



ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU SITE « LA GRANDE
MAISON » SUR LA COMMUNE DE VENDEUVRE (14).**

OCCUPATIONS MÉDIÉVALES ET PROTOHISTORIQUES.

OPÉRATION : OA 164821



Département du Calvados – Service archéologie.

Novembre 2024

Département du Calvados – Service archéologie

36, rue Fred Scamaroni – 14000 CAEN

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique du site « La Grande Maison » sur la commune de Vendeuvre (14).

Parcelles H 56p. 58p.

Occupations médiévales et protohistoriques.

Opération : OA 164821

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Novembre 2024

Illustration de la page de couverture :

Fragment de frêne (Fraxinus sp.), vue en coupe transversale, grossissement x39 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°148 (ST192, Trou de poteau du bâtiment principal).

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	8
2.1. Équipement d'observation.....	8
2.2. Méthodologie.....	9
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	15
2.4. La sélection de fragments charbonneux favorables à des datations radiocarbones.....	17
2.5. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	18
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	22
3.1. Prélèvements associés aux trous de poteaux ST1 et ST3 (Age du Bronze)....	22
a. Résultats	22
b. Interprétations	23
3.2. Prélèvements des différentes parties du four ST2, l'aire de chauffe, l'alandier et le laboratoire (Age du Bronze).....	24
a. Résultats	24
b. Interprétations	26
3.3. Prélèvements des trous de poteaux du « Bâtiment principal » (Moyen Âge)..	29
a. Résultats	29
b. Interprétations	31
3.4. Prélèvements provenant des trous de poteaux de deux greniers (Grenier n°1 et Grenier n°6) (Moyen Âge).....	33
a. Résultats	33
b. Interprétations	34
3.5. Prélèvements provenant de la concentration charbonneuse ST 274.....	36
a. Résultats	36
b. Interprétations	37
4. BILAN.....	39
5. BIBLIOGRAPHIE.....	44
6. ANNEXE – Photographies.....	46
7. ANNEXE – Inventaire des fragments sélectionnés pour datations radiocarbones.....	47

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique préventive menée sur le site de « La Grande Maison » sur la commune de Vendevre (14) (opération OA 162821).

Il s'agit d'une fouille de plusieurs occupations attribuées à l'Age du Bronze sur la partie est du site et au Moyen-Age sur partie ouest.

Les prélèvements sont issus de comblements de diverses structures tels que des trous de poteaux de bâtiments, de greniers, d'un four (ST2) ou d'une concentration charbonneuse (ST274) (Fig. 1).

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

- Tenter de percevoir l'origine des charbons. Dans le cadre de la fouille de la concentration charbonneuse (ST274) et du four (ST2), il s'agit probablement de restes ou de rejets de combustibles, mais l'hypothèse reste à confirmer,
- s'il s'agit de restes de combustibles, tenter de caractériser la qualité du bois utilisé. En déduire si les assemblages ont fait l'objet de sélections (ex. essences ou calibres particuliers), s'ils sont plutôt caractéristiques d'usages domestiques ou artisanaux, comparer les compositions anthracologiques,
- en ce qui concerne les trous de poteaux, les charbons identifiés dans les comblements correspondent-ils à des restes de bois d'œuvre (poteaux) ou pas ?,
- caractériser les boisements qui existaient dans l'aire de ramassage.

Cette opération a été menée par le service archéologique du département du Calvados. La fouille ci-présente a été dirigée par M. Denis Jan, responsable de l'opération.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les prélèvements charbonneux ont fait l'objet de tamisages effectués par le service archéologique (mailles de 2 mm, 1 mm et 0,5 mm).

Les refus de tamis à 2 mm, principalement étudiés, ont livré des éléments assez petits, mais à priori exploitables pour l'antracologie.

L'ensemble des prélèvements issus de tamisages de maille supérieure à 2 mm ont été analysés. La très grande majorité des charbons ne dépassait pas les 3 mm.

Quelques prélèvements correspondant à des refus de tamis de 1 et 0,5 mm ont aussi été régulièrement analysés pour contrôle.

Au total ce sont un peu plus de 440 fragments qui ont été étudiés (Fig 1).

De plus, quelques charbons et surtout des graines ont été observés et conditionnés dans des tubes en vue de réaliser des datations radiocarbone (cf. chapitre 2.4. et tableau en Annexe 7.).

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE	
Commune :	Vendeuvre (14)
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	"La Grande Maison" parcelles H 56p. 58p.
Année :	Septembre 2022
N° OA :	OA 164821
Resp. d'Op. ; commanditaire	Denis JAN
Type d'opération :	Préventif
Période d'analyse pressentie	Novembre 2024

Types de structures	Identifiants des structures	Datation	Numéros des prélèvements	Nombre de charbons observés	Nombre de charbons retenus pour C14	
ST1 : Trou de poteau	1	Partie est du site : Structures de l'Age du Bronze	12	6	2	
Four : Le laboratoire	2		93	13	1	
			94	15	3	
95			15	3		
Four : L'alandier			96	20	3	
			97	17	3	
			100	18	3	
			101	15	5	
			103	20	2	
Four : L'aire de chauffe			106	20	1	
			107	19	2	
ST3 Trou de poteau			3	91	4	
TP bâtiment principal			115	Partie ouest du site : Occupation médiévale	150	3
		117	141		4	
	118	140	7			
	119	139	7			
	120	137	7			
	121	138	6			
	122	135	3			
	129	171	6			
	132	155	3			
	136	157	4			
	190	149	6			
	191	147	3			
	192	148	10			
	193	146	5			
	195	144	5			
	197	142	3			
		152	10		3	
		156	6		3	
		158	9		4	
		159	5		1	
	160	10	3			
	161	9	2			
	165	6				
	167	5	1			
	162	2				
	163	11				
	164	3				
	209	3	5			
	210	9	5			
	211	5	6	1		
	212	6	4	2		
	214	4	2			
	215	8	1			
GRENIER "n°6"	215	7	2			
	241	37	6	3		
	242	45	4			
	247	27	10			
GRENIER "n°1"	250	34	4			
Probable rejets domestique (repas de poissons)	274	172	15	2		
		175	35	2		
Sélections de charbons pour datations C14	98	113	2	2		
	91 et 95	110	7	3		
				448	60	

Fig. 1 – Tableau de description synthétique des prélèvements du site, description des structures de provenance et comptages.

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

Pour le prélèvement n°175, prélèvement le plus important avec 35 charbons observés, seulement sept taxons ont été identifiés (les taxons chêne, chêne-châtaignier et saule, saule-peuplier ont été regroupés). La courbe « effort-rendement » montre un seuil situé entre 20 et 30 fragments (Fig. 2).

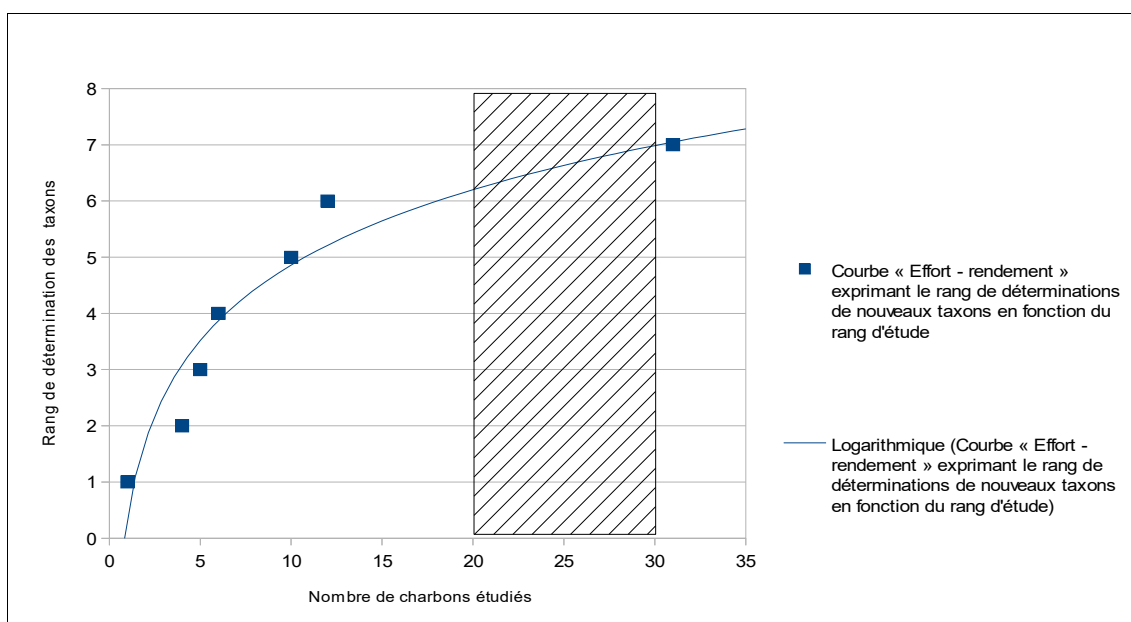


Fig. 2 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°175 (ST274). Dans cet exemple, le septième taxon identifié a été observé au 31e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 20 et 30 charbons.

De façon générale, les prélèvements étudiés sont constitués de petits effectifs et montrent assez peu de diversité (cinq à sept taxons à la fois maximum). Or, les indicateurs calculés à partir des courbes « effort-rendement » sont basés sur la diversité taxonomique. En plus des identifications nous avons aussi procédé à des observations permettant de préciser la nature des ensembles anthracologiques : estimations des calibres, types de combustion, traces de découpes, de xylophages, etc... Les courbes « effort-rendement » étant basées sur la diversité taxonomique, nous n'avons donc pas jugé judicieux de nous baser exclusivement sur les seuils obtenus pour établir des effectifs d'échantillonnages représentatifs.

En concertation avec l'archéologue et en fonction de l'enveloppe allouée pour cette étude, nous avons choisi d'étudier les prélèvements de façon la plus exhaustive possible.

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

2.1. Équipement d'observation

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



Fig. 3 - Détails du microscope équipé d'un dispositif en lumière incidente (Olympus BX60 à grossissements x50 à x1000). Laboratoire ArkéoMap.

2.2. Méthodologie

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

- plan transversal,
- plan longitudinal radial,
- plan longitudinal tangentiel.

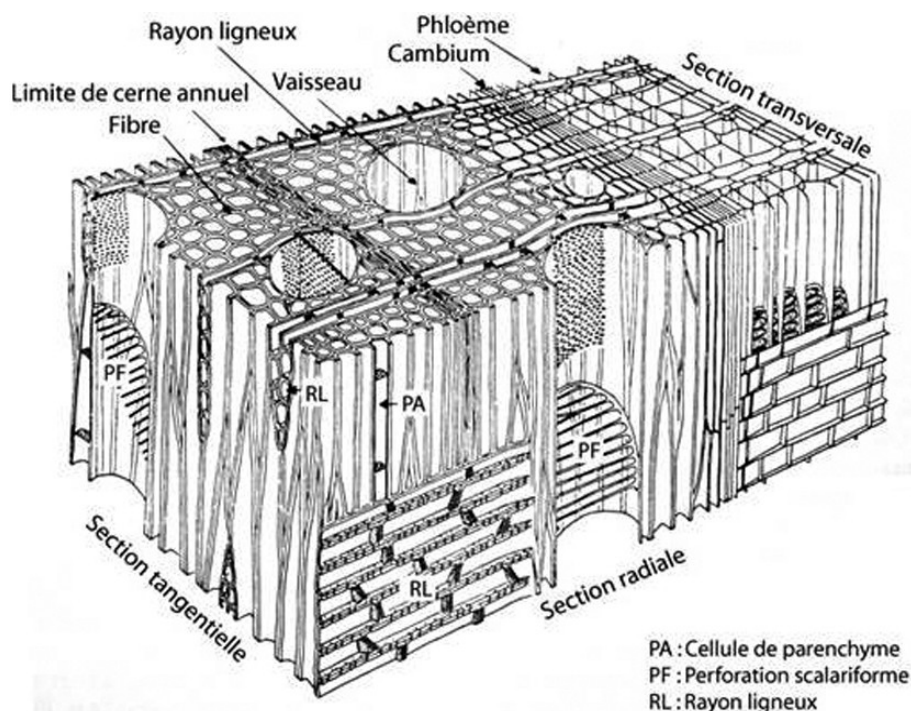


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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

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

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

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

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

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

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

- **le rythme de croissance**

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

- **la présence de thylles**

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

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

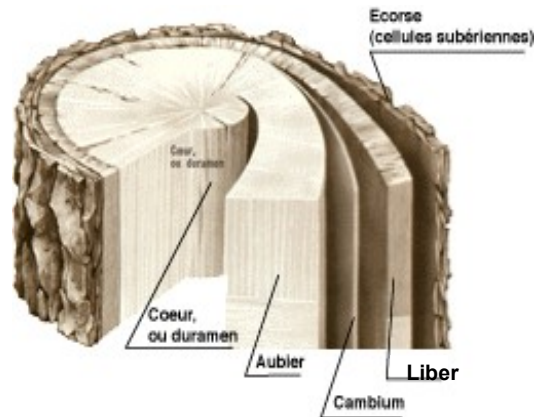
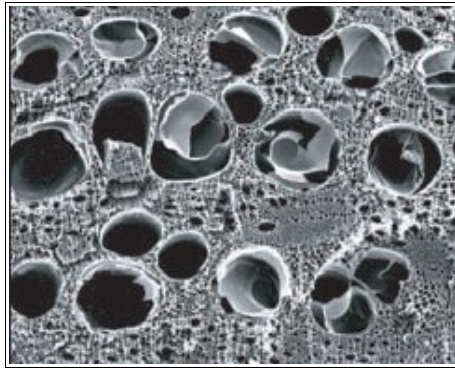
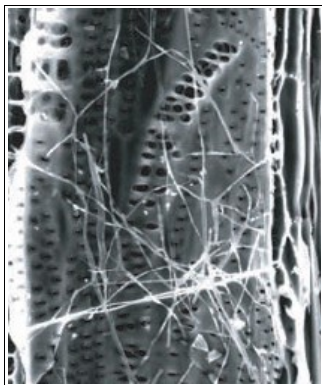


Fig. 5 – A gauche : Photographie prise au microscope électronique de thylles dans les vaisseaux du duramen carbonisé de chêne (Marguerie et al., 2010). A droite, schéma permettant de distinguer les différents tissus composant le bois. Nous distinguons notamment le bois de cœur (ou duramen) associé à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

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



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

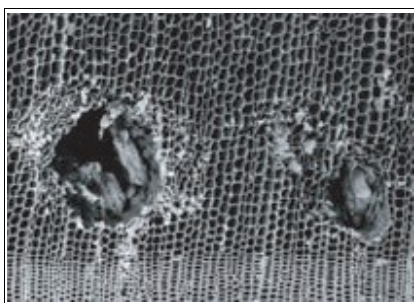
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

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

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

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

- les traces de galeries laissées par les insectes xylophages.



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

Fig. 7 – Galerie d'insectes xylophages dans un charbon de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) (Marguerie et al., 2010).

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

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



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

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

Fig. 8 – Exemple de fentes de retrait (Marguerie *et al.*, 2010).

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

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

Il discerne quatre niveaux de vitrification :

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

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

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

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

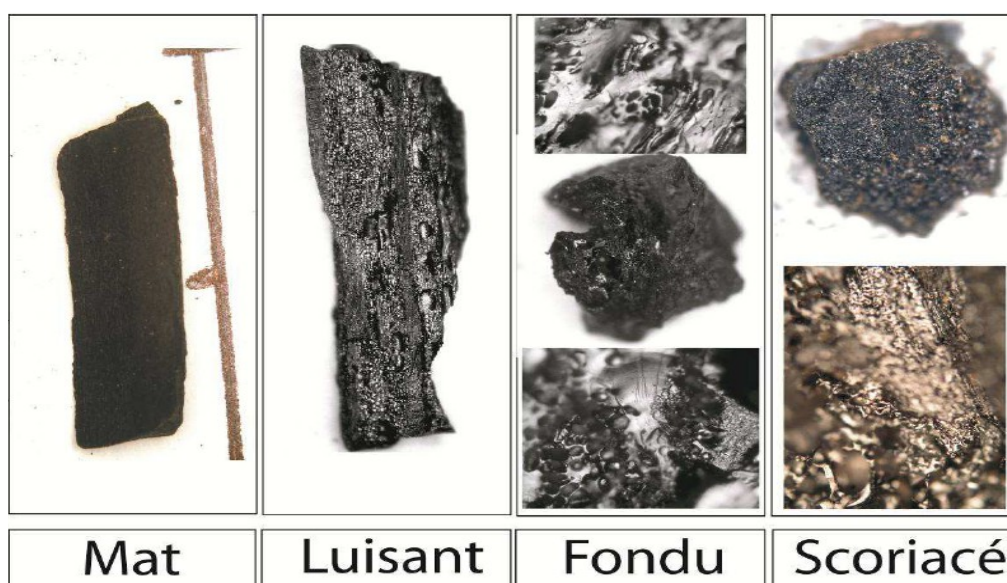
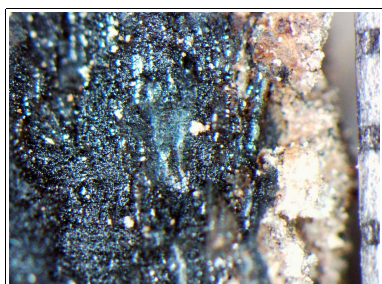


Fig. 9 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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



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

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

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

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

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

2.3. Observation macroscopique du plan ligneux

- Observations de caractères dendrologiques :

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

- Mesures des largeurs moyennes de cernes ou croissance radiale :

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

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

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

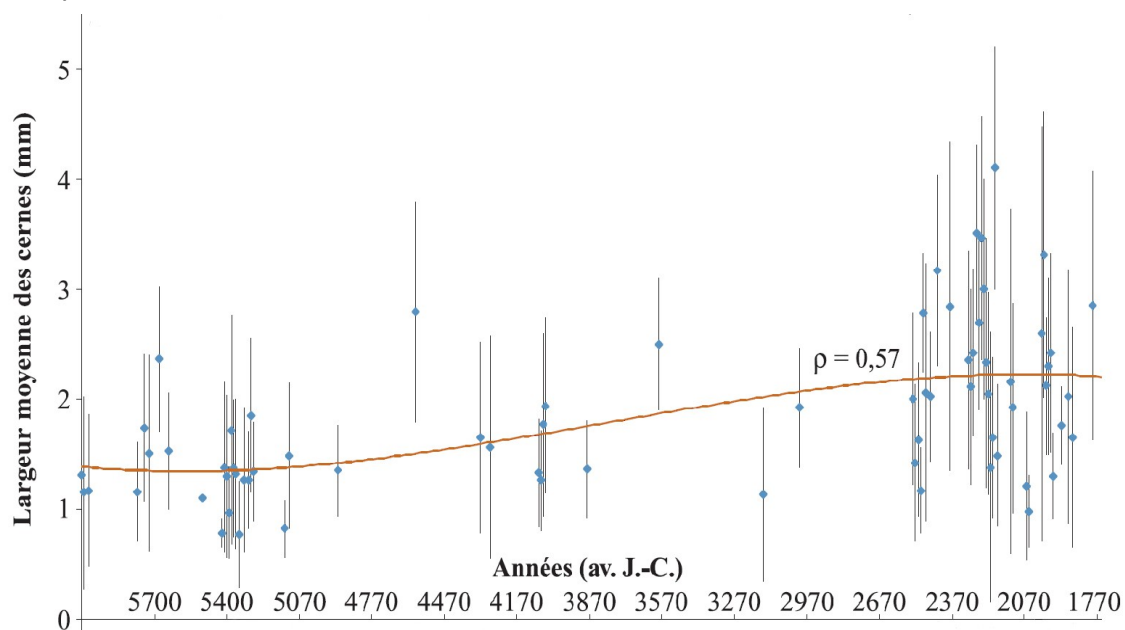


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 26). On constate des valeurs comprises entre 1 et 2 mm au cours du Néolithique puis une augmentation régulière de ces valeurs au moins jusqu'au début de l'Antiquité. Cette évolution est principalement interprétée par l'effet de l'ouverture du paysage. Les boisements fermés du Néolithique se concrétisent par des croissances difficiles (moyennes des largeurs de cerne comprises entre 1 et 2 mm) et vont progressivement céder la place à des boisements plus clairs et des formations de types lisières, haies, plus favorables à la croissance des arbres (moyennes comprises entre 4 mm et 1 mm). On note toutefois une hétérogénéité des valeurs durant l'Age du fer indiquant probablement la coexistence de milieux plus ouverts mais aussi de milieux fermés.

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

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

- Estimation du calibre des arbres

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

Trois catégories de courbures sont potentiellement renseignées : faible, intermédiaire, forte (Fig. 12). Par exemple, une faible courbure de cerne indiquera la provenance d'au moins une pièce de bois de gros calibre : grosse branche ou tronc. Nous parlons alors de calibre des charbons de bois.

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

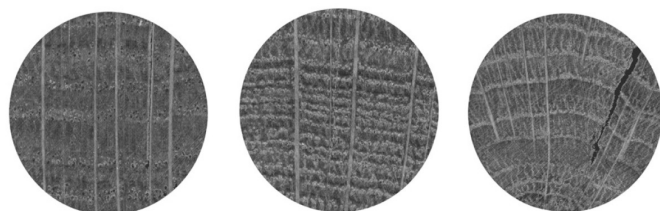


Fig. 12 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

2.4. La sélection de fragments charbonneux favorables à des datations radiocarbone.

Afin d'éviter « l'effet vieux bois » (certains arbres peuvent potentiellement vivre plusieurs siècles), il faut chercher des fragments correspondant soit à des parties d'arbre ayant eu une durée de vie courte (ex. brindilles, bois de petit calibre, graines carbonisées), soit des fragments provenant des dernières années de vie de l'arbre (ex. l'aubier). L'indice de priorité est basé sur ce principe.

On sélectionnera de façon prioritaire les fragments :

- de section entière avec une forte courbure de cerne, correspondant potentiellement à des brindilles. Dans la mesure du possible ces fragments devront présenter à la fois la moelle et l'écorce (cambium),
- appartenant à l'aubier (ex. pour le chêne, les charbons ne présentant pas ou peu de thylles),
- dont les essences n'ont pas une trop grande durée de vie (ex. la longévité du genêt est de l'ordre de 25 ans maximum, 50 ans pour le saule, mais potentiellement 500 à 1000 ans pour le chêne...).

En fonction de ces critères nous avons donné trois valeurs à cet indice :

0. Non prioritaire,

1. favorable à la datation.

2. très favorable à la datation.

Après avoir été étudiés et sélectionnés, les charbons ont ensuite été isolés dans des tubes numérotés et placés dans des sachets correspondant à chaque prélèvement. En vue d'obtenir des datations les plus précises possible, nous avons fait en sorte d'isoler chaque fragment par tube.

Dans la mesure du possible, nous avons aussi tenté d'identifier les taxons anthracologiques et faire des observations dendrologiques classiques (type de courbure de cerne, type d'aspect, présence ou pas de thylles, moelle, écorce...).

Les résultats sont présentés sous la forme d'un tableau placé en Annexe.

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

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

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

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

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

Remarque sur la détection du châtaignier :

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

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



Le hêtre est décrit dans l'atlas du bois de Schweingruber (2011), comme un bois « peu abondant à relativement fréquent dans le matériel des couches archéologiques protohistoriques, en particulier sous la forme de copeaux. Rarement employé comme pieux, relativement fréquent dans les pièces coudées constituées par la ramification d'une branche avec le tronc ».

Fig. 13 – Représentation du hêtre (*Fagus sylvatica*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

L'érable (*Acer sp.*) et plus particulièrement l'érable champêtre dans l'aire considérée, est une essence héliophile ou de demi-ombre favorisée par les sols mésophiles et neutres à basiques. C'est un arbre que l'on retrouve plutôt sur des sols riches en bases mais aussi en azote (pH basique à neutre). Il possède une stratégie de croissance et de captation de la lumière typique d'une essence de trouée, qui le rend également apte aux systèmes bocagers. A l'état naturel on le trouve plutôt en lisière forestière ou dans des forêts ouvertes. Il s'associe bien avec la chênaie-hêtraie. C'est un bois dur et dense qui présente une forte résistance mécanique, il est utilisé pour fabriquer des manches d'outils, des établis... Essence utilisée aussi en plantation d'alignement ou en ornement. L'érable fait partie des bois « semi-lourds » (environ 500 Kg / m³), c'est donc un bois qui possède un bon pouvoir calorifique.

L'orme (*Ulmus sp.*), probablement l'orme champêtre dans l'aire géographique considérée, est une espèce héliophile présente dans boisements humides (forêts alluviales), forêts collinéennes fraîches, dans les haies, parfois dans les chênaies (chênaie-hêtraie) et végétations rudérales. Son feuillage peut être utilisé comme fourrage. C'est un bois qui est très apprécié pour ses qualités mécaniques et décoratives. Il fournit un bois de feu de première qualité et permet d'obtenir un charbon léger. Autrefois communes partout en plaine, les populations ont été fortement décimées par la graphiose au début du XXe siècle.

Le **noisetier** (*Corylus avellana*) 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 termes 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 constituent de bons bois d'allumage surtout sous la forme de brindilles (flamme longue, claire, sans fumée), ils dégagent beaucoup de chaleur et une combustion rapide.

Les Pomoïdeae ou Maloïdeae (ex. aubépine, poirier, néflier, alisier, cormier) 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 de les retrouver associés aux Genistae (Fabacées). Les bois des

Pomoïdées comme l'alisier, le cormier ou le poirier sauvage, ont une teinte généralement brun rougeâtre. Ce sont des bois denses, lourds constituant ainsi de bons combustibles car ils maintiennent des combustions dans la durée. Malgré leurs duretés ce sont des bois qui se travaillent bien. Leurs grains d'une grande finesse et d'un poli exceptionnel, oriente les produits de qualité vers la lutherie, le tranchage pour des placages haut de gamme, la marqueterie, la tournerie, la sculpture et la gravure.

La famille des **Ericacées ou bruyères**, comprend de nombreux genres existant dans les contextes méditerranéens et collinéens. Ce sont des végétations arbustives généralement assez rustiques. En contexte collinéen ces bruyères sont détectées dans des formations de boisements clairs, de fourrés (landes-fourrés) appartenant à la série dynamique de la chênaie et de la chênaie-hêtraie. La formation de landes est le niveau dynamique où les bruyères sont le mieux représentées (souvent associées aux Fabacées de type genêt). Ces landes sont généralement la conséquence d'importants défrichements et de sur-exploitations des sols. D'autres contraintes (vents, pauvreté des sols, mauvaises expositions, piétements, activités pastorales) peuvent aussi contribuer à la stabilisation de ces formations végétales. De façon générale, ces landes sont caractérisées par une forte inflammabilité et combustibilité. Les bruyères telles que la callune (*Calluna vulgaris*), la bruyère cendrée (*Erica cinerea*), ou la bruyère ciliée (*E. ciliaris*), (...) participent fortement à ces formations ouvertes : landes rases et boisements clairs, landes-fourrés mais aussi tourbières, lisières forestières (chênaies et hêtraies), pelouses. Les bruyères constituent un bois dur se travaillant et se polissant bien. C'est aussi un bon bois de chauffage, il peut fournir un excellent charbon de bois (Rameau *et al.*, 2008).

Quelques éléments de **frêne** (*Fraxinus sp.*) ont été identifiés dans les structures médiévales. 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 est considéré comme un bon bois de chauffage car c'est un bois dense (570 kg / m³) avec un pouvoir calorifique important et générant une combustion lente.

L'**aulne** (*Alnus sp.*) est une essence vivant dans des contextes humides tels que les bordures de rivières, les berges des lacs et zones alluviales. C'est un bois utilisé en vannerie. En revanche c'est un bois de feu assez médiocre, charbon léger (Rameau *et al.*, 1989). C'est une essence à forte croissance pouvant assurer un bon allumage du feu, mais sa combustion dure peu dans la durée. Il est uniquement détecté dans la structure du four ST2.

Le **saule** (*Salix sp.*) et/ou 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. Ils sont souvent associés au noisetier et bouleau. Ce sont des bois utilisés en vannerie et offrant pour le saule des propriétés médicinales. En revanche ce sont des bois de feu assez médiocres, 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.

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). Le bois est utilisé dans la vannerie, la corderie, l'encollage. L'essence n'est identifiée que sous la forme d'un fragment situé dans le prélèvement n°94, au niveau de l'alandier du four ST2.

Les **Gymnospermes** correspondent à des arbres résineux ou conifères (par opposition les feuillus correspondent aux **Angiospermes**). Les charbons désignés comme tels, n'ont pas permis une détermination plus poussée généralement à cause de leur état très fragmentaire. Les résineux ont des caractéristiques comparables à celles des bois tendres en terme de densité et de pouvoir calorifique. Ils s'enflamment rapidement du fait de leur teneur élevée en résines et sont appréciés pour leur montée rapide en température.

Le **pin** (*Pinus sp.*) correspond à un genre comportant de nombreuses espèces aux biotopes variés dans ce secteur. Il est subsponané dans de nombreuses régions et de façon générale, il se répartit depuis l'étage collinéen à l'étage subalpin, il montre un spectre écologique très large. Ces essences fournissent un combustible de qualité. Dans le cadre de cette étude, c'est le *Pinus type sylvestris* (**Pin de type sylvestre**) qui a été identifié. Il est identifié dans les structures protohistoriques.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Les ensembles anthracologiques correspondent à deux périodes bien distinctes. Les structures de la partie est du site sont attribuées à l'Age du Bronze (Four ST2, et deux trous de poteau ST1 et ST3). Pour les prélèvements du Moyen-Âge, à l'ouest du site, ils proviennent de divers trous de poteaux associés à des bâtiments et des greniers. Une concentration charbonneuse (ST274) correspondant à de probables rejets culinaires a aussi été étudiée (Fig. 1).

Même s'il existe un grand hiatus entre les résultats de l'Âge du Bronze et du Moyen Age, il paraît pertinent d'interpréter les résultats de façon chronologique afin de percevoir et d'interpréter de potentielles évolutions paysagères.

De plus, il était intéressant d'analyser et de comparer les compositions anthracologiques au regard des diverses structures de provenance : comblements des différentes parties du four ST2, trous de poteaux associés au bâtiment principal et aux greniers, restes de la concentration charbonneuse ST274.

3.1. Prélèvements associés aux trous de poteaux ST1 et ST3 (Age du Bronze)

a. Résultats

- Prélèvement n°12 du trou de poteau ST1

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Fondu très brillant - struct. Inform.	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud		
ST1 : P 2	Cornus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gymnosperme	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Pinus sylvestris	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 14 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°12.

- Prélèvement n°91 du trou de poteau ST3

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Fondu très brillant - struct. Inform.	Aspect granuleux – indet.
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud		
ST3 : P91	Corylus avellana	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	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
		4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 15 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°91.

b. Interprétations

L'analyse des deux prélèvements révéla très peu de charbons. Plusieurs essences et graines ont été observées.

On constate quelques fragments de résineux (Gymnosperme) dont du pin de type sylvestre, de cornouiller (*Cornus sp.*) et de hêtre (*Fagus sylvatica*) à l'intérieur du comblement du trou de poteau ST1 (Prélèvement n°12).

Pour le prélèvement n°91 (trou de poteau ST3), quelques graines, dont deux de type céréale et des charbons de noisetier (*Corylus avellana*) ont été observés.

Au regard de la nature des restes observés, à la fois des graines, des essences de bois tendre (résineux, noisetier), de brindilles (cornouiller) et de bois plus durs (hêtre), il s'agit probablement de rejets de combustions venus combler les trous de poteaux.

Les bois de petits calibres et de bois tendres ont pu être utilisés lors de phases d'allumage. Le bois de hêtre, bois plus dense, a probablement été employé lors de phases d'entretien des combustions.

La détection de fragments de résineux permet de rapprocher ces restes aux ensembles charbonneux du four ST2. En effet, les fragments de pin constituent une part assez importante du combustible protohistorique (environ 20%) et ne sont quasiment pas détectés à l'intérieur des trous de poteaux et greniers médiévaux, exceptés deux charbons à l'intérieur des prélèvements n°152 et n°156 (ST198).

3.2. Prélèvements des différentes parties du four ST2, l'aire de chauffe, l'alandier et le laboratoire (Age du Bronze).

a. Résultats

– Prélèvements correspondant à l'aire de chauffe

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform.		
ST2 : P101	Ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine (type Céréale)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	Pinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pinus sylvestris	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
ST2 : P103	Betula sp.	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine (type Céréale)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Pinus sylvestris	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST2 : P106	Alnus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	4	0	0	2	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
	Graine	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
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	7	0	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Type Ericacée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST2 : P107	Alnus sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	4	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine (type Céréale)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		74	0	8	10	0	0	0	6	3	2	4	1	1

Fig. 16 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvements de l'aire de chauffe.

– Prélèvements correspondant à l'alandier

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Fendu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux – indst.	Moelle	Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud				
ST2 : P96	Betula sp.	6	0	2	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine (type Céréale)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
	Pinus sylvestris	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST2 : P97	Alnus/Corylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Alnus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coquille (type Noisette)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ericacée type Erica	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	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
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	Pinus sylvestris	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST2 : P100	Alnus/Corylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Alnus sp.	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ericacée type Erica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indétermi	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Graine (type Céréale)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Pinus sylvestris	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
		55	0	3	15	0	0	1	4	2	1	3	1	5	1

Fig. 17 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvements de l'alandier.

– Prélèvements correspondant au laboratoire

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Fendu très brillant - struct. Inform	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud		
ST2 : P93	alnus/betula	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	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
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Pinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pinus sylvestris	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST2 : P94	Alnus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Frag. os - dent	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	2	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
	Indéterminé	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
	Pinus sylvestris	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
ST2 : P95	Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine (type Céréale)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	Pinus sylvestris	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		43	0	1	6	0	0	1	2	1	4	1	

Fig. 18 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvements du laboratoire.

b. Interprétations

Environ 170 charbons ont été observés pour les trois ensembles anthracologiques provenant de l'aire de chauffe, de l'alandier et du laboratoire du four ST2 (Fig. 19).

Les analyses anthracologiques ont permis d'identifier une quinzaine de taxons anthracologiques. On retrouve des compositions semblables dans les trois parties du four, ce qui laisse penser à un comblement global relativement homogène.

Dans les grands traits, les trois ensembles charbonneux sont composés principalement par des charbons de chêne, chêne-châtaigner (entre 11% et 25%), par des charbons de résineux notamment de pin de type sylvestre (entre 10% et 20%) mais aussi par des essences de boisements plus clairs (ex. Pomoïdées, *Prunus sp.*, noisetier, bouleau, entre 13% et 20%) et des boisements hygrophiles (ex. aulne, saule, entre 7% et 13%).

Quelques essences sont détectées plus ponctuellement. C'est le cas de la viorne (*Viburnum sp.*) dans le prélèvement n°94 (Laboratoire), des bruyères (*Ericacées*) (prélèvement n°97, n°100, 106), de l'orme (*Ulmus sp.*) (prélèvement 107), du hêtre (prélèvements n°100, 107).

Quelques fragments de brindilles et d'ossements ont aussi régulièrement été observés (prélèvements n°94 et n°106).

Notons la détection de graines en quantités assez importantes, dont certaines de type céréale (à confirmer), dans l'ensemble des prélèvements associés au comblement du four (Fig 16, 17 et 18). Ce constat est important car il montre que les charbons identifiés ne sont à priori pas en relation avec le fonctionnement du four. Ces graines ne peuvent en effet pas être considérées comme des restes de combustible. Elles se trouvent mêlées à des charbons et des ossements se trouvant en position secondaire. Les restes charbonneux sont donc plus probablement des rejets de combustions environnantes.

Afin de caractériser le type de ramassage, des calculs de l'indice de concentration de Pareto ont été effectués sur les trois compositions anthracologiques. (Fig. 19). Le principe de l'indice 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, les trois graphiques montrent que les proportions constatées ne reflètent pas les mêmes rapports d'équilibre que ceux constaté en théorie dans les communautés végétales naturelles.

Ces différences pourraient s'expliquer certes, par un problème de représentativité des effectifs étudiés (les quantités de charbons et les diversités sont assez faibles de 23 à 54 charbons et sept à dix taxons), mais plus probablement par des ramassages sélectifs ou à cause de contraintes de disponibilité du combustible. Dans notre cas, les ramassages semblent s'être orientés tout particulièrement vers des bois de petit calibre. Cette tendance est plutôt caractéristique d'activités de type « artisanales » ou appartenant à un système technique nécessitant des choix en combustibles bien définis. A moins que cela ne soit dicté par la disponibilité du combustible, notamment la difficulté à se procurer des bois de gros calibre.

L'observation systématique des graines de céréale carbonisées associées aux charbons tendrait à rapprocher ces restes de combustibles à un système technique lié aux activités de traitement des céréales, par exemple une phase de grillage (torréfaction?) des graines. L'hypothèse reste à discuter au regard des artefacts archéologiques et des éventuelles analyses carpologiques. Notons que la détection de fragments osseux tendrait davantage vers des hypothèses de rejets domestiques (à discuter au regard des analyses archéozoologiques).


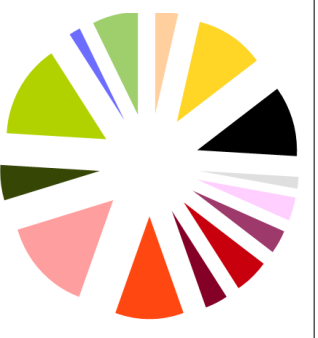
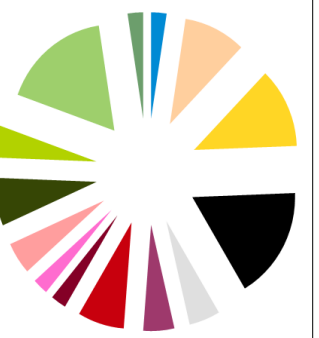
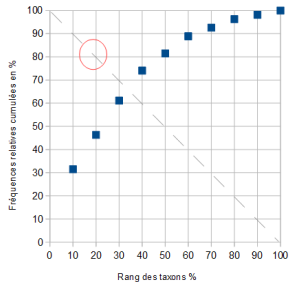
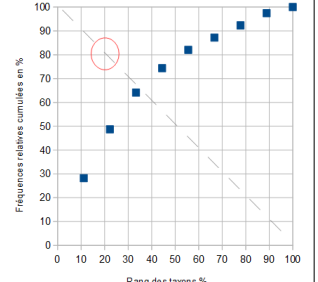
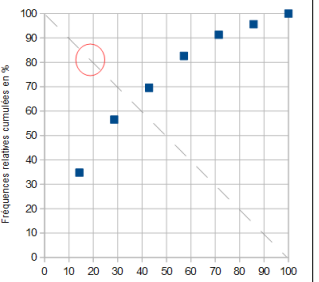
Légende	Aire de Chauffe	Alandier	Laboratoire
<ul style="list-style-type: none"> ■ Résineux (Gymnosperme) ■ Pin (Pinus sp.) ■ Pin sylvestre (Pinus sylvestris) ■ Orme (Ulmus sp.) ■ Hêtre (Fagus sylvatica) ■ Chêne / Châtaignier (Quercus/C) ■ Chêne (Quercus sp.) ■ Saule (Salix sp.) ■ Saule / Peuplier (Salix/Populus) ■ Aulne (Alnus sp.) ■ Aulne / bouleau (Alnus/Betula) ■ Bouleau (Betula sp.) ■ Noisetier (Corylus avellana) ■ Pomoidée ■ Prunus sp. ■ Ericacée ■ Ericacée type Erica ■ Frag. de brindille indéterminé ■ Frag. écorce ■ Indéterminé ■ Graine type céréale ■ Graine ■ Viome (Viburnum sp.) 			
Nombre de charbons	73	54	41
Diversité (dont types de résineux, chêne-châtaignier et types de graines)	16	13	13
Indices de concentration de Pareto :	 <p>Pin et pin sylvestre réunis, chêne et chêne-châtaignier réunis. Graines, indéterminés et brindilles exclues. 54 charbons, 10 taxons.</p>	 <p>chêne et chêne-châtaignier réunis. Graines, indéterminés et brindilles exclues. 39 charbons, 9 taxons.</p>	 <p>Pin et pin sylvestre réunis, chêne et chêne-châtaignier réunis. Graines, indéterminés et brindilles exclues. 23 charbons, 7 taxons.</p>
	<p>Les trois graphiques montrent que les proportions constatées <u>ne reflètent pas les mêmes rapports d'équilibre que ceux constatés en théorie dans les communautés végétales naturelles</u> (20% des essences correspondent en théorie à 80% des charbons). Cela serait caractéristique de ramassages sélectifs.</p>		
Courbures des cernes	<p>Pour les trois ensembles, les courbures de cerne apparaissent majoritairement fortes (environ 70%) et intermédiaires (30%). Notons toutefois que la très petite taille des fragments empêche de détecter de potentiels fragments de faibles courbures de cerne.</p>		
Fréquences des charbons d'aspect « luisant » et des fentes de retrait	<p>Pour les trois ensembles, les charbons ne sont pas apparus particulièrement luisants et ne montraient pas de fentes de retrait très nombreuses. Il faut toutefois considérer ces constatations avec prudence, compte tenu de la très petite taille des fragments, rendant difficile les observations.</p>		

Fig. 19 – Tableau synthétisant les principales caractéristiques (proportions des différentes essences, diversités, courbures des cernes, aspects luisants, aspects fendus) des ensembles anthracologiques provenant des trois parties du four : aire de chauffe, alandier, laboratoire.

Remarque : Notons que très peu de mesures de calibre et d'observations des aspects ont pu être réalisées à cause du caractère très fragmenté des charbons.

3.3. Prélèvements des trous de poteaux du « bâtiment principal » (Moyen Âge).

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux - indet.			
ST115 : P150	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST117 : P141	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
ST118 : P140	Graine	1	0	0	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
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST119 : P139	Prunus sp.	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST120 : P137	Erica type cinerea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Prunus sp.	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST121 : P138	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST122 : P135	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST129 : P171	Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST132 : P155	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST136 : P157	Graine (type Céréale)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Salix sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST190 : P149	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Pomoidée	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Ulmus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST191 : P147	Fraxinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST192 : P148	Ericacées	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Prunus sp.	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST193 : P146	Betula sp.	1	0	0	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
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST195 : P144	Alnus/Corylus	1	0	0	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST197 : P142	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 20 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n° 150, 141, 140, 139, 137, 138, 135, 171, 155, 157, 149, 147, 148, 146, 144, 142 correspondant à des trous de poteaux du bâtiment principal.

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Fendu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux – indet.			
ST198 : P152	Betula sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Frag. os - dent	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	1	1	0	0	0	0
	Pinus sylvestris	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST198 : P156	Betula sp.	1	0	0	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
	Pinus sylvestris	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Ulmus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST198 : P158	Betula sp.	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	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	0
	Graine	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	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST198 : P159	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ST198 : P160	Coquille (type Noisette)	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
	Graine	1	0	0	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
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	0	0	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	0
Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST198 : P161	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	1	1	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST198 : total		49	0	3	8	1	0	0	6	1	2	5	0	2	0	
ST203 : P165	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST204 : P167	ag. de brindille indétermi	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ulmus sp.	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST206 : P162	Graine (type Céréale)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST207 : P163	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Quercus sp.	4	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
	Ulmus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ST205 : P164	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		158	0	17	37	4	0	1	12	3	6	5	4	6	3	

Fig. 21 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n° 152, 156, 158, 159, 160, 161, 165, 167, 162, 163, 164 correspondant à des trous de poteaux du bâtiment principal.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	3	6	0,81	0,27	0,57	1,1

Fig. 22 – Tableau des mesures de largeurs de cerne (mm) réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°163, Structure 207.

b. Interprétations

Les charbons étudiés pour l'ensemble appelé « bâtiment principal » proviennent de 27 prélèvements issus de 22 structures de type « trou de poteau ».

Plusieurs essences et graines ont été systématiquement identifiées. Quelques fragments osseux ont aussi été observés. La diversité des essences observées ainsi que l'absence de traces de galeries de xylophages sur les charbons vont à l'encontre de l'hypothèse de restes de bois d'œuvre. Il s'agit vraisemblablement de rejets de combustions environnantes, venus combler les trous de poteaux.

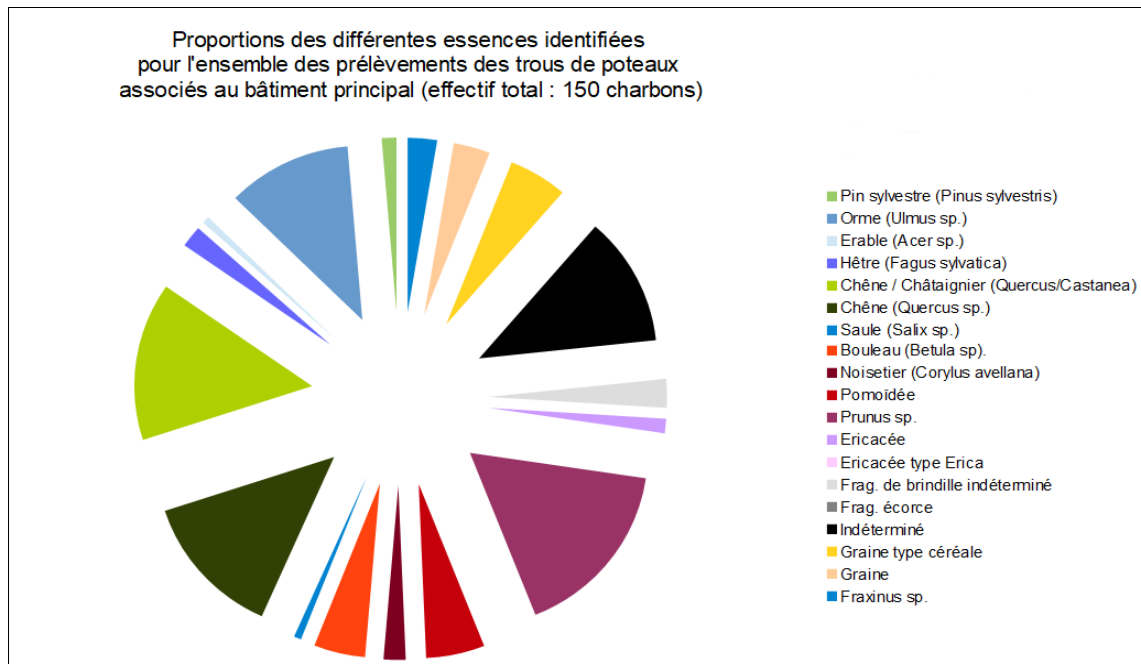


Fig. 23 – Représentation sous la forme d'un « camembert éclaté » des proportions des différents taxons identifiés pour les 27 prélèvements du bâtiment principal.

Une quinzaine de taxons anthracologiques a été identifiée. On constate la prédominance du chêne (*Quercus sp.*), chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*), mais aussi du genre *Prunus* et de l'orme (*Ulmus sp.*) (Fig. 23).

Des charbons de bouleau (*Betula sp.*), noisetier (*Corylus avellana*), Pomoïdées sont aussi très régulièrement détectés.

Dans une moindre mesure, quelques fragments de frêne (*Fraxinus sp.*), d'érable (*Acer sp.*), de hêtre (*Fagus sylvatica*), de saule (*Salix sp.*) et de bruyère (Ericacées) ont aussi été reconnus.

Notons aussi la présence régulière de graines dont des graines de type céréale (dans 9 des 27 prélèvements).

Quelques associations anthracologiques sont plus régulièrement constatées : c'est par exemple le cas des assemblages « chêne - orme » (prélèvements n°150, 152, 156, 167), « chêne - *Prunus sp.* » (prélèvements n°141, 138, 135, 171, 160, 166, 164) ou les deux (prélèvements n°140, 137, 139, 149, 148, 161, 163).

Contrairement aux ensembles charbonneux de l'Age du Bronze, on constate la quasi-absence des charbons de résineux (pin sylvestre), lié probablement à une

réorientation des aires de ramassage ou une raréfaction des résineux dans le paysage depuis la Protohistoire. Seulement deux fragments de pin de type sylvestre ont été observés dans les prélèvements n°156 et n°152 (ST198).

Les essences telles que le chêne, le hêtre, le frêne, l'orme, l'érable sont des bois denses ou « semi-denses », générant des braises livrant beaucoup d'énergie et dans la durée. Ils peuvent être qualifiés d'« excellents combustibles ». En revanche, le noisetier, le bouleau, le saule sont des bois plus « tendres », qui s'enflamment rapidement mais durent peu.

Le bois de chêne a donc principalement été utilisé pour alimenter les combustions, les bois de moindre qualité tels que le saule, bouleau et noisetier ont probablement été employés lors de phases d'allumage.

Les bois de *Prunus* ou de Pomoïdées sont aussi des bois assez denses mais du fait généralement de leur plus petit calibre, ils sont aussi principalement utilisés pour des phases d'allumage.

Compte tenu de la petite taille des fragments (généralement de l'ordre de 1 à 5 mm), il n'a pas été possible d'effectuer beaucoup d'estimations de courbures de cernes, ni d'observations d'aspects des charbons et ni de mesures de largeurs des cernes.

Pour l'ensemble des charbons ayant fait l'objet d'estimation de courbure de cerne (54 charbons), environ 70% montrent de fortes courbures de cernes et 30% des courbures intermédiaires. Mais compte tenu de la petite taille des fragments ce résultat est à considérer avec précaution (Fig. 21).

Seulement trois charbons de chêne provenant du prélèvement n°163 (ST207) ont pu faire l'objet de mesures de largeur de cernes (Fig. 22). Ces mesures ont permis de calculer une moyenne de 0,81 mm / an avec une écart-type de 0,27 mm. Cette moyenne serait caractéristique d'un contexte de croissance difficile, peut-être un environnement contraignant (sols pauvres, mal exposés) ou un milieu soumis à des compétitions inter- ou intraspécifiques vis-à-vis des ressources naturelles (ex. un boisement dense). Mais compte tenu du faible nombre de mesures, qui plus est sur de petits charbons, il faut être prudent par rapport à cette interprétation.

3.4. Prélèvements provenant des trous de poteaux de deux greniers (Grenier n°1 et Grenier n°6) (Moyen Âge)

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform			Aspect granuleux – indet.
ST241 : P37	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine (type Céréale)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST242 : P45	Quercus sp.	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Graine	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST247 : P27	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine (type Céréale)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ST250 : P34	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	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
	Salix/Populus	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0

Fig. 24 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les quatre prélèvements du grenier n°1

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform			Aspect granuleux – indet.
ST209 : P3	Graine (type Céréale)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ST210 : P9	Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST211 : P5	Frag. os - dent	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST211 : P6	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ST211 : P6	Salix/Populus	1	0	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
ST212 : P4	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ST214 : P8	Ulmus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST215 : P7	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		25	0	2	5	0	1	0	6	0	1	1	0	2	0

Fig. 25 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les sept prélèvements du grenier n°6

b. Interprétations

L'analyse concerne une douzaine de prélèvements provenant des comblements de trou de poteaux associés à deux greniers (Fig. 24 et 25). Une cinquantaine de fragments ont été observés, révélant neuf à onze essences différentes (Fig. 26).

Les deux ensembles charbonneux sont apparus assez semblables. L'association de charbons de frêne (*Fraxinus sp.*), orme (*Ulmus sp.*), hêtre (*Fagus sylvatica*), chêne (*Quercus sp.*), saule (*Salix sp.*), Pomoïdée a été reconnue autour des deux greniers. Mêlés aux charbons, de nombreuses graines dont certaines de type céréale ont aussi été observées dans les deux ensembles, notamment dans les prélèvements du grenier n°1. Quelques charbons de bouleau (*Betula sp.*), du genre *Prunus*, et de noisetier (*Corylus avellana*) ont en plus été identifiés dans les prélèvements du grenier n°6.

Au regard de la petite taille des fragments, les estimations de courbures des cernes mais aussi d'aspect n'ont pas été souvent possible. Les quelques charbons qui ont pu faire l'objet d'estimation de courbure montre plutôt l'utilisation de bois de petit calibre (fortes courbures de cerne) (Fig. 24 et 25). Mais le caractère très « fragmenté » des charbons induit probablement ce résultat. Notons aussi la faible proportion de fragments d'aspect luisant (environ 15%). Le phénomène de « vitrification » souvent associé à des contextes anaérobies et de fortes températures (ex. cas des fours) ne semble pas avoir affecté la combustion. Il pourrait donc s'agir de restes de combustions plutôt ouvertes.

En vue de caractériser le type de ramassage, deux graphiques exprimant l'indice de concentration de Pareto ont été réalisés sur la base de 10 et 15 charbons correspondant à six et neuf taxons anthracologiques (Fig. 26).

Le graphique montre que les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas les mêmes proportions que dans les communautés végétales naturelles (Chabal *et al.*, 1999) (cf. dans un environnement naturel en équilibre, 20% des taxons correspondent à environ 80 % de la biomasse, alors que pour le prélèvement ci-présent, 20% des taxons correspondent à environ 40% et 50% de la biomasse). Cette différence pourrait s'expliquer, par un problème de représentativité des effectifs étudiés (insuffisants) mais probablement aussi par un ramassage sélectif du combustible. Ce type de collecte est généralement associé à des besoins techniques de combustions particulières, souvent liés à des activités de type « artisanales ».

Dans le cas ci-présent, au regard du petit calibre des bois utilisés, on peut évoquer l'hypothèse de ramassages orientés avant tout vers des bois de petit calibre. Le manque de disponibilité de bois de gros calibre (ex. chêne) pourrait être une autre hypothèse d'explication.

Si l'on s'intéresse aux qualités de combustibilité des essences employées on constate que le chêne, le hêtre, le frêne, voire l'orme sont des bois denses et constituent de fait de bons combustibles. Ils génèrent des braises livrant beaucoup d'énergie et dans la durée. Ils sont en revanche difficiles à enflammer d'où l'utilisation de bois tendres (ex. bouleau, saule, noisetier) et de bois de petits calibre (ex. *Prunus*, Pomoïdée) pour faciliter la combustion.

Ces deux compositions anthracologiques assez similaires, montrent que les trous de poteaux ont été comblés par des rejets de combustions probablement assez contemporains et relevant de mêmes usages.

A nouveau, le type de ramassage à priori sélectif (cf. indice de Pareto), ainsi que la présence de graines carbonisées et la proximité des greniers orientent l'interprétation vers l'hypothèse de rejets de combustions liés à des chaînes

opératoires de traitement des graines (ex. phase de grillage, torréfaction ?). L'hypothèse reste fragile et serait à discuter au regard des résultats d'analyses carpologiques.

Légende	Grenier n°1	Grenier n°6
<ul style="list-style-type: none"> ■ Orme (<i>Ulmus</i> sp.) ■ Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) ■ Chêne / Châtaignier (<i>Quercus/Cas</i>) ■ Chêne (<i>Quercus</i> sp.) ■ Saule (<i>Salix</i> sp.) ■ Saule / Peuplier (<i>Salix/Populus</i>) ■ Bouleau (<i>Betula</i> sp.) ■ Noisetier (<i>Corylus avellana</i>) ■ Pomoïdée ■ Prunus sp. ■ Frag. de brindille indéterminé ■ Frag. écorce ■ Indéterminé ■ Graine type céréale ■ Graine ■ Fraxinus sp. 		
Nombre de charbons	24	25
Diversité (dont chêne-châtaignier et types de graines)	8	11
Indices de concentration de Pareto :	<p>Chêne et chêne-châtaignier réunis. Graines, indéterminés et brindilles exclues. 10 charbons, 6 taxons.</p>	<p>Chêne et chêne-châtaignier réunis. Graines, indéterminés et brindilles exclues. 15 charbons, 9 taxons.</p>
	<p>Les deux graphiques montrent que les proportions constatées <u>ne reflètent pas les mêmes rapports d'équilibre que ceux constaté en théorie dans les communautés végétales naturelles (20% des essences correspondent en théorie à 80% des charbons)</u>. Cela est <u>plutôt caractéristique de ramassages sélectifs</u>. Compte tenu des faibles effectifs étudiés, l'hypothèse reste fragile.</p>	
Courbures des cernes	<p>Compte tenu de la petite taille des fragments, très peu de charbons ont pu faire l'objet d'estimations de courbures de cernes ou d'observations d'aspects des charbons.</p>	
Fréquences des charbons d'aspect « luisant » et des fentes de retrait		

Fig. 26 – Tableau synthétisant les principales caractéristiques (proportions des différentes essences, diversités, courbures des cernes, aspects luisants, aspects fendus) des ensembles anthracologiques provenant des prélèvements de deux greniers.

3.5. Prélèvements provenant de la concentration charbonneuse ST 274

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion				Thylle		
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform		Aspect granuleux – indet.	
ST274 : P172	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	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
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	6	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Ulmus sp.	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST274 : P175	Acer sp.	9	0	3	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	0	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
	ag. de brindille indétermi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Graine	1	0	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
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	7	0	3	2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
	Quercus sp.	7	0	5	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Salix/Populus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulmus sp.	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			50	0	19	16	7	1	1	2	0	1	0	0	0

Fig. 27 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les deux prélèvements de la concentration charbonneuse ST274.

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	3	6	1,05	0,09	0,95	1,14

Fig. 28 – Tableau des mesures de largeurs de cerne (mm) réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement n°172, Structure 274.

b. Interprétations

Les deux prélèvements proviennent d'une couche charbonneuse ST274 située en limite d'emprise de fouille. Une première analyse livra beaucoup d'arêtes de poissons ce qui pourrait être un indice de rejets d'origine domestique.

Sept à neuf taxons anthracologiques ont été identifiés pour l'ensemble des deux prélèvements. Il s'agit par ordre d'importance de fragments de chêne (*Quercus sp.*), de chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), d'érable (*Acer sp.*), d'orme (*Ulmus sp.*) et de quelques occurrences de saule, saule-peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*), de hêtre (*Fagus sylvatica*), de noisetier (*Corylus avellana*) et du genre *Prunus*.

Notons à nouveau la présence de quelques graines, dont certaines de type « céréale ».

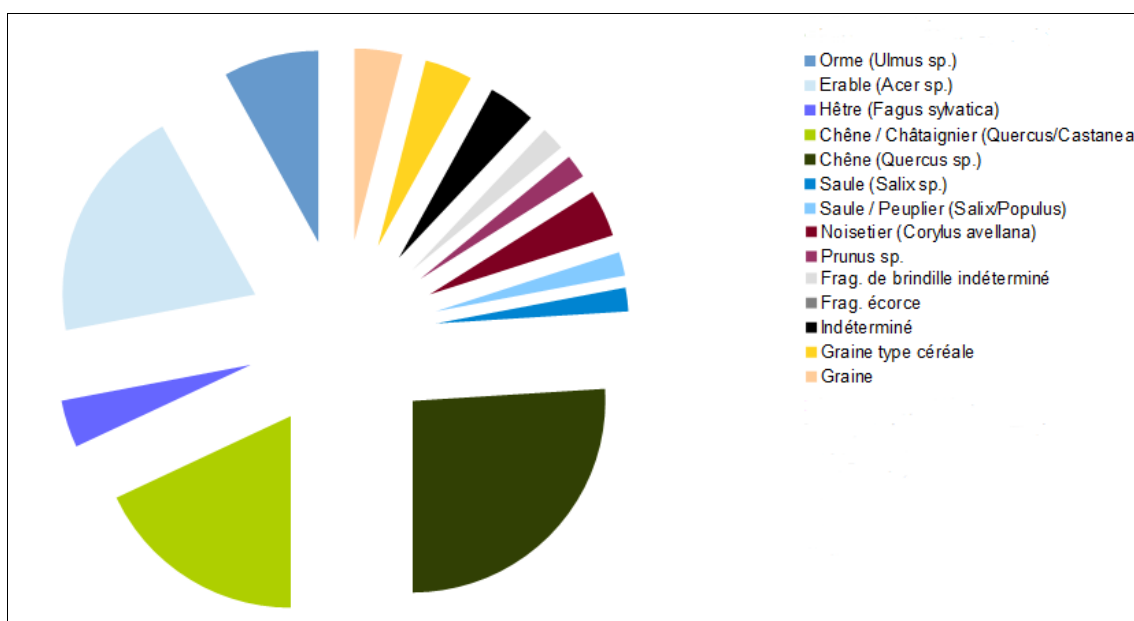


Fig. 29 – Représentation sous la forme d'un « camembert éclaté » des proportions des différents taxons identifiés pour les deux prélèvements de la structure ST274 (soit 50 charbons).

Les essences telles que le chêne, l'érable, le hêtre, l'orme sont des bois denses, générant des braises avec beaucoup d'énergie et dans la durée. Ils peuvent être qualifiés de bons combustibles. En revanche, le saule, saule/peuplier, le noisetier sont des bois plus « tendres », qui s'enflamment rapidement mais durent peu. Le bois de chêne, d'érable, de hêtre ont donc principalement été utilisés pour alimenter les combustions, les bois de moindre qualité tels que le saule/peuplier et le noisetier ont probablement été employés lors de phases d'allumage.

L'observation des courbures de cernes montre des fragments avec des courbures fortes à intermédiaires dans des proportions sensiblement équivalentes (Fig. 27). Aucun charbon ne montre de faible courbure de cerne. Les charbons proviennent donc de bois de « petit à moyen calibre ». Ce sont probablement des bois de branches de quelques centimètres de diamètre, voire aussi de brindilles qui ont été utilisées.

En ce qui concerne l'aspect des charbons, la proportion de charbons d'aspect luisant est très faible (environ 5%). L'hypothèse de charbons issus de combustions en contextes ouverts (ex. foyer) est la plus probable. Les aspects luisants observés sur certains charbons relèvent probablement d'effets localisés, peut-être en fond de foyer.

De façon générale, les charbons montrant des fentes de retrait sont aussi en très faibles proportions. Ces observations caractérisent un bois brûlé à l'état sec (non vert). Ce constat implique une sélection du bois lors de la collecte, mais probablement aussi des stockages préalables à l'emploi.

Afin de caractériser le type de ramassage, un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur la base de sept taxons anthracologiques. (Fig. 21).

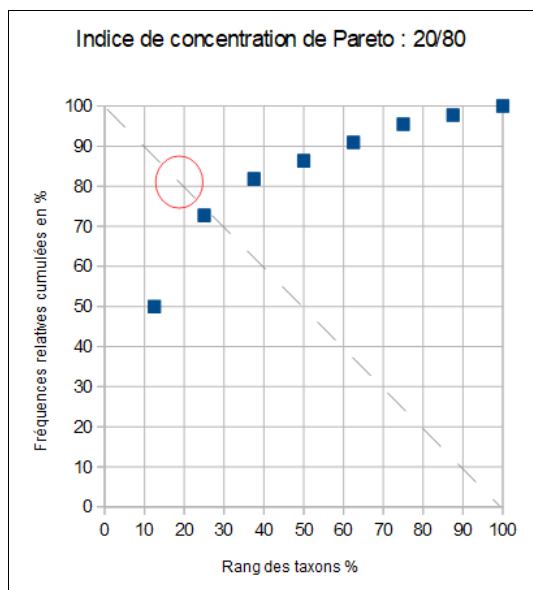


Fig. 30 - Indice de concentration de Pareto réalisé sur l'ensemble des charbons de la structure 274, soit 44 charbons pour 8 taxons. Notons que les charbons de chêne et chêne-châtaignier ont été rassemblés.

Même si la diversité anthracologiques est assez faible (huit taxons), le graphique montre que le rapport d'équilibre est assez proche de celui attendu en théorie dans la nature (à savoir, 20% des taxons correspondent à environ 80% de la biomasse, Fig. 30). Il est probable que des analyses complémentaires auraient permis de se rapprocher davantage du rapport d'équilibre.

De nombreux travaux ont montré que l'exploitation du combustible ligneux, notamment en contexte domestique, est en moyenne, peu sinon pas sélective (Chabal, 1994, 1997, Théry, 1998). Dans ces cas, l'indice de concentration de Pareto tend à se rapprocher du rapport d'équilibre constaté en théorie dans la nature.

Si l'on en croit cet indice, les compositions anthracologiques constatées sont donc probablement issues de ramassages de « tout venant », peu sélectifs, ce qui serait plutôt à rapprocher d'usages domestiques. Notons que l'utilisation d'essences de combustibilité assez médiocre (fragments d'écorces, brindilles, de saule, voire des graines), tendraient aussi à renforcer cette hypothèse.

Enfin, quelques mesures de largeurs de cernes ont été réalisées sur trois fragments de chêne permettant de calculer une moyenne d'environ 1,05 mm / an avec un faible un écart-type (0,09 mm) (Fig. 28). Cette moyenne est caractéristique de contextes de croissance plutôt difficiles, peut-être un environnement contraignant (sols pauvres, mal exposés) ou un milieu soumis à des compétitions inter- ou intraspécifiques vis-à-vis des ressources naturelles (ex. un boisement dense).

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Un peu plus de 440 fragments ont été observés pour l'ensemble des prélèvements (Fig. 1).

- **Informations d'ordre paléo-environnemental :**

Quatorze à seize taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le chêne et le chêne-châtaigner ont été déterminés de façon majoritaire dans tous les grands ensembles charbonneux. On retrouve ensuite très régulièrement l'utilisation du hêtre, de l'orme, du genre *Prunus*, des Pomoïdées, du noisetier, du bouleau, du saule et des bruyères.

Certaines essences semblent n'avoir été employées que durant l'une ou l'autre des deux périodes :

- Pour l'Age du Bronze, on constate l'emploi de bois de résineux, notamment le pin de type sylvestre. Ces essences de résineux représentent entre 10 et 20% des charbons. L'aulne et la viorne n'apparaissent aussi qu'à cette période,
- la période médiévale voit apparaître l'utilisation du frêne et de l'érable.

Il est bien sûr difficile d'interpréter directement les compositions anthracologiques en termes de paléo-paysages, car les proportions de chaque essence sont avant tout liées aux aléas des aires de ramassages mais aussi aux usages du combustible. Dans le cadre de cette étude, des choix techniques en rapport avec l'excellente combustibilité du chêne sont très probables.

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

- les groupements forestiers de **la chênaie diversifiée et de la chênaie-hêtraie** avec le chêne, chêne-châtaigner, le hêtre, l'érable, le frêne, voire l'orme et le pin de type sylvestre (à l'intérieur **des chênaies plus ou moins dégradées** selon Rameau *et al.*, 1989).

Remarque : Le groupement forestier de la chênaie-hêtraie est typique de la période Subatlantique, notamment le Subatlantique ancien, contemporain des périodes protohistoriques (Gaudin, 2004). La détection de fragments de résineux (pin de type sylvestre) est à noter car sa détection avant le XIXe siècle est assez rare dans le nord-ouest de la France (Massif armoricain). Il est toutefois régulièrement détecté en Normandie, notamment par l'intermédiaire d'études polliniques (ex. opération du site antique « Les Bas Verger », commune de Maison (14), R.O. A. Leffet ; Gaudin, 2022).

- **les boisements clairs, lisières forestières et haies** : avec la détection de la famille des Pomoïdées, du genre *Prunus*, de l'orme, du bouleau, du noisetier, du frêne, de l'érable.
- **les formations de friches, landes, fourrés** sont suggérées par l'association de bruyères (Ericacées), et de certains ligneux arbustifs potentiellement le prunellier(?) (Genre *Prunus*), l'aubépine (*Crataegus sp.* de la famille des Pomoïdées) et le noisetier.

- **les boisements hygrophiles ou frais** sont identifiés avec le saule/peuplier, l'aulne, l'orme, le frêne, le noisetier, le bouleau.

Remarque : Le noisetier et le bouleau sont des essences pionnières que l'on va retrouver à la fois dans les boisements clairs, en lisières forestières, dans les haies, mais potentiellement aussi dans les espaces en déprise agricole, dans les fourrés arbustifs. Ce sont des essences ubiquistes pouvant s'accommoder de conditions humides.






















Périodes	Age du Bronze		Moyen Age		
	Complements de trous de poteaux ST1 et ST3	Complements du four ST2	Complements des trous de poteaux du bâtiment principal	Comblement des trous de poteaux des greniers (Grenier n°1 et grenier n°6)	Ensemble charbonneux de la structure ST274
Groupes forestiers de la chênaie-hêtraie					
Groupes forestiers de la chênaie diversifiée					
Boisements clairs, fourrés, haies, lisières (Pomoidées, Prunus, noisetier, bouleau)					
les formations de friches, landes, fourrés (bruyères)					
Boisements humides (aulne, saule)					
Détection de l'aulne		++			
Détection du pin (chênaie dégradée?)	+	++	(2 occurrences ST 198 ?)		
Détection du frêne			+	++	
Détection de l'érable			+		+++
Détection de graines carbonisées	+	++	++	+++	++

Fig. 31 – Tableau montrant les différents types de boisements explorés en fonction des différents contextes de prélèvement.

Les différents types de boisements : chênaie, chênaie-hêtraie, boisements clairs, boisements humides sont détectés à la fois durant la Protohistoire et le Moyen-Age. Il n'est donc pas possible de percevoir de grandes modifications du paysage boisé entre les deux périodes.

Très peu de mesures de largeurs de cernes ont pu être réalisées à cause de la petite taille générale des charbons. Des mesures ont été réalisées sur deux prélèvements provenant de structures du Moyen-Age : le prélèvement n°163 (ST207, bâtiment principal) et le prélèvement n°172 (ST274, couche charbonneuse).

Les moyennes calculées sont de l'ordre de 0,8 mm / an à 1,05 mm / an (Fig. 22 et 28). Ces valeurs correspondent à des contextes de croissances difficiles, en liaison avec des contextes abiotiques (ex. sols pauvres, inondés, mauvaise exposition, pentes...) et/ou biotiques contraignants (compétition vis-à-vis des ressources, ex. chênaie dense). On peut suggérer des collectes de bois (chênes) dans un boisement dense.

- **Informations d'ordre ethnographique :**

- Période de l'Age du Bronze

Les analyses des comblements des deux trous de poteaux ST1 et ST3 ont montré des ensembles diversifiés correspondant à des restes de combustibles. Le mélange d'essences de bois tendres (ex. noisetier, pin sylvestre) et de bois denses (ex. hêtre) sont typiques des restes de combustions. La présence de graines carbonisées a régulièrement été constatée.

En ce qui concerne les trois ensembles charbonneux provenant des comblements des différentes parties d'un four (ST2). Les analyses révélèrent des compositions anthracologiques assez semblables, indice d'un comblement sans doute homogène. Les ensembles sont apparus assez diversifiés avec notamment des charbons de chêne, de résineux (pin type sylvestre), de Pomoïdées, du genre *Prunus*, de noisetier, de bouleau et de saule. Les estimations de courbures de cernes montrèrent l'emploi de bois de petit calibre. La détection de graines, dont des graines de type céréale en assez grandes quantités a été constatée.

Ces résultats permettent de rapprocher les ensembles charbonneux du four (ST2) aux compositions anthracologiques des structures ST1 et ST3.

La détection de graines mais aussi de quelques fragments osseux tendraient à interpréter les charbons comme des rejets de combustions environnantes, en position secondaire donc, plutôt qu'à des restes de combustibles ayant été employés pour alimenter directement le four. En effet, ces graines mais aussi la détection d'essences de combustibilité plutôt médiocres (ex. viorne, brindilles), la diversité des essences employées, peuvent difficilement s'interpréter dans le cadre d'une activité de four de potier dont la technicité nécessite le plus souvent des choix en combustible précis (tant au niveau des essences que du calibre des bois utilisés).

Notons qu'au regard des quantités assez importantes de graines carbonisées observées, l'hypothèse de rejets charbonneux en relation avec un système technique de traitement des graines est probable.

- Période du Moyen-Age

Les charbons étudiés pour la période médiévale proviennent de trois ensembles distincts : des comblements de trous de poteaux d'un bâtiment principal (27 prélèvements), des comblements de trous de poteaux de deux greniers et une concentration charbonneuse interprétée comme de possibles rejets domestiques (ST274).

- En ce qui concerne les comblements des trous de poteaux du bâtiment principal mais aussi des greniers, il s'agit de charbons correspondant à des rejets de combustions et non de restes de bois d'œuvre. Ils donnent probablement une image assez fidèle du combustible employé durant l'occupation médiévale. On constate en effet des ensembles anthracologiques assez semblables constitués principalement de charbons de chêne, de chêne-châtaigner, d'orme, de frêne, du genre *Prunus*, de hêtre et dans une moindre mesure de charbons de bouleau, de Pomoïdée, de noisetier et de saule. Les graines carbonisées sont très présentes notamment dans les trous de poteaux des greniers. A nouveau, l'hypothèse de rejets charbonneux en liaison avec un système technique de traitement des graines a été évoquée.

Au regard des qualités de combustibilité des essences identifiées, on peut supposer que les bois tendres (noisetier, saule, bouleau) ou de petit calibre (Pomoïdées) ont probablement été utilisés lors de phases d'allumages, les bois plus denses (chêne, hêtre, frêne, orme) étant employés pour alimenter les combustions dans la durée.

- En ce qui concerne les charbons de la structure ST274, l'analyse a révélé un ensemble principalement composé de restes de chêne, chêne-châtaigner, d'érable, d'orme et de hêtre. Quelques charbons de saule, saule-peuplier, noisetier et *Prunus* ont aussi été observés. La détection de graines, dont certaines de type céréale est aussi signalée. Les essences principalement détectées correspondent à des bois denses (chêne, érable, hêtre) qualifiés d'excellents combustibles. Ils sont difficiles à enflammer d'où la présence des bois plus tendres (noisetier, saule).

Le calcul de l'indice de concentration de Pareto (Fig. 30) montra que le rapport des proportions des essences était assez proche de celui constaté dans la nature. Si l'on en croit cet indice, l'ensemble anthracologique constaté serait issu de collectes de « tout-venant », peu sélectifs, et plutôt caractéristique des usages domestiques.

5. BIBLIOGRAPHIE

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

CHABAL L., 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, p. 18-61.

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

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., 2022 - Analyse palynologique d'un prélèvement réalisé dans le comblement d'un fossé antique du site "Les Bas Vergers", sur la commune de Maisons (14). Site 1, Liaison douce Sully-Port-en-Bessin. OA : 164380. Janvier 2022. 22p. (Destinataire public : Service départemental d'archéologie du Calvados. RO. Mme Leffet, Dir. M. Hincker).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THERY-PARISOT I., 1998 - *Economie du combustible et Paléoécologie en contexte glaciaire et périglaciaire, Paléolithique moyen et supérieur du sud de la France. Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie*. Thèse de doctorat, Université de Paris 1, 500 p.

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

6. ANNEXE – Photographies

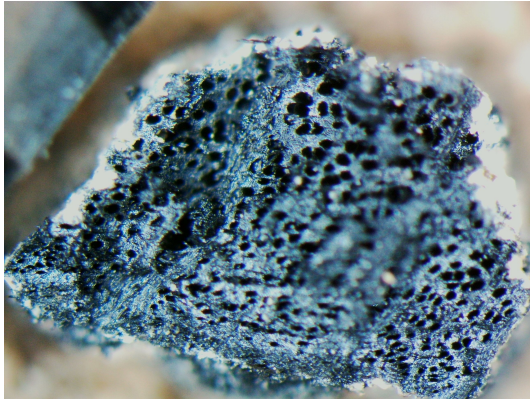


Fig. 32 – Fragment de hêtre (*Fagus sylvatica*). Coupe transversale. Grossissement x45. Prélèvement n°37, ST241. L'échelle représente des millimètres.

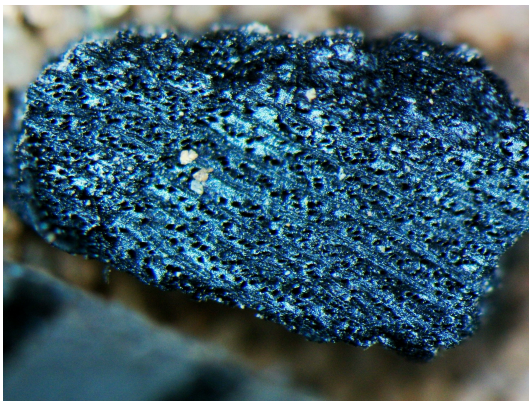


Fig. 33 – Fragment du genre *Prunus* de courbure de cerne intermédiaire. Coupe transversale. Grossissement x48. Prélèvement n°100, ST2. L'échelle représente des millimètres.

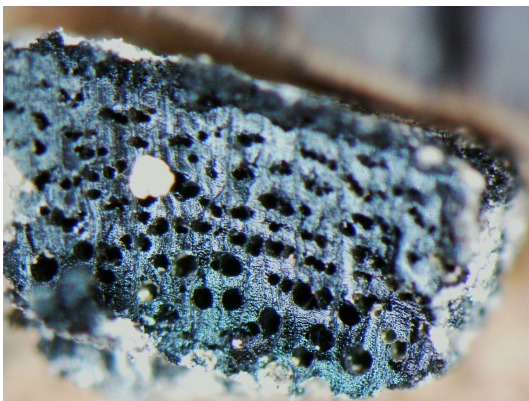


Fig. 34 – Fragment d'orme (*Ulmus sp.*). Coupe transversale. Grossissement x48. Prélèvement n°45, ST242. L'échelle représente des millimètres.

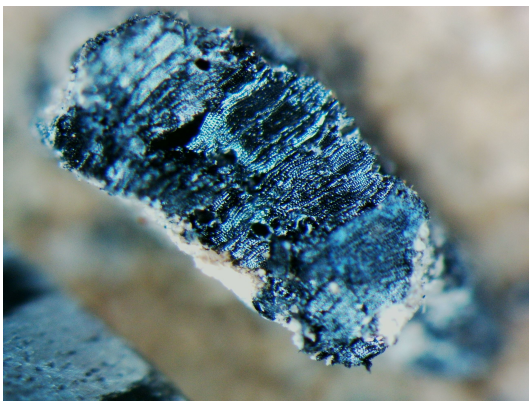


Fig. 35 – Fragment de pin de type sylvestre (*Pinus type sylvestris*) de courbure intermédiaire. Coupe transversale. Grossissement x40. Prélèvement n°152, ST198. L'échelle représente des millimètres.

7. ANNEXE – Inventaire des fragments sélectionnés pour datations radiocarbone.

TYPE STRUCUTRE	id. STRUCT	N° de privt	DESCRIPTION	PRIORITE	
Le laboratoire		93	Tube 1 : Fragment de graine. favorable	2	
		94	Tube 1 : Fragment de graine de céréale. Très favorable. A choisir	2 (à choisir)	
			Tube 2 : Graine de Rubiacées, Gaillet (type Galium glaucum)- à confirmer.	1	
			Tube 3 : petite brindille de Viorne favorable. car faible longévité 20-30 ans (?)	1	
		95	Tube 1 : Fragment de graine de céréale. Très favorable	2	
L'alandier		96	Tube 2 : Fragment de graine de céréale. Très favorable.	2	
			Tube 3 : Graine de céréale. Très favorable.	2	
		97	Tube 1 : Fragment de graine. Très favorable	2	
			Tube 2 : Fragment de graine de céréale. Très favorable (plus grosse que tube n°1). A choisir	2 (à choisir)	
			Tube 3 : Fragment de coquille type noisette.	2	
L'aire de chauffe	2	100	Tube 1 : Fragment de graine de céréale. Très favorable. A choisir	2	
			Tube 2 : Fragment de graine de céréale. Très favorable.	1	
		101	Tube 3 : Fragment de Prunus. favorable car faible longévité.	1	
			Tube 1 : multiples graine de Rubiacées, Gaillet (type Galium glaucum)- à confirmer.	2 (à choisir)	
			Tube 2 : Graine de céréale. Très favorable. A choisir	1	
TP bâtiment principal		103	Tube 3 : Graine de céréale. Très favorable.	2	
			Tube 4 : probable noyau cerise?	2	
		106	Tube 5 : Graine de céréale. Très favorable.	2	
			Tube 1 : Graine de céréale. Très favorable. A choisir	2 (à choisir)	
		152	Tube 1 : Fragment de graine de céréale. Très favorable (plus grosse que tube n°2). A choisir	2 (à choisir)	
			Tube 2 : Fragment de graine de céréale. Très favorable.	2	
			156	Tube 1 : Petit fragment de bouleau. Favorable car faible longévité (premier choix).	1 (à choisir)
				Tube 2 : Petit fragment de bouleau ou de saule. Favorable car faible longévité.	1
			158	Tube 3 : Petit fragment de pin sylvestre.	1
				Tube 1 : Petit fragment de bouleau. Plutôt favorable car faible longévité (50 - 100ans).	1
159	Tube 2 : Petit fragment de pin sylvestre.		1		
	Tube 3 : Graine de céréale. Très favorable.		2 (à choisir)		
160	Tube 1 : Fragment de Prunus sp. Faible longévité (50ans), plutôt favorable.	1			
	Tube 2 : Petit fragment de graine. (dégradée). Très favorable.	2 (à choisir)			
	Tube 3 : Petit fragment de bouleau. Plutôt favorable car faible longévité (50 - 100ans).	1			
	Tube 4 : Petit fragment de bouleau. Plutôt favorable car faible longévité (50 - 100ans).	1			
161	Tube 1 : Petit fragment de bouleau. Plutôt favorable car faible longévité (50 - 100ans).	1			
	Tube 2 : Fragment de coquille . Favorable (à choisir).	2 (à choisir)			
	Tube 3 : Fragment de Prunus sp. Faible longévité (50ans), plutôt favorable.	1			
167	Tube 1 : Fragment de coquille . Favorable (à choisir).	2 (à choisir)			
	Tube 2 : Fragment de Prunus sp. Faible longévité (50ans), plutôt favorable.	1			
GRENIER 6	211	5	Tube 3 : Graine de céréale. Très favorable.	2 (à choisir)	
		6	Tube 1 : Fragment de forte courbure avec écorce. Probablement frêne. Très favorable. (écorce)	2 (à choisir)	
GRENIER 1	241	37	Tube 1 : Fragment de saule/peuplier , probablement Saule Favorable, à choisir.	1 (à choisir)	
			Tube 2 : Fragment de bouleau. Favorable	1	
		172	Tube 1. Fragment de graine type céréale. Favorable.	2	
Probable rejets domestiques (repas de poissons)	274	175	Tube 2. Fragment de graine type céréale. un peu plus petit que le tube 1. Favorable.	2	
			Tube 3. Graine type céréale. Très favorable à choisir par rapport aux deux autres tubes car un peu plus "entière".	2 (à choisir)	
		113	Tube 1 : Graine de céréale. Très favorable.	2	
C14	91 et 95	110	Tube 2 : Graine de céréale. Très favorable. (à choisir car plus de matière que tube 1)	2	
			Tube 1 : Fragment d'écorce de Prunus. Très favorable.	2	
			Tube 2 : Graine de céréale. Très favorable. A choisir	2 (à choisir)	
			Tube 1 : fragment de graine? Favorable. A choisir si besoin.	2	
			Tube 2 : fragment de brindille?	2	
			Tube 1 : Fragment de graine. favorable	2	
			Tube 2 : Fragment de graine de céréale. Très favorable (plus grosse que tube n°1). A choisir	2 (à choisir)	
			Tube 3 : Fragment de graine de céréale. Très favorable.	2	

Fig. 36 – Inventaire des fragments sélectionnés pour datation C14 afin d'éviter « l'effet vieux bois ». Un indice d'ordre de priorité est indiqué. L'indice « 2 » étant plus favorable que l'indice « 1 ».