus avellana</i> )  <b>Boisements ouverts, végétations de lisières, haies</b> ( <i>Prunus sp.</i> , <i>Corylus avellana</i> )	
		<b>Comblement des abords d'un conduit. Lot P02-1248.</b>	<i>Quercus sp.</i> , <i>Abies sp.</i>			
		<b>Prélèvements en lien avec le mur M.2015 (fondation le long de l'allée dallée). Lots P02-1257, P02-1258, P02-1260</b>	<i>Quercus sp.</i> , <i>Corylus avellana</i>	Les fragments de chêne montrent régulièrement des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants » ce qui est caractéristique de combustions en conditions chaudes et anaérobies, mais probablement liées aussi au petit calibre des bois.  L'utilisation de brindilles ou de petites branches est synonyme de phases d'allumage et de combustions assez brèves.		

Fig. 117 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour la phase II.5c, sondages S39 et S42.

Sondage	Datation de l'US	Faits archéologiques	Taxons (par ordre d'importance)	Hypothèses techniques	Types de boisements	Largeurs moyennes de cerne
Sondage 39	Phase II. 5d : Clôture du sanctuaire (vers 275 - 280)	Remblai en lien avec la fermeture du sanctuaire	<i>Quercus sp.</i> , Prunoidées (genre <i>Prunus</i> ), <i>Fagus sylvatica</i> , Pomoidées, <i>Fraxinus sp.</i> , Ericacées (dont le genre <i>Erica</i> ), <i>Acer sp.</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i> , <i>Ulmus sp.</i> , <i>Abies sp.</i> , <i>Buxus sp.</i> , <i>Viburnum sp.</i> et potentiellement (?) le pin de type pin parasol ( <i>Pinus pinea</i> ) ou pin maritime ( <i>Pinus type pinaster</i> ).	<p><b>Rejets d'origines domestiques ?</b> : 14 taxons ont été identifiés.</p> <p>Une grande partie des fragments provient de bois de branches et de brindilles. Quelques fragments proviennent de bois de plus gros calibres essentiellement du bois de chêne.</p> <p>On peut évoquer l'hypothèse d'alternances entre des phases d'allumage et d'entretien de combustions avec utilisation de petits bois pour l'allumage puis de bois de moyen et plus gros calibre (chêne) pour entretenir des combustions probablement assez brèves.</p> <p>Les charbons présentent souvent des aspects « dur-luisants » (environ 50% des fragments de chêne) et dans une moindre mesure « fendus-luisants ». Ce constat caractérise des combustions en contextes chauds et fermés. Il faut néanmoins considérer ces interprétations avec précaution car la combustion des bois de petit calibre favoriserait la vitrification (Oilic, 2011).</p> <p>Les fentes de retrait ont régulièrement été observées, c'est une conséquence de bois brûlés à l'état « vert ».</p> <p>La question de la disponibilité du bois de gros calibre se pose. En effet, au regard des essences collectées, les environs immédiats du site sont probablement constitués de végétations ouvertes (formations arbustives, landes, végétations de recolonisation végétale) et de <b>boisements de type taillis simple ou taillis sous futaie susceptibles de fournir des bois de feu de petit et moyen calibre.</b></p> <p>Le calcul de l'indice de concentration de Pareto sur le lot P02-1229 a permis de montrer <b>un ramassage de « tout venant », non sélectif</b>, ce qui est plutôt à rapprocher des <b>usages domestiques.</b></p> <p>La diversité des taxons et des calibres utilisés appuie l'hypothèse de restes de foyers domestiques.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie-hêtraie</b> (<i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i>, <i>Fagus sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i>, <i>Acer sp.</i>, <i>Abies sp.</i> ?)</p> <p><b>Boisements ouverts, végétations de lisières, haies</b> (<i>Pomoidées</i>, <i>Prunus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Viburnum sp.</i>, <i>Buxus sp.</i>)</p> <p><b>ou landes-fourrés</b> (Ericacées)</p> <p>Les aires de ramassage recoupent probablement des zones en cours de recolonisation végétale (landes-fourrés, corylaies)</p> <p><b>Boisements hygrophiles</b> (<i>Fraxinus sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i>, <i>Viburnum sp.</i> )</p> <p><b>Plantes ornementales, implantations (?)</b> (<i>Buxus sp.</i>, <i>Abies sp.</i>, <i>Pinus type Pinea</i> / <i>Pinaster</i>, <i>Prunus sp.</i>)</p>	<p>Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :</p> <p>Moyennes comprises entre 1 mm et 2 mm</p> <p>P02-1272 : Moy. = 1,59 mm (N=15 ; Ec-type = 0,76 mm)</p> <p>P02-1228 : Moy. = 1,24 mm (N=8 ; Ec-type = 0,46 mm)</p> <p>P02-1229 : Moy. = 1,73 mm (N=12 ; Ec-type = 0,65 mm)</p> <p>P02-1225 : Moy. = 1,46 mm (N=5 ; Ec-type = 0,62)</p> <p>P02-1276 : Moy. = 1,44 mm (N=15 ; Ec-type = 0,59)</p> <p>P02-1261 : Moy. = 2,05 mm (N=19 ; Ec-type = 0,58)</p> <p>Les valeurs moyennes de 1,5 à 2 mm révèlent des contextes de croissance difficiles, peut-être des boisements denses ou sols pauvres.</p>

Fig. 118 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour la phase II.5d, sondage S39.

Sondage	Datation de l'US	Faits archéologiques	Taxons (par ordre d'importance)	Hypothèses techniques	Types de boisements	Largeurs moyennes de cernes
Sondages 39 et 51	Phase III.1 : Fortification et réoccupation du site (vers 280 - 340)	Remblai lié à la construction de la fortification (sondage 39). Lots : P02-1273, P02-1233, P02-1256	<i>Quercus sp.</i> , <i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i> , <i>Prunus sp.</i> , <i>Tilia sp.</i>	Combustions indéterminées : 4 taxons ont été identifiés.  Les charbons étudiés sont essentiellement issus de bois de chêne de calibre intermédiaire (branches).  Des aspects « durs-luisants » sont régulièrement observés sur les charbons de chêne, ce qui caractérise plutôt des combustions en contextes chauds et fermés. Cette interprétation est à considérer avec précaution car la combustion des bois de petit calibre favoriserait aussi la vitrification .	<b>Boisement de type chênaie</b> ( <i>Quercus sp.</i> , <i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i> , <i>Tilia sp.</i> )  <b>Boisements ouverts, végétations de lisières, haies</b> ( <i>Prunus sp.</i> )	
		Occupation en lien avec la fortification (sondage 39)	<i>Quercus sp.</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Prunus sp.</i>	Combustions indéterminées : 3 taxons ont été identifiés.  Les charbons étudiés sont essentiellement issus de bois de chêne de calibre intermédiaire (branches).  Les charbons proviennent essentiellement de bois de petit calibre, voire de brindilles (courbures de cerne fortes) et dans une moindre mesure de bois de chêne de calibres intermédiaires, probablement de branches. On peut donc penser que ces fragments sont issus de phases d'allumage suivies d'entretiens des combustions avec du bois de calibre intermédiaire, mais ne permettant qu'un entretien relativement bref des combustions.  De nombreux fragments montrent un aspect dur-luisant, lié probablement à la petite taille des morceaux de bois brûlés.	<b>Boisement de type chênaie-hêtraie</b> ( <i>Quercus sp.</i> , <i>Fagus sp.</i> )  <b>Boisements ouverts, végétations de lisières, haies</b> ( <i>Prunus sp.</i> )	Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :  Moyennes comprises entre 0,9 mm et 1,5 mm  P02-1240 : Moy. = 0,9 mm (N=7 ; Ec-type = 0,76 mm)  P02-1226 : Moy. = 1,32 mm (N=6 ; Ec-type = 0,44 mm)  Les valeurs moyennes révèlent des contextes de croissance difficiles, peut-être des boisements denses ou sols pauvres.
		Dépotoir à « ciel ouvert » (sondage 39). Lots : P02-1242, P02-1250	<i>Quercus sp.</i> , <i>Abies sp.</i> , <i>Fagus sylvatica</i> .	Combustions indéterminées : 3 taxons ont été identifiés.  La plupart des fragments montre des courbures de cerne intermédiaires avec des aspects luisants. Il est possible que les charbons proviennent de bois de petites branches.	<b>Boisement de type chênaie-hêtraie</b> ( <i>Quercus sp.</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Abies sp.</i> )	Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :  P02-1242 : Moy. = 1,48 mm (N=6 ; Ec-type = 1,06 mm)  Contextes de croissance difficiles.

		<p><b>Dépotoir lié au comblement du conduit S51 (sondage S51)</b></p>	<p>5 taxons dominent les compositions anthracologiques : le chêne (<i>Quercus sp.</i>), le genre <i>Prunus</i>, le frêne (<i>Fraxinus sp.</i>), l'érable (<i>Acer sp.</i>) et la famille des Pomoïdeae.</p> <p>Viennent ensuite un ensemble de taxons régulièrement détectés : <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Tilia sp.</i>, <i>Sambucus sp.</i>, <i>Cornus sp.</i> et plus ponctuellement <i>Ulmus sp.</i>, <i>Abies sp.</i>, <i>Buxus sp.</i>, <i>Juniperus sp.</i>, Fabaceae type <i>Cytisus</i>, <i>Euonymus europaeus</i>, <i>Rhamnus catharticus</i>, <i>Quercus sp.</i> – <i>Castanea sp.</i>, <i>Salix sp.</i>, <i>Salix sp.</i> - <i>Populus sp.</i></p> <p>Notons que la plupart de ces taxons avait déjà été reconnue dans les prélèvements issus du comblement d'un premier puisard contemporain (III.1) lors du sondage S 28 (Gaudin, 2018).</p>	<p><b>Rejets d'origines artisanales et/ou domestiques</b> : 21 taxons ont été identifiés.</p> <p>La plupart des fragments montrent des courbures de cerne intermédiaires avec des aspects luisants. Il est possible que les charbons proviennent de bois de petites branches.</p> <p>Les charbons proviennent essentiellement de bois de petit calibre, voire de brindilles (courbures de cerne fortes) et dans une moindre mesure de bois de calibres intermédiaires, probablement de branches. Les calculs de diamètres minimum effectués sur les charbons des prélèvements P02-1206 et P02-1210 ont permis d'identifier des ensembles qui pourraient correspondre à des branches de 40, 60, 80 et 100 mm de diamètre minimum.</p> <p>Une grande partie des fragments (environ 50%) montre des aspects « durs-luisants » et « fendus-luisants ». Il est probable que le phénomène de vitrification ait été favorisé par le petit calibre du bois, mais d'autres hypothèses sont plausibles, comme des contextes de combustion anaérobies et de hautes-températures. Notons l'observation de quelques traces de « dépôts métalliques », parfois incrustés aux charbons dans les prélèvements P02-1212, P02-1207. Ces traces restent néanmoins assez rares.</p> <p>Quelques traces de galeries de xylophages ont été repérées dans les fragments de sapin des prélèvements P02-1206. La forme des galeries en plus de l'analyse du contenu des vermoulures permet d'avancer l'hypothèse de la petite vrillette (<i>Anobium punctatum</i>). Ce constat suggère que les restes de bois de sapin soient issus de bois d'œuvre (bois de construction, meubles...).</p> <p>Des irrégularités dans le rythme de croissances des cernes ont été identifiées. De plus, la mise en relation entre positions radiales et largeurs de cerne montre des perturbations dans la croissance des arbres. Ces constats résultent probablement de coupes effectuées lors <b>de traitements sylvicoles de type taillis simple ou taillis-sous-futaie</b>. De plus, notons que les essences de chêne, châtaignier, bouleau, noisetier, érable, frêne, largement détectés dans cette étude, se prêtent bien à ce type de gestion car ce sont des ligneux qui « rejettent » bien de souche.</p> <p>Le calcul de l'indice de concentration de Pareto sur le lot P02-1210 montre que 20% des taxons représente moins de 65% des charbons. Le rapport d'équilibre connu dans les communautés végétales n'est pas respecté, ce qui suggère <b>des ramassages sélectifs</b>, notamment des cinq taxons principaux. Ce résultat caractérise plutôt <b>des usages artisanaux</b>.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie-hêtraie</b> (<i>Quercus sp.</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i>, <i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Tilia sp.</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Abies sp.</i> (?))</p> <p><b>Boisements ouverts, végétations de lisières, haies</b> (<i>Prunus sp.</i>, Pomoïdeae, <i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Euonymus europaeus</i>, <i>Sambucus sp.</i>, <i>Cornus sp.</i>, <i>Rhamnus catharticus</i>, <i>Juniperus sp.</i>, Fabaceae type <i>Cytisus</i>, <i>Buxus sp.</i>)</p> <p><b>ou landes-fourrés</b> (Fabaceae type <i>Cytisus</i>)</p> <p>Les aires de ramassage recoupent probablement des zones en cours de recolonisation végétale (landes-fourrés, corylaies)</p> <p><b>Boisements hygrophiles</b> (<i>Fraxinus sp.</i>, <i>Salix sp.</i>, <i>Salix sp.</i> / <i>Populus sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i>)</p> <p><b>Plantes ornementales, implantations</b> (?) (<i>Buxus sp.</i>, <i>Juniperus sp.</i>, <i>Sambucus sp.</i>, <i>Abies sp.</i>, <i>Cornus sp.</i>, <i>Prunus sp.</i>)</p>	<p>Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :</p> <p>Moyennes comprises entre 1,08 mm et 1,61 mm .</p> <p>P02-1206 : Moy. = 1,08 mm (N=17 ; Ec-type = 0,67 mm)</p> <p>P02-1210 : Moy. = 1,61mm (N=17 ; Ec-type = 0,86 mm)</p> <p>P02-1214 : Moy. = 1,28mm (N=6 ; Ec-type = 0,39 mm)</p> <p>P02-1219 : Moy. = 1,41mm (N=6 ; Ec-type = 0,42 mm)</p> <p>Les valeurs moyennes révèlent des contextes de croissance difficiles.</p>
--	--	---	---	--	--	--

Fig. 119 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour la phase III.1, sondages S39 et S51.

Sondage	Datation de l'US	Faits archéologiques	Taxons (par ordre d'importance)	Hypothèses techniques	Types de boisements	Largeurs moyennes de cernes
Sondage 51	Phase III.1 à III.2 : Fortification, réoccupation du site et démolition définitive du sanctuaire (entre 280 et 380)	Dépotoir lié au comblement du conduit S51 (sondage S51)	<i>Quercus sp.</i> , <i>Fraxinus sp.</i> , le genre <i>Prunus</i> , la famille des Pomoidées, <i>Acer sp.</i> et dans une moindre mesure <i>Abies sp.</i> , <i>Sambucus sp.</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Tilia sp.</i> , <i>Juniperus sp.</i> , <i>Cornus sp.</i> , <i>Carpinus sp.</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Rhamnus catharticus</i> et <i>Salix sp.</i>	<p><b>Rejets d'origines artisanales et/ou domestiques</b> : 16 taxons ont été identifiés.</p> <p>Que ce soit au niveau de l'assemblage taxonomique ou bien des mesures dendrologiques, peu de différences ont été constatées par rapport aux compositions anthracologiques de la phase III.1.</p> <p>De nouveau, les cinq taxons les plus fréquemment détectés : chêne, frêne, <i>Prunus</i>, Pomoidées, érable. Une seule essence a été nouvellement observée par rapport aux lots de la phase III.1 : le charme (<i>Carpinus betulus</i>).</p> <p>La plupart des fragments présente des courbures fortes à intermédiaires. Ce sont donc essentiellement des bois de petites branches et brindilles qui ont été brûlés. Les charbons de chêne semblent provenir de bois de calibre intermédiaire, légèrement plus forts que pour les autres essences. Les diamètres minimum calculés sur une trentaine de fragments de chêne (lot P02-1204) ont permis d'estimer des bois d'environ 40 et 100 mm de diamètre.</p> <p>Des irrégularités dans le rythme de croissances des cernes de certains charbons et la mise en relation entre largeurs de cerne et positions radiales des fragments (Lot P02-1204) s'accordent pour décrire des bois provenant probablement de <b>boisements traités en taillis simple ou taillis sous futaie</b>.</p> <p>Le calcul de l'indice de concentration de Pareto sur le lot P02-1202 montre que 20% des taxons représente environ 50% des charbons. Le rapport d'équilibre connu dans les communautés végétales n'est pas respecté, ce qui suggère <b>des ramassages sélectifs</b>, notamment des cinq taxons principaux. Ce résultat caractérise plutôt <b>des usages artisanaux</b>.</p> <p>On retrouve là des observations semblables aux lots de la phase III.1.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie et chênaie-hêtraie</b> (<i>Quercus sp.</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i>, <i>Tilia sp.</i>, <i>Carpinus sp.</i>, <i>Abies sp.</i> (?))</p> <p><b>Boisements ouverts, végétations de lisières, haies ou landes-fourrés</b> (<i>Prunus sp.</i>, Pomoidées, <i>Euonymus europaeus</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Sambucus sp.</i>, <i>Rhamnus catharticus</i>, <i>Juniperus sp.</i>, <i>Cornus sp.</i>)</p> <p><b>Boisements hygrophiles</b> (<i>Fraxinus sp.</i>, <i>Salix sp.</i>)</p>	<p>Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :</p> <p>P02-1200 : Moy. = 1,2 mm (N=6 ; Ec-type = 0,35 mm)</p> <p>P02-1201 : Moy. = 1,23 mm (N=7 ; Ec-type = 0,55)</p> <p>P02-1202 : Moy. = 1,93 mm (N=8 ; Ec-type = 1,12)</p> <p>P02-1203 : Moy. = 1,74 mm (N=12 ; Ec-type = 1,21)</p> <p>P02-1204 : Moy. = 1,67 mm (N=8 ; Ec-type = 0,76)</p> <p>Les valeurs moyennes de 1,2 à 1,74 mm révèlent des contextes de croissance difficiles.</p>

Fig. 120 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les phases III.1 à III.2, sondage S51.

Sondages	Datation de l'US	Faits archéologiques	Taxons (par ordre d'importance)	Hypothèses techniques	Types de boisements	Largeurs moyennes de cerne
Sondages 51 et 39	Phase III.2 : Démolition définitive du sanctuaire (entre 280 et 380)	Dépotoir lié au comblement du conduit S51. Lots P02-1193 P02-1194 P02-1195	<i>Quercus sp.</i> , le genre <i>Prunus</i> , la famille des Pomoideae, <i>Acer sp.</i> et dans une moindre mesure <i>Fraxinus sp.</i> , <i>Tilia sp.</i> , <i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Abies sp.</i> et la famille des Ericaceae.	<p><b>Rejets d'origines artisanales et/ou domestiques ?</b> : 11 taxons ont été identifiés.</p> <p>De nouveau, on retrouve les cinq taxons les plus fréquemment détectés : le chêne, le genre <i>Prunus</i>, les Pomoïdées, l'érable, le frêne. L'ensemble des autres essences était déjà détecté dans les niveaux antérieurs.</p> <p>En ce qui concerne le calibre des bois brûlés, la plupart des fragments montre des courbures de cerne fortes à intermédiaires, ce qui correspondrait à du bois de petites branches.</p> <p>Une majorité de fragments montre des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants » conséquences probables de la combustion de petit bois, ou/et de contextes de combustion chauds et anaérobies.</p> <p>Le calcul de l'indice de concentration de Pareto sur le lot P02-1195 montre que 20% des taxons représente moins de 60% des charbons. Le rapport d'équilibre connu dans les communautés végétales n'est pas respecté, ce qui suggère <b>des ramassages sélectifs</b>, notamment des trois taxons principaux. Ce résultat caractérise plutôt <b>des usages artisanaux</b>.</p> <p>Même si la diversité des essences est moindre, nous constatons donc là encore de fortes similitudes avec les compositions anthracologiques des « phases III.1 » et « III.1 à III.2 » vues précédemment.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie et chênaie-hêtraie</b> (<i>Quercus sp.</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i>, <i>Tilia sp.</i>, <i>Abies sp.</i>(?))</p> <p><b>Boisements ouverts, végétations de lisières, haies ou landes-fourrés</b> (<i>Prunus sp.</i>, Pomoïdées, <i>Corylus avellana</i>, Ericacées)</p> <p><b>Boisements hygrophiles</b> (<i>Fraxinus sp.</i>)</p>	<p>Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :</p> <p>P02-1193 : Moy. = 1,08 mm (N=5 ; Ec-type = 0,58 mm)</p> <p>P02-1201 : Moy. = 1,46 mm (N=4 ; Ec-type = 0,28)</p> <p>Les valeurs moyennes de 1,08 mm à 1,46 mm révèlent des contextes de croissance difficiles.</p>
		Démolition finale du conduit CS. 2415 Sondage 39	Pin type pin maritime ( <i>Pinus pinaster</i> ) ou pin type parasol ( <i>Pinus pinea</i> ), <i>Quercus sp.</i> , Gymnospermie (résineux indéterminé)	<p>Seulement deux taxons ont pu être identifiés dans ce lot.</p> <p>Les quelques fragments montraient des courbures de cerne intermédiaires.</p> <p>La composition anthracologique de ce lot apparaît assez différente des prélèvements de l'intérieur du conduit S51.</p>	<p><b>Boisement de type chênaie ?</b> (<i>Pinus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>)</p>	

Fig. 121 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour la phase III.2, sondages S51 et S39.

L'anthracologie mêle à la fois des résultats d'ordre « naturel » et « technique ». Pour cette raison, l'interprétation ci-dessous s'articulera autour de deux parties : une interprétation d'ordre environnemental et une interprétation d'ordre ethnographique.

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

28 taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude : la plupart de ces taxons ont été identifiés dans les lots du puisard (S51) durant la phase III.1 et III.2. Sept taxons ont été déterminés dans les couches situées devant le temple central (sondage S39) mais les effectifs étudiés étaient moins importants.

Si l'on écarte les prélèvements de la phase II.5c, dont les lots étaient peu importants et composés principalement de chêne (*Quercus sp.*), du genre *Prunus* et de résineux avec le sapin (*Abies sp.*) et le pin (*Pinus sp.*), les compositions anthracologiques des périodes II.5d, III.1 et III.2 sont dominées par cinq taxons : le chêne (*Quercus sp.*), le genre *Prunus sp.* (prunellier, merisier, cerisier), le frêne (*Fraxinus sp.*), les Pomoidées et l'érable (*Acer sp.*).

D'autres taxons ont ensuite été identifiés de façon régulière durant ces trois phases : le hêtre (*Fagus sylvatica*), le noisetier (*Corylus avellana*), le bouleau (*Betula sp.*), le tilleul (*Tilia sp.*) l'orme (*Ulmus sp.*), le tilleul (*Tilia sp.*), le sureau (*Sambucus sp.*), le cornouiller (*Cornus sp.*), l'orme (*Ulmus sp.*), le sapin (*Abies sp.*), le pin (*Pinus sp.* dont *Pinus type pinea* ou *type pinaster* et des résineux non identifiés : Gymnosperme), le buis (*Buxus sp.*), le genévrier (*Juniperus sp.*), la famille des bruyères (*Ericaceae*), le genêt (*Fabaceae type Cytisus*), le fusain (*Euonymus europaeus*), le nerprun (*Rhamnus catharticus*), le charme (*Carpinus betulus*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*), le saule (*Salix sp.*), le saule – peuplier (*Salix sp. - Populus sp.*), la viorne (*Viburnum sp.*).

Notons que ces derniers taxons ne sont parfois représentés que par quelques occurrences.

De nombreux travaux ont montré que l'exploitation du combustible ligneux, notamment en contexte domestique, est en moyenne peu sinon pas sélective et qu'en conséquence les charbons de bois qui en résultent constituent de bons indicateurs des conditions environnementales (Chabal, 1992, 1994, 1997 ; Théry, 1998).

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

- le groupement forestier de la **chênaie diversifiée** avec le chêne (*Quercus sp.*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), l'érable (*Acer sp.*), l'orme (*Ulmus sp.*), le tilleul (*Tilia sp.*), le charme (*Carpinus betulus*) et le groupement de la **chênaie-hêtraie** avec le chêne (*Quercus sp.*), le hêtre (*Fagus sp.*), l'érable (*Acer sp.*) et le frêne (*Fraxinus sp.*), voire le sapin (*Abies alba*). Notons que le groupement de la chênaie-hêtraie est détecté dans la plupart des prélèvements. Il correspond au groupement forestier caractéristique de la période du Subatlantique, largement détecté par la palynologie et majoritaire dans le nord-ouest de la France (Gaudin, 2004).
- les **"landes-fourrés", lisières forestières, haies, associations héliophiles** : avec la détection des Pomoidées, Prunoïdées (*Prunus sp.*), du sureau (*Sambucus sp.*), noisetier (*Corylus avellana*), du cornouiller (*Cornus sp.*), du nerprun (*Rhamnus catharticus*), du fusain (*Euonymus europaeus*), du genévrier (*Juniperus sp.*), du buis (*Buxus sp.*). Le genêt (*Fabaceae type Cytisus*) et les *Ericaceae* sont plutôt synonymes de landes. Ces végétations

attestent l'existence d'espaces ouverts ou clairsemés dans l'aire de ramassage. Les communautés végétales de landes et la détection régulière du noisetier correspondent probablement aux premiers stades de recolonisation végétale d'espaces exploités puis abandonnés.

- **les boisements hygrophiles** sont perçus avec le frêne (*Fraxinus sp.*), le saule (*Salix sp.*), le saule / peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*), l'orme (*Ulmus sp.*), la viorne (*Viburnum sp.*). Ces boisements pourraient provenir d'une zone humide, de bord de cours d'eau ou depuis la zone alluviale de l'Iton ou de l'Eure.
- **Plantes importées, favorisées, ornementales (?)** : le sureau (*sambucus sp.*), le genre *prunus sp.*, les Pomoïdées ont pu être favorisés pour leurs fruits. Le buis (*Buxus sp.*), le genévrier ont pu être utilisés comme plantes ornementales. Enfin, plusieurs résineux ont été détectés. Si le sapin pectiné (*Abies alba*), le pin sylvestre (*Pinus type sylvestris / mugo / nigra*), voire le genévrier (*Juniperus sp.*) sont peut être subsponsanés dans la région (?), quelques fragments de pin type *pinea* ou *pinaster* (?) sont plus probablement d'origine méridionale.

Notons que la plupart des taxons et l'ensemble de ces formations ligneuses avaient aussi été reconnus lors d'une précédente étude anthracologique (Gaudin, 2018). Cette étude portait sur des prélèvements du sondage 39 et du comblement d'un premier puisard (sondage S 28) datés de la phase III.1.

Il n'a pas toujours été possible de percevoir l'ensemble des formations ligneuses pour chacune des périodes. En effet, seuls les boisements de type chênaie et les boisements héliophiles ont été identifiés pour la phase II.5c (Fig. 117), mais cette période est moins « pourvue » en échantillons. En revanche, l'ensemble des formations ligneuses a été perçu durant les autres phases II.5d, III.1 et III.2 (Fig. 118, 119 et 120), ce qui montre une stabilité de l'aire de ramassage mais aussi de l'environnement boisé au moins durant ces trois phases.

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 une vingtaine de prélèvements. Nous constatons des valeurs moyennes assez homogènes, centrées majoritairement entre 1 et 2 mm. Ces valeurs correspondent à des croissances difficiles, en liaison avec des contextes abiotiques (ex. sols pauvres, météorologie,...) et/ou biotiques (compétition vis à vis des ressources, ex. chênaie dense) contraignants. Aucune évolution des largeurs moyennes n'est perceptible entre les phases II.2d, III.1 et III.2, ce qui laisse penser là aussi à une stabilité de la structure du paysage environnant, mais aussi de l'aire de collecte du bois de chêne.

En ce qui concerne le calibre du bois utilisé, nous constatons pour l'ensemble des prélèvements une majorité de fragments montrant des courbures de cerne fortes et intermédiaires. Quelques charbons de sections entières allant de quelques millimètres à 4 cm ont régulièrement été observés. Des calculs de diamètres minimum ont été réalisés sur plusieurs lots (P02-1206, P02-1204, P02-1210). Ils ont permis d'estimer des diamètres allant de 40 mm à 100 mm. Les fragments montrant des courbures de cerne faibles sont assez rares, ils correspondent généralement à du chêne. C'est donc avant tout du bois de branches, voire de brindilles qui a globalement été utilisé sur l'ensemble des phases II.5c à III.2. Seuls quelques charbons de chêne pourraient provenir de bois de gros calibre mais qui n'ont dû être utilisés que ponctuellement.

La rareté du combustible de gros calibre, constitué essentiellement par du bois de chêne, pose la question de la disponibilité du bois dans les environs du site. En effet, l'utilisation de bois de brindilles (buis, genêt, fusain, viorne, cornouiller), de

branches, mais aussi de bois de feuillus tendres (peuplier, saule, le tilleul, le bouleau) n'ont que peu d'intérêt si ce n'est leur utilisation pour le démarrage du feu. Ils n'ont dû permettre que des combustions relativement « brèves », voire uniquement des phases d'allumages.

La mise en perspective des dynamiques de croissances (largeurs de cerne) en fonction des positions radiales (Fig. 75, 80, 106), mais aussi des observations directes sur certains charbons ont permis d'identifier des irrégularités de croissances sur les bois correspondant aux phases II.5d à III.2. Ces perturbations peuvent être le fait d'aléas climatiques, mais aussi très probablement de coupes réalisées sur les arbres lors de traitements sylvicoles de type taillis ou plus vraisemblablement taillis sous futaie (Fig. 122). Ce mode de gestion sylvicole fait intervenir des coupes régulières d'arbres et de branches (cépées) tout en maintenant quelques arbres en place (baliveaux et arbres de réserve : ex. chêne), destinés à produire du bois de plus gros calibre et du bois d'œuvre (Fig. 123).

Cette hypothèse est d'autant plus crédible que bon nombre d'essences identifiées parmi les restes charbonneux (chêne, châtaignier, frêne, érable, noisetier, bouleau, charme) « rejettent » bien de souche et seraient tout à fait adaptées à ce type de gestion sylvicole.

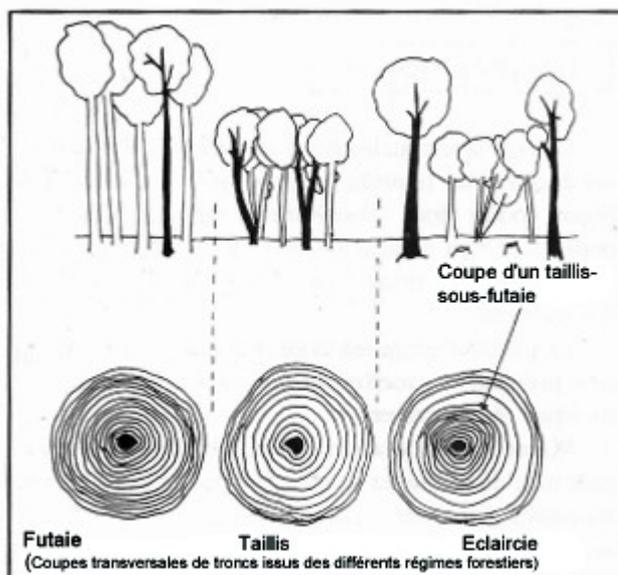


Fig. 122 – Schéma des trois régimes forestiers : futaie, taillis, taillis-sous-futaie.

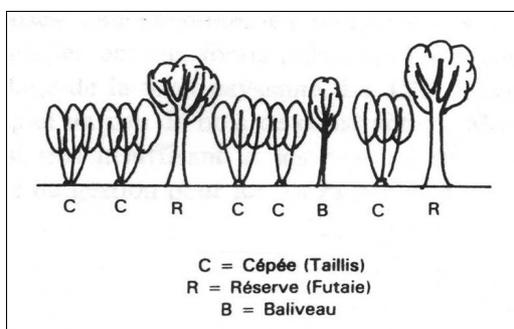


Fig. 123 - Illustration du mode de gestion sylvicole de type « taillis sous futaie ».

On peut émettre l'hypothèse que les sources d'approvisionnement en bois de gros calibre (chênaies), après plusieurs siècles d'exploitation étaient vraisemblablement déjà assez éloignées. Les occupants se sont donc approvisionnés pour partie avec du bois collecté dans les environs immédiats du site, constitué probablement de végétations arbustives, de boisements de type taillis ou taillis sous futaie, de haies, voire peut-être aussi de végétations issues d'anciennes plantes ornementales (buis, pins). Le terme de *Saltus* qui a parfois été employé par les Gallo-romains pour décrire des espaces incultes, plus ou moins boisés, parfois vouée au pacage, pourrait assez bien correspondre pour décrire les végétations perçues par le biais de cette étude durant les phases II.5d à III.2.

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

C'est essentiellement des fragments provenant de bois de petit et moyen calibre qui a été identifié sur l'ensemble des prélèvements. On peut évoquer l'hypothèse d'alternances entre des phases d'allumage et d'entretien de combustions avec utilisation de petits bois pour l'allumage, puis de bois de moyen et plus gros calibre (chêne) pour entretenir des combustions. Celles-ci ont probablement été assez brèves faute de bois de gros calibre.

La diversité des taxons et des calibres utilisés dans la plupart des lots appuierait à priori l'hypothèse de restes de combustions d'origines domestiques. Cette hypothèse semble confortée par le calcul de l'indice de concentration de Pareto sur la composition du lot P02-1229 (phase II.5d, sondage 39). En effet, pour ce lot l'indice montre qu'environ 20% des taxons correspondent à environ 80% des charbons étudiés, ce qui est caractéristique du rapport d'équilibre connu dans les communautés végétales (Chabal *et al.*, 1999). Dans ce cas, la composition anthracologique serait le fruit d'un ramassage de « tout venant », plutôt associé à des usages domestiques.

En revanche, le calcul mené sur deux prélèvements du comblement du conduit S51 (P02-1210 et P02-1202, phase III.1 et phase III.1 à III.2), montre des rapports d'équilibre différents et tendrait dans ces cas à indiquer des ramassages sélectifs, plutôt caractéristiques d'usages artisanaux.

Pour la plupart des lots, une grande partie des fragments (souvent plus de la moitié) montrait des aspects « durs-luisants » ou « fendus-luisants ». Selon J.-C. Oilic (2011), il est probable que le phénomène de vitrification ait été favorisé par le petit calibre du bois, mais d'autres hypothèses sont plausibles, comme des contextes de combustion anaérobies et de hautes-températures (exemple : fours ou pratiques de charbonnage) (Blazot *et al.*, 2004 ; Oilic, 2011). Nous avons noté l'observation de quelques traces de « dépôts métalliques », parfois incrustés aux charbons dans les prélèvements P02-1272, P02-1212, P02-1207, (phases II.5d et III.1) (Fig. 133 et 135). Ces traces restent néanmoins assez rares.

## 5. BIBLIOGRAPHIE

- BERTAUDIÈRE 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
- BERTAUDIÈRE 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 Départementale 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)
- GUYARD L., 1998 - « Les terres noires », Thermes gallo-romains (27 684 001 – AH), Document Final de Synthèse de fouille programmée. Le Vieil-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 north-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

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.

**Remerciements à Magali Toriti, Paléoentomologue, UMR 6566 – CreAAH, pour l'aide apportée concernant les galeries de xylophage.**

## 6. ANNEXE



Fig. 124 – Coupe transversale d'un fragment de frêne (*Fraxinus sp.*). Coupe hivernale. Grossissement x7. Lot P02-1203.

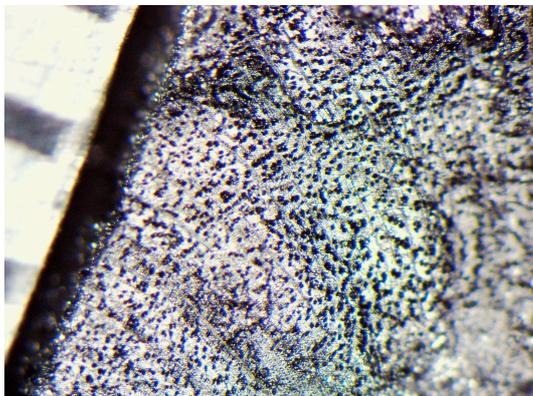


Fig. 125 – Coupe transversale d'un fragment de sureau (*Sambucus sp.*). Grossissement x35. Lot P02-1206.



Fig. 126 – Coupe transversale d'un fragment de *Pinus type pinaster ou pinea (?)*. Grossissement x20. Lot P02-1253.

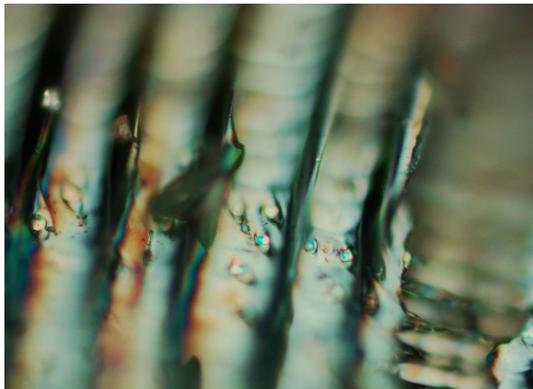


Fig. 127 – Coupe radiale d'un fragment de *Pinus type pinaster ou pinea (?)*. Détection de (3) ponctuations taxodioïdes avec paroi légèrement dentée. Grossissement x400. Lot P02-1253.

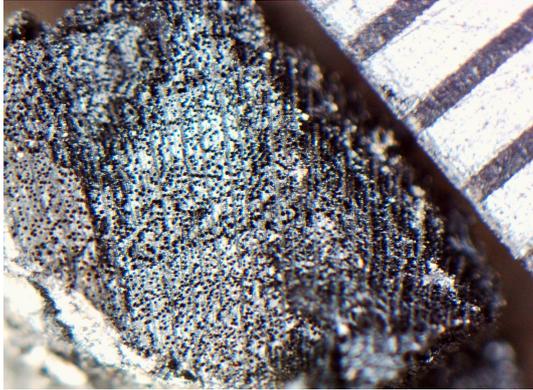


Fig. 128 – Coupe transversale d'un fragment de *Prunus* sp. Grossissement x20. Lot P02-1232.

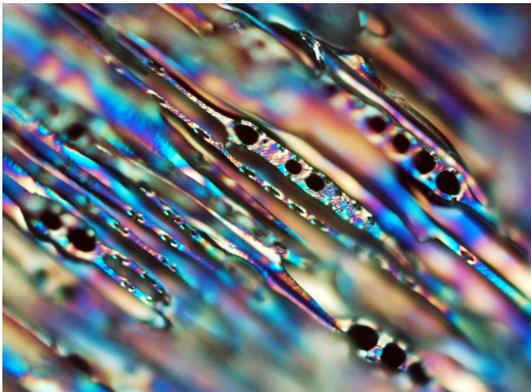


Fig. 129 – Coupe tangentielle d'un fragment de *Juniperus* sp. Grossissement x400. Lot P02-1214.

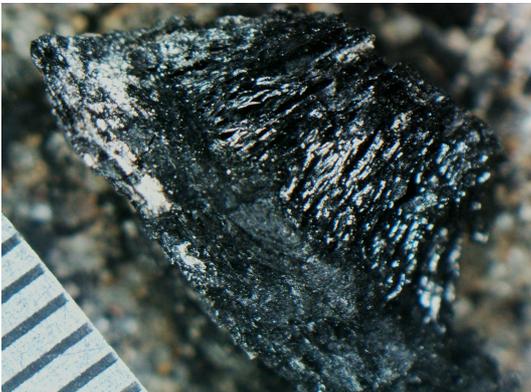


Fig. 130 – Coupe tangentielle d'un fragment de chêne (*Quercus* sp.) fendus-luisants. Grossissement x15. Lot P02-1265.

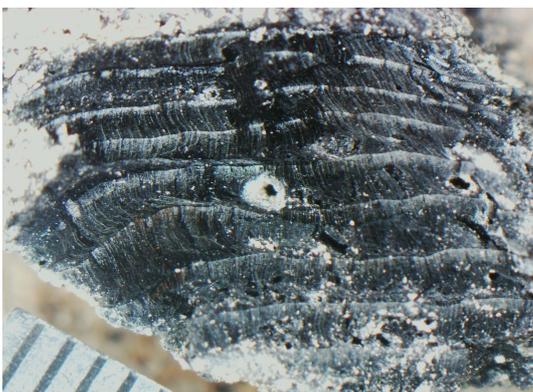


Fig. 131 – Coupe tangentielle d'un fragment de sapin (*Abies* sp.). Quelques galeries de xylophages sont à noter. Grossissement x6. Lot P02-1252.

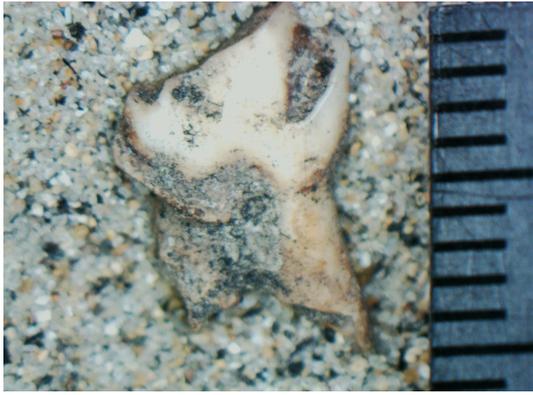


Fig. 132 – Dent (?) Lot P02-1261.



Fig. 133 – Traces métalliques sur un charbon de chêne (*Quercus sp.*). Grossissement x5. Lot P02-1272.



Fig. 134 – *Fragment de verre (?)*. Grossissement x12. Lot P02-1260.



Fig. 135 – *restes métalliques*. Grossissement x5. Lot P02-1212.