



ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSE DES FRAGMENTS CHARBONNEUX PRÉLEVÉS
LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU SITE
« VIGNETTE », EMPRISE 65L, SUR LA COMMUNE DE
LA NEUVILLE-EN-TOURNE-À-FUY (08).**



Pôle archéologique de l'Aisne
Rapport d'étude anthracologique

Juillet 2020

Pôle archéologique de l'Aisne

Hôtel du département

2, rue Paul Doumer

02013 LAON Cedex

**Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du site
« Vignette », emprise 65L, sur la commune de La Neuville-en-Tourne-à-Fuy (08).**

Opération : OA 07.8211

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Juillet 2020

Illustration de la page de couverture :

Fragment de chêne caducifolié (Quercus sp.), de forte courbure de cerne (petit calibre), et d'aspect fendu. Fait 316, lot 3, grossissement x40.

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

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	5
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	7
2.1. Équipement d'observation.....	7
2.2. Méthodologie.....	8
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	13
2.4. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	15
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	18
3.1. Prélèvements associés au Fait 309 (fossé d'enclos – angle Sud-Est).....	18
3.1.1. Résultats.....	18
3.1.2. Interprétations	18
3.2. Prélèvements associés au Fait 310 (tombe centrale de l'enclos 309).....	20
3.2.1. Résultats	20
3.2.2. Interprétations.....	20
3.3. Prélèvements associés au Fait 313 (tombe annexe de l'enclos 309).....	22
3.3.1. Résultats	22
3.3.2. Interprétation.....	22
3.4. Prélèvements associés au Fait 316 (tombe centrale de l'enclos 309).....	23
3.4.1. Résultats	23
3.4.2. Interprétation	25
3.5. Prélèvements associés au Fait 357 (poche charbonneuse dans le fossé 309).....	26
3.5.1. Résultat.....	26
3.5.2. Interprétation	26
3.6. Prélèvements associés au Fait 358 (tombe située dans l'angle du fossé 309).....	27
3.6.1. Résultat.....	27
3.6.2. Interprétation	27
4. BILAN.....	28
5. BIBLIOGRAPHIE.....	32
6. ANNEXE – Photographies.....	33

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux retrouvés dans les comblements de diverses structures archéologiques associées à un site funéraire daté de La Tène D1b (Fig. 1).

Les restes étudiés proviennent de prélèvements réalisés à l'intérieur du fossé de l'enclos funéraire, de la tombe centrale et d'une tombe située dans l'angle sud de l'enclos.

Le site a été fouillé par le service archéologique du département de l'Aisne sous la direction de Monsieur Antoine Ferrier. Une étude anthropologique a été réalisée par Madame Robin.

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les charbons étudiés proviennent de cinq faits archéologiques associés à un enclos funéraire.

FAIT	Nature du fait	Datation
Emprise 65 L		
F309	Fossé de l'enclos funéraire	contemporain des tombes
F310	Tombe centrale de l'enclos F309	La Tène D1b
F313	Tombe annexe de l'enclos F309	La Tène D1b
F316	rejet de bûcher dans fossé F309 (comblement inférieur)	contemporain des tombes
F357	rejet charbonneux dans F309 (comblement supérieur)	contemporain des tombes
F358	Tombe dans l'angle sud du fossé F309	La Tène D

Fig. 1 - Inventaire des structures archéologiques ayant livré des restes charbonneux.

Les prélèvements ont été réalisés en « masse ». Pour chaque fait, les prélèvements ont parfois été regroupés par lot ou par carré de fouille. Lorsque les couches charbonneuses étaient suffisamment épaisses, des prélèvements distincts en profondeur ont parfois été réalisés (ex. passes pour les faits 309 et 358).

Le tamisage a été effectué par le Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Oise (CRAVO). Ce tamisage a pour partie été réalisé par flottation. Des mailles de 2 mm, 1 mm et de 0,5 mm ont été utilisées, en vue notamment de réaliser des études carpologiques. Les prélèvements ont donc été sous-échantillonnés en lots de fragments supérieurs à 2 mm, entre 2 et 1 mm et entre 1 et 0,5 mm. Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes concentrés sur les lots issus des refus de tamis supérieurs à 2 et 1 mm, lots qui paraissaient les plus prometteurs en termes d'informations anthracologiques.

Afin d'avoir une idée de la représentativité de la diversité taxonomique à l'intérieur des échantillons étudiés, il est courant de calculer des courbes « effort-rendement » (Chabal, 1997 et Chabal *et al.*, 1999). Le principe de cette courbe repose sur la mise en perspective du rang des premières identifications des taxons afin de déterminer des seuils, ou effectifs, au delà desquels l'apport de nouvelles essences ne paraît plus « rentable ». Cette technique est peu pertinente pour les compositions anthracologiques de faibles diversités, ce qui est globalement le cas des lots étudiés. En effet, pour l'ensemble des lots, on compte au maximum trois à quatre essences et la plupart des lots ne comprenait qu'un seul taxon (le chêne).

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

Les restes anthracologiques analysés proviennent de 47 prélèvements réalisés dans les diverses structures. Environ 300 charbons ont été étudiés. Les lots ainsi qu'une brève description sont listés dans le tableau suivant (Fig. 2).

Fait/US	identification	Observations (sd, carroyage...)	N° de prél.	Technique	maille tamis	nature	Volume prélevé	Nb de fragments étudiés
309	fossé d'enclos 309 – angle Sud-Est	Passe 1	charbons isolés à la fouille		0,5	charbons	/	15
		Passe 2 / US 309.16	charbons isolés à la fouille		0,5	charbons	/	16
		Passe 3 / US 309.17	charbons isolés à la fouille		0,5	charbons	/	10
310	tombe centrale (enclos 309)	carré A	PR65-310-08	tamissage total	2mm	charbons	10 L	10
			PR65-310-08	tamissage total	1mm	charbons	10 L	
			PR65-310-32	tamissage total	1mm	charbons	10 L	
		carré B	PR65-310-45	tamissage total	2mm	charbons	10 L	1
			PR65-310-07	tamissage total	2mm	charbons	10 L	7
		carré C	PR65-310-07	tamissage total	2mm	charbons	10 L	
			PR65-310-07	tamissage total	1mm	charbons	10 L	
			PR65-310-11	tamissage total	2mm	charbons	10 L	9
		carré D	PR65-310-11	tamissage total	1mm	charbons	10 L	
			PR65-310-42	tamissage total	2mm	charbons	5 L	
PR65-310-42	tamissage total		1mm	charbons	5 L			
carré E	PR65-310-14	tamissage total	2mm	charbons	10 L	1		
	PR65-310-15	tamissage total	1mm	charbons	10 L	2		
313	tombe annexe (enclos 309)	carré A	PR65-313-130	tamissage total	2mm	charbons	10 L	1
			PR65-313-130	tamissage total	1mm	charbons	10 L	
			PR65-313-57	tamissage total	2mm	charbons	10 L	
		carré B	PR65-313-57	tamissage total	1mm	charbons	10 L	6
			PR65-313-58	tamissage total	2mm	charbons	10 L	
			PR65-316-68	flottation	0,5	charbons	10 L	
lot 1	PR65-316-68	flottation	1mm	charbons	10 L			
	PR65-316-71	flottation	1mm	refus de tamis	10 L			
	PR65-316-71	flottation	0,5	refus de tamis	10 L			
316	rejet de bûcher dans fossé 309	lot 2	PR65-316-69	flottation	1mm	charbons	10 L	67
			PR65-316-69	flottation	0,5	charbons	10 L	
			PR65-316-72	flottation	1mm	refus de tamis	10 L	
		lot 3	PR65-316-72	flottation	0,5	refus de tamis	10 L	44
			PR65-316-73	flottation	0,5	charbons	10 L	
			PR65-316-76	flottation	0,5	charbons	10 L	
		lot 4	PR65-316-76	flottation	1mm	refus de tamis	10 L	20
			PR65-316-77	flottation	0,5	refus de tamis	10 L	
			PR65-316-77	flottation	1mm	refus de tamis	10 L	
		lot 5	PR65-316-75	flottation	0,5	refus de tamis	10 L	22
			PR65-316-74	flottation	1mm	charbons	1 sac	
			PR65-316-74	flottation	0,5	charbons	1 sac	
PR67	PR65-316-67	flottation	0,5	charbons malaco	10 L	12		
	PR65-316-67	flottation	1mm	charbons	10 L			
	PR65-357-78	flottation	0,5	charbons	10 L		16	
357	poche charbonneuse dans fossé 309	PR78	PR65-357-78	flottation	1mm	charbons		10 L
		PR79	PR65-357-79	flottation	0,5	refus de tamis		10 L
			PR65-357-79	flottation	1mm	refus de tamis	10 L	
358	tombe dans l'angle du fossé 309	Passe 5	Charbons isolés fouille amas osseux /		/	charbons	/	6
		Passe 8		/	charbons	/	7	
		Passe 9		/	charbons	/	6	
								314

Fig. 2 – Inventaire des prélèvements par structure, comptages anthracologiques.

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.

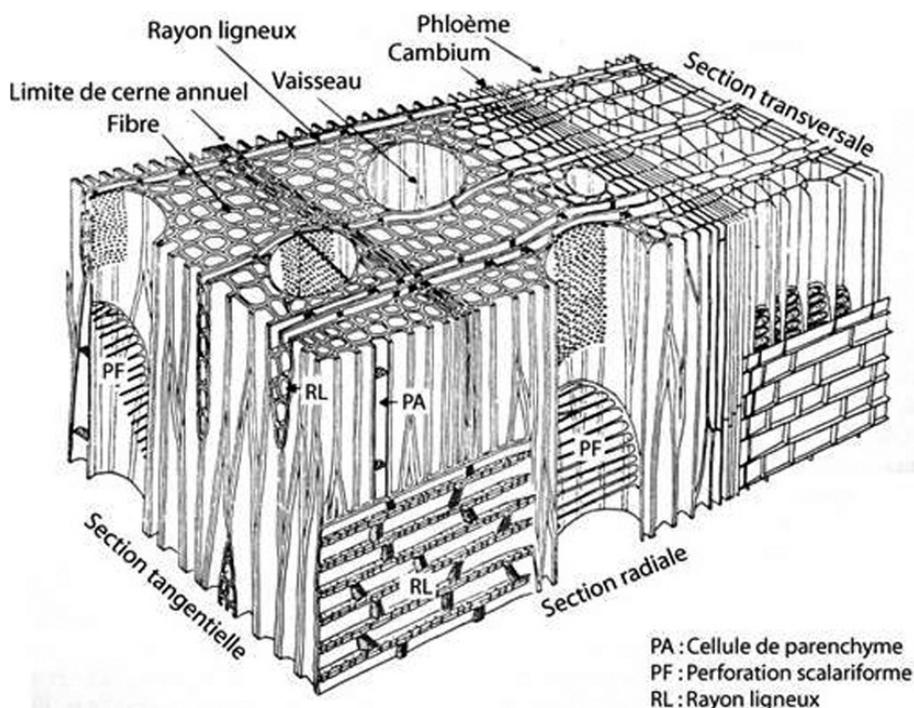


Fig. 4 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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.

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

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

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

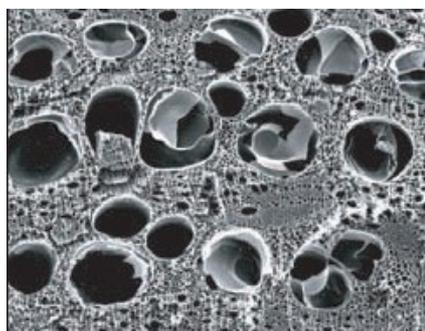
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- le rythme de croissance

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

- la présence de thylles

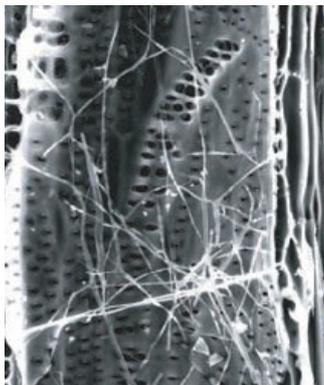
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne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



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

Fig. 5 – Thylles dans du duramen carbonisé de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

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



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

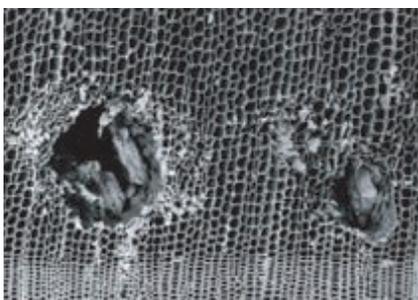
Fig. 6 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie *et al.*, 2010).

- 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.

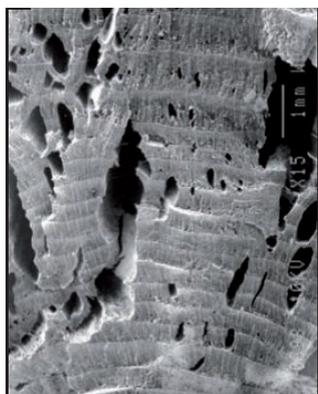


La présence de tels tunnels est plutôt un indicateur de bois morts, mais il existe parfois des bois vivants dont l'aubier peut être logiquement attaqué (Marguerie *et al.*, 2010).

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

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

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

Il discerne quatre niveaux de vitrification :

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

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

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

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

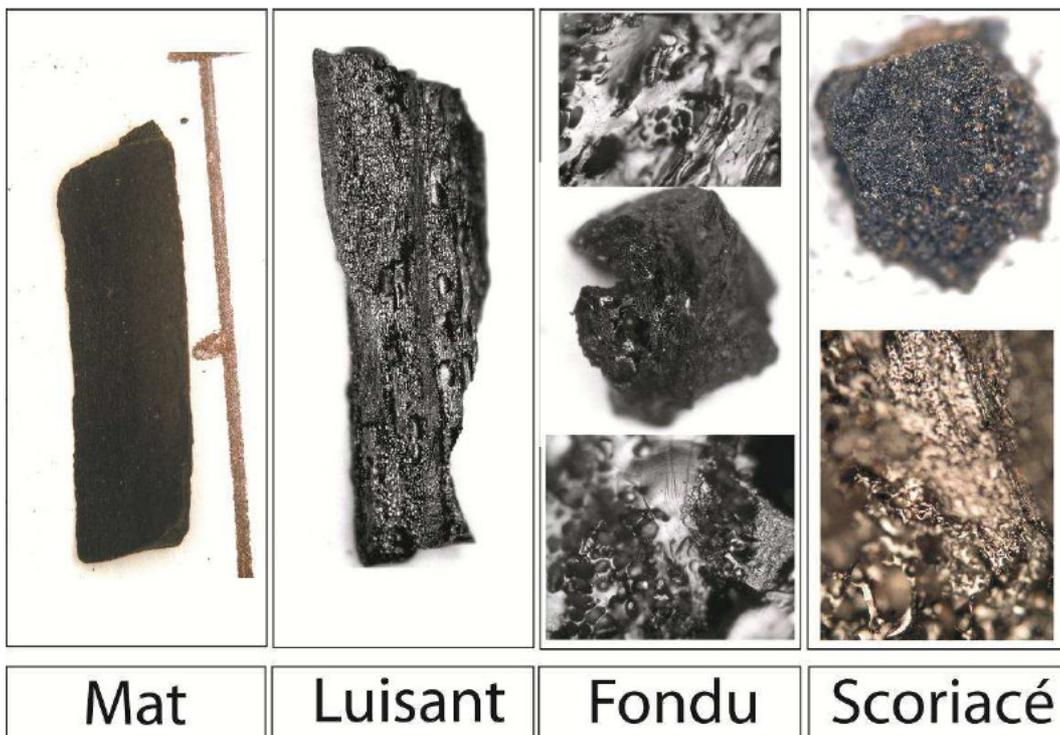
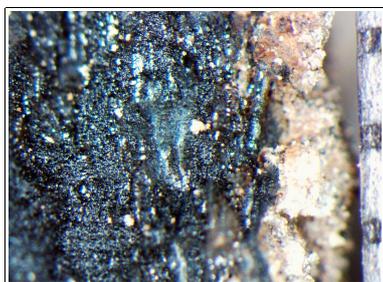


Fig. 9 - Les quatre degrés de vitrification observés dans les lots anthracologiques (Oilic, 2011).

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



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

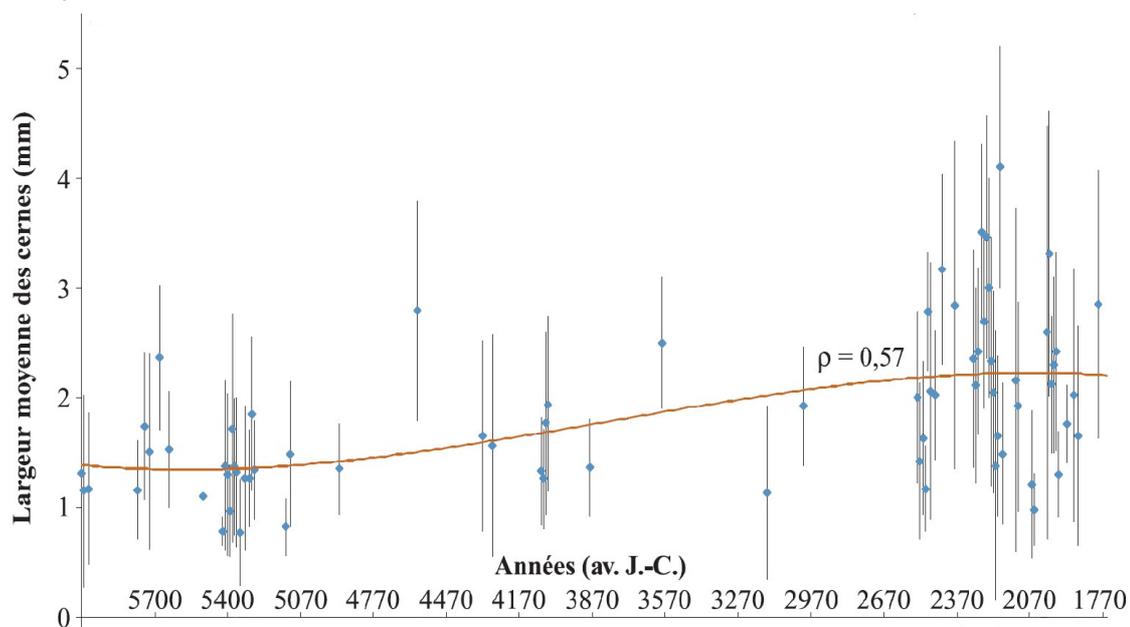


Fig. 11 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 11). On constate des valeurs comprises entre 1 et 2 mm au cours du Néolithique puis une augmentation régulière de ces valeurs au moins jusqu'au début de l'Antiquité. Cette évolution est principalement interprétée par l'effet de l'ouverture du paysage. Les boisements fermés du Néolithique se concrétisent par des croissances difficiles (moyennes des largeurs de cerne comprises entre 1 et 2 mm) et vont progressivement céder la place à des boisements plus clairs et des formations de types lisières, haies, plus favorables à la croissance des arbres (moyennes comprises entre 4 mm et 1 mm). On note toutefois une hétérogénéité des valeurs durant l'Age du fer indiquant probablement la coexistence de milieux plus ouverts mais aussi de milieux fermés.

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

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

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

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

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

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

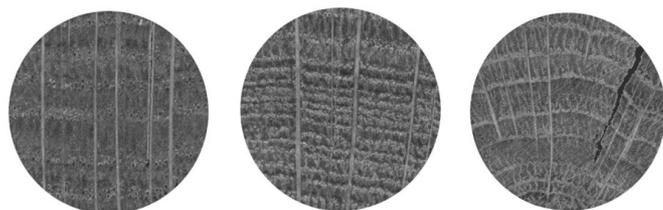


Fig. 12 - Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

L'étude de l'ensemble des prélèvements a permis de déterminer neuf taxons anthracologiques. Toutefois, une majorité des lots est composée d'un seul taxon, le chêne caducifolié (*Quercus sp.*) ou chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*).

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

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

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

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

Remarque sur la détection du châtaignier :

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

Le 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 terme de pH. Aussi, on les trouve potentiellement dans la plupart des écosystèmes, même s'ils restent avant tout des arbres pionniers par excellence. Le noisetier et le bouleau sont de bons combustibles (flamme longue, claire, sans fumée), ils dégagent beaucoup de chaleur et une combustion rapide. Leurs bois constituent un excellent bois d'allumage, surtout sous la forme de brindilles.

Les **Pomoïdeae** ou **Maloïdeae** (ex. aubépine, poirier, néflier, alisier) 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 **Pomoïdées** englobent par exemple les poiriers-pommiers mais aussi l'aubépine. Les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent aussi correspondre aux merisiers et aux cerisiers.

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

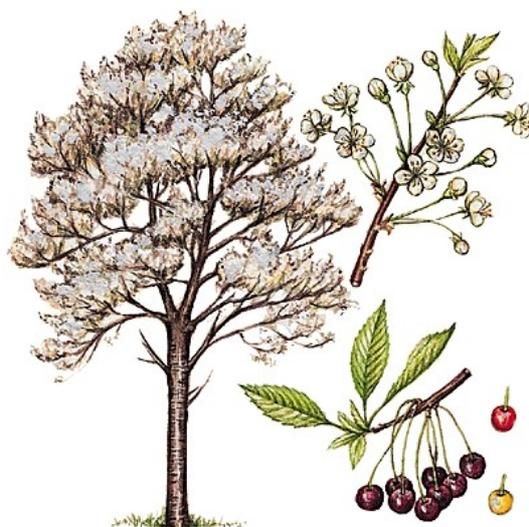


Fig. 13 – Représentation du merisier ou cerisier sauvage (*Prunus avium*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

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. Les bois hygrophiles forment des bois qui ont souvent été utilisés en vannerie. 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.

Remarque : La présence de cette essence reste hypothétique car il n'a pas été possible de la distinguer du noisetier (ex. Fait 310).

Les **Gymnospermes** correspondent à des arbres résineux ou conifères. 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 subspontané 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. Dans le cadre de cette étude, c'est le *Pinus* type *sylvestre/mugo/nigra* (**Pin de type sylvestre / pin mugo / pin noir**) qui a été identifié. De façon générale, les résineux (**pins et sapins**) s'enflamment rapidement du fait de leur teneur élevée en résines et sont appréciés pour leur

montée rapide en température mais ils peuvent projeter hors du foyer des petites braises incandescentes lors de leur combustion.

Remarque : Nous avons identifié dans le prélèvement provenant du « Fait 310 – carré D », un fragment de résineux montrant ce qui semblerait être des « épaisissements spirales » (cf. Fig. 14). Ce critère, rarement présent chez les résineux, est un marqueur fort de l'if (*Taxus baccata*). Néanmoins, on constate dans le même temps la présence d'un certain nombre d'autres critères anatomiques (des canaux résinifères) normalement absents pour cette essence, ce qui rend l'identification très hypothétique. Il est en effet probable que ces « épaisissements spirales » (serrés et à 45°) soient en fait du bois de réaction (ex. bois de branche) qui peut être très nets chez les conifères. L'analyse d'autres fragments serait nécessaire pour pouvoir avancer dans l'identification de ce fragment, classé actuellement dans le tableau de résultats comme simple résineux (Gymnosperme).

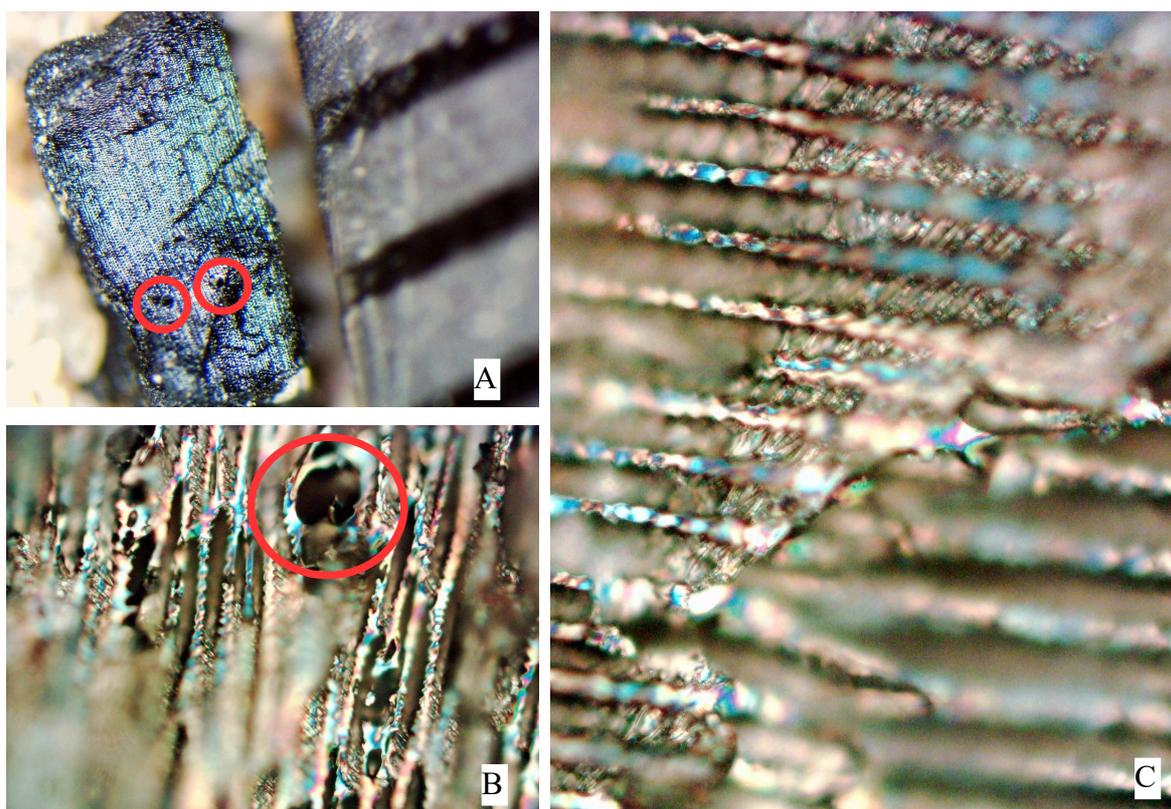


Fig. 14 – Prélèvement du Fait 310, carré D. Coupes anatomiques d'un fragment de résineux dont les cellules semblent montrer des épaisissements spirales (images B et C), mais aussi des canaux résinifères (cercles rouges images A en coupe transversale et B en coupe tangentielle). Image A : coupe transversale grossissement x40, l'échelle représente des millimètres. Image B : détail d'un canal résinifère transversal, coupe tangentielle, grossissement x400. Image C, détail montrant les épaisissements spirales (?) sur les parois des cellules, grossissement x 400.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

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

3.1. Prélèvements associés au Fait 309 (fossé d'enclos – angle Sud-Est)

3.1.1. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Thylle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur / Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / nœud		
309 – passe 1 - sommet de l'US 309.16	Quercus/Castanea	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	2
	Quercus sp.	12	0	6	0	6	0	0	0	0	0	1	2
309 – passe 2 – US309.16	Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	Quercus sp.	13	0	11	1	9	1	0	3	1	1	0	8
309 – passe 3 – US309.17	Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Quercus sp.	7	0	7	0	7	0	2	0	0	0	0	2

Fig. 15 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements du Fait 309. Les 3 prélèvements correspondent à différents niveaux stratigraphiques.

Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
309 – passe 1	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	6	24	0,51	0,15	0,37	0,72
309 – passe 2	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	9	19	1,25	0,36	0,74	1,84
309 – passe 3	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	7	26	0,61	0,04	0,53	0,67

Fig. 16 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvement du Fait 309.

3.1.2. Interprétations

Les charbons étudiés proviennent de trois lots récoltés dans le fossé d'enclos 309 et plus particulièrement dans l'angle sud-est. Les trois prélèvements ont été prélevés en stratigraphie.

Deux taxons anthracologiques ont été identifiés pour l'ensemble des prélèvements (le chêne et « chêne-chataignier »), il s'agit vraisemblablement uniquement du chêne (*Quercus sp.*) (Fig. 15).

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

Quelques charbons présentent des aspects « luisants » et « fendus » sans toutefois représenter plus de 15% du total. C'est donc plutôt un bois sec qui a été utilisé dans un contexte de combustion ouvert.

Nous ne constatons pas de différences significatives entre les trois compositions, même si quelques charbons montraient des aspects un peu plus luisants dans la passe 2. D'un point de vue anthracologique, nous pouvons considérer que les prélèvements appartiennent au même ensemble.

Quelques mesures de largeurs de cerne ont été réalisées sur une vingtaine de fragments (Fig. 16). Les moyennes de largeurs de cerne obtenues sont de l'ordre de 0,5 à 1,25 mm, indiquant des contextes de croissance des arbres difficiles.

3.2. Prélèvements associés au Fait 310 (tombe centrale de l'enclos 309)

3.2.1. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fondu très brillant - struct. Inform.
310 – carré A	Indéterminé	5	0	0	0	0	0	0	2	2
	Quercus sp. / Castanea sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	4	0	0	0	0	0	0	2	0
310 – carré B	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
310 – carré C	Corylus avellana	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus sp. / Alnus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pinus sylvestris / mugo / nigra	1	0	1	0	0	0	0	0	0
310 – carré D	Alnus sp. / Corylus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gymnosperme	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	4	0	0	0	0	0	0	0	1
310 – carré E	Quercus sp. / Castanea sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	1
310 – carré E	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
310 – carré H	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Quercus sp. / Castanea sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Fig. 17 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements du Fait 310, les prélèvements ont été réalisés par carré de fouille.

3.2.2. Interprétations

Six lots répartis par carré de fouille proviennent de la tombe centrale. Ce sont globalement de très petits fragments de charbons qui ont été observés. On note aussi dans plusieurs carrés (A, D, E) de petits fragments minéraux de couleur orangée, dont des géodes, qui ont été observés au microscope (Fig. 18)



Fig. 18 – Fragment de géode. Fait 310, carré A. Grossissement x15. L'échelle représente des millimètres.

Six taxons anthracologiques ont été discernés, il s'agit du bouleau (*Betula sp.*), du noisetier (*Corylus avellana*), du noisetier / aulne (*Corylus avellana / Alnus sp.*), du chêne / châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*) et de résineux (Gymnosperme) dont le pin de type sylvestre (*Pinus type sylvestris / mugo / nigra*).

La diversité des essences observées laisse penser que le combustible provient d'un ramassage de « tout venant », probablement dans les environs du site.

Les essences correspondent à des boisements clairs (bouleau, noisetier) et plus fermés (chêne, pin). La présence de l'aulne, hypothétique car indiscernable du noisetier, traduirait un ramassage en zone humide.

Compte tenu de la petite taille des fragments, il n'a pas été possible d'observer davantage de détails dendrologiques (courbures, aspects, largeurs de cerne).

3.3. Prélèvements associés au Fait 313 (tombe annexe de l'enclos 309)

3.3.1. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion		Fendu / Luisant
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	
313 - PR130 – carré A	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	0
313 - PR57 – carré B	Quercus/Castanea	5	0	0	0	0	0	1	2	0
313 - PR58 – carré B	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 19 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements du Fait 313, les prélèvements ont été réalisés par carré de fouille.

3.3.2. Interprétation

Les trois lots proviennent de deux carrés de fouille d'une tombe située en annexe de l'enclos 309.

Les prélèvements ont livré exclusivement des petits fragments de chêne et/ou chêne-châtaignier.

Compte tenu de la petite taille des fragments, il n'a pas été possible d'obtenir davantage de détails dendrologiques.

3.4. Prélèvements associés au Fait 316 (tombe centrale de l'enclos 309)

3.4.1. Résultats

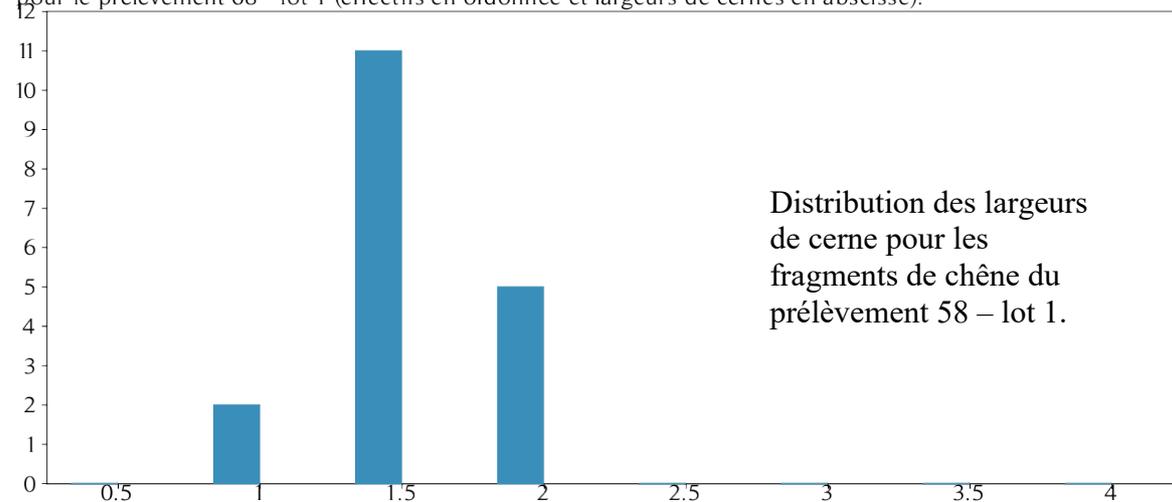
Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	Fendu/Luisant / nœud	Aspect granuleux	
316 - PR68 – lot 1	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	19	0	18	0	18	0	4	0	0	0	0	3
316 – PR71 – lot 1	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
316 – PR69 – lot 2	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Quercus/Castanea	9	0	3	4	0	0	1	0	3	5	0	1
316 – PR72 – lot 2	Quercus sp.	20	1	12	6	12	0	4	2	5	4	0	2
	Quercus sp.	5	1	2	2	2	0	0	1	3	0	0	0
316 – lot 2 – "boîte ronde"	Quercus/Castanea	11	1	1	3	1	0	3	0	3	4	0	0
	Quercus sp.	20	2	11	6	12	1	8	1	8	2	0	7
316 – PR76 – lot 3	Quercus/Castanea	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
316 – PR77 – lot 3	Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
	Quercus sp.	5	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
316 – lot 3 – "boîte ronde"	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	Quercus/Castanea	7	0	1	2	0	0	3	1	1	1	0	0
316 – PR75 – lot 4	Quercus sp.	19	0	18	1	18	0	3	0	3	0	0	1
	Quercus sp.	20	7	10	0	18	0	3	0	1	0	0	4
316 – PR74 – lot 5	Frag. de brindille ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Quercus/Castanea	10	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	2
	Quercus sp.	10	0	5	1	4	1	0	0	0	0	0	3
316 – PR67	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	Quercus/Castanea	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 20 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements du Fait 316, les prélèvements sont regroupés par lot.

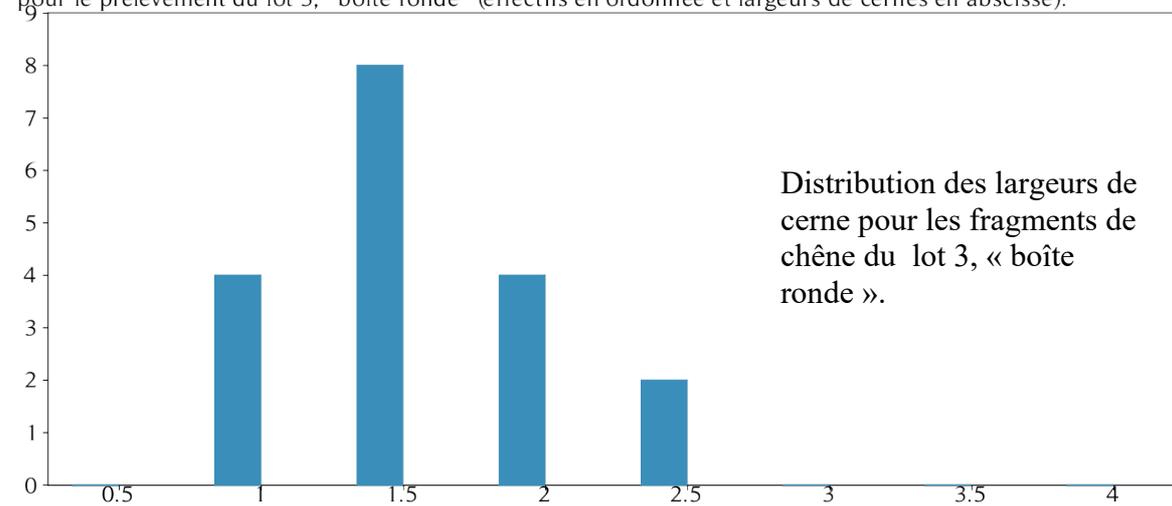
Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
316 - PR68 – lot 1	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	18	45	1,35	0,32	0,73	1,9
316 - PR71 – lot 1	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	2	6	0,61	0,1	0,54	0,67
316 – PR69 – lot 2	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	12	46	1,31	0,22	0,9	1,56
316 – PR71 – lot 2	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	2	5	1,41	0,63	0,96	1,85
316 – lot 2 – "boîte ronde"	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	12	39	1,47	0,45	0,64	2,19
316 – PR77 – lot 3	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	1	2	1	0	1	1
316 – lot 3 – "boîte ronde"	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	18	59	1,31	0,48	0,53	2,39
316 – lot 4	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	18	51	1,23	0,24	0,83	1,72
	Quercus sp.	Faible	Régulier	7	24	1,18	0,26	0,98	1,63
316 – PR74 – lot 5	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	4	7	1,4	0,35	1,06	1,76
316 – PR67	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	1	2	1,48	0	1,48	1,48

Fig. 21 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire. Prélèvements provenant du Fait 316.

Répartition des effectifs de charbons de type *Quercus* sp. ayant livré des largeurs de cernes par classe de 0.5mm pour le prélèvement 68 - lot 1 (effectifs en ordonnée et largeurs de cernes en abscisse).



Répartition des effectifs de charbons de type *Quercus* sp. ayant livré des largeurs de cernes par classe de 0.5mm pour le prélèvement du lot 3, "boîte ronde" (effectifs en ordonnée et largeurs de cernes en abscisse).



Répartition des effectifs de charbons de type *Quercus* sp. ayant livré des largeurs de cernes par classe de 0.5mm pour le lot 4 (effectifs en ordonnée et largeurs de cernes en abscisse).

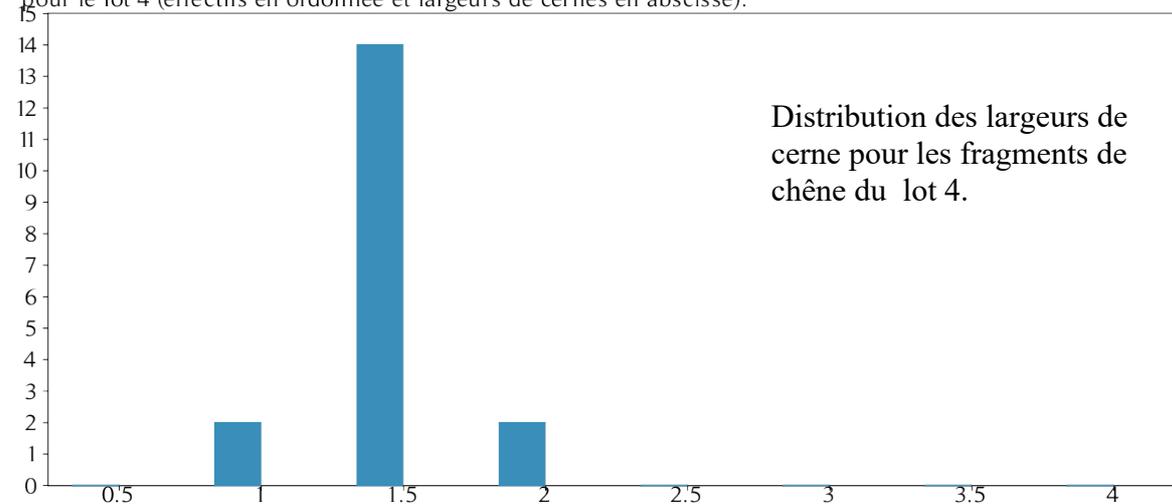


Fig. 22 – Graphiques montrant la distribution des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire et un rythme de croissance régulier. Prélèvements du Fait 316, lot 1 – prélèvement n°58, lot 3 et lot 4.

3.4.2. Interprétation

Les prélèvements du Fait 316 sont interprétés comme des rejets de bûcher à l'intérieur du fossé 309. Les prélèvements ont été regroupés en six lots (Fig. 20).

190 charbons ont été observés pour le Fait 316. Les lots sont composés exclusivement par des charbons de chêne (*Quercus sp.*) et chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*). Les différents lots montrent des compositions semblables.

Il s'agit principalement de bois de calibre intermédiaire mais quelques fragments de faible courbure de cerne indiquent l'utilisation de bois de gros calibre, au moins ponctuellement, notamment pour les lots 2 et lot 4. Des bois de petit calibre (charbons de forte courbure de cerne) ont probablement aussi été utilisés (lot n°2 notamment).

On peut donc évoquer l'utilisation de bois de petit calibre, probablement pour la phase d'allumage, la combustion a ensuite été alimentée et entretenue avec du bois de moyen et gros calibre.

Globalement les charbons ne montrent pas d'aspect luisant. La combustion ne relève donc pas de conditions particulièrement réductrices ni chaudes. Cet effet a parfois été constaté pour des bûchers probablement plus importants (Gaudin, 2019).

En revanche, on observe assez régulièrement des fragments « fendus » ou « fendus-luisants » (61 fragments / 190) ce qui est un indicateur de bois brûlés à l'état « vert » ou partiellement secs. L'utilisation de cette qualité de bois peut surprendre car ce n'est pas un combustible idéal pour brûler un corps. C'est néanmoins un constat qui a déjà observé dans des contextes de bûchers (Gaudin, 2019). On peut émettre des hypothèses telles qu'un effet recherché (fumées) ou bien des collectes de bois effectuées en urgence n'ayant pas permis le séchage du bois.

Les mesures de largeurs de cerne ont permis de calculer des moyennes comprises entre 0,61 et 1,48 mm (Fig. 21) ce qui est caractéristique de conditions de croissance difficiles (ex. boisements denses ou sols pauvres). La distribution des valeurs de largeurs de cerne montre des histogrammes semblables avec un mode situé entre 1 et 1,5 mm. Ces résultats montrent que les différents lots anthracologiques sont issus d'une même source de ramassage.

3.5. Prélèvements associés au Fait 357 (poche carbonneuse dans le fossé 309)

3.5.1. Résultat

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Fendu / Luisant / noeud	Aspect granuleux	
357 – PR78	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
	Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
	Prunus sp.	11	0	0	8	0	0	2	3	3	0	0	0
357 – PR79	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. de brindille ind.	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	2
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Prunus sp.	7	0	0	4	0	0	0	0	4	1	0	2

Fig. 23 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements du Fait 357.

3.5.2. Interprétation

L'étude des deux lots du Fait 357 a permis d'identifier trois taxons : le genre *Prunus sp.*, le bouleau (*Betula sp.*) et la famille des Pomoidées. Le bouleau est identifié à l'intérieur des deux lots.

Les fragments proviennent exclusivement de bois de brindilles et de petit calibre. Ce type de bois est généralement utilisé lors de phase d'allumage. Il fournit une combustion vive mais brève.

La diversité des essences rencontrées tend vers une collecte de bois de « tout-venant ».

On remarque une proportion assez importante de fragments « fendus » et « fendus-luisants » (11 / 27) ce qui indique probablement l'utilisation de bois vert ou partiellement sec.

Les charbons montrent aussi régulièrement des aspects luisants (14 charbons / 27). Ce constat caractérise généralement des combustions dans des contextes chauds et fermés. Dans le cas présent, il faut néanmoins considérer cette interprétation avec précaution car la combustion de bois de petit calibre favoriserait aussi le phénomène de la vitrification (Oilic, 2011).

3.6. Prélèvements associés au Fait 358 (tombe située dans l'angle du fossé 309)

3.6.1. Résultat

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Aspect granuleux	
358 – passe 5	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
358 – passe 8	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1
358 – passe 9	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	4	0	2	0	0	2	1	0	0	0	1

Fig. 24 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements du Fait 358.

3.6.2. Interprétation

L'analyse des trois lots du Fait 358 a révélé des ensembles anthracologiques semblables. Deux taxons ont été systématiquement identifiés : le chêne (*Quercus sp.*) et le chêne-châtaignier (*Quercus sp.* - *Castanea sp.*). Il s'agit de fragments provenant de bois de moyen calibre.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Un peu plus de 300 fragments ont été observés pour les six Faits archéologiques.

Tableau récapitulatif :

Faits / N° lot / interprétation archéologique.	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : types de boisements détectés
<p>Fait 309.</p> <p>Fossé d'enclos 309 – angle sud-est.</p> <p>Trois lots ont été étudiés.</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i>)</p>	<p>Rejets de combustion indéterminée :</p> <p>Les charbons étudiés sont essentiellement issus de bois de chêne de petit et moyen calibre (petites branches).</p> <p>Ce type de calibre caractérise plutôt des combustions vives et de courtes durées.</p> <p>Assez peu de fragments (environ 15%) présentaient des fentes de retrait. C'est donc plutôt un bois sec qui a été utilisé lors de cette combustion.</p>	<p>Boisement de type chênaie (<i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i>)</p> <p>Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :</p> <p>Ech. passe1 : Moy. = 0,51 mm (N=6 ; Ec-type = 0,15 mm)</p> <p>Ech. Passe2 : Moy. = 1,25 mm (N=9 ; Ec-type = 0,36 mm)</p> <p>Contextes de croissance difficiles.</p>
<p>Fait 310</p> <p>Tombe centrale (enclos 309)</p> <p>Lots répartis dans six carrés de fouille au niveau de la tombe centrale.</p>	<p>Bouleau (<i>Betula sp.</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>), noisetier / aulne (<i>Corylus avellana</i> / <i>Alnus sp.</i>), résineux (<i>Gymnosperme</i>), pin sylvestre (<i>Pinus type sylvestris</i> / <i>mugo</i> / <i>nigra</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i>)</p>	<p>Rejets de combustion en relation avec la tombe centrale de l'enclos 309 :</p> <p>Les fragments étudiés sont de très petites tailles (environ 1 à quelques mm). Compte tenu de la petite taille des fragments il n'a pas été possible d'observer beaucoup de détails dendrologiques (courbure, aspect, largeur de cerne) ni parfois d'avancer dans le niveau de détermination.</p> <p>Six taxons anthracologiques ont été identifiés ce qui laisse penser que le combustible provient d'un ramassage de « tout-venant », probablement depuis les environs du site.</p> <p>Notons que des petits fragments de géodes de couleur orange ont régulièrement été observés.</p>	<p>Boisement forestier de type chênaie mixte (<i>Quercus sp.</i> / <i>Castanea sp.</i>, <i>Pinus sylvestris</i>)</p> <p>Boisements clairs, lisières, haies, espaces en déprise agricole : <i>Betula sp.</i>, <i>Corylus avellana</i></p> <p>Boisements humides (?) <i>Alnus sp.</i> / <i>Corylus avellana</i></p>
<p>Fait 313</p> <p>Tombe annexe (enclos 309).</p> <p>Les prélèvements ont été répartis dans deux carrés de fouille A et B.</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i>)</p>	<p>Rejets de combustion en relation avec la tombe annexe de l'enclos 309 :</p> <p>Les fragments de ce lot proviennent exclusivement de charbons de chêne ou chêne-châtaignier.</p> <p>Compte tenu de la petite taille des fragments, il n'a pas été possible d'obtenir davantage de détails d'ordre dendrologique.</p>	<p>Boisement de type chênaie (<i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i>)</p>
<p>Fait 316</p> <p>Rejet de bûcher dans fossé 309</p> <p>Les prélèvements ont été répartis dans six lots.</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i>)</p>	<p>Hypothèse de rejets de bûcher à l'intérieur du fossé 309 :</p> <p>Il s'agit principalement de bois de calibre intermédiaire mais quelques fragments de faible courbure de cerne indiquent l'utilisation de bois de gros calibre, au moins ponctuellement. Des bois de petit calibre (charbons de forte courbure de cerne) ont probablement aussi été utilisés.</p> <p>On peut donc évoquer l'utilisation de bois de petit calibre,</p>	<p>Boisement de type chênaie (<i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sp.</i>)</p> <p>Mesures sur fragments de chêne de faible et moyenne courbure :</p> <p>11 moyennes de largeurs de cernes ont été calculées</p>

		<p>probablement pour la phase d'allumage, la combustion a ensuite été alimentée et entretenue avec du bois de moyen et gros calibre.</p> <p>Les charbons ne montrent pas d'aspect luisant. Les fragments proviennent donc de combustion en contexte plutôt ouvert.</p> <p>En revanche, on observe assez régulièrement des fragments « fendus » ou « fendus-luisants » ce qui est un indicateur de bois brûlés à l'état « vert ». L'utilisation de cette qualité de bois peut surprendre car ce n'est pas un combustible idéal pour brûler un corps. On peut émettre des hypothèses telles qu'un effet recherché (fumées importantes) ou bien des collectes de bois effectuées en urgence n'ayant pas permis le séchage du bois.</p>	<p>montrant des mesures allant de 0,61 mm à 1,48 mm / an. Ces valeurs correspondent à des contextes de croissance difficiles.</p> <p>La distribution des valeurs de largeurs de cerne montre des histogrammes semblables avec un mode situé entre 1 et 1,5 mm. Ces résultats montrent que les différents lots anthracologiques sont issus d'une même source de ramassage.</p>
<p>Fait 357</p> <p>Poche charbonneuse dans fossé 309</p> <p>Deux prélèvements ont été analysés.</p>	<p>Le genre <i>Prunus sp.</i>, le bouleau (<i>Betula sp.</i>), la famille des <i>Pomoïdées</i></p>	<p>Rejets de combustion indéterminée retrouvés dans une poche charbonneuse du fossé 309.</p> <p>Les fragments proviennent exclusivement de bois de brindilles et de petit calibre. Ce type de bois est généralement utilisé lors de phase d'allumage. Il fournit une combustion vive mais brève.</p> <p>On remarque une proportion assez importante de fragments « fendus » et « fendus-luisants » (11 / 27) ce qui indique probablement l'utilisation de bois vert ou partiellement sec.</p> <p>La diversité des essences rencontrées tend vers une collecte de bois de « tout-venant ».</p> <p>Les charbons montrent aussi régulièrement des aspects luisants (14 charbons /27). Ce constat caractérise généralement des combustions dans des contextes chauds et fermés. Dans le cas présent, il faut néanmoins considérer cette interprétation avec précaution car la combustion de bois de petit calibre favoriserait aussi le phénomène de la vitrification (Oilic, 2011).</p>	<p>Boisements clairs, lisières, haies, espaces en déprise agricole :</p> <p><i>Prunus sp., Betula sp., Pomoïdeae</i></p>
<p>Fait 358</p> <p>Tombe dans l'angle du fossé 309</p> <p>Trois passes distinctes ont été étudiées.</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp. - Castanea sp.</i>)</p>	<p>Rejets de combustion indéterminée, associés à une tombe située dans l'angle du fossé 309.</p> <p>L'analyse des trois lots du Fait 358 ont révélé des ensembles anthracologiques semblables. Deux taxons ont été systématiquement identifiés : le chêne et le chêne-châtaignier.</p> <p>Il s'agit de fragments provenant de bois de moyen calibre.</p>	<p>Boisement de type chênaie</p> <p>(<i>Quercus sp., Quercus sp. - Castanea sp.</i>)</p>

Fig. 25 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les six faits archéologiques : F357, F358, F309, F310, F313, F316.

- **Informations d'ordre environnemental**

Seulement neuf taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le taxon dominant correspond au chêne détecté dans cinq des six structures. Des fragments de résineux, dont le pin de type sylvestre ont été observés uniquement dans le fait F310.

La faible diversité observée est vraisemblablement davantage liée aux usages du combustibles plutôt qu'à une réalité paléo-paysagère.

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

- les groupements forestiers de la **chênaie diversifiée et de la chênaie mixte** avec le chêne (*Quercus sp.*), le chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*), voire du pin de type sylvestre (*Pinus type sylvestris / mugo / nigra*).
- **les boisements clairs : lisières forestières, haies, espaces en déprise agricole, associations héliophiles** : avec la détection des Prunoïdées (*Prunus sp.*), Pomoïdées, bouleau (*Betula sp.*), noisetier (*Corylus avellana*). Ces végétations attestent l'existence d'espaces ouverts ou clairsemés dans l'aire de ramassage.
- **les boisements hygrophiles** sont perçus avec l'aulne (*Alnus sp.*), même si sa détection reste hypothétique avec le noisetier (F 310). Ces boisements pourraient provenir d'une zone humide, de bords de cours d'eau ou depuis une zone alluviale.

Les mesures de largeurs de cerne réalisées sur les fragments de chêne de gros et moyen calibre ont permis de calculer des moyennes de largeurs de cerne pour quatorze prélèvements. Nous constatons des valeurs moyennes assez homogènes, centrées entre 1 et 1,5 mm. Ces valeurs correspondent à des croissances difficiles, en liaison avec des contextes abiotiques (ex. sols pauvres, météorologie,...) et/ou biotiques contraignants (compétition vis à vis des ressources, ex. chênaie dense).

- Informations d'ordre technique :

On discerne deux types d'ensembles anthracologiques : les ensembles des Faits F310 et F357, constitués de divers essences, souvent en provenance de bois de petits calibres, et les compositions anthracologiques des autres Faits (F309, F358, F313, F316) qui sont constitués uniquement de fragments de chêne ou chêne-châtaignier de plus ou moins de gros calibre. Il s'agit vraisemblablement de deux types de combustions correspondant à deux usages différents.

Dans ce contexte funéraire, l'hypothèse des restes de combustible issus de bûchers est envisageable. De telles combustions nécessitent une alimentation en bois importante et entretenue. Les restes charbonneux des Faits F357, F358, F313, F316 pourraient potentiellement correspondre aux restes de ces combustions. On note l'utilisation de bois vert pour le Fait 316, ce qui peut être surprenant car cela confère une moins bonne combustibilité. On peut y voir soit un effet recherché (génération de fumées) soit des prélèvements réalisés en urgence dans les boisements environnants.

En revanche, les usages des restes des Faits F310 et F357 sont plus énigmatiques. La diversité des essences rencontrées évoque des ramassages de « tout-venant », souvent associés à des usages domestiques (?). Ce sont plutôt des bois de petits calibres, généralement utilisés lors de phases d'allumage pour des combustions vives mais brèves.

5. BIBLIOGRAPHIE

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

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

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

GAUDIN L., 2019 - Analyse des fragments charbonneux prélevés lors de l'opération archéologique du site « Le Plain Gruchet » à Goustranville (14). Rapport d'étude anthracologique, 49 p. (Destinataire public : Service départemental d'archéologie du Calvados, R.O. G. Schutz)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6. ANNEXE – Photographies



Fig. 26 – Fragment d'aulne / noisetier (*Alnus sp.* / *Corylus avellana*). Fait F310. Grossissement x43. L'échelle représente des millimètres.

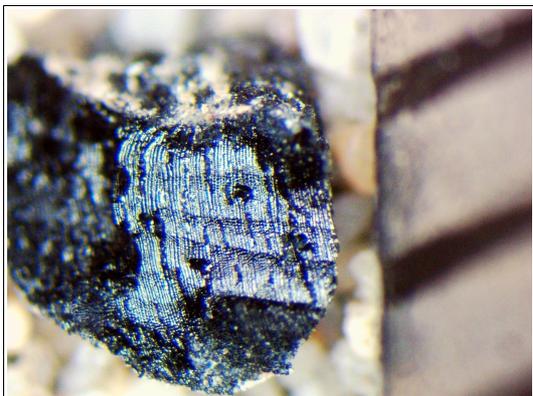


Fig. 27 – Fragment de pin type sylvestre (*Pinus type sylvestris* / *mugo* / *nigra*). Fait F310 – Carré C. Grossissement x43. L'échelle représente des millimètres.



Fig. 28 – Fragment de chêne en coupe transversale. Fait 316 – lot 4. Grossissement x12. L'échelle représente des millimètres.

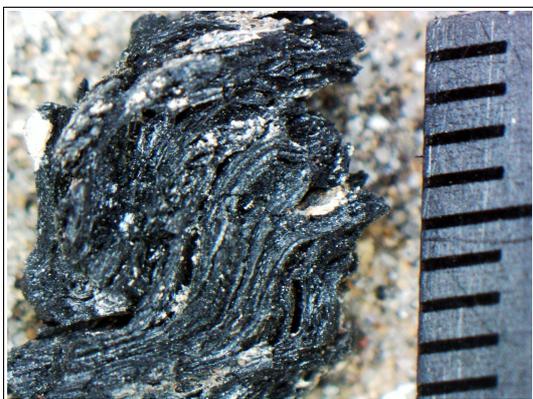


Fig. 29 – Fragment de chêne d'aspect fendu. Fait 316 – lot 2. Grossissement x4. L'échelle représente des millimètres.

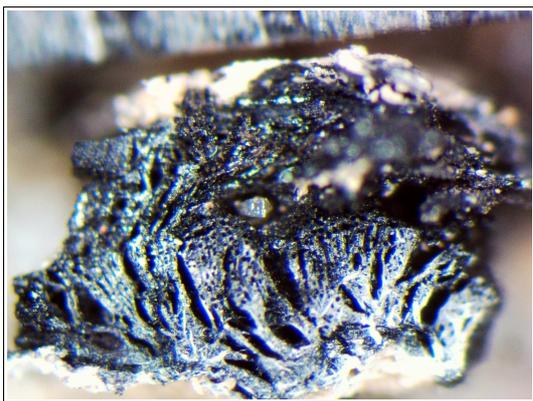


Fig. 30 – Fragment du genre *Prunus sp.*, de petit calibre et d'aspect fendu. Prélèvement du Fait 357 - 78cm. Coupe transversale. L'échelle représente des millimètres. Grossissement x40.



Fig. 31 – Fragment de Pomoïdées, de petit calibre. Prélèvement du Fait 357 - 78cm. Coupe transversale. L'échelle représente des millimètres. Grossissement x35.

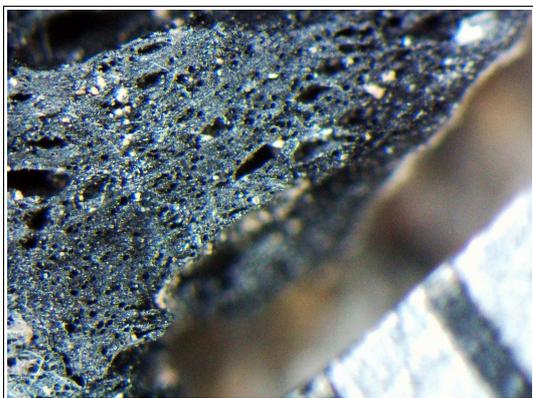


Fig. 32 – Fragment de *Prunus*. Prélèvement du Fait 357 - 78cm. Coupe transversale. L'échelle représente des millimètres. Grossissement x30.