



ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSES ANTHRACOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS
RÉALISÉS LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU
SITE DE GRANZEGEBUR SUR LA COMMUNE DE
GREVENMACHER (LUXEMBOURG).**

OPÉRATION : 2022.067/397



**INRA
SERVICE D'ARCHÉOLOGIE PROTOHISTORIQUE**

Mars 2024 (actualisé en janvier 2025)

Institut National de Recherches Archéologiques

Service d'archéologie protohistorique

Analyses anthracologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique du site de Granzegebur sur la commune de Grevenmacher (Luxembourg).

Opération : OP. 2022.067/397

Rapport d'étude anthracologique

Loïc GAUDIN

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

E-mail : loic.gaudin@arkeomap.com

Site web : arkeomap.com

Mars 2024 (actualisé en janvier 2025)

Illustration de la page de couverture :

Fragment d'orme (Ulmus sp.), vue en coupe transversale, grossissement x28 (l'échelle représente des millimètres). Prélèvement n°351.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	5
1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....	7
2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION	12
2.1. Équipement d'observation.....	12
2.2. Méthodologie.....	13
2.3. Observation macroscopique du plan ligneux	18
2.4. Estimation du diamètre minimum des arbres : technique de la « calibration ».....	20
2.5. La sélection de fragments charbonneux favorables à des datations radiocarbone.	22
2.6. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation.....	23
3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	27
3.1. Problématique n°1 : Obtenir des informations sur la chaîne opératoire de traitement des grains de céréale. Analyses de prélèvements charbonneux associés à des graines carbonisées (contextes de prélèvement n°2 et n°4).	27
3.1.1. Prélèvements avec graines provenant de trous de poteau probablement Gallo-Romain.....	27
a. Résultats	27
b. Interprétations	27
3.1.2. Prélèvement avec graines provenant d'un trou de poteau daté de La Tène B/C	28
a. Résultats	28
b. Interprétations	28
3.1.3. Prélèvements avec graines provenant de comblements de silos datés de La Tène C (contextes de prélèvement n°2)	29
a. Résultats	29
b. Interprétations	31
3.1.4. Prélèvements avec graines provenant de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (contextes de prélèvement n°4).....	34
a. Résultats	34
b. Interprétations	36
3.2. Problématique n°2 : Obtenir des informations sur l'utilisation du combustible dans la vie quotidienne du site. Analyses de concentrations charbonneuses plutôt élevées et sans graines carbonisées (contextes de prélèvement n°1 et n°6).	38
3.2.1. Prélèvements sans graines provenant de comblements de silos datés de La Tène C (contextes de prélèvement n°1).....	38
a. Résultats	38
b. Interprétations	40
3.2.2. Prélèvements sans graines provenant de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (contextes de prélèvement n°6).....	42
a. Résultats	42
b. Interprétations	42
3.3. Problématique n°3 : Obtenir des informations sur le paysage boisé existant dans l'aire de ramassage. Analyses de prélèvements provenant de faibles concentrations charbonneuses (contextes de prélèvement n°3).	43
3.3.1. Prélèvements provenant de faibles concentrations charbonneuses collectés à l'intérieur de comblement de silos datés de La Tène C.....	43
a. Résultats	43
b. Interprétations	45
3.3.2. Prélèvement provenant d'une faible concentration charbonneuse collecté à l'intérieur d'un comblement de silo daté de La Tène C/B.....	47

a. Résultats	47
b. Interprétations	47
3.4. Problématique n°4 : Qualifier les restes charbonneux provenant des comblements de trous de poteau. (contextes de prélèvement n°5).....	48
3.4.1. Prélèvements provenant de comblements de trous de poteau datés de La Tène C	48
a. Résultats	48
b. Interprétations	49
3.4.2. Prélèvements provenant de comblements de trous de poteau datés de La Tène B/C	50
a. Résultats	50
b. Interprétations	51
3.4.3. Prélèvements provenant de comblements de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A.....	53
a. Résultats	53
b. Interprétations	55
4. BILAN.....	57
4.1. Informations d'ordre environnemental.....	64
4.2. Informations d'ordre ethnographique (techniques) :.....	66
4.2.1. Comparaison des résultats en fonction des différentes périodes : interprétations techniques.....	68
4.2.2. Comparaison des résultats en fonction de la présence ou pas de graines associées aux ensembles charbonneux.....	70
5. BIBLIOGRAPHIE.....	72
6. ANNEXE – Photographies.....	74
7. ANNEXE – Inventaire des fragments sélectionnés pour datations radiocarbones.....	75
7.1. Prélèvement « 2022-067 / 209 » (Trou de poteau).....	75
7.2. Prélèvement « 2022-067 / 251 » (Trou de poteau).....	76
7.3. Prélèvement « 2022-067 / 275 » (Trou de poteau).....	78
7.4. Prélèvement « 2022-067 / 276 » (Trou de poteau).....	80
7.5. Prélèvement « 2022-067 / 278 » (Trou de poteau).....	82
7.6. Prélèvement « 2022-067 / 279 » (Trou de poteau).....	84
8. ANNEXE – Détail des résultats d'analyses.....	86
8.1. Résultats d'analyses des prélèvements avec graines carbonisées provenant des comblements de silo attribués à La Tène C (chap.3.1.3.).....	86
8.2. Résultats d'analyses des prélèvements avec graines carbonisées provenant des comblements de trous de poteau attribués à la période Hallstatt D / La Tène A (chap. Problématique n°1 : 3.1.4.).....	87
8.3. Résultats d'analyses des prélèvements sans graines carbonisées provenant des comblements de silos datés de la période de La Tène C (Problématique n°2: 3.2.1.).	88
8.4. Résultats d'analyses des prélèvements provenant de faibles concentrations charbonneuses des comblements de silos attribués à la période de La Tène C (chap. Problématique n°3 : 3.3.).....	89
8.5. Résultats d'analyses des prélèvements provenant de trous de poteau datés de La Tène B / C (chapitre Problématique n°4 : 3.4.2.).....	92
8.6. Résultats d'analyses des prélèvements provenant de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (chapitre Problématique n°4 : 3.4.3.).....	93
9. Résultats d'analyses des prélèvements n° 137 et n°47, livrés en janvier 2025 : Prélèvements avec graines carbonisées provenant des comblements de silos attribués à La Tène C. Problématique n°1 : contextes 1 et 2. (en relation avec le chapitre 3.1.3.).....	94

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses de restes charbonneux prélevés lors d'une opération archéologique menée en 2022 sur le site de Grazengebur sur la commune de Grevenmacher (Luxembourg) (Opération 2022.067 / 397).

Le site est décrit comme une occupation protohistorique comportant de nombreux silos. Les vestiges mis au jour correspondent à plusieurs périodes depuis la période Hallstatt D / La Tène A jusqu'à l'époque gallo-romaine. La plupart des prélèvements correspondent aux périodes Hallstatt D / La Tène A, La Tène B/C et La Tène C (quelques prélèvements sont probablement Gallo-Romains).

Les datations seront affinées grâce à de prochaines datations radiocarbone réalisées sur des graines carbonisées et des charbons sélectionnés pour éviter l'effet vieux bois (cf. Annexe chapitre 7.).

Les prélèvements proviennent essentiellement de comblements de silos et trous de poteau (Figures 1, 2 et 3). Six contextes de prélèvements ont été discernés :

- contextes « type n° 1 » : Silos avec matériaux (céramique, os, scories et ect.) et des concentrations de charbons plutôt élevées (5+7 échantillons),
- contextes « type n° 2 » : Silos avec graines torréfiées et souvent avec des concentrations charbonneuses "plutôt basses" (14 +7 échantillons),
- contextes « type n° 3 » : Silos avec des faibles concentrations de charbons (65 échantillons),
- contextes « type n° 4 » : Trous de poteau avec des graines et des charbons (9 échantillons),
- contextes « type n° 5 » : Trous de poteau avec des charbons (22 échantillons),
- contextes « type n° 6 » : Fosses avec charbons (1 échantillon).

Au regard de ces différents contextes de prélèvements l'analyse a été menée en fonction de plusieurs problématiques :

Problématique n°1 : Obtenir des informations d'ordre technique sur le mode opératoire de préparation (torréfaction ?) des grains de céréales. Notamment ce qui concerne la qualité du combustible employé (essences, calibres...) et le type de combustion (foyer fermé, ouvert...). Ce sont les prélèvements collectés dans les contextes "type n°2 et type n°4" (soit 30 échantillons), qui seraient potentiellement les plus à même de répondre à cette problématique.

Problématique n°2 : Obtenir des informations sur l'utilisation du combustible dans la vie quotidienne du site. L'analyse de rejets charbonneux, non associés à des graines, prélevés à l'intérieur des silos (contextes "type n°1") ou de fosse (contexte "type n°6") (soit 6 échantillons) aura tout d'abord pour objectif de discerner les restes de bois d'œuvre, des restes de combustibles. Dans un second temps, s'il s'agit de rejets de combustible, de qualifier ce combustible (ex. essences, calibre, combustible sélectionné ou non, rejets provenant plutôt "d'activités artisanales" ou "domestiques"...). Notons que les contextes de prélèvements « type n°1 et type n°6 » correspondent à des concentrations charbonneuses plutôt élevées (selon la description archéologique), ce sont donc de potentiels rejets « d'ensembles charbonneux ».

Problématique n°3 : Obtenir des informations sur le paysage boisé existant dans l'aire de ramassage autour du site. Percevoir d'éventuelles évolutions. Cette problématique s'appuie potentiellement sur l'ensemble des charbons analysés, quels que soient les types de contextes des prélèvements. Les charbons prélevés dans des contextes de concentrations charbonneuses faibles ou de « façon éparse » sur le site (contextes "type n°3"), trouvent tout particulièrement leur place dans le cadre de cette problématique. Ils participent en effet aux ramassages qui se sont déroulés durant toute l'occupation du site, permettant ainsi de décrire le paysage ligneux ayant existé autour du site. Ces nombreux "petits échantillons" (65 échantillons) seront traités sous la forme de statistiques synthétiques.

Problématique n°4 : Qualifier les restes charbonneux provenant des trous de poteau (discerner restes de bois d'œuvre de rejets de combustibles ?). Ce sont tout particulièrement les prélèvements provenant des trous de poteaux, mais ne présentant pas de graines carbonisées (contexte "type n°5", soit 22 échantillons) qui sont visés par cette problématique. L'objectif sera de discerner les ensembles charbonneux susceptibles de correspondre à des restes de poteaux (ensembles monospécifiques) d'ensembles anthracologiques correspondant plutôt à des rejets de combustions (ensembles diversifiés).

Sélection de charbons pour des datations C14 : Quelques charbons ont aussi été sélectionnés pour des datations radiocarbone afin d'éviter l'effet "vieux bois". Ces sélections se sont concrétisées par des tris et conditionnements dans des tubes. Les résultats de ces sélections ont été consignés en annexe.

Cette étude a été commanditée par l'Institut National de Recherches Archéologiques. La fouille ci-présente a été dirigée et par M. Hadzhipetkov.

Remarque : Suite à la réception de deux prélèvements en janvier 2025 (Prélèvements n°47 et n°137), relatifs à la problématique n°1, ce rapport a fait l'objet d'un ajout en Annexe 9. .

1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Ce rapport fait état des observations anthracologiques effectuées sur des fragments de diverses dimensions, souvent des micro-charbons.

Les prélèvements charbonneux ont fait l'objet de tamisages par flottation. Les mailles de 2 mm, 1 mm ont systématiquement été utilisées.

L'ensemble des prélèvements a été observé. Au total ce sont un peu plus de 1450 fragments qui ont été étudiés (Fig. 1, 2 et 3).

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE	
Commune :	Sites de Granzegebur sur la commune de Remerschen (Luxembourg)
Nom de l'opération / Lieu-Dit :	Granzegebur
Année :	2024
N° OA :	OP. 2022.067/397
Resp. d'Op. ou commanditaire	Iliya Hadzhipetkov (Commanditaire)
Type d'opération :	
Période d'analyse pressentie	Février et mars 2024

n° plv	Structures (Faits)	Description / type attendu	Datation (estimée)	Contexte	Problématiques	Fragments observés	Selection frags pour datation
2022-067/272	329	trou de poteau	GR?	4	1	10	
2022-067/273	328	trou de poteau	GR?	4	1	30	
2022-067/263	322	trou de poteau	Lt B/C	4	1	15	
2022-067/028	126	Silo	Lt C	1 et 2	1	11	
2022-067/046	37	Silo	Lt C	1 et 2	1	15	
2022-067/083	144-147	Silo	Lt C	1 et 2	1	20	
2022-067/137	168	Silo	Lt C	1 et 2	1	Livré en janvier 2025, cf. Annexe 9	
2022-067/168	167	Silo	Lt C	1 et 2	1	41	
2022-067/233	102	Silo	Lt C	1 et 2	1	31	
2022-067/241	102	Silo	Lt C	1 et 2	1	70	
2022-067/248	102	Silo	Lt C	1 et 2	1	5	
2022-067/012	107	Silo	Lt C	2	1	20	
2022-067/042	125	Silo	Lt C	2	1	11	
2022-067/059	36	Silo	Lt C	2	1	7	
2022-067/082	148	Silo	Lt C	2	1	8	
2022-067/117	195	Silo	Lt C	2	1	4	
2022-067/120	141	Silo	Lt C	2	1	22	
2022-067/128	178	Silo	Lt C	2	1	5	
2022-067/142	181	Silo	Lt C	2	1	10	
2022-067/156	157	Silo	Lt C	2	1	15	
2022-067/171	23	Silo	Lt C	2	1	10	
2022-067/184	49	Silo	Lt C	2	1	3	
2022-067/198	158	Silo	Lt C	2	1	7	
2022-067/203	28	Silo	Lt C	2	1	5	
2022-067/216	9	Silo	Lt C	2	1	10	
2022-067/308	357	trou de poteau	HaD-LT A	4	1	24	
2022-067/333	388	trou de poteau	HaD-LT A	4	1	25	
2022-067/339	390	trou de poteau	HaD-LT A	4	1	31	
2022-067/340	406	trou de poteau	HaD-LT A	4	1	21	
2022-067/353	336	trou de poteau	HaD-LT A	4	1	10	
2022-067/357	370	trou de poteau	HaD-LT A	4	1	23	
Total Problématique 1 ; Information sur le mode opératoire de torréfaction des graines : contextes n°2 et n°4						519	
2022-067/081	144-147	Silo	Lt C	1	2	Non livré	
2022-067/116	155	Silo	Lt C	1	2	16	
2022-067/138	168	Silo	Lt C	1	2	11	
2022-067/163	104	Silo	Lt C	1	2	5	
2022-067/167	167	Silo	Lt C	1	2	15	
2022-067/208	30	Silo	Lt C	1	2	22	
2022-067/354	337	trou de poteau	HaD-LT A	6	2	22	
Total Problématique 2 ; Information sur le combustible employé de façon générale : contextes type n°1 et n°6						91	

Fig. 1 - Tableau de description synthétique des prélèvements sélectionnés pour les problématiques n°1 (contextes n°2 et n°4) et n°2 (contextes n°1 et n°6), description des structures de provenance et comptages.

n° plv	Structures (Faits)	Description / type attendu	Datation (estimée)	Contexte	Problématiques	Fragments observés	Sélection fragts pour datation
2022-067/020	165	Silo	LT C	3	3	7	
2022-067/026	165	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/027	54	Silo	LT C	3	3	11	
2022-067/029	52	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/031	51	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/035	105	Silo	LT C	3	3	11	
2022-067/037	59	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/039	105	Silo	LT C	3	3	8	
2022-067/040	108	Silo	LT C	3	3	8	
2022-067/041	109	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/052	38	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/055	112	Silo	Lt C	3	3	6	
2022-067/056	46	Silo	LT C	3	3	4	
2022-067/061	42	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/062	142	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/068	133	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/069	130	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/072	199	Silo	LT C	3	3	4	
2022-067/075	201	Silo	LT C	3	3	11	
2022-067/090	193	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/091	192	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/095	219	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/096	164	Silo	Lt C	3	3	3	
2022-067/097	186	Silo	LT C	3	3	6	
2022-067/099	159	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/103	175	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/104	191	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/106	174	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/109	197	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/110	176	Silo	LT C	3	3	7	
2022-067/111	173	Silo	LT C	3	3	4	
2022-067/112	177	Silo	LT C	3	3	7	
2022-067/113	161	Silo	LT C	3	3	8	
2022-067/123	131	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/127	182	Silo	LT C	3	3	Non livré	
2022-067/129	160	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/139	154	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/146	153	Silo	LT C	3	3	3	
2022-067/148	159	Silo	Lt C	3	3	5	
2022-067/150	20	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/153	44	Silo	LT C	3	3	Non livré	
2022-067/157	145	Silo	LT C	3	3	3	
2022-067/161	48	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/162	113	silo	LT C	3	3	5	
2022-067/164	43	Silo	LT C	3	3	7	
2022-067/181	4	Silo	LT C	3	3	11	
2022-067/182	24	Silo	LT C	3	3	11	
2022-067/187	114	Silo	LT C	3	3	11	
2022-067/189	118	Silo	LT C	3	3	1	
2022-067/190	157	Silo	LT C	3	3	11	
2022-067/195	150	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/197	122	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/199	121	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/200	119	Silo	LT C	3	3	7	
2022-067/201	152	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/202	151	Silo	LT C	3	3	2	
2022-067/204	8	Silo	LT C	3	3	6	
2022-067/206	120	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/219	1	Silo	LT C	3	3	3	
2022-067/220	6	Silo	LT C	3	3	7	
2022-067/221	7	Silo	Lt C	3	3	5	
2022-067/228	294	Silo	LT C	3	3	6	
2022-067/230	300	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/234	292	Silo	LT C	3	3	10	
2022-067/249	32	Silo	LT C	3	3	5	
2022-067/403	430	Silo	LT C	3	3	1	
2022-067/067	128	Silo	Lt B/C	3	3	6	
Total Problématique 3 ; Informations d'ordre environnemental						391	

Fig. 2 - Tableau de description synthétique des prélèvements sélectionnés pour la problématique n°3 (contextes n°3), description des structures de provenance et comptages.

2022-067/209	67	trou de poteau	Lt C	5	4	30	3
2022-067/251	65	trou de poteau	Lt C	5	4	51	6
2022-067/262	325	trou de poteau	Lt B/C	5	4	10	
2022-067/264	317	trou de poteau	Lt B/C	5	4	31	
2022-067/266	333	trou de poteau	Lt B/C	5	4	11	
2022-067/267	316	trou de poteau	Lt B/C	5	4	28	
2022-067/275	256	trou de poteau	Lt B/C	5	4	30	7
2022-067/276	262	trou de poteau	Lt B/C	5	4	24	3
2022-067/278	264	trou de poteau	Lt B/C	5	4	7	2
2022-067/279	271	trou de poteau	Lt B/C	5	4	20	5
2022-067/306	354	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	15	
2022-067/307	356	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	10	
2022-067/332	398	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	20	
2022-067/335	393	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	Non livré	
2022-067/344	394	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	10	
2022-067/345	397	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	12	
2022-067/346	395	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	30	
2022-067/351	422	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	40	
2022-067/355	338	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	Non livré	
2022-067/358	371	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	12	
2022-067/359	369	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	21	
2022-067/362	423	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	10	
2022-067/363	363	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	10	
2022-067/364	367	trou de poteau	HaD-LT A	5	4	20	
Total Problématique 4 ; analyse de comblement de trous de poteau: information sur le bois d'oeuvre						452	26
Somme totale de fragments étudiés						1453	

Fig. 3 - Tableau de description synthétique des prélèvements sélectionnés pour la problématique n°4 (contextes n°5), description des structures de provenance et comptages.

n° plv	Structures (Faits)	Description / type attendu	Datation (estimée)	Contexte	Problématiques	Fragments observés
2022-067/137	168	Silo	Lt C	1 et 2	1	35
2022-067/047	37	Silo	Lt C	1 et 2	1	35
Total Problématique 1 ; Information sur le mode opératoire de torréfaction des graines : contextes n°2 et n°1						70

Fig. 4 - Tableau de description synthétique des prélèvements livrés en janvier 2025, description des structures de provenance et comptages. Ces deux prélèvements correspondent à la problématique n°1 (contextes n°2 et n°1). Les résultats et interprétations sont présentés en Annexe 9.

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 ».

Quelques exemples de calcul ont été réalisés sur les prélèvements les plus diversifiés (Fig. 5 et 6).

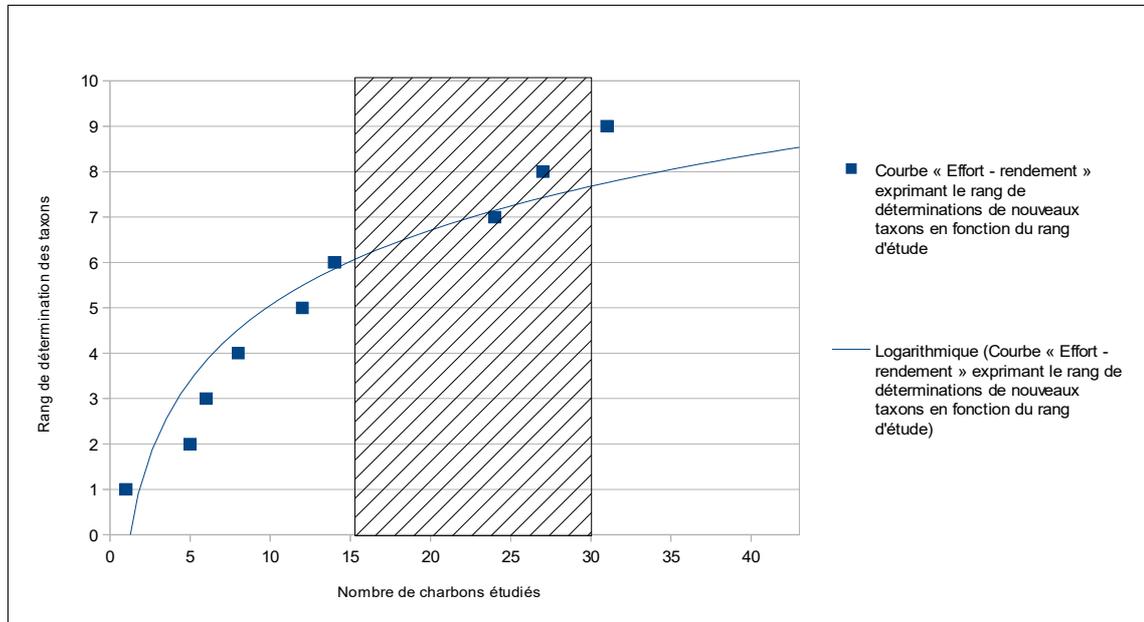


Fig. 5 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°168 du fait F167 (silo). Dans cet exemple, le neuvième taxon détecté (*Euonymus europaeus*) a été observé au 31e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 15 et 30 charbons.

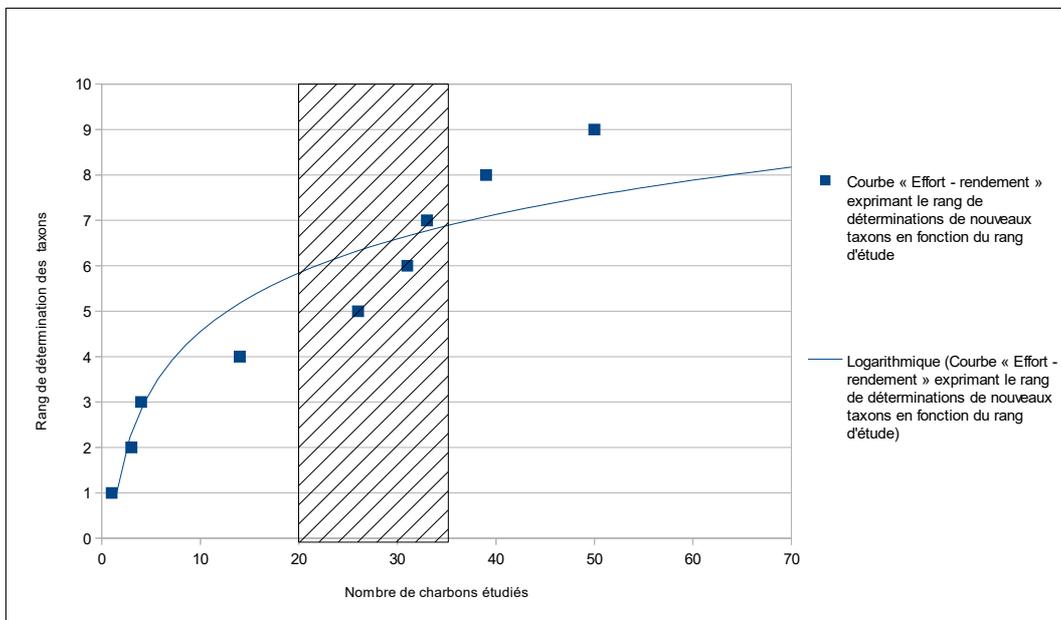


Fig. 6 – Courbe effort-rendement obtenue pour le prélèvement n°241 du fait F102 (silo). Dans cet exemple, le neuvième taxon détecté (*Salix sp.*) a été observé au 50e rang et le seuil « d'effort - rendement » se situerait entre 20 et 35 charbons.

Pour l'exemple du prélèvement n°168 (Fait F167), neuf taxons ont été identifiés lors de l'étude des 41 charbons. La courbe effort-rendement montre un seuil situé entre 15 et 30 fragments (Fig. 5). Pour le prélèvement n°241 (Fait F102), le seuil « d'effort – rendement » se situerait entre 20 et 35 fragments (Fig. 6). Toutefois, compte tenu de la faible diversité taxonomique et des faibles effectifs étudiés dans la plupart des prélèvements, ces courbes ne sont pas très démonstratives.

Les indicateurs calculés à partir des courbes « effort-rendement » sont basés sur la diversité taxonomique, or en plus des identifications nous avons aussi procédé à des observations permettant de préciser la nature des ensembles anthracologiques : estimations des calibres, types de combustion, traces de découpes, de xylophages, etc... Les courbes « effort-rendement » étant basées exclusivement sur la diversité taxonomique, nous n'avons donc pas jugé judicieux de nous baser uniquement 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 (l'analyse était particulièrement fournie avec un peu plus de 120 prélèvements), nous avons choisi d'étudier les prélèvements de façon la plus exhaustive possible, avec souvent une dizaine de fragments par échantillon, mais parfois aussi en poussant les observations à environ 15 à 30 fragments, voire davantage lorsque cela était 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. 7 - 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.

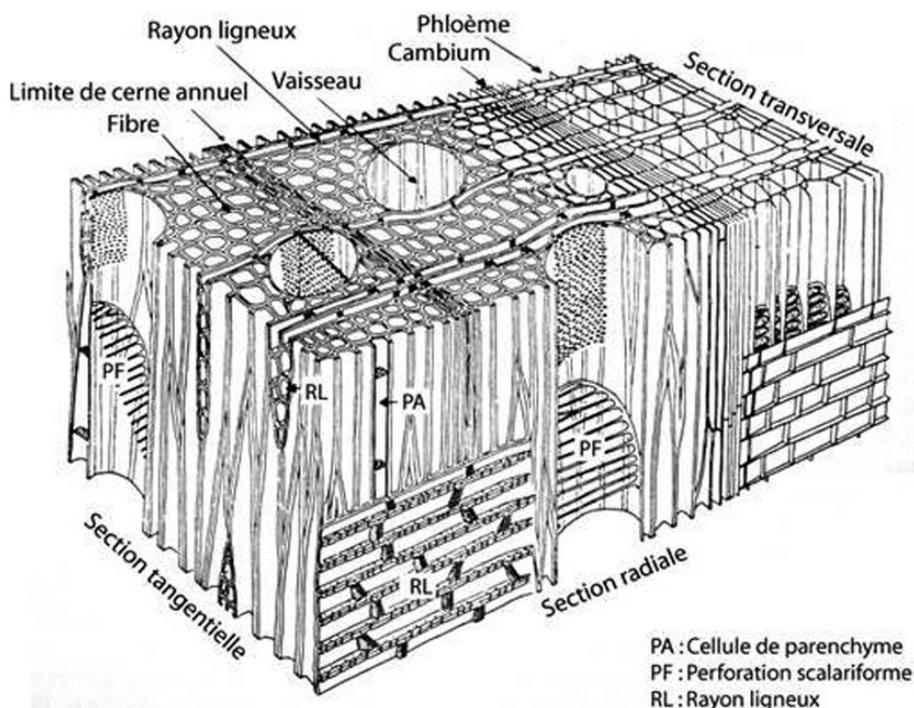


Fig. 8 - Schéma présentant les différents plans anatomiques du bois d'angiosperme.

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 :

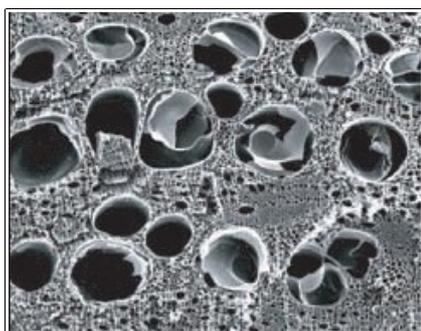
- **l'allure des limites de cernes** (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe, (cf. chapitre 2.3. sur les observations macroscopiques)), pour estimer la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses.

- **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**

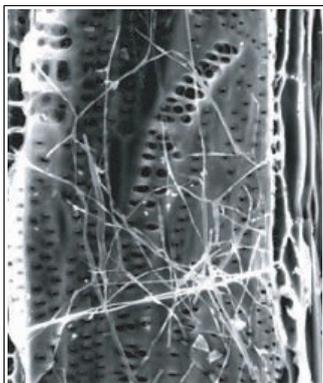
Les thylles ou extensions de cellules parenchymateuses vont venir combler les cavités cellulaires des vaisseaux dans le duramen (ou bois de cœur des arbres). En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne 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. 9 – 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.

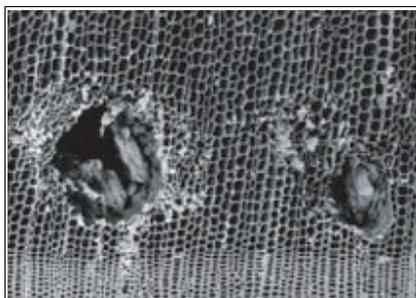
Fig. 10 – Hyphes de champignons dans un vaisseau de charbon de chêne (Marguerie et al., 2010).

- 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. 11 – 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. 12 – 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.

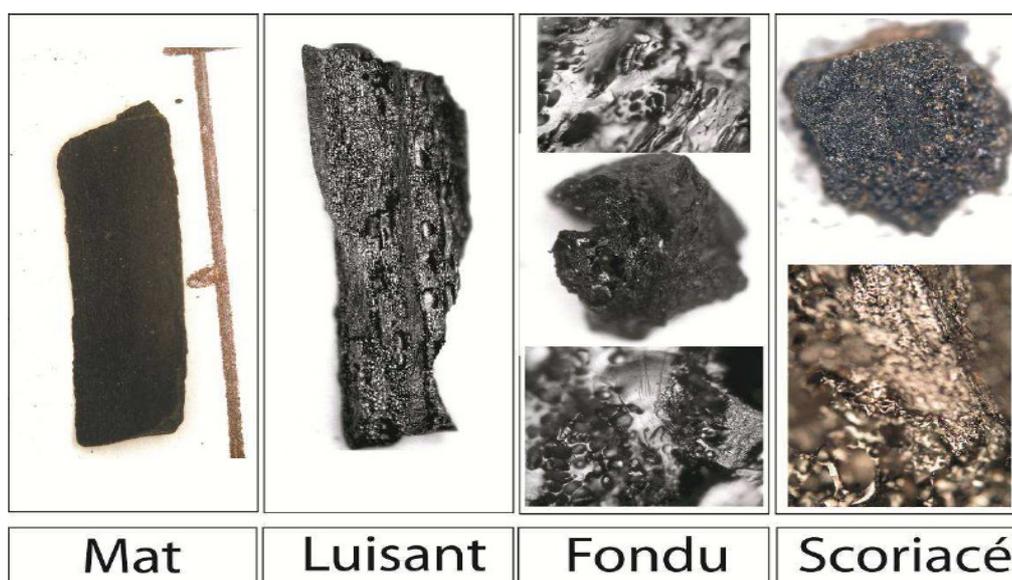
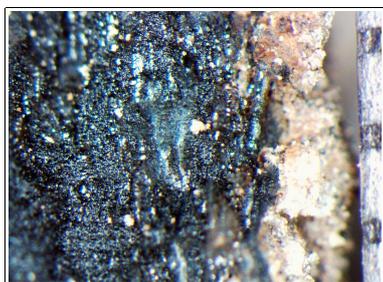


Fig. 13 – Les quatre degrés de vitrification observés dans les prélèvements anthracologiques (extrait de Oilic, 2011).

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. 14) a donc parfois été utilisé.

Fig. 14 – 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.

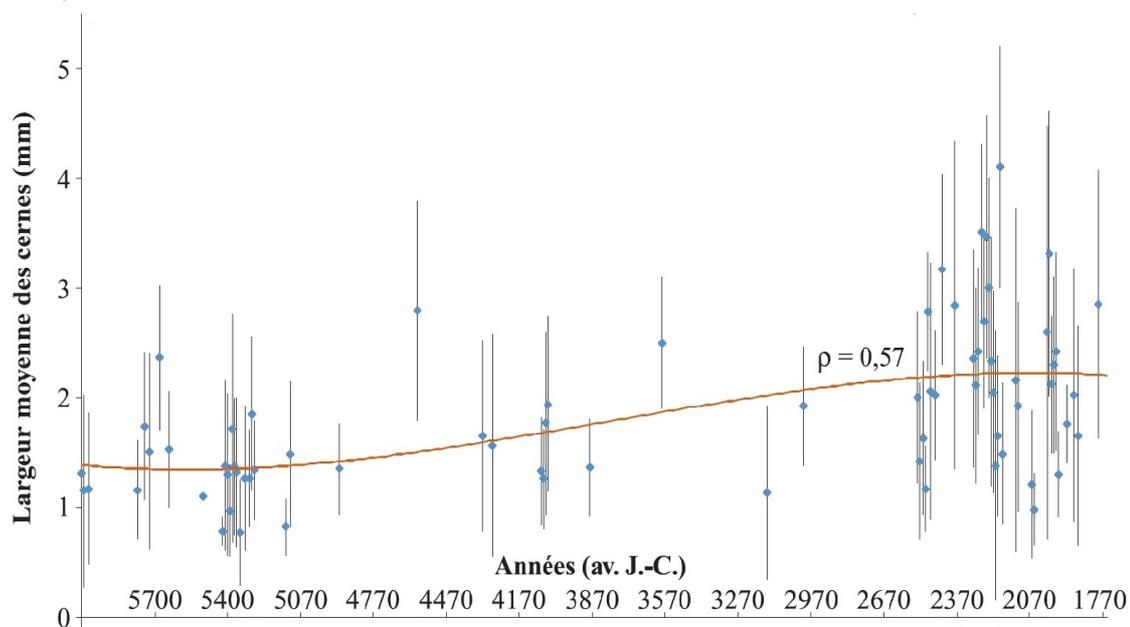


Fig. 15 – Graphique exprimant des largeurs moyennes de cerne en fonction du temps pour des études de l'ouest de la France (Marguerie *et al.*, 2010).

Le graphique ci-dessus exprime des largeurs moyennes de cerne entre le Néolithique et l'Antiquité (Fig. 53). 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. 16). 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.

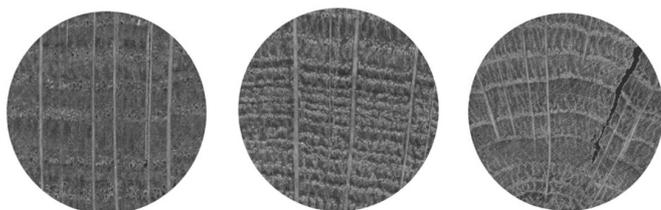


Fig. 16 – Les trois catégories des courbures de cerne annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

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

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

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

Selon N. Marcoux (2009), la capture est à effectuer sur la partie la plus externe du charbon de façon à estimer au mieux son calibre. Deux droites correspondant à des rayons ligneux sont dessinées : d1 et d2 (Fig. 17). Si la marge extérieure du charbon suit la courbure des cernes, une droite d est tracée entre les points de croisement des droites d1 et d2 et la bordure du charbon. La distance d et l'angle a formé par les deux droites d1 et d2 sont les données utilisées dans le calcul trigonométrique basé sur le sinus (Fig. 17).

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

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

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

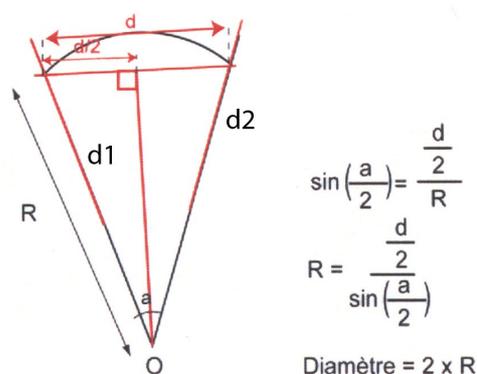


Fig. 17 : calculs trigonométriques pour la détermination des calibres des bois à partir du sinus de l'angle (Paradis S., 2007).

Par la suite, c'est la fréquence des effectifs des rayons obtenus qui va permettre d'estimer le rayon des arbres utilisés. En toute logique, les charbons les plus à l'extérieur (et donc avec les plus fortes positions radiales calculées) sont aussi les plus nombreux. (Cf. Fig. 18, principe des histogrammes de fréquences, selon Dufraisse *et al.*, 2011). Le rayon de l'arbre pourra ainsi être estimé en prenant la classe de diamètre maximale.

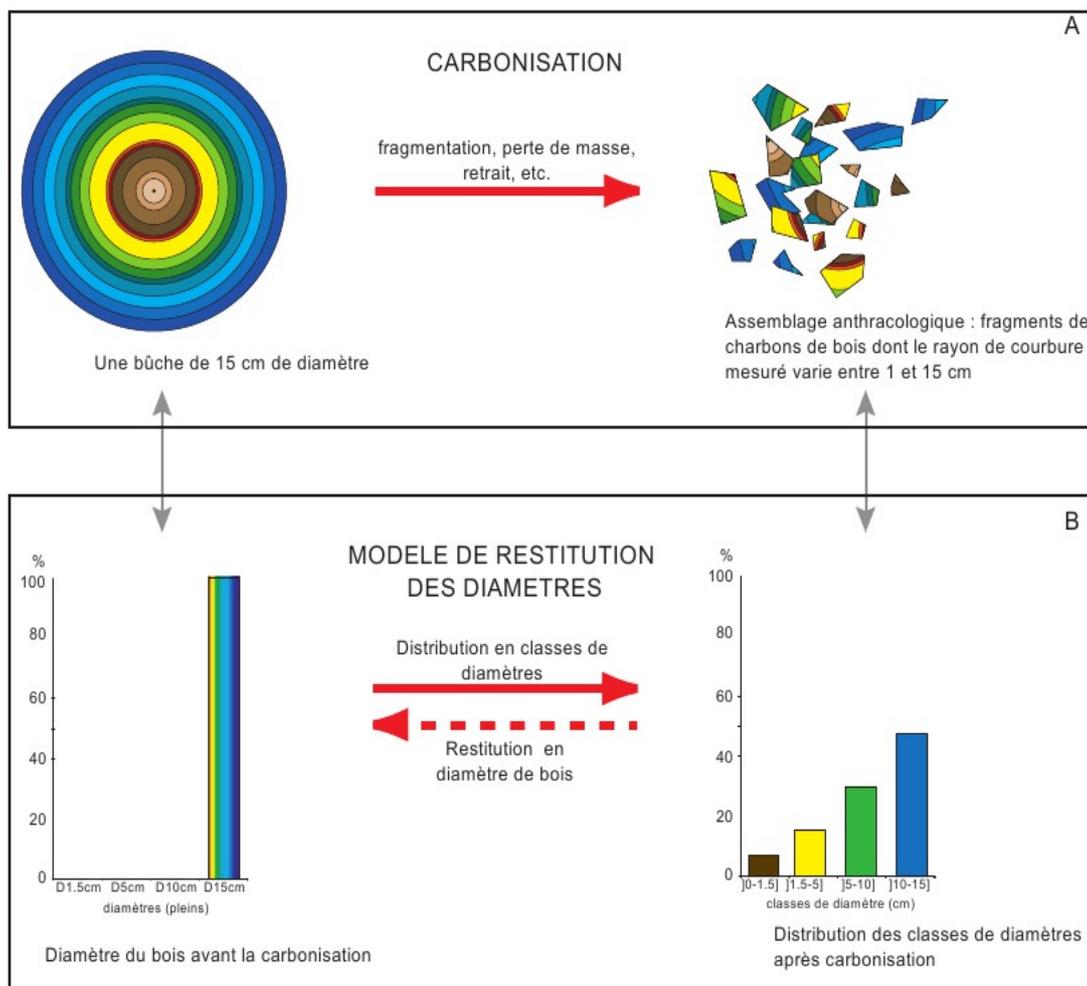


Fig. 18 – Principe du modèle de restitution des diamètres de bois (extrait de Dufraisse *et al.*, 2011).

Remarque : Dans le cadre de cette étude, une majorité de fragments provient de bois de petit calibre et il a parfois été possible d'identifier le centre de la tige (moelle). Dans ce cas, nous avons directement mesuré le rayon du fragment dans sa longueur maximale.

2.5. 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, graine carbonisée), 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 de tableaux et placés en Annexe.

Pour chaque échantillon, nous proposons un tableau de synthèse par taxon, avec différents critères dendrologiques (type de courbure de cerne, rythme de croissance, type de combustion) et indice de priorité pour des datations radiocarbone.

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

L'étude a permis de déterminer quinze à dix-sept taxons anthracologiques (un taxon correspond parfois à plusieurs essences possibles). 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 et les caractéristiques « techniques » des taxons identifiés peut cependant apporter quelques éléments d'interprétation (Rameau *et al.*, 1989) :

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

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

Remarque sur la détection du châtaignier :

La présence du châtaignier (*Castanea sp.*) sur le site reste très hypothétique (sa diffusion dans le nord de la France est généralement antique), 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.

- Des fragments de **frêne** (*Fraxinus sp.*) ont régulièrement été identifiés. 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 combustible car c'est un bois dense (570 kg / m³) avec un pouvoir calorifique important et générant une combustion lente.

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

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

- **Le charme** (*Carpinus sp.*) est une essence de demi-ombre ou d'ombre que l'on retrouve plutôt sur les sols à richesse minérale variable : sols de pH basique à moyennement acide. Il apprécie les sols profonds secs à frais. C'est une espèce qui a besoin d'étés chauds pour la maturation des graines. On le trouve partout en France, sauf dans le Sud-Ouest, en Bretagne et Basse-Normandie et sur le pourtour méditerranéen. Il est fréquemment associé aux forêts collinéennes (*Carpinion betuli*) et chênaies mixtes, aux bois, aux haies. Il fournit un bois homogène à densité élevée, très dur et peu fissible. Plante astringente, c'est un excellent bois de chauffage, brûlant lentement avec une flamme vive. C'est un très bon charbon de bois. Il a potentiellement une durée de vie d'environ 150 - 200 ans (Rameau *et al.* 2008).

Remarque : Quelques charbons n'ont pu être différenciés entre le noisetier et le charme (*Corylus avellana* / *Carpinus betulus*).

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

- **Les Pomoïdeae ou Maloïdeae** (ex. aubépine, poirier, néflier, alisier, cormier) et les **Prunoïdeés** 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 Pomoïdeés 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.

- Quelques charbons ont été identifiés comme appartenant au **genre Rosa**. Il s'agit probablement d'une forme d'églantier ou de rosier sauvage (ex. *Rosa canina*). Au regard du petit calibre des bois, sa présence correspond probablement à une collecte opportuniste dans le cadre d'un ramassage de « tout venant », en vue d'alimenter une combustion.

Notons que les fruits de l'églantier (cynorrhodons) sont comestibles, ils ont des propriétés diurétiques, astringentes et antiscorbutiques (très riches en vitamines C). (Rameau et al., 1989).



Fig. 19 Fragment du genre Rosa (ex. *Rosa Canina*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x43 Prélèvement n°340 (F406). L'échelle représente des millimètres.

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

- Le **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.



Fig. 20 – Représentation du noisetier (*Corylus avellana*), extrait de l'encyclopédie Larousse.

- Le **saule** (*Salix sp.*), le **peuplier** (*Populus sp.*) et l'**aulne** (*Alnus 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.

Remarque : Le saule et le peuplier sont assez proches anatomiquement parlant. La distinction n'a donc pas toujours été possible, d'où le taxon « saule/peuplier » (*Salix sp.* / *Populus sp.*) pour certains charbons.

- **La bourdaine** (*Frangula alnus*) est un arbuste vivant le plus souvent dans des secteurs humides à mésophiles, tels que les prairies humides, haies, lisières forestières et boisements humides. On le retrouve souvent associé à l'aulne, saule, mais aussi dans des fruticées (associé aux prunelliers) et les landes humides.

3. RESULTATS D'ANALYSE ET INTERPRÉTATION

3.1. Problématique n°1 : Obtenir des informations sur la chaîne opératoire de traitement des grains de céréale. Analyses de prélèvements charbonneux associés à des graines carbonisées (contextes de prélèvement n°2 et n°4).

Les ensembles charbonneux analysés dans cette partie étaient systématiquement associés à des graines carbonisées.

Ces prélèvements correspondent à la fois à des comblements de trous de poteau, de silos, mais aussi à différentes périodes : Hallstatt / La Tène A, La Tène C, La Tène B/C et deux prélèvements probablement gallo-romains.

Les contextes de prélèvements n°2 sont décrits comme des « silos avec graines torréfiées et souvent avec des concentrations charbonneuses plutôt faibles ». Les contextes de prélèvement n° 4 correspondent à des « trous de poteau avec des graines et des charbons ».

3.1.1. Prélèvements avec graines provenant de trous de poteau probablement Gallo-Romain

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
2022-067/272	Quercus/Castanea	8	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
2022-067/273	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Quercus/Castanea	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	18	0	3	11	2	0	0	0	0	0	0	1
		40	0	3	14	2	0	0	0	0	0	1	1

Fig. 21 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les différents prélèvements de trous de poteau gallo-romains.

b. Interprétations

L'analyse des deux prélèvements associés aux Faits 329 et 328 (« structures de type trou de poteau ») a permis l'observation de 40 charbons. Il s'agit exclusivement de chêne (*Quercus sp.*) et chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*) (Fig. 21).

Notons que l'hypothèse de la présence du châtaigner est peu probable. Le taxon anthracologique « chêne-châtaigner » est surtout lié à la difficulté de distinguer le chêne du châtaigner pour les petits fragments (cf. note à ce sujet chapitre 2.6.).

L'observation des courbures de cerne montre essentiellement des charbons de forte courbure de cerne, indice d'une utilisation de bois de petit calibre (petites branches). Ce constat est peu compatible avec l'hypothèse de restes de poteau. Notons qu'aucun charbon d'aspect luisant, indice d'une combustion anaérobie, n'a été observé. Ce sont donc probablement des fragments en position de rejets de combustions « ouvertes » (ex. foyers).

3.1.2. Prélèvement avec graines provenant d'un trou de poteau daté de La Tène B/C

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion			
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud
2022-067/263	<i>Fagus sylvatica</i>	8	0	0	8	0	0	0	3	0	0	0
	<i>Quercus/Castanea</i>	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Quercus sp.</i>	4	0	1	2	0	1	0	1	0	0	0
		15	0	1	11	0	1	0	5	0	0	0

Fig. 22 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°263 (Fait 322) (structure de type « trou de poteau »).

b. Interprétations

Une quinzaine de charbons a été observée à l'intérieur du prélèvement n° 263 (Fait 322, structure de type « trou de poteau »).

Les charbons correspondent à du chêne, chêne-châtaigner (*Quercus sp.* / *Castanea sp.*) et du hêtre (*Fagus sylvatica*). Les observations de courbures de cerne indiquent des fragments provenant de bois de petit calibre (petites branches).

L'observation de fragments de forte courbure de cerne et d'au moins deux taxons vont plutôt à l'encontre de l'hypothèse de restes de poteau. Il s'agit vraisemblablement de rejets de combustions. Le chêne et le hêtre sont d'ailleurs de bons combustibles. Notons quelques fragments d'aspect luisant, ils pourraient correspondre à des charbons de fond de foyer (combustions anaérobies).

3.1.3. Prélèvements avec graines provenant de comblements de silos datés de La Tène C (contextes de prélèvement n°2)

a. Résultats

330 fragments correspondant à 21 prélèvements associés à des graines carbonisées et provenant de comblements de silos datés de La Tène C ont été analysés.

Le détail des résultats est présenté en Annexe (chapitre 8.1. , Fig. 76). Le tableau ci-dessous résume les résultats d'analyses par taxon et pour l'ensemble de ces 21 prélèvements.

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Acer sp.	10	0	3	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Alnus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sp.	10	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carpinus betulus	8	0	1	7	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Corylus avellana	24	0	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Euonymus europ.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	15	0	3	8	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Frag. de brindille	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Frag. écorce	6	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Frangula alnus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Graine (Céréale)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	12	0	0	4	0	0	0	1	2	0	5	0	0
Pomoidée	16	0	3	11	0	0	0	1	2	0	0	0	1
Prunus sp.	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	93	0	8	32	0	0	4	12	8	0	3	1	3
Quercus sp.	96	1	28	40	21	8	1	9	3	0	0	5	3
Salix/Populus	9	0	1	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Salix sp.	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	330	1	49	143	21	8	5	28	17	0	10	6	19

Fig. 23 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour l'ensemble des prélèvements charbonneux associant des graines carbonisées et collectés à l'intérieur des comblements des structures de type « silo » (contexte n°2) datés de La Tène C.

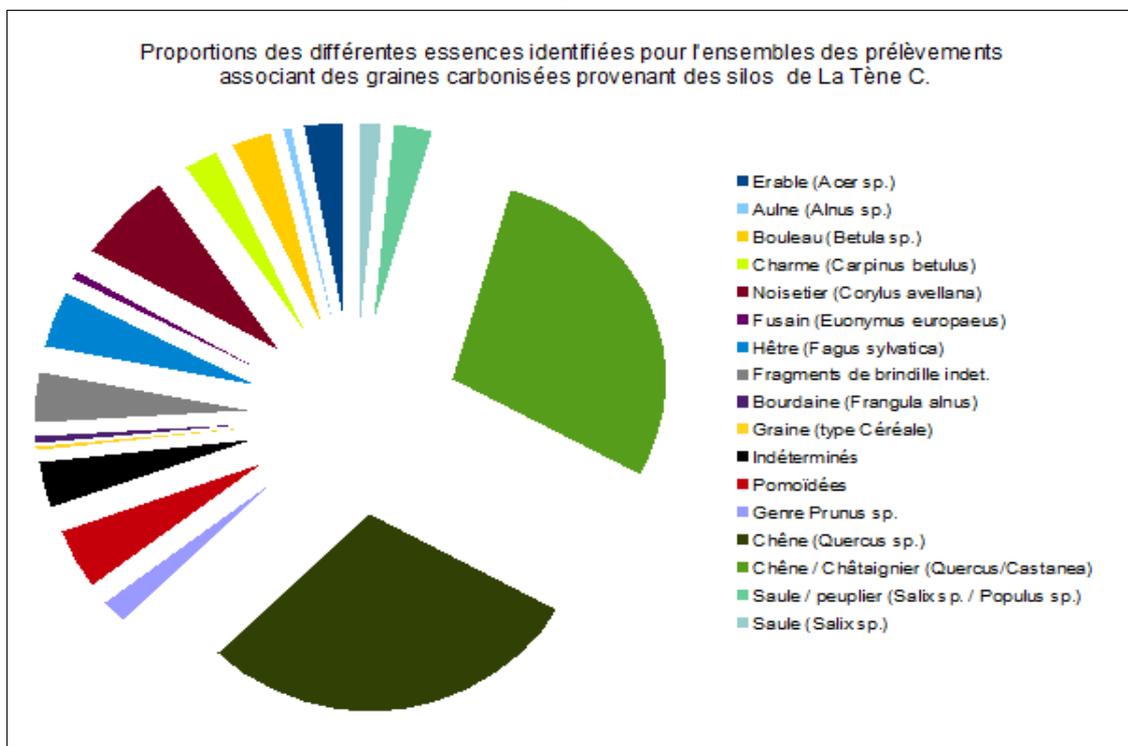
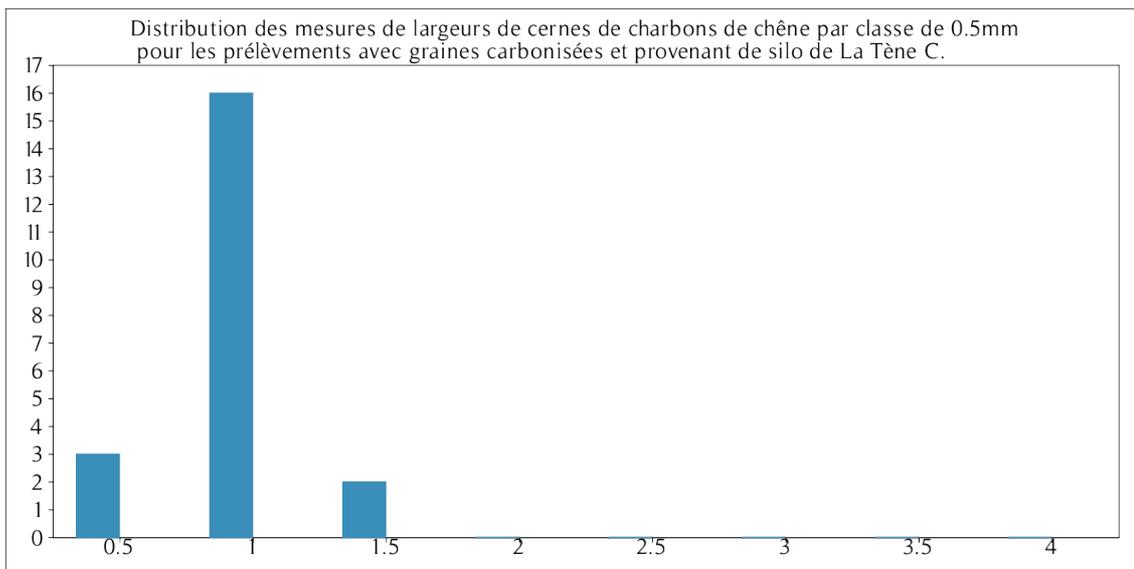


Fig. 24 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour l'ensemble des prélèvements associant des graines carbonisées, provenant des comblements de silos de la période de La Tène C (contexte n°2), sous la forme d'un « camembert éclaté ».



Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	21	71	0,87	0,35	0,07	1,5

Fig. 25 - Histogramme et tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire (effectifs en ordonnée et largeurs de cernes en abscisse) pour l'ensemble des prélèvements associant des graines carbonisées et provenant de comblement de silos datés de La Tène C (contexte n°2).

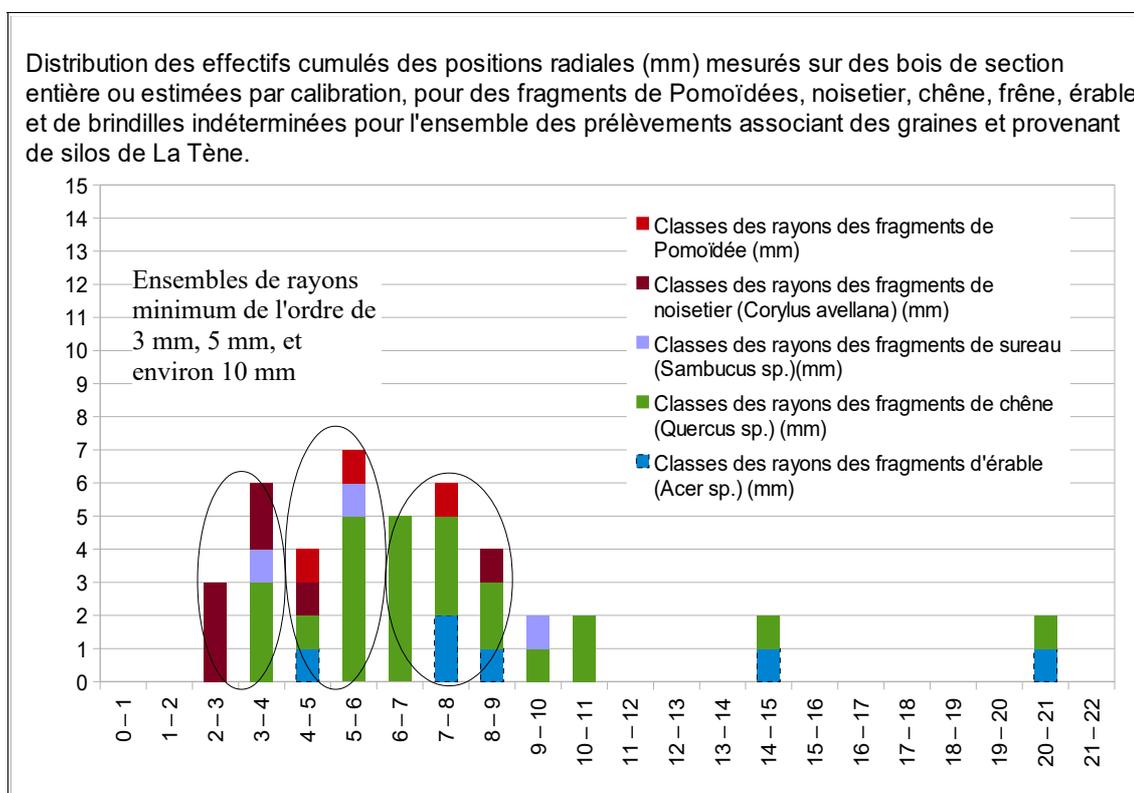


Fig. 26 - Distribution des rayons mesurés ou des positions radiales calculées pour les fragments de Pomoïdée, noisetier, chêne, hêtre, érable par classe de 1 mm pour l'ensemble des prélèvements associés à des graines carbonisées et provenant des silos de La Tène C (contexte n° 2).

b. Interprétations

330 charbons ont été observés pour les 21 prélèvements en provenance des comblements silos. Exception faite de deux prélèvements (n° 120 et n° 198), l'étude de l'ensemble des lots permet de détecter plusieurs essences à la fois (cf résultats détaillés par prélèvement, Fig. 76).

L'analyse globale révéla une composition anthracologique diversifiée avec douze à quatorze taxons anthracologiques identifiés (Fig. 23 et 24). Par ordre d'importance, on constate des fragments de chêne, chêne-châtaignier (*Quercus sp. / Castanea sp.*) (en forte proportion avec plus de 50%), de noisetier (*Corylus avellana*), de Pomoidée, de hêtre (*Fagus sylvatica*), de saule, saule/peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*), d'érable (*Acer sp.*), de bouleau (*Betula sp.*) et dans une moindre mesure quelques charbons de charme (*Carpinus sp.*) du genre *Prunus*, bourdaine (*Frangula alnus*), fusain (*Euonymus europaeus*), aulne (*Alnus sp.*). Quelques brindilles de quelques millimètres de diamètre n'ont pu être déterminées (Fig. 23 et 24).

Une proportion importante des charbons montre de fortes courbures de cerne (environ les trois quarts des charbons mesurés, Fig. 23). L'ensemble anthracologique provient donc essentiellement de bois de petit calibre. De façon globale ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui ont été utilisés.

Des calculs de calibration réalisés sur une cinquantaine de fragments de diverses essences ont permis d'estimer des rayons minimum compris entre 3 et 20 mm environ (Fig. 26). Notons toutefois que la petite taille (rarement plus de quelques millimètre) de la plupart des fragments permet difficilement de calculer les positions radiales. La calibration sous-évalue probablement le calibre de certains fragments, notamment car il est difficile d'évaluer l'angle entre deux rayons pour les petits fragments (cf. chapitre 2.4.).

En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate assez peu de fragments montrant des aspects luisants (19%) ou fendus (10%).

L'hypothèse de charbons issus de combustions en contexte ouvert (ex. foyer) est donc la plus probable. Les aspects luisants observés sur certains charbons relèvent probablement d'effets localisés, peut-être en fond de foyer. Le petit calibre des bois est un autre facteur ayant pu favoriser le phénomène sur certains charbons (Oilic, 2011).

De plus, la faible fréquence des charbons montrant des fentes de retrait caractérise un bois brûlé à l'état sec (non vert).

Afin de caractériser le type de ramassage, un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur l'ensemble des compositions anthracologiques. Notons que les charbons de chêne, chêne-châtaignier et saule, saule/peuplier ont été rassemblés. Le calcul a donc été réalisé sur la base de douze taxons anthracologiques (Fig. 41).

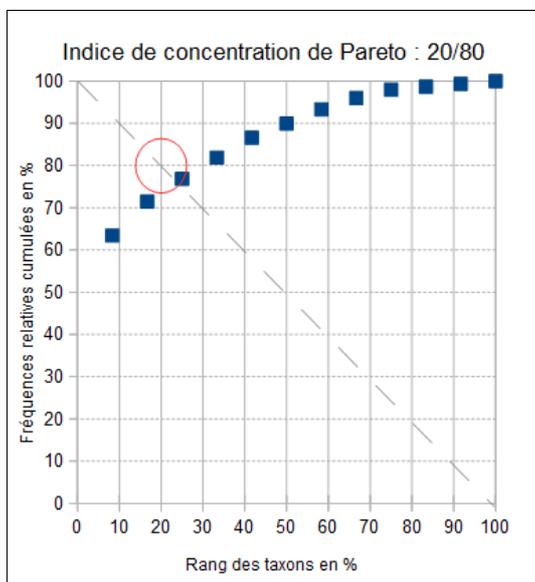


Fig. 27 - Indice de concentration de Pareto pour l'ensemble des prélèvements charbonneux associés à des graines à l'intérieur des silos de La Tène C .

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

Le graphique obtenu montre que le rapport d'équilibre est assez proche de celui attendu en théorie dans la nature (Fig. 27).

Si l'on en croit cet indice, les compositions anthracologiques seraient probablement issues de ramassages de « tout venant », peu sélectifs, ce qui serait plutôt à rapprocher des usages domestiques.

Remarques :

- Il faut considérer cette interprétation avec précaution car le résultat est peut-être lié au mode de calcul basé sur la somme des 21 prélèvements. Néanmoins, l'observation presque systématique de plusieurs taxons à la fois, dans presque tous les prélèvements (Fig. 76), tendrait à confirmer l'hypothèse de ramassages de « tout venant »,
- de plus, la détection d'essences de combustibilité assez médiocre (fragments d'écorces, de graines, de brindilles, de saule/peuplier, bourdaine, noisetier) renforce aussi cette hypothèse.

Les essences identifiées telles que le chêne, le hêtre, l'érable, le charme voire les Pomoidées sont d'excellents combustibles. Ces essences de bois denses génèrent des braises livrant beaucoup d'énergie et dans la durée. Ce sont là des caractéristiques techniques qui ont vraisemblablement été recherchées dans le cadre de combustions. L'hypothèse de restes de combustibles pouvant générer des braises dans le cadre d'activités de traitement des graines (torréfaction?) est

probable, mais dans le même temps il ne semble pas y avoir eu de sélection d'essences particulières.

Les essences de bois denses sont bien représentées. Notons que ces bois peuvent être difficiles à enflammer d'où l'intérêt de les associer à du bois de petit calibre (une partie des fragments de forte courbure de cerne proviennent probablement de petites branches) ou des essences de bois tendres telles que le noisetier, bouleau, saule, saule/peuplier.

Au niveau paléoenvironnemental, des mesures de largeurs de cerne ont été réalisées sur une vingtaine de fragments de chêne. Ces mesures ont permis de calculer des moyennes de l'ordre de 0,9 mm / an. Ce résultat est caractéristique de contextes de croissance difficiles, probablement des boisements denses et/ou des contextes abiotiques contraignants comme des sols pauvres, hydromorphes, ou une mauvaise exposition.

La détection à la fois du saule, saule/peuplier, bourdaine, voire du noisetier et du bouleau montre un approvisionnement dans des boisements humides.

3.1.4. Prélèvements avec graines provenant de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (contextes de prélèvement n°4)

Six prélèvements provenant des comblements de trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A ont été analysés. Tous ces prélèvements charbonneux étaient associés à des graines carbonisées.

Le détail des résultats d'analyse pour chacun des six prélèvements est accessible en Annexe (Chap. 8.2. , Fig. 77).

Les tableaux ci-dessous synthétisent les résultats des six prélèvements. Aucun ensemble anthracologique n'était monospécifique.

a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié		Fendu / Luisant / noeud
Alnus/Corylus	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Alnus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sp.	7	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0
Corylus avellana	9	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0
Fagus sylvatica	15	0	3	6	0	0	0	0	1	0	0	0
ag. de brindille indéterminé	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Indéterminé	11	0	0	2	0	0	0	0	1	0	3	0
Pomoidée	6	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	4	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	40	0	3	9	0	0	2	5	0	0	0	1
Quercus sp.	33	0	16	3	13	0	3	4	0	0	0	5
Rosaceae / Rosoideae	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	134	0	28	33	13	0	5	12	3	0	4	6

Fig. 28 – Tableau synthétique des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour l'ensemble des six prélèvements charbonneux associant des graines carbonisées et collectés à l'intérieur des comblements des structures de type « trou de poteau » attribués à la période Hallstatt D (contexte n°4).

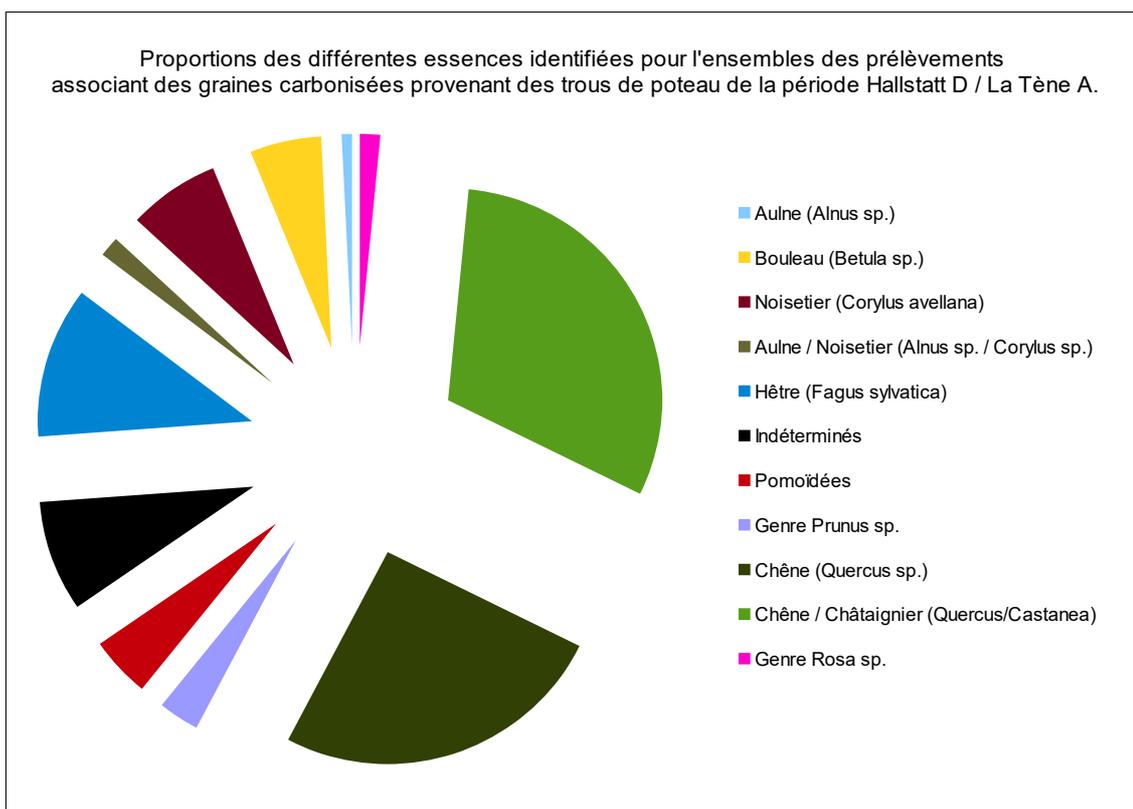


Fig. 29 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour l'ensemble des prélèvements associant des graines carbonisées provenant des trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A (contexte n°4), sous la forme d'un « camembert éclaté ».

Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
2022-067/357	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	7	25	0,68	0,39	0,45	1,55
2022-067/340	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	3	5	1,45	0,11	1,38	1,57
2022-067/339	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	1	3	0,51	0	0,51	0,51
2022-067/308	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	2	6	0,75	0,21	0,6	0,9

Fig. 30 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire (effectifs en ordonnée et largeurs de cernes en abscisse) pour quatre des six prélèvements provenant des complements de trou de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (contexte n°4).

b. Interprétations

Les six prélèvements ont été réalisés à l'intérieur de comblements de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A. Les analyses révélèrent systématiquement des ensembles anthracologiques composés de plusieurs essences (Fig. 77). De plus, l'observation des courbures de cerne montra des fragments provenant de bois de petit et moyen calibre. Il s'agit donc vraisemblablement de restes de combustibles et non de poteaux.

L'analyse de l'ensemble des prélèvements montre une composition anthracologique assez diversifiée avec huit à dix essences identifiées (Fig. 28 et 29). Par ordre d'importance, on constate des fragments de chêne (*Quercus sp.*) / chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castanea sp.*), de hêtre (*Fagus sylvatica*) et dans une moindre mesure de noisetier (*Corylus avellana*), de bouleau (*Betula sp.*), de Pomoidée, de *Prunus sp.*, d'aulne (*Alnus sp.*) et d'églantier (*Rosa sp.*).

L'ensemble est composé exclusivement par des fragments provenant de bois de petit à moyen calibre (Fig. 28). De façon globale ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui semblent avoir été utilisés, exception faite du chêne où ce sont des bois de moyen calibre (courbures de cerne intermédiaires) qui ont plutôt été employés.

En ce qui concerne l'aspect des charbons, assez peu de fragments montrent des aspects luisants (14%) ou fendus (9%) (Fig. 28). L'hypothèse de rejets de combustions ouvertes est donc la plus probable. Le faible nombre de charbons avec des fentes de retrait caractérise un bois brûlé à l'état sec.

Au niveau paléoenvironnemental, les moyennes de largeurs de cerne calculées sur quatre des six prélèvements montrent des valeurs comprises entre 0,5 mm / an et 1,5 mm / an. Ces résultats indiquent des contextes de croissance difficiles probablement une chênaie dense.

Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur la composition anthracologique de l'ensemble des six prélèvements (Fig. 31).

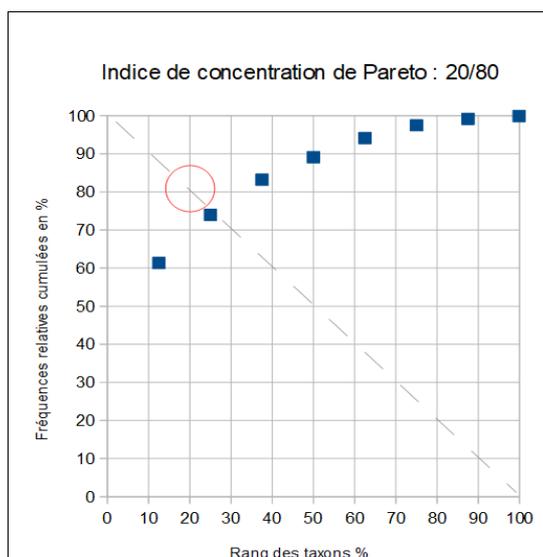


Fig. 31 - Indice de concentration de Pareto. Le calcul a été effectué sur les effectifs de huit taxons anthracologiques. Les effectifs des charbons de chêne, chêne-châtaignier et noisetier, aulne/noisetier ont été regroupés.

Le graphique exprimant l'indice de concentration de Pareto montre que les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas tout à fait 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 dans le cas ci-présent, 20% des taxons correspondent à un peu moins de 70% de la biomasse). Cette différence pourrait s'expliquer par un problème de représentativité des effectifs étudiés (insuffisants) mais peut-être aussi par des ramassages sélectifs pour alimenter certains types de combustion (ex. combustions plus ou moins vives...) ou peut être aussi pour d'autres usages (ex. restes de bois de construction, clayonnages...) (Fig. 31). On remarque notamment que les proportions de certaines essences de bois tendre (noisetier et bouleau) sont relativement importantes par rapport à ce qui est généralement constaté dans les assemblages de rejets de combustions.

Notons que les essences majoritairement représentées, le chêne, le hêtre, voire les Pomoïdées et le genre *Prunus* (ex. Prunellier) sont des bois denses ou lourds. Ils sont considérés comme de bons combustibles car ils génèrent beaucoup d'énergie dans la durée. Ce sont là des caractéristiques qui ont pu être recherchées, potentiellement dans le cadre d'activités de traitement (torréfaction) de céréales mais aussi dans le cadre des activités domestiques...

L'hypothèse de restes de bois d'œuvre ne peut être écartée dans certains cas. La prépondérance des fragments de chêne de courbure de cerne intermédiaire dans les prélèvements n° 357 et n° 340 pourrait être interprétée comme des restes de poteaux. La fréquence des charbons de noisetier, essence peu putrescible et souple, permet aussi d'évoquer la confection de clayonnages et de torchis.

3.2. Problématique n°2 : Obtenir des informations sur l'utilisation du combustible dans la vie quotidienne du site. Analyses de concentrations charbonneuses plutôt élevées et sans graines carbonisées (contextes de prélèvement n°1 et n°6).

Les ensembles charbonneux analysés dans ce chapitre proviennent de structures similaires à celles étudiées précédemment (silos datés de La Tène C et trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A) mais ne comprennent toutefois pas de graines carbonisées.

Les contextes de prélèvements n°1 sont décrits comme des « silos avec matériaux (céramique, os, scories et ect.) et des concentrations de charbons plutôt élevées », le contexte de prélèvement n° 6 à « une fosse avec charbons ».

3.2.1. Prélèvements sans graines provenant de complements de silos datés de La Tène C (contextes de prélèvement n°1)

Le détail des résultats d'analyse des six prélèvements est accessible en Annexe (Chap. 8.3. , Fig. 78).

Les tableaux ci-dessous synthétisent les résultats des six prélèvements.

a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	
Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alnus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Frag. écorce	1	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
Indéterminé	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0
Prunus sp.	14	0	2	11	0	0	0	3	0	0	2	0
Quercus/Castanea	19	0	2	7	0	0	0	0	0	0	1	2
Quercus sp.	27	0	10	7	7	0	0	1	0	0	0	1
	69	0	16	27	7	0	0	5	0	0	5	4

Fig. 32 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les six prélèvements charbonneux « sans graines carbonisées » et collectés à l'intérieur des complements des « silos » datés de La Tène C (contexte n°1).

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	7	20	0,97	0,22	0,54	1,15

Fig. 33 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire pour le prélèvement n°2022-067 / 116.

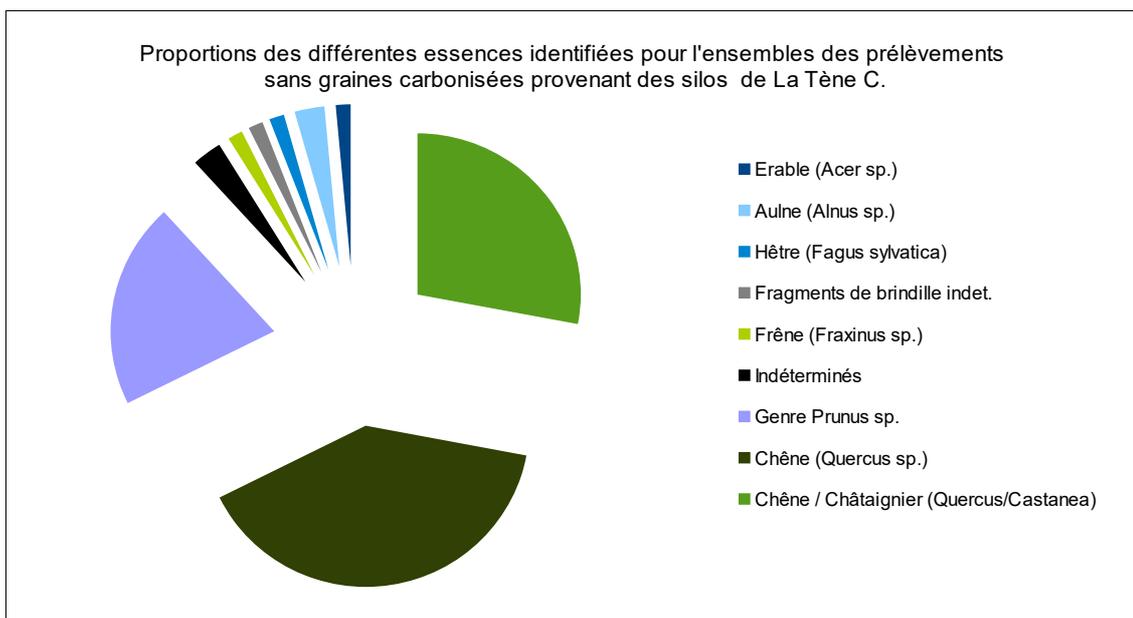


Fig. 34 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour l'ensemble des prélèvements, sans des graines carbonisées, provenant des comblements de silos de la période La Tène C (contexte n°1), sous la forme d'un « camembert éclaté ».

b. Interprétations

69 charbons ont été analysés pour les six prélèvements charbonneux, sans graines, provenant des comblements des silos de La Tène C.

Six à sept taxons anthracologiques ont été identifiés pour l'ensemble des six prélèvements. Il s'agit par ordre d'importance de charbons de chêne (*Quercus sp.*), chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*), du genre *Prunus* et plus ponctuellement de charbons d'aulne (*Alnus sp.*), de frêne (*Fraxinus sp.*) et d'érable (*Acer sp.*). Le chêne et chêne-châtaigner ont systématiquement été identifiés.

Les quelques fragments qui ont pu faire l'objet d'observations de courbures de cerne montrent des courbures « intermédiaires et fortes ». Les bois utilisés correspondent plutôt à des bois de « petit et moyen calibre », probablement des petites branches.

Le chêne, le genre *Prunus* (ex. prunellier, cerisier), le frêne, et les Pomoïdées sont considérés comme des bois denses ou semi-lourds. Ce sont donc de bons combustibles générant des braises qui durent longtemps. Le calibre relativement modeste des bois utilisés a probablement facilité l'allumage. L'aulne, identifié ponctuellement est un bois tendre et a pu être utilisé comme bois d'allumage.

Aucun charbon ne montre de fente de retrait, ce sont donc des bois « secs » qui ont été utilisés.

La proportion des charbons d'aspect luisant est aussi très faible, de l'ordre de 15% (10/69). Il est probable que le petit calibre des bois utilisés ait pu amorcer le phénomène de « vitrification » (Oilic, 2011) et l'aspect luisant de quelques charbons. Le phénomène a pu aussi affecter des charbons de « fond de foyer ». Les charbons sont donc probablement issus de combustions plutôt ouvertes, de type foyer.

Un calcul de l'indice de concentration de Pareto a été effectué sur la composition anthracologique globale des six prélèvements (Fig. 35).

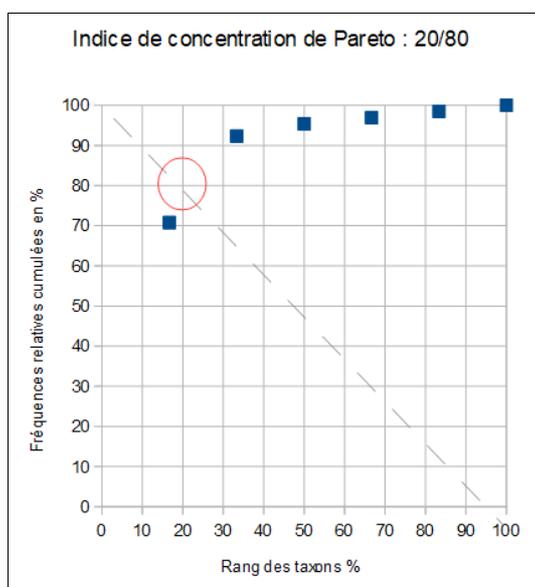


Fig. 35 – Indice de concentration de Pareto. Le calcul a été effectué sur les effectifs des six taxons identifiés (les taxons chêne et chêne-châtaigner ont été regroupés).

Même si la diversité anthracologique est assez faible (six taxons), le graphique montre que le rapport d'équilibre obtenu correspond bien à celui rencontré en théorie dans la nature (20% des taxons correspondant à environ 80% de la biomasse) (Fig. 35).

Si l'on en croit cet indice, les compositions anthracologiques seraient probablement issues de ramassages de « tout venant », peu sélectifs, ce qui serait plutôt à rapprocher d'usages domestiques. L'utilisation d'essences de combustibilité assez médiocre (fragments d'écorce, de brindilles, voire d'aulne et d'os) aurait aussi tendance à renforcer cette hypothèse.

Quelques mesures de largeurs de cerne ont été réalisées sur les charbons de chêne du prélèvement n°116. Elles ont permis de calculer une moyenne de l'ordre de 1 mm / an (Fig. 33). Ce résultat est caractéristique de contextes de croissance difficiles, probablement un boisement dense et/ou un contexte abiotique contraignant.

3.2.2. Prélèvements sans graines provenant de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (contextes de prélèvement n°6)

Un seul prélèvement (n°354) provient d'un comblement de trou de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A. Aucune graine d'y a été observée (contexte n°6).

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
	Pomoidée	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/354	Quercus sp.	12	0	5	3	4	1	0	2	1	0	0	0	4
		22	0	6	4	4	1	0	3	1	0	0	0	4

Fig. 36 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°2022-067 / 354 (Fait 337), ensemble charbonneux « sans graines carbonisées » (contexte n°6).

Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	4	8	1,1	0,35	0,7	1,55

Fig. 37 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire pour le prélèvement n°2022-067 / 354.

b. Interprétations

L'analyse révéla une composition anthracologique peu diversifiée avec seulement deux à trois taxons identifiés. Par ordre d'importance, on constate des fragments de chêne (*Quercus sp.*), chêne-châtaignier (*Quercus sp.- Castaneas sp.*) et de Pomoïdée (Fig. 36).

Il s'agit majoritairement de fragments de courbure de cerne forte et intermédiaire, probablement des petites branches.

Le calibre assez modeste des bois de provenance et la détection de plusieurs taxons accréditent l'hypothèse de restes de combustibles et non de poteau.

Quelques mesures de largeur de cerne ont permis de calculer une moyenne de l'ordre de 1 mm / an, ce qui est caractéristique de conditions de croissance en contexte difficile.

Au regard de ces quelques constatations, la composition anthracologique peut être rapprochée des ensembles charbonneux, associant des graines carbonisées, identifiés à l'intérieur des autres trous de poteau de la même période (cf. contextes de prélèvement n°4, chapitre 3.1.4.).

3.3. Problématique n°3 : Obtenir des informations sur le paysage boisé existant dans l'aire de ramassage. Analyses de prélèvements provenant de faibles concentrations charbonneuses (contextes de prélèvement n°3).

3.3.1. Prélèvements provenant de faibles concentrations charbonneuses collectés à l'intérieur de comblement de silos datés de La Tène C

64 prélèvements proviennent de faibles concentrations charbonneuses recueillies à l'intérieur de comblements de silos datés de La Tène C.

Compte tenu du faible nombre de fragments observés à l'intérieur de chaque prélèvement, il a été nécessaire d'interpréter les résultats obtenus dans leur globalité (Fig. 38).

L'analyse de ces charbons collectés de façon « épars » (à l'intérieur des comblements des nombreux silos) avait pour principal objectif de fournir des informations sur le paysage boisé existant dans l'aire de ramassage du site à partir de la période de La Tène C, mais aussi de comparer les résultats obtenus avec les prélèvements de contextes similaires avec (contextes n°2) ou sans graines (contextes n°1).

Le détail des résultats d'analyses par prélèvement est présenté en annexe (chapitre 8.4. , Fig. 79, Fig. 80 et Fig. 81).

a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Acer sp.	12	1	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Alnus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sp.	11	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Carpinus betulus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Corylus / Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	52	0	9	19	0	0	2	2	0	0	0	0	0
Frag. de brindille	15	0	0	6	0	0	1	0	1	0	0	5	0
Frag. écorce	13	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
Fraxinus sp.	4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Graine	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	34	0	0	6	0	0	1	2	0	0	13	1	0
Pomoidée	17	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	27	0	0	15	0	0	0	3	0	0	2	2	0
Quercus/Castanea	128	0	4	24	0	0	2	25	2	0	2	2	2
Quercus sp.	59	0	8	12	3	1	3	11	1	0	1	0	3
Salix/Populus	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	385	1	30	98	3	1	9	47	4	0	18	11	5

Fig. 38 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les l'ensemble des 64 prélèvements charbonneux « sans graines carbonisées » et collectés à l'intérieur des comblements des « silos » datés de La Tène C (contexte 3).

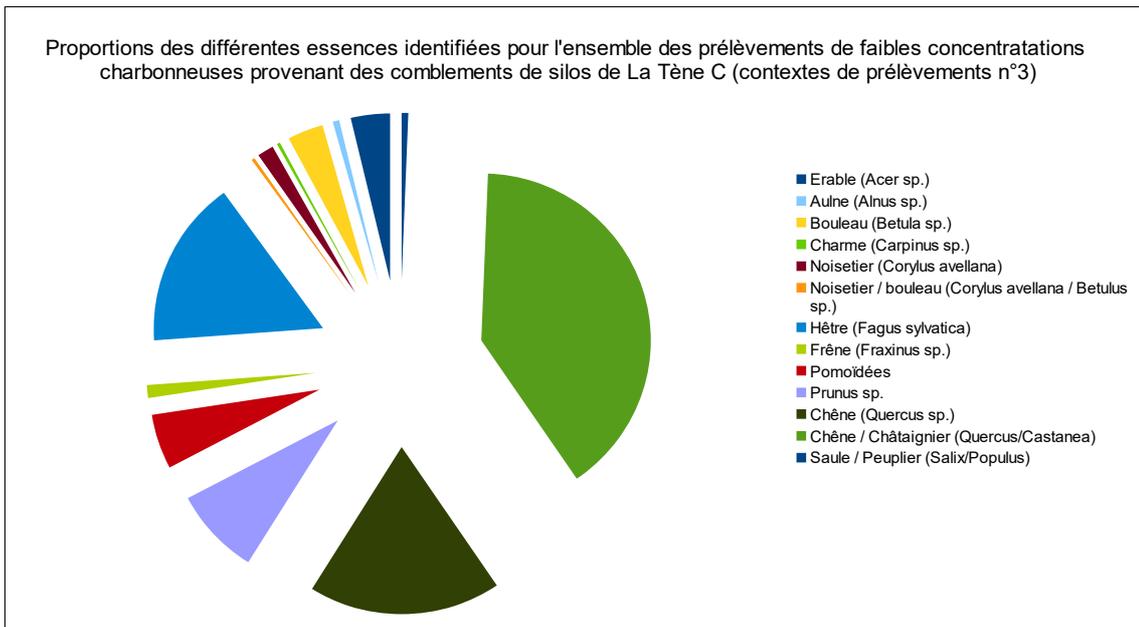


Fig. 39 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour l'ensemble des prélèvements de faibles concentrations charbonneuses, provenant des comblements de silos de la période La Tène C (contextes de prélèvements n°3), sous la forme d'un « camembert éclaté ».

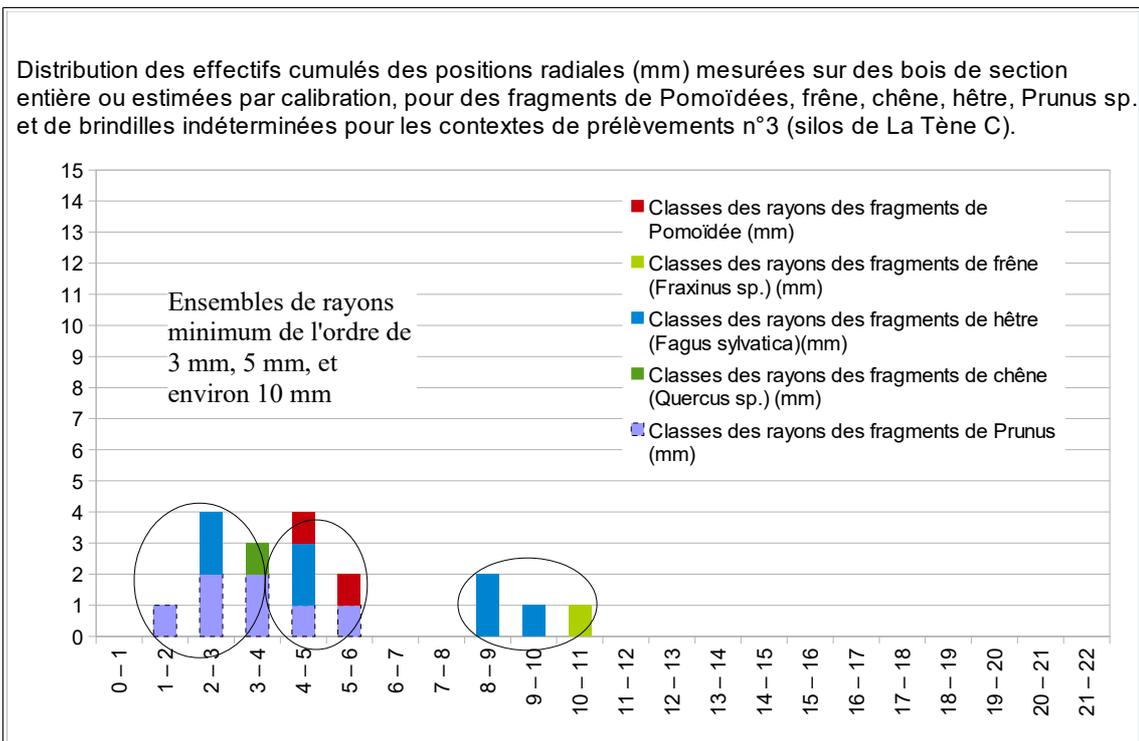


Fig. 40 – Distribution des rayons mesurés ou des positions radiales calculées pour les fragments de Pomoïdée, noisetier, chêne, hêtre, érable par classe de 1 mm pour l'ensemble des prélèvements de faibles concentrations charbonneuse et provenant des silos de La Tène C (contexte n°3).

b. Interprétations

L'analyse révéla une composition anthracologique assez diversifiée avec au moins onze à douze taxons taxons identifiés. Par ordre d'importance, on constate des fragments de chêne (*Quercus sp.*), chêne-châtaignier (*Quercus sp. - Castaneas sp.*), de hêtre (*Fagus sylvatica*), de *Prunus sp.* (ex. prunellier), de Pomoïdée, d'érable (*Acer sp.*), de bouleau (*Betulus sp.*), ainsi que de quelques charbons de noisetier (*Corylus avellana*), de frêne (*Fraxinus sp.*), d'aulne (*Alnus sp.*), de saule/peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*) et de charme (*Carpinus betulus*). Une quinzaine de fragments provenant de brindilles de quelques millimètres de diamètre n'a pu être déterminée (Fig. 38 et 39).

Le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre un rapport d'équilibre proche de celui attendu en théorie dans la nature (20% des taxons correspondant à environ 80% de la biomasse), à l'image de ramassages peu sélectifs (Fig.41).

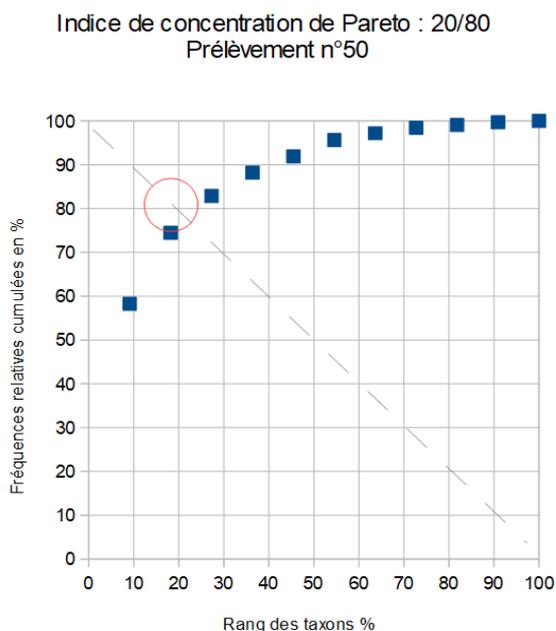


Fig. 41 – Indice de concentration de Pareto. Le calcul a été effectué sur les effectifs des onze taxons identifiés à l'intérieur des prélèvements des silos de La Tène C (les taxons chêne et chêne-châtaignier ont été regroupés).

Environ 130 fragments ont fait l'objet d'estimations de courbures de cerne. Une proportion importante des charbons montre de fortes courbures de cerne (environ les trois quarts des charbons mesurés). L'ensemble anthracologique provient donc essentiellement de bois de petit calibre. De façon globale ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui ont été utilisés. Des estimations de positions radiales calculées sur une vingtaine de fragments montrent des rayons minimum de l'ordre de 5 à 10 mm (Fig. 40).

En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate que la proportion des charbons d'aspect luisants (18%) est faible. Les fragments proviennent donc probablement de combustions ouvertes.

Les fragments présentant des fentes de retrait est aussi très faible (8%) ce qui révèle un bois brûlé à l'état sec (non vert).

On retrouve là des traits similaires aux résultats obtenus dans les autres comblements de silos de La Tène C (cf. contextes de prélèvement n°1 et n°2, chapitres 3.1.3. et 3.2.1.).

Au niveau paléoenvironnemental, l'ensemble charbonneux permet de reconnaître plusieurs formations végétales :

- des végétations forestières de type chênaie, chênaie-hêtraie, avec le chêne, le hêtre, mais probablement aussi l'érable, voire le charme,
- des végétations de boisements clairs, haies, fourrés, fruticées avec les Pomoïdées, le genre Prunus (ex. prunellier), le frêne, l'érable le noisetier et le bouleau,
- des boisements hygrophiles avec notamment l'aulne et le saule/peuplier. Notons que ces deux essences sont faiblement représentées. Le noisetier, le bouleau, le frêne peuvent aussi s'accommoder de conditions humides.

3.3.2. Prélèvement provenant d'une faible concentration charbonneuse collecté à l'intérieur d'un comblement de silo daté de La Tène C/B

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Thylle	Moelle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant		
2022-067/067	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Betula sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	frag. de brindille indéterm	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Fig. 42 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement n°2022-067 / 067 (Fait 128), ensemble charbonneux « sans graines carbonisées »

b. Interprétations

Seulement six charbons ont été étudiés pour le prélèvement du silo (F.128) daté de La Tène B / C.

L'observation a révélé à la fois des fragments de chêne, noisetier, bouleau et érable (Fig. 42).

Les quelques charbons ayant fait l'objet d'estimations de courbure de cerne montrent l'utilisation de bois de petit calibre (fragments de forte courbure de cerne). Une attestation de brindille vient renforcer cette tendance.

3.4. Problématique n°4 : Qualifier les restes charbonneux provenant des comblements de trous de poteau. (contextes de prélèvement n°5).

22 prélèvements proviennent des comblements de divers trous de poteau attribués aux périodes de La Tène C, La Tène B/C, Hallstatt D / La Tène A. Ces analyses visent à identifier et qualifier de potentiels restes de poteaux.

Notons, qu'aucune trace de rubéfaction sur les parois des trou de poteau n'a été signalées. Il ne s'agit donc pas de restes de poteau ayant brûlé en place.

3.4.1. Prélèvements provenant de comblements de trous de poteau datés de La Tène C

a. Résultats

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud			
2022-067/209	Acer sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	6	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	8	0	3	0	3	0	0	0	5	0	0	0	0	1
	2022-067/251	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carpinus betulus		2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica		2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Indéterminé		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomoidée		18	0	5	13	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.		5	0	0	5	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Quercus/Castanea		6	0	0	5	0	0	0	0	2	0	2	2	2	0
Quercus sp.		16	1	10	3	11	0	0	4	0	0	0	0	0	4
		81	1	23	40	14	0	0	13	9	0	4	2	5	

Fig. 43 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°2022-067 / 209 (Fait 67) et n°2022-067 / 251 (Fait 65) (contexte n°5).

Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cerne	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
2022-067/209	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	3	8	0,94	0,06	0,89	1
2022-067/251	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	11	29	1,2	0,55	0,13	1,99

Fig. 44 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire pour les prélèvements n°2022-067 / 209 et n°2022-067 / 251.

b. Interprétations

Deux prélèvements provenant des comblements de trous de poteau de La Tène C ont été étudiés. 81 charbons y ont été analysés (Fig. 43).

L'observation montra des compositions très proches, avec principalement des charbons de chêne, chêne-châtaigner, de Pomoidées, du genre *Prunus* et plus ponctuellement des charbons de hêtre, charme, bouleau et érable.

On constate une dominance des fragments présentant de forte courbure de cerne (environ deux tiers de charbons de forte courbure de cerne pour un tiers de fragment de courbure intermédiaire). Les charbons sont donc issus essentiellement de bois de petit et moyen calibre.

Une petite partie des charbons montre des aspects luisants (environ 25%).

De nouveau, au regard de la diversité observée mais aussi des courbures de cerne montrant l'emploi de bois de calibre plutôt modeste, l'hypothèse de restes de combustible venus s'accumuler après abandon des trous de poteau, est la plus probable.

Quelques mesures de largeurs de cerne ont été effectuées sur une quinzaine de charbons de chêne de courbure intermédiaire. Les moyennes obtenues sont de l'ordre de 1 à 1,2 mm, ce qui correspond à des conditions de croissance très difficiles (ex. boisement denses, conditions édaphiques contraignantes...).

3.4.2. Prélèvements provenant de comblements de trous de poteau datés de La Tène B/C

Huit prélèvements proviennent des comblements de trous de poteau de la période La Tène B/C. Les résultats par prélèvement sont détaillés en Annexe (chapitre 8.5. , Fig. 82).

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus dans les huit prélèvements.

a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle	Insecte	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud				
Acer sp.	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus/Carpinus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	25	0	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ag. de brindille indéterminé	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Frag. écorce	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	6	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	15	0	0	5	0	0	1	1	1	0	7	2	0	0	0
Pomoidée	16	0	1	11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	4	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
Quercus/Castanea	36	0	0	14	0	0	0	7	1	0	1	3	1	0	0
Quercus sp.	42	0	19	11	13	3	1	7	3	0	1	0	12	0	0
	161	0	34	65	13	3	2	19	6	0	9	8	13	1	0

Fig. 45 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les huit prélèvements de trous de poteau datés de la période La Tène B/C (contexte n°5).

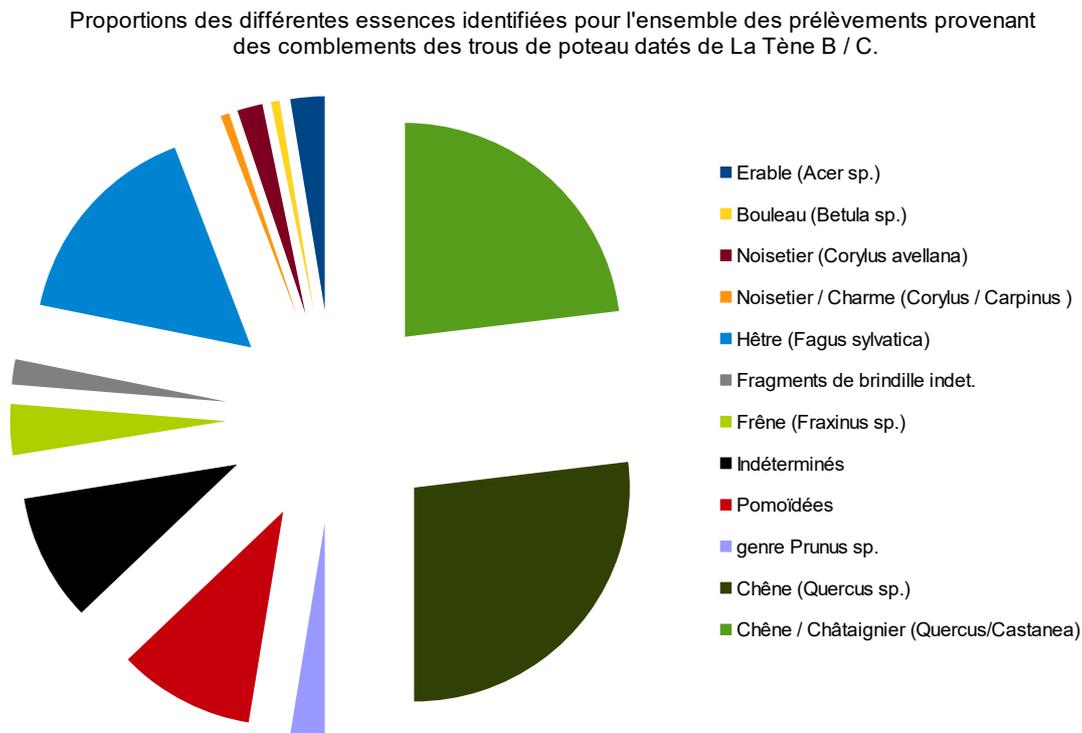


Fig. 46 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour l'ensemble des prélèvements des trous de poteau datés de La Tène B/C (contexte n°5), sous la forme d'un « camembert éclaté ».

Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
2022-067/264	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	1	4	1,05	0	1,05	1,05
2022-067/267	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	1	3	0,89	0	0,89	0,89
2022-067/275	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	5	10	1,13	0,4	0,64	1,7
2022-067/276	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	6	14	0,84	0,24	0,55	1,2

Fig. 47 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire pour les prélèvements n°2022-067/264, n°2022-067/267, n°2022-067/275 et n°2022-067/276.

b. Interprétations

L'analyse des huit prélèvements se concrétisa par l'observation d'un peu plus de 160 charbons (Fig. 45).

Le chêne, chêne-châtaigner (*Quercus sp.* / *Castanea sp.*) sont les principaux taxons anthracologiques (environ 50% de l'ensemble). On constate ensuite l'emploi de bois de hêtre (*Fagus sylvatica*), de Pomoïdée, et dans une moindre mesure de frêne (*Fraxinus sp.*), d'érable (*Acer sp.*), de *Prunus sp.*, de noisetier (*Corylus avellana*), et de bouleau (*Betula sp.*).

Le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre un rapport d'équilibre assez proche de celui observé dans la nature (20% des taxons correspondent à environ 80% de la biomasse).

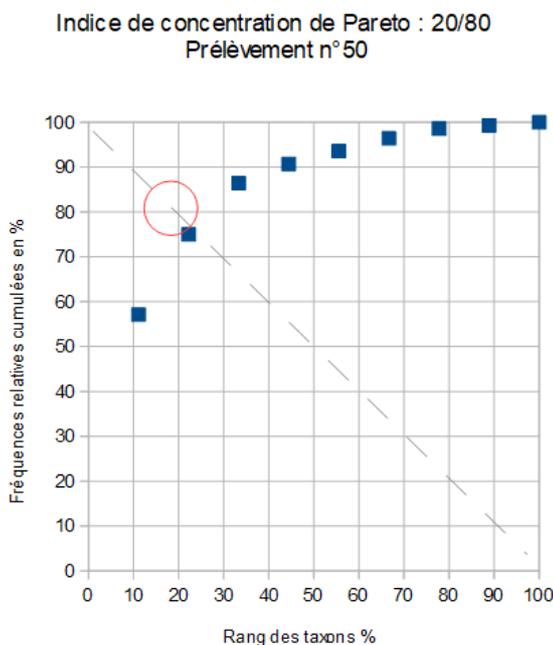


Fig. 48 – Indice de concentration de Pareto. Le calcul a été effectué sur les effectifs des neuf taxons identifiés à l'intérieur des prélèvements des silos de La Tène B/C (les taxons chêne et chêne-châtaigner ont été regroupés).

Les ensembles anthracologiques recueillis à l'intérieur des trous de poteau de La Tène B/C semblent donc découler de collectes de bois de « tout venant ».

L'observation des courbures de cerne montre une prépondérance des fragments de fortes courbures de cerne (environ deux tiers) et un tiers de charbons de courbure intermédiaire. Ces résultats décrivent l'emploi de bois de petit et moyen calibre.

La diversité constatée ainsi que le calibre des bois dont sont issus les charbons, appuient l'hypothèse de restes de combustible.

En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate une proportion de charbons luisants plutôt faible avec environ 20% des charbons. L'hypothèse de charbons issus de combustions ouvertes (ex. foyer) est la plus probable.

Les charbons présentant des fentes de retrait sont aussi assez rares, indiquant des bois brûlés à l'état sec.

Quelques mesures de largeurs de cerne ont été effectuées sur les charbons de chêne de quatre prélèvements. Les moyennes obtenues sont de l'ordre de 0,8 mm / an à 1,1 mm / an. Ces valeurs correspondent à des contextes de croissance difficiles (ex. boisements denses).

D'un point de vue paléoenvironnemental, l'aire de ramassage semble avoir recoupé des espaces forestiers (chêne, hêtre) et de boisements clairs, voire de fourrés ou de haies (Pomoïdées, *Prunus*, frêne, érable, noisetier, bouleau). En revanche, aucune attestation de boisement hygrophile n'a été détectée.

3.4.3. Prélèvements provenant de comblements de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A

Douze prélèvements proviennent des comblements de trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A. Les résultats par prélèvement sont détaillés en Annexe (chapitre 8.6. , Fig. 83).

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus dans les huit prélèvements.

a. Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Acer sp.	10	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alnus/Corylus	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sp.	13	0	4	4	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Corylus avellana	13	0	4	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	13	0	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. écorce	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus sp.	11	0	5	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0
Indéterminé	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomoidée	15	0	4	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Prunus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	60	0	2	11	0	0	0	16	1	0	0	2	2
Quercus sp.	45	1	23	3	16	1	1	8	2	0	0	0	7
Salix/Populus	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulmus sp.	10	0	5	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	210	1	54	43	18	2	1	32	4	0	0	2	9

Fig. 49 – Liste des taxons et mesures dendrologiques effectuées pour les douze prélèvements de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (contexte n°5).

Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
2022-067/306	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	1	3	0,63	0	0,63	0,63
2022-067/345	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	2	6	0,93	0,45	0,61	1,25
2022-067/346	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	2	4	1,12	0,02	1,1	1,13
2022-067/351	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	6	27	0,64	0,1	0,5	0,8
2022-067/359	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	1	9	0,59	0	0,59	0,59
2022-067/362	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	2	4	0,81	0,25	0,63	0,98
2022-067/363	Quercus sp.	Faible et intermédiaire	Régulier	2	6	1,28	1,03	0,55	2

Fig. 50 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire pour les prélèvements n°2022-067/306, n°2022-067/345, n°2022-067/346, n°2022-067/351, n°2022-067/359, n°2022-067/362 et n°2022-067/363.

Proportions des différentes essences identifiées pour l'ensemble des prélèvements provenant des comblements des trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A.

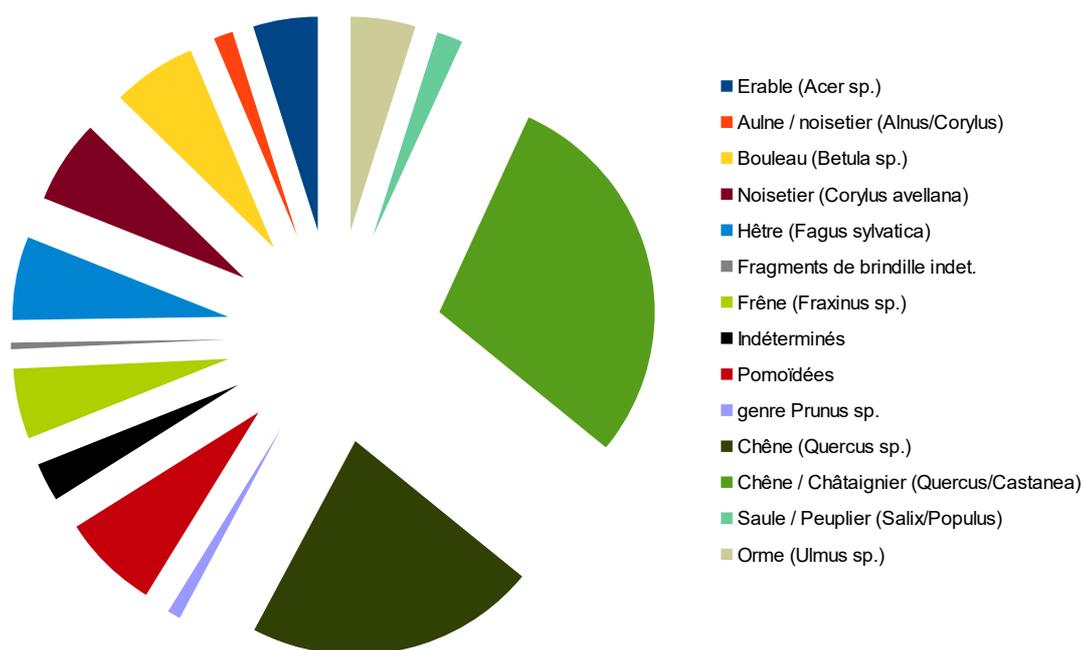


Fig. 51 – Représentation des proportions des différents taxons identifiés pour l'ensemble des prélèvements des trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A (contexte n°5), sous la forme d'un « camembert éclaté ».

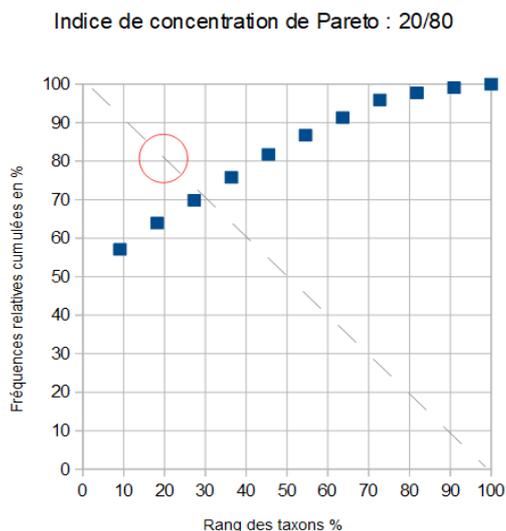


Fig. 52 – Indice de concentration de Pareto. Le calcul a été effectué sur les effectifs des onze taxons identifiés à l'intérieur des prélèvements des trous de poteau de La période Hallstatt / La Tène A (les taxons chêne et chêne-châtaignier ont été regroupés).

b. Interprétations

L'analyse des douze prélèvements de trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A, révéla une composition anthracologique assez diversifiée, avec onze à douze taxons anthracologiques identifiés. Un total de 210 charbons a été observé.

Les fragments de chêne (*Quercus sp.*) et chêne-châtaignier (*Quercus sp.* - *Castanea sp.*) sont les principaux taxons avec environ 50% de l'ensemble. On constate ensuite par ordre d'importance, des fragments de Pomoïdées, de hêtre (*Fagus sylvatica*), de noisetier (*Corylus avellana*), de bouleau (*Betula sp.*), de frêne (*Fraxinus sp.*), d'érable (*Acer sp.*), d'orme (*Ulmus sp.*) et à un degré moindre de saule/peuplier (*Salix sp.* / *Populus sp.*), *Prunus sp.*, aulne/noisetier (*Alnus sp.* / *Corylus avellana*). Quelques brindilles n'ont pu être déterminées (Fig. 50 et 51).

L'observation des courbures de cerne montre une dominance des charbons de courbure intermédiaire (environ 55%). De façon globale les charbons sont majoritairement issus de bois de grosses branches, voire de perches.

En ce qui concerne l'aspect des charbons, assez peu de fragments montrent des aspects luisants (17%). L'hypothèse de rejets de combustion en milieu ouvert est donc la plus probable.

La lecture de cette composition anthracologique par le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre que les proportions des essences constatées ne reflètent pas les mêmes proportions que dans la nature (20% des taxons correspondent à 80% de la biomasse) (Fig. 52). Cette différence pourrait s'expliquer par des ramassages sélectifs. Ainsi, on constate que les proportions de bois denses tels que le chêne, le hêtre, voire le frêne et l'érable, généralement employés en quantité dans les combustions « domestiques » (ils dégagent beaucoup d'énergie dans la durée) sont représentées en proportions relativement faibles par rapport à des bois « plus légers », comme le noisetier, le bouleau, l'aulne, le saule/peuplier. La détection de l'orme, bois de combustibilité plutôt « médiocre » est aussi à signaler.

Ce constat amène à penser qu'une partie au moins des charbons seraient liés à d'autres usages que celui de combustible.

Un des traits marquant l'ensemble anthracologique réside dans la proportion relativement importante (vis à vis des ensembles anthracologiques précédent) des charbons de courbure de cerne intermédiaire. Cela évoque l'usage prépondérant de bois de moyen calibre : bois de grosses branches, voire de perches.

Pour les taxons présentant ce type de courbure intermédiaire (ex. chêne, mais aussi Pomoïdée, noisetier, orme, bouleau). On peut évoquer des restes de poteaux. Les parois des trous ne semblaient pas rubéfiées. A priori, aucun poteau n'a donc brûlé en place. En revanche, certains charbons observés pourraient être la conséquence d'un « passage au feu » de la base des poteaux, antérieure donc à leurs implantations. Cette démarche vise en effet à donner un caractère imputrescible à la partie enterrée du poteau. Une fois les poteaux retirés, quelques charbons issus de ce passage au feu ont pu rester à l'intérieur des trous.

On peut aussi évoquer des restes de bois ayant servi dans la construction de clayonnages et d'ossature bois de type torchis. La faible proportion des charbons d'aspects luisants, typiques de combustions confinées, ne permet pas d'être complètement catégorique à propos de cette hypothèse. Notons cependant que le noisetier, le saule, voire l'aulne sont potentiellement des bois intéressants pour confectionner des clayonnages (bois relativement imputrescibles et flexibles).

Au niveau paléoenvironnemental, les moyennes de largeurs de cerne calculées sur les charbons de chêne des prélèvements n°306, n°345, n°346, n°351, n°359, n°362, n°363 (Fig. 52) montrent des valeurs très faibles, de l'ordre de 0,6 mm / an à 1 mm / an. Cela caractérise des contextes de croissance difficiles, potentiellement des chênaies denses et/ou des contextes abiotiques (sols, expositions) très contraignants.

4. BILAN

Cette étude vient apporter des éléments d'interprétation sous l'angle des vestiges ligneux. Un peu plus de 1450 fragments ont été observés pour l'ensemble des prélèvements (Fig. 1).

Les problématiques ont été abordées en fonction des différents contextes de prélèvements (comblements de silo, de trous de poteau, avec ou sans graines) et des périodes attribuées (Hallstatt D / La Tène A, La Tène B / C, La Tène, période gallo-romaine). Le tableau ci-dessous résume les différents cas de figures :

		Hallstatt D / La Tène A	La Tène B / C	La Tène C	Période Gallo-Romaine
Problématique n°1 : <i>Obtenir des informations sur le mode opératoire de traitement des graines</i>	Contextes n°2 : Silos avec graines carbonisées			Chap. 3.1.3. 21 prélèvements; 330 charbons	
	Contextes n°4 : Trous de poteau avec graines	Chap. 3.1.4. ; 6 prélèvements ; 134 charbons	Chap. 3.1.2. ; 1 prélèvement ; 15 charbons		Chap. 3.1.1. 2 prélèvements; 40 charbons
Problématique n°2 : <i>Obtenir des informations sur la gestion et l'utilisation du combustible</i>	Contextes n°1 : Silos sans graines carbonisées.			Chap. 3.2.1. 6 prélèvements; 69 charbons	
	Contextes n°6 : Fosse (trou de poteau?) sans graines	Chap. 3.2.2. 1 prélèvement; 22 charbons			
Problématique n°3 : <i>Obtenir des informations sur le paysage boisé</i>	Contextes n°3 : Silos, faibles concentrations de charbons, sans graines		Chap. 3.3.2. 1 prélèvement; 6 charbons	Chap. 3.3.1. 64 prélèvements; 385 charbons	
Problématique n°4 : <i>Qualifier les charbons issus de trous de poteau, potentiellement du bois d'œuvre.</i>	Contextes n°5 : Trous de poteau, sans graines carbonisées.	Chap. 3.4.3. 12 prélèvements; 210 charbons	Chap. 3.4.2. 8 prélèvements; 161 charbons	Chap. 3.4.1. 2 prélèvements; 81 charbons	
TOTAL : 126 prélèvements ; 1453 charbons		21 prélèvements 366 charbons	10 prélèvements 182 charbons	93 prélèvements 865 charbons	2 prélèvements 40 charbons

Fig. 53 – Tableau résumant les analyses en fonction des différents contextes de prélèvement et des périodes des structures.

- Récapitulatif des résultats d'analyses des prélèvements à l'intérieur des structures de la période Hallstatt D / La Tène A

Inventaire des prélèvements et compléments associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Contexte n°4 : Trous de poteau avec graines carbonisées</p> <p>chapitre 3.1.4.</p> <p>6 prélèvements ; 134 charbons</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp. - Castanea sativa</i>), hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>), bouleau (<i>Betula sp.</i>), Pomoïdée, <i>Prunus sp.</i>, aulne (<i>Alnus sp.</i>), églantier (<i>Rosa sp.</i>)</p>	<p>Compléments de trous de poteau avec graines : hypothèse de mélange de rejets de combustibles sélectionnés (foyers ouverts, bois de construction ?).</p> <p>Les analyses révélèrent systématiquement des ensembles composés de plusieurs essences.</p> <p>Ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui semblent avoir été employées, exception faite du chêne pour lequel ce sont des bois de moyen calibre (grosses branches) qui ont plutôt été utilisés.</p> <p>En ce qui concerne l'aspect des charbons, assez peu de fragments montrent des aspects luisants ou fendus. L'hypothèse de rejets de combustions ouvertes est donc la plus probable.</p> <p>Le calcul de l'indice de Pareto montre que les proportions des taxons anthracologiques constatées ne reflètent pas tout à fait les mêmes proportions que dans les communautés végétales naturelles. <u>Il ne s'agit donc pas de collecte de bois de « tout venant » mais plutôt de ramassages orientés.</u> Cette différence pourrait s'expliquer par des ramassages sélectifs pour alimenter certains types de combustion (ex. combustions plus ou moins vives...) ou pour d'autres usages (ex. bois de construction, clayonnages...). On remarque notamment que les proportions de certaines essences de bois tendre (noisetier et bouleau) sont relativement importantes par rapport à ce qui est généralement constaté dans les assemblages de rejets de combustions.</p> <p>Les principales essences : le chêne, le hêtre, voire les Pomoïdées et le genre <i>Prunus</i> (ex. Prunellier) sont des bois denses ou lourds. <u>Ils sont considérés comme de bons combustibles car ils génèrent beaucoup d'énergie dans la durée.</u> Ce sont là des caractéristiques qui ont pu être recherchées, potentiellement dans le cadre d'activités de traitement de céréales mais aussi dans le cadre domestique...</p> <p>Des mélanges de restes de combustible et de bois de construction (bois d'œuvre de chêne, clayonnage en noisetier) sont probables.</p>	<p>Boisement de type chênaie-hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.-Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i></p> <p>Boisements clairs, fourrés, haies, fruticées :</p> <p><i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Pomoïdeae</i>, <i>Prunus sp.</i>, <i>Rosa sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Alnus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i></p> <p>Mesures de largeurs de cernes :</p> <p>PVT n°357 : Moy. = 0,68 mm (N=7 ; Ec-type = 0,39 mm)</p> <p>PVT n°340 : Moy. = 1,45 mm (N=3 ; Ec-type = 0,11 mm)</p> <p>PVT n°339 : Moy. = 0,51 mm (N=1 ; Ec-type = 0 mm)</p> <p>PVT n°308 : Moy. = 0,75 mm (N=2 ; Ec-type = 0,21 mm)</p> <p>Les moyennes correspondent toutes à des contextes de croissance difficiles (boisements denses, et/ou contextes abiotiques contraignants).</p>
<p>Contexte n°5 : Trous de poteau sans graines carbonisées</p> <p>chapitre 3.4.3.</p> <p>12 prélèvements 210 charbons</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp. - Castanea sativa</i>), Pomoïdeae, hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>), bouleau (<i>Betula sp.</i>), frêne (<i>Fraxinus sp.</i>), érable (<i>Acer sp.</i>), orme (<i>Ulmus sp.</i>), saule / peuplier (<i>Salix sp. / Populus sp.</i>), <i>Prunus sp.</i>, aulne / noisetier (<i>Alnus sp. / corylus avellana</i>)</p>	<p>Compléments de trous de poteau sans graines : hypothèse de mélange de rejets de combustibles sélectionnés (foyers ouverts, bois de construction ?).</p> <p>L'observation des courbures de cerne montre une dominance des charbons de courbure intermédiaire. De façon globale les charbons sont majoritairement issus de bois de grosses branches, voire de perches.</p> <p>Assez peu de fragments montrent des aspects luisants. L'hypothèse de rejets de combustion en contexte ouvert est donc la plus probable.</p> <p>De nouveau, le calcul de concentration de Pareto indique qu'il ne s'agit pas de ramassages de « tout venant ». Les bois denses, excellents combustibles, tels que le chêne, le hêtre, le frêne sont les principaux bois employés mais en proportion « relativement plus faible » par rapport à d'autres essences de bois plus tendre et de combustibilité plus médiocre (ex. noisetier, bouleau, aulne, saule, orme). Les ramassages semblent donc avoir été davantage orientés vers ces bois plus tendres. Les hypothèses de restes de combustibles mais aussi de bois de construction (ex. bois poteau, clayonnage) ont été évoquées.</p>	<p>Boisement de type chênaie-hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.-Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies, fruticées :</p> <p><i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Pomoïdeae</i>, <i>Prunus sp.</i>, <i>Rosa sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Alnus sp.</i>, <i>Salix sp. / Populus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i></p> <p>Mesures de largeurs de cernes :</p> <p>Les six moyennes calculées indiquent des valeurs de l'ordre de 0,6 à 1,1 mm / an. Contextes</p>

			de croissance très <u>difficiles</u>
<p>Contexte n°6: fosse sans graines carbonisées</p> <p>chapitre 3.2.2.</p> <p>1 prélèvement; 22 charbons</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), Pomoïdeae,</p>	<p>Complements de fosse sans graines : hypothèse de de rejets de combustion.</p> <p>Il s'agit majoritairement de fragments de courbures de cerne fortes et intermédiaires, probablement des petites branches.</p> <p>Le calibre assez modeste des bois de provenance et la détection de plusieurs taxons appuient l'hypothèse de restes de combustibles.</p>	<p>Boisement de type chénaie : <i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i></p> <p>Boisements clairs : Pomoïdeae</p> <p>Mesures de largeurs de cernes : PVT n°354 : Moy. = 1,1 mm (N=4 ; Ec-type = 0,35 mm)</p> <p>Moyenne caractéristique d'un contexte de croissance difficile.</p>

Fig. 54 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements de la période Hallstatt D/ La Tène A (contextes des prélèvements n°4, n°5 et n°6)

- Récapitulatif des résultats analyses des prélèvements à l'intérieur des structures de la période La Tène B / C

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Contexte n°4 : Trous de poteau avec graines carbonisées</p> <p>chapitre 3.1.2.</p> <p>1 prélèvement ; 15 charbons</p>	<p>hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>)</p>	<p>Comblement d'un trou de poteau avec graines : hypothèse de rejets de combustion.</p> <p>Les observations de courbures de cerne indiquent des fragments provenant de bois de petit calibre (petites branches).</p> <p>Il s'agit vraisemblablement de rejets de combustions. Le chêne et le hêtre sont d'ailleurs de bons combustibles. Notons quelques fragments d'aspect luisant, ils pourraient correspondre à des charbons de fonds de foyers (combustions anaérobies).</p>	<p>Boisement de type chênaie-hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i></p>
<p>Contexte n°3 : Silos, faibles concentrations charbonneuses</p> <p>chapitre 3.3.2.</p> <p>1 prélèvement ; 6 charbons</p>	<p>Bouleau (<i>Betula sp.</i>), érable (<i>Acer sp.</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>), chêne (<i>Quercus sp.</i>).</p>	<p>Comblement d'un silo de faible concentration charbonneuse, sans graines carbonisées : hypothèse de rejets de combustion.</p> <p>Les quelques charbons ayant fait l'objet d'estimations de courbures de cerne montrent des fragments de forte courbure. Une attestation de brindilles vient en plus renforcer l'image d'un assemblage issu de la combustion de petit bois.</p>	<p>Boisement de type chênaie diversifiée :</p> <p><i>Quercus sp.</i> <i>Acer sp.</i></p> <p>Boisements clairs :</p> <p><i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i></p>
<p>Contexte n°5 : Trous de poteau, sans graines carbonisées.</p> <p>chapitre 3.4.2.</p> <p>8 prélèvements ; 161 charbons</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), Pomoidées, frêne (<i>Fraxinus sp.</i>), érable (<i>Acer sp.</i>), <i>Prunus sp.</i>, noisetier (<i>Corylus avellana</i>), bouleau (<i>Betula sp.</i>).</p>	<p>Comblements de trous de poteau (sans graines carbonisées) : hypothèse de rejets de combustions associées plutôt à des usages domestiques (collectes de « tout venant »).</p> <p>Les observations de courbures de cerne montrent l'emploi de bois de petit et moyen calibre.</p> <p>La diversité constatée ainsi que le calibre des bois dont sont issus les charbons, appuient l'hypothèse de rejets de combustion.</p> <p>En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate une proportion de charbons luisants plutôt faible avec environ 20% des charbons. L'hypothèse de charbons issus de combustions ouvertes (ex. foyer) est la plus probable.</p> <p>Les charbons présentant des fentes de retrait sont aussi assez rares, indiquant des bois brûlés à l'état sec.</p> <p>Le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre un rapport d'équilibre assez proche de celui observé dans la nature (20% des taxons correspondent à environ 80% de la biomasse).</p> <p>Si l'on en croit cet indice, les ensembles charbonneux sont donc probablement issus de ramassages de « tout venant », peu sélectifs, à rapprocher d'usages domestiques.</p>	<p>Boisement de type chênaie-hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies, fruticées :</p> <p><i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Pomoideae</i>, <i>Prunus sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Alnus sp.</i>, <i>Salix sp.</i> / <i>Populus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Mesures de largeurs de cernes :</p> <p>PVT n°264 : Moy. = 1,05 mm (N=1 ; Ec-type = 0 mm)</p> <p>PVT n°267 : Moy. = 0,89 mm (N=1 ; Ec-type = 0 mm)</p> <p>PVT n°275 : Moy. = 1,13 mm (N=5 ; Ec-type = 0,4 mm)</p> <p>PVT n°276 : Moy. = 0,84 mm (N=6 ; Ec-type = 0,24 mm)</p> <p>Les moyennes correspondent toutes à des contextes de croissance difficiles (boisements denses, et/ ou contextes abiotiques contraignants).</p>

Fig. 55 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements de la période La Tène B / C (contextes des prélèvements n°3, n°4 et n°5)

- Récapitulatif des résultats analyses des prélèvements à l'intérieur des structures de la période La Tène C

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Contexte n°2 : Silos avec graines carbonisées</p> <p>chapitre 3.1.3.</p> <p>21 prélèvements 330 charbons</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>), Pomoïdeae, hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), saule (<i>Salix sp.</i>), saule / peuplier (<i>Salix sp.</i> / <i>Populus sp.</i>), érable (<i>Acer sp.</i>), bouleau (<i>Betula sp.</i>), charme (<i>Carpinus sp.</i>), <i>Prunus sp.</i>, bourdaine (<i>Frangula alnus</i>), fusain (<i>Euonymus europaeus</i>), aulne (<i>Alnus sp.</i>)</p>	<p>Comblement de silos avec graines carbonisées : hypothèse de rejets de combustions ouvertes, origine domestique probable (collectes de « tout venant »).</p> <p>Une proportion importante des charbons montre de fortes courbures de cerne. De façon globale ce sont des bois de petites branches, voire de brindilles qui ont été utilisés. Des calculs de calibration ont permis d'estimer des rayons minimum compris entre 3 et 20 mm.</p> <p>On constate assez peu de fragments montrant des aspects luisants ou fendus. L'hypothèse de charbons issus de combustions de contextes ouverts (ex. foyers) est donc la plus probable. La faible fréquence des charbons montrant des fentes de retrait caractérise un bois brûlé à l'état sec (non vert).</p> <p>Le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre que le rapport d'équilibre est assez proche de celui attendu en théorie dans la nature. Les ensembles anthracologiques seraient donc probablement issus de ramassages de « tout venant », peu sélectifs, ce qui est plutôt caractéristique des usages domestiques.</p> <p>La détection d'essences de combustibilité assez médiocre (fragments d'écorces, de graines, de brindilles, de saule/peuplier, bourdaine, noisetier) renforce aussi cette hypothèse.</p> <p>Les essences de bois denses (ex. chêne, Pomoïdées, hêtre) sont principalement représentées. Ces bois peuvent être difficile à enflammer d'où l'intérêt de les associer à des bois plus tendres (ex. noisetier).</p>	<p>Boisement de type chênaie-hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies, fruticées :</p> <p><i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Pomoïdeae</i>, <i>Prunus sp.</i>, <i>Euonymus europaeus</i>, <i>Carpinus sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Alnus sp.</i>, <i>Salix sp.</i>, <i>Salix sp.</i> / <i>Populus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Frangula alnus</i></p> <p>Mesures de largeurs de cernes :</p> <p>Moyenne de l'ensemble des prélèvements : Moy. = 0,87 mm (N=21 ; Ec-type = 0,35 mm).</p> <p><i>La moyenne constatée correspond à des contextes de croissance difficiles (boisements denses, et/ ou sols pauvres, mauvaises expositions).</i></p>
<p>Contexte n°1 : Silos sans graines carbonisées</p> <p>Chapitre 3.2.1.</p> <p>6 prélèvements 69 charbons</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>), <i>Prunus sp.</i>, aulne (<i>Alnus sp.</i>), frêne (<i>Fraxinus sp.</i>), érable (<i>Acer sp.</i>)</p>	<p>Comblement de silos sans graines carbonisées : hypothèse de rejets de combustions ouvertes, origine domestique probable (collectes de « tout venant »).</p> <p>Les quelques fragments qui ont pu faire l'objet d'observations de courbure de cerne montrent des courbures « intermédiaires et fortes ». Les bois utilisés correspondent plutôt à des bois de « petit et moyen calibre », probablement des petites branches. Aucun charbon ne montre de fente de retrait, ce sont donc des bois « secs » qui ont été utilisés.</p> <p>Le calcul de l'indice de Pareto tendrait de nouveau à montrer des rejets de combustibles issus de ramassages de « tout venant ».</p> <p>Comme pour les ensembles carbonneux provenant des silos « avec graines » (contexte n°2), l'hypothèse de rejets d'activités « domestiques » a été évoquée.</p>	<p>Boisement de type chênaie diversifiée :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>-<i>Castanea sativa</i>, <i>Acer sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies, fruticées :</p> <p><i>Prunus sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Alnus sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Mesures de largeurs de cernes :</p> <p>Moyenne de l'ensemble des prélèvements : Moy. = 0,97 mm (N=7 ; Ec-type = 0,22 mm).</p> <p><i>La moyenne constatée correspond à des contextes de croissance difficiles (boisements denses, et/ ou sols pauvres, mauvaises expositions).</i></p>

<p>Contexte n°3 : Silos avec faibles concentrations carbonneuses</p> <p>Chapitre 3.3.1.</p> <p>64 prélèvements 385 charbons</p>	<p>chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp.-Castanea sp.</i>), hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), <i>Prunus sp.</i>, Pomoïdée, érable (<i>Acer sp.</i>), bouleau (<i>Betula sp.</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>), frêne (<i>Fraxinus sp.</i>), aulne (<i>Alnus sp.</i>), saule/peuplier (<i>Salix sp. / Populus sp.</i>), charme (<i>Carpinus betulus</i>).</p>	<p>Comblement de silos à l'intérieur de faibles concentrations carbonneuses : hypothèse de rejets de combustions ouvertes, origine domestique probable (collectes de « tout venant »).</p> <p>Une proportion importante des charbons montre de fortes courbures de cerne. L'ensemble anthracologique provient donc essentiellement de bois de petit calibre. Des mesures de calibration ont permis d'estimer des rayons de l'ordre de 5 à 10 mm.</p> <p>En ce qui concerne l'aspect des charbons, très peu avaient des aspects luisants ou fendus. Cela caractérise plutôt l'emploi de bois secs dans des combustions ouvertes.</p> <p>Le calcul de l'indice de concentration de Pareto montre un rapport d'équilibre proche de celui obtenu pour des végétations naturelles. Il semble donc que les rejets de combustion soient issus de collectes pas ou peu sélectives. Ce qui est plutôt caractéristique des activités domestiques.</p>	<p>Boisement de type chênaie-hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.-Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies, fruticées :</p> <p><i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Pomoïdeae</i>, <i>Prunus sp.</i>, <i>Carpinus sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p> <p>Boisements humides :</p> <p><i>Alnus sp.</i>, <i>Salix sp. / Populus sp.</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Fraxinus sp.</i></p>
<p>Contexte n°5 : Trous de poteau sans graines carbonisées</p> <p>Chapitre 3.4.1.</p> <p>2 prélèvements 81 charbons</p>	<p>chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaignier (<i>Quercus sp.-Castanea sp.</i>), Pomoïdées, <i>Prunus sp.</i>, hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>), charme (<i>Carpinus sp.</i>), bouleau (<i>Betula sp.</i>), érable (<i>Acer sp.</i>).</p>	<p>Comblement de trous de poteau : hypothèse de rejets de combustions ouvertes.</p> <p>La forte proportion des charbons montrant une forte courbure de cerne indique l'utilisation de bois de moyen à petit calibre.</p> <p>Une petite partie des charbons montre des aspects luisants (environ 25%).</p> <p>Au regard de la diversité observée mais aussi des courbures de cerne montrant l'emploi de bois de calibre plutôt modeste, l'hypothèse de restes de combustible est la plus probable.</p>	<p>Boisement de type chênaie-hêtraie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.-Castanea sativa</i>, <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Acer sp.</i></p> <p>Boisements clairs, haies, fruticées :</p> <p><i>Pomoïdeae</i>, <i>Prunus sp.</i>, <i>Betula sp.</i>, <i>Carpinus sp.</i></p> <p>Mesures de largeurs de cernes :</p> <p>PVT n°209 : Moy. = 0,94 mm (N=3 ; Ec-type = 0,06 mm)</p> <p>PVT n°251 : Moy. = 1,2 mm (N=11 ; Ec-type = 0,55 mm)</p> <p><i>Les moyennes correspondent à des contextes de croissance difficiles (boisements denses, et/ ou contextes abiotiques contraignants).</i></p>

Fig. 56 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements de la période La Tène C (contextes des prélèvements n°2, n°1, n°3 et n°5)

- Récapitulatif des résultats d'analyses des prélèvements à l'intérieur des structures de la période Gallo-romaine.

Inventaire des prélèvements et comblements associés	Taxons	Hypothèses techniques	Aires de collecte : informations sur les types et structures des boisements.
<p>Contexte n°4 : Trous de poteau avec graines carbonisées</p> <p>chapitre 3.1.1.</p> <p>2 prélèvements 40 charbons</p>	<p>Chêne (<i>Quercus sp.</i>), chêne-châtaigner (<i>Quercus sp.</i> - <i>Castanea sativa</i>)</p>	<p>Comblement de trous de poteau avec graines carbonisées : hypothèse de rejets de combustions ouvertes.</p> <p>L'observation des courbures de cerne montre essentiellement des charbons de forte courbure de cerne, indice d'une utilisation de bois de petit calibre (petites branches). Ce constat est peu compatible avec l'hypothèse de restes de poteau.</p> <p>Notons qu'aucun charbon d'aspect luisant n'a été observé. Ce sont donc probablement des fragments en position de rejets de combustions « ouvertes » (ex. foyers).</p>	<p>Boisement de type chênaie :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>- <i>Castanea sativa</i>,</p>

Fig. 57 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques pour les prélèvements de la période Gallo-romaine (contextes des prélèvements n°4)

4.1. Informations d'ordre environnemental

Quinze à dix-sept taxons anthracologiques ont été identifiés dans cette étude. Le chêne et le chêne-châtaigner ont été déterminés dans l'ensemble des prélèvements. Les Pomoïdées, *Prunus*, le noisetier, le bouleau, l'érable et dans une moindre mesure des essences de zones humides comme l'aulne, le saule, voire le frêne et l'orme ont aussi été régulièrement observés (Fig. 54 à 57).

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 usages du combustible et aux aléas des aires de collecte.

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-hêtraie** avec le chêne, chêne-châtaigner, le hêtre, l'érable, le frêne, voire le charme.

Remarque : Le groupement forestier de la chênaie-hêtraie est typique de la période Subatlantique, notamment le Subatlantique ancien, contemporain des périodes de l'Age du Fer. Les résultats palynologiques obtenus à l'intérieur de la grotte-diaclase de la Karelslé (Waldbilig) (Gaudin, 2019) montrent par exemple des taux continus de pollens de hêtre et de charme mais aussi des attestations plus ou moins importantes d'érable, de frêne et d'orme à partir de cette période, en cohérence donc avec les résultats anthracologiques.

- **les boisements clairs, fourrés, haies, fruticées** : avec la détection notamment de la famille des Pomoïdées (ex. Aubépine, poirier sauvage...), du genre *Prunus* (ex. Prunellier, merisier...), du noisetier, du bouleau mais aussi plus ponctuellement de l'églantier (*Rosa sp.*), du fusain (*Euonymus europaeus*). Le frêne, arbre héliophile se trouve aussi régulièrement dans les haies.

Ces boisements forestiers et boisements clairs correspondent à collecte de bois dans des secteurs bien drainés, vraisemblablement aux niveaux des versants du site.

- **les boisements hygrophiles et/ou méso-hygrophiles** peuvent être suggérés avec la détection de l'aulne, du saule, saule/peuplier, du noisetier, mais aussi du frêne, de l'orme et de la bourdaine (*Frangula alnus*). L'aulne, le saules sont des essences véritablement hygrophiles, alors que l'orme et le frêne sont plutôt « méso-hygrophiles ». Ce sont des essences qui proviennent probablement de ramassages à l'intérieur d'une zone humide.

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.

	Hallstatt D / La Tène A			La Tène B / C			La Tène C			Période Gallo-romaine	
	TP avec graines (contexte n° 4)	TP sans graines (contexte n° 5)	Fosse sans graines (contexte n° 6)	TP avec graines (contexte n° 4)	Silos sans graines (contexte n° 3)	TP sans graines (contexte n° 5)	Silos avec graines (Contexte n°2)	Silos sans graines (Contexte n°1)	Silos sans graines (contexte n° 3)	TP sans graines (contexte n° 5)	TP avec graines (contexte n° 4)
Groupes forestiers de la chênaie diversifiée et chênaie-hêtraie											
Boisements clairs, fourrés, haies, lisières											
Boisements humides											

Fig. 58 – Tableau montrant l'évolution des différents types de boisements explorés en fonction des différents contextes de prélèvement et périodes d'occupation du site. Les contextes de prélèvements comportant des graines carbonisées ont été colorés en jaune.

La mise en perspective des types de boisements explorés en fonction des périodes, montrent une continuité dans les aires de collectes. En effet, on retrouve les trois types de boisements (forêts, boisements clairs, boisements humides) parmi les compositions anthracologiques des trois périodes de l'Age du Fer. Pour la période Gallo-romaine, seul le groupement forestier est représenté, mais cela s'explique très probablement par le faible nombre de prélèvements (seulement deux) et charbons étudiés (Fig. 57).

La mise en perspective des types de boisements collectés en fonction des différents contextes des prélèvements (silo ou TP, ensembles charbonneux associés ou non à des graines carbonisées) ne permet pas non plus de ressortir de véritables tendances. En effet, les compositions anthracologiques montrent des collectes dans des trois types de boisements quel que soit le type de contexte de prélèvement.

Notons particulièrement qu'il ne semble pas y avoir de relation entre la détection de graines carbonisées (contextes n°2 et n°4) et la collecte de bois dans un type de boisement en particulier.

Les mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne de gros et moyen calibre permirent d'obtenir des informations sur les contextes de croissance des chênaies explorées.

De façon générale les moyennes obtenues sont comprises entre 0,7 mm / an à 1,2 mm / an (cf. Figure 54 à 56). 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 et des abattages d'arbres (chênes) dans une chênaie dense.

La mise en perspective chronologique des moyennes ne permet pas détecter de tendance associée par exemple à une ouverture du paysage (cf. chapitre 2.3. et ex. Fig. 15). Au regard de ces constatations, les structures des espaces forestiers explorés semblent donc être restées stables, (à savoir probablement des forêts denses et mûres) entre les périodes Hallstatt D / La Tène A, La Tène B/C et La Tène C.

4.2. Informations d'ordre ethnographique (techniques) :

L'originalité du site réside dans le grand nombre de structures interprétées comme des silos.

Dans le cadre de cette étude anthracologique, la plupart des structures de type « silo » sont attribuées à la période de La Tène C. Les comblements de ces structures comportaient parfois des graines carbonisées (contexte n°2), des concentrations charbonneuses élevées mais sans graines (contexte n°1), parfois des concentrations charbonneuses faibles (contextes n°3).

Les périodes Hallstatt D / La Tène A et La Tène B/C sont surtout représentées par des trous de poteau et une fosse, dont les comblements comportaient aussi parfois uniquement des charbons (contextes n°5 et n°6), parfois à la fois des charbons et des graines carbonisées (contexte n°4).

En vue de percevoir de potentielles évolutions dans la gestion et l'utilisation du combustible, nous avons synthétisé les principaux résultats par période (Fig. 59 et chapitre 4.2.1.).

Afin de répondre à la problématique concernant de potentiels traitements des graines (torréfaction ?), il était intéressant de comparer les ensembles charbonneux associés à des graines, de ceux qui ne l'étaient pas (chapitre 4.2.2.).

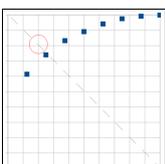
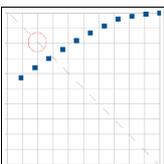
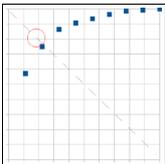
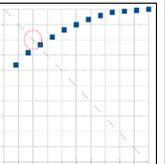
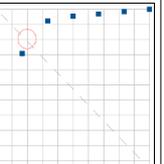
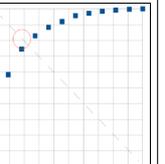
	Hallstatt D / La Tène A		La Tène B/C	La Tène C		
	Contexte n°4 : TP avec graines carbonisées Chap. 3.1.4. 6 prélèvements ; 134 charbons	Contexte n°5 : TP sans graines carbonisées Chap. 3.4.3. 12 prélèvements ; 210 charbons	Contexte n°5 : TP sans graines carbonisées Chap. 3.4.2. 8 prélèvements ; 161 charbons	Contexte n°2 : Silos avec graines carbonisées Chap. 3.1.3. 21 prélèvements ; 330 charbons	Contexte n°1 : Silos sans graines carbonisées Chap. 3.2.1. 6 prélèvements ; 69 charbons	Contexte n°3 : Silos avec faibles concentrations de charbons Chap. 3.3.1. 64 prélèvements ; 385 charbons
Types de boisements explorés	Forêts, Fourrés et bois clairs, Bois humides.	Forêts, Fourrés et bois clairs, Bois humides.	Forêts, Fourrés et bois clairs, Bois humides.	Forêts, Fourrés et bois clairs, Bois humides.	Forêts, Fourrés et bois clairs, Bois humides.	Forêts, Fourrés et bois clairs, Bois humides.
Compositions taxonomiques, Proportions des taxons : Essences principales :	 <p>Chêne, chêne/châtaigner, hêtre, noisetier, bouleau, Pomoïdée</p>	 <p>Chêne, chêne/châtaigner, hêtre, noisetier, bouleau, Pomoïdée, frêne, érable, orme</p>	 <p>Chêne, chêne/châtaigner, hêtre, Pomoïdée, frêne.</p>	 <p>Chêne, chêne/châtaigner, noisetier, Pomoïdée, hêtre, saule, bouleau, érable.</p>	 <p>Chêne, chêne/châtaigner, Prunus. <u>R.O.</u> Diversité moindre</p>	 <p>Chêne, chêne/châtaigner, hêtre, Prunus, Pomoïdée, érable, bouleau</p>
Ind. conc. Pareto interprétations	 <p>Ramassages sélectifs. Proportions de bois tendres (ex. noisetier et bouleau) un peu plus importantes. Hypothèses de rejets de combustible sélectionné et/ou de bois de construction.</p>	 <p>Ramassages sélectifs. Proportions de bois tendres (ex. noisetier et bouleau, aulne, saule) un peu plus importantes. Hypothèses de rejets de combustible sélectionné et/ou de bois de construction.</p>	 <p>Ramassages de « tout venant ». Collectes plutôt caractéristiques « d'activités domestiques ». Hypothèse de rejets de combustible</p>	 <p>Ramassages de « tout venant ». Collectes plutôt caractéristiques « d'activités domestiques ». Hypothèse de rejets de combustible</p>	 <p>Ramassages de « tout venant ». Collectes plutôt caractéristiques « d'activités domestiques ». Hypothèse de rejets de combustible</p>	 <p>Ramassages de « tout venant ». Collectes plutôt caractéristiques « d'activités domestiques ». Hypothèse de rejets de combustible</p>
Estimation calibre	Petit calibre, petites branches, brindilles. Quelques grosses branches de chêne.	Bois de courbure intermédiaire, bois de branches ou de perches. Poteaux ?	Bois de courbures fortes (2/3), et intermédiaire (1/3). Bois de petit et moyen calibre.	Bois de courbures fortes (3/4), et intermédiaire (1/4). Bois de petit et moyen calibre.	Bois de courbures fortes (2/3), et intermédiaire (1/3). Bois de petit et moyen calibre.	Bois de courbures fortes (3/4), et intermédiaire (1/4). Bois de petit et moyen calibre.
Aspect des charbons	Aspect mat, combustion en contexte ouvert	Aspect mat, combustion en contexte ouvert	Aspect mat dominant, combustion en contexte ouvert	Aspect mat, combustion en contexte ouvert	Aspect mat, combustion en contexte ouvert	Aspect mat, combustion en contexte ouvert

Fig. 59 – Tableau résumant les principaux descripteurs (types de boisements explorés, compositions taxonomiques, Ind de Pareto, calibre, aspects des charbons) par période et type de contextes de prélèvement.

4.2.1. Comparaison des résultats en fonction des différentes périodes : interprétations techniques.

- La comparaison des ensembles charbonneux montrent des résultats semblables dans leurs grands traits.

En effet, quelle que soit la période, on constate une dominance du chêne, chêne-châtaigner pour l'ensemble des prélèvements. Très souvent aussi sont détectés par ordre d'importance, le hêtre, le noisetier, les Pomoïdées, le bouleau, voire le genre *Prunus*, le frêne et l'érable (Fig. 59).

Le chêne (chêne-châtaigner), le hêtre, l'érable, le charme, le frêne, les Pomoïdées, le genre *Prunus* sont qualifiés de bois « denses ou lourds ». Ces essences sont considérées comme de bons combustibles dans le sens où leur combustion génère beaucoup de chaleur et des braises qui durent longtemps. Toutefois, ils peuvent être difficiles à enflammer, d'où la nécessité de les employer avec du bois de petit calibre, souvent du bois de Pomoïdée ou de *Prunus*, mais parfois aussi avec des bois plus « légers ou tendres » offrant des combustions rapides, mais brèves. Ce sont ces dernières qualités qui expliquent probablement la détection régulière du noisetier et du bouleau. A un degré moindre, on note aussi l'utilisation du saule, saule/peuplier et de l'aulne, bois légers (Rameau *et al.*, 1989), probablement pour des raisons techniques identiques d'allumage.

- La collecte des différentes essences a nécessité l'exploration systématique de boisements de type forestier (chêne diversifiée, chênaie-hêtraie), des boisements clairs (ex. noisetier, bouleau, frêne), fruticées, fourrés (ex. Pomoïdées, *Prunus*, fusain, églantier) et de boisements humides (aulne, saule, saule/peuplier, bourdaine) probablement présents dans les environs du site.

- Quelques charbons d'aspect luisant, représentant souvent entre 10 et 20% des ensembles, ont été régulièrement identifiés. Ces aspects sont généralement interprétés comme la conséquence de combustions particulièrement chaudes et anaérobies (ex. fours) (Oilic, 2011) (cf. chapitre 2.2.). Dans les cas ci-présents, compte tenu des faibles pourcentages, il s'agit probablement d'effets localisés, peut-être des charbons issus de combustions de « fonds de foyers ». De façon générale les charbons sont issus de combustions aérobies, de type « foyers ouverts ».

- Très peu de charbons étaient porteurs de fentes de retrait. Les bois ont donc été brûlés à l'état sec (non vert). Cela implique que le bois ayant servi de combustible ait été préalablement stocké.

- L'observation des courbures des cerne a permis d'estimer le calibre des bois utilisés. Ce sont des bois de petit à moyen calibre (petites branches) qui ont globalement été utilisés dans les différentes périodes. Quelques mesures de calibration réalisées sur les fragments des contextes de prélèvement n°2 et n°3 de La Tène C ont permis d'estimer des rayons minimum compris entre 3 et 20 mm. On note toutefois davantage d'utilisation de bois de calibre intermédiaire (grosses branches) pour la période Hallstatt D / La Tène.

- Le calcul de l'indice de concentration de Pareto a été réalisé sur six ensembles anthracologiques correspondant aux différentes périodes (Fig. 59). Le principe du calcul 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).

Les graphiques obtenus pour la période Hallstatt D / La Tène A (compléments de TP avec ou sans graines carbonisées, contextes de prélèvement n°4 et n°5) montrent

que les proportions des taxons anthracologiques ne reflètent pas les proportions attendue en théorie dans les communautés végétales naturelles. Cette différence pourrait s'expliquer par une collecte « sélective » de certaines essences. L'observation détaillée des compositions anthracologiques de cette période montre des choix qui se sont davantage portés vers des essences comme le noisetier, le bouleau, les Pomoïdées, le frêne ou l'érable, au détriment du chêne et du hêtre. L'hypothèse de bois de construction, utilisés dans un second temps comme combustible, est plausible. L'utilisation de bois de moyen calibre notamment de chêne pour la confection de bois d'œuvre, mais aussi l'utilisation du noisetier dans la confection de clayonnages par exemple, ont été suggérés.

En revanche, les calculs de l'indice de Pareto obtenus pour les périodes de La Tène B/C et de La Tène C montrent que les proportions des taxons anthracologiques constatées sont assez proches de celles observées dans les communautés végétales naturelles. Si l'on en croit cet indice, les ensembles charbonneux sont donc probablement issus de ramassages de « tout venant », peu sélectifs, ce qui serait plutôt à rapprocher d'usages domestiques. L'utilisation d'essences de combustibilité assez médiocre comme des fragments d'orme, de fusain, de bourdaine, mais aussi d'écorce, de brindilles, d'os et des mélanges de graines carbonisées (com. Pers. A. Decaix) aurait aussi tendance à renforcer l'hypothèse de rejets de combustions d'origines domestiques.

4.2.2. Comparaison des résultats en fonction de la présence ou pas de graines associées aux ensembles charbonneux.

La problématique n°1 visait si possible à obtenir des informations sur le mode opératoire de préparation (torréfaction) des grains de céréales. Dans ce cadre, la comparaison entre des compositions anthracologiques provenant de contextes de prélèvements similaires mais associés ou pas à des graines carbonisées est particulièrement pertinente.

De telles comparaisons sont possibles entre les contextes de prélèvements n°4 et n°5 (comblements de Trous de Poteau) de la période Hallstatt D / La Tène A et les contextes de prélèvement n°1, n°3 et n°2 (comblements de Silos) de La Tène C (Fig. 59).

- Comparaison entre les compositions des comblements de silos de La Tène C (contextes de prélèvements n°1, n°2 et n°3) :

La comparaison des trois ensembles anthracologiques permet de reconnaître des traits assez semblables :

- Dix des douze taxons anthracologiques identifiés dans les prélèvements associés à des graines (contexte n°2) sont détectés dans les prélèvements sans graines (contextes n°1 et n°3).
- les calculs de l'indice de concentration de Pareto montrent systématiquement des rapports d'équilibre proches à celui attendu en théorie dans la nature. Ces résultats sont significatifs de ramassages de « tout venant »,
- l'analyse des courbures de cerne montre des fragments provenant essentiellement de bois de petit à moyen calibre,
- l'observation des charbons ne montrent pas d'aspect particulièrement luisant, indiquant des conditions de combustion plutôt aérobies (combustions de type « foyers ouverts »),
- assez peu de fentes de retrait ont été globalement observées. Les charbons sont donc issus de bois « secs ».

Pour les comblements des silos de La Tène C, la présence ou pas de graines carbonisées associées aux prélèvements charbonneux ne semble donc pas corrélée à des compositions anthracologiques différentes.

- Comparaison entre les compositions des comblements de trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A (contextes de prélèvement n°4 et n°5) :

La comparaison des deux ensembles anthracologiques ne montre pas de différences significatives :

- Huit des douze taxons anthracologiques identifiés dans les prélèvements associés à des graines (contexte n°4) sont détectés dans les prélèvements sans graines (contextes n°5).
- les calculs de l'indice de concentration de Pareto montrent systématiquement des rapports en léger déséquilibre vis à vis des proportions attendues en théorie dans la nature. Ces résultats sont significatifs de ramassages sélectifs notamment vers des bois de noisetier et de bouleau,
- l'analyse des courbures de cerne montre des fragments provenant essentiellement de bois de petit à moyen calibre,
- les charbons ont des aspects mats dans leur globalité, ce qui est significatif de combustions aérobies (type « foyers ouverts »),
- assez peu de fentes de retrait ont été globalement observées. Les charbons sont donc issus de la combustion de bois « secs ».

Pour les comblements des trous de poteau de la période Hallstatt D / La Tène A, la présence ou pas de graines carbonisées associées aux prélèvements charbonneux semble indépendante vis à vis des compositions anthracologiques.

En conclusion, au regard de ces constatations, il ne semble pas y avoir de relation entre la présence de graines carbonisées et des compositions anthracologiques particulières. Il n'est donc pas possible de relier les ensembles charbonneux à une chaîne opératoire visant au traitement des graines (ex. torréfaction).

De façon plus générale, les ensembles charbonneux semblent plutôt être issus de de rejets de combustions, dont certaines sont probablement d'origines domestiques (cf. interprétation d'ensembles charbonneux issus de ramassages de « tout venant » cf. comblements des silos des périodes de La Tène B/C et La Tène C).

L'utilisation d'essences de combustibilité assez médiocre (bourdaine, orme, fusain) associées parfois à des fragments d'os et de graines « mélangées » (com. Pers. A. Decaix) tendrait aussi à appuyer cette hypothèse.

5. BIBLIOGRAPHIE

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

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

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

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

GAUDIN L., 2019 - *Analyse palynologique de la grotte diaclase de la "Karelslé" (Waldbillig). Reprise et interprétation des observations effectuées par J. Heim en 1992*. Bulletin du centre national de recherche archéologique, 2019-5, 20-53.

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

MARGUERIE D., 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.

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

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

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

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

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

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

6. ANNEXE – Photographies



Fig. 60 – Fragment de chêne (*Quercus* sp.). Coupe transversale. Forte courbure de cerne. Grossissement x7. Prélèvement n°2022-067 /168. L'échelle représente des millimètres.

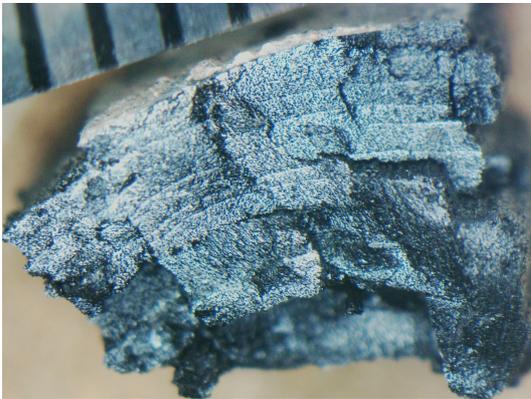


Fig. 61 – Fragment de Pomoidée de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x14. Prélèvement n°2022-067/251. L'échelle représente des millimètres.

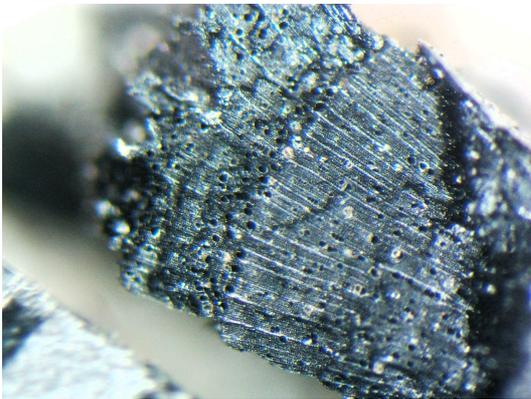


Fig. 62 – Fragment de bourdaine (*Frangula alnus*) de forte courbure de cerne. Coupe transversale. Grossissement x40. Prélèvement n°2022-067/241. L'échelle représente des millimètres.

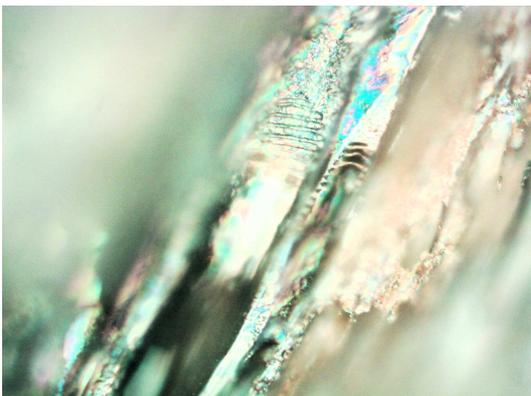


Fig. 63 – Fragment d'aune (*Alnus* sp.). Coupe radiale, détail des perforations scalariformes. Grossissement x400. Prélèvement n°2022-067/339.

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

7.1. Prélèvement « 2022-067 / 209 » (Trou de poteau)

● Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informé solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
Acer sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sp.	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Frag. de brindille indéterminé	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Prunus sp.	6	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	8	0	3	0	3	0	0	0	5	0	0	0	1

Fig. 64 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de « 2022-067/209».

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Prunus sp.	Forte	Mat	Présence	Absence	Absence	2
2	Prunus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1
3	Betula sp.	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 65 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « 2022-067/209».

● Description

Une trentaine de charbons a été observée pour ce prélèvement. Au regard de la diversité observée (6 à 7 taxons), les fragments ne proviennent pas du poteau mais plutôt de fragments épars.

L'observation globale n'a pas permis d'observer de graines. En revanche, un fragment de brindille du genre *Prunus* présentait encore de l'écorce. (Tube 1)

Sélection de charbons pour datation :

Tube 1 : fragment du genre *Prunus sp.* avec une forte courbure de cerne et avec l'écorce. Prélèvement de la partie extérieure. Faible longévité (60 à 100 ans maximum). Très favorable car il s'agit d'une brindille de quelques années de vie.

Tube 2 : fragment du genre *Prunus sp.* avec une forte courbure de cerne, probable brindille mais sans écorce. Prélèvement de la partie extérieure. Faible longévité. Plutôt favorable (moins que le tube n°1).

Tube 3 : fragment de bouleau de courbure intermédiaire. Sans écorce. Plutôt favorable grâce à une longévité relativement courte 50 ans à 100 ans maximum. (1)

Charbons à sélectionner pour datation : Choisir de préférence le fragment du tube n°1.

7.2. Prélèvement « 2022-067 / 251 » (Trou de poteau)

● Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion								Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informé solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform.	Aspect granuleux - indet.				
Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carpinus betulus	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pomoidée	18	0	5	13	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	5	0	0	5	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	6	0	0	5	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2
Quercus sp.	16	1	10	3	11	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0

Fig. 66 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement « 2022-067/251»

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Pomoidée	Forte	Mat	Présence	Absence	Présence	1 à 2 (choix1)
2	Prunus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1
3	Prunus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (choix 2)
4	Acer sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
5	Pomoidée	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
6	Prunus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1

Fig. 67 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « 2022-067/251».

- **Description**

Une cinquantaine de charbons a été observée pour ce prélèvement. Au regard de la diversité observée (6 à 7 taxons), les fragments ne proviennent pas du poteau mais plutôt de fragments épars.

L'observation globale n'a pas permis d'observer de graines. En revanche, plusieurs fragments provenant probablement de brindilles ont été observés.

Sélection de charbons pour datation :

Tube 1 : Fragment probable de brindille de Pomoïdée, de section entière. 20 à 30 cernes d'identifiés. Le fragment extrait correspond à une partie extérieure du fragment. L'écorce semble encore visible (un doute subsiste?) par endroit donc intéressant pour datation.

Tube 2 : Fragment de Prunus, de forte courbure de cerne, probable brindille mais pas d'écorce visible. Faible longévité? Intéressant. (indice 1).

Tube 3 : Fragment de prunus, de forte courbure de cerne, probable brindille mais pas d'écorce visible. Faible longévité. sélection d'un fragment le plus extérieur possible. à choisir par rapport à tube 2 et 6, mais est un second choix par rapport au fragment du tube 1 car l'écorce n'est pas perçue. (choix n°2).

Tube 4 : Fragment d'érable (longévité de l'ordre de 100 à 150 ans). A priori fragment de forte courbure de cerne, mais pas d'écorce. Un peu moins favorable.

Tube 5 : Fragment de Pomoïdée de courbure de cerne intermédiaire. Au regard de la courbure de cerne, le fragment serait plus intéressant que les fragments de Pomoïdée des tubes n°1 et n°2. Cependant vu la longévité des Pomoïdées (entre 30 et 600ans). Le genre Prunus semble meilleurs.

Tube 6 : Fragment de prunus, de forte courbure de cerne, probable brindille mais pas d'écorce visible. Faible longévité? sélection d'un fragment le plus extérieur possible.

Charbons à sélectionner pour datation : Choisir de préférence le fragment du tube n°1 car la brindille semble de section entière. Le fragment de Prunus du tube n°3 constitue un second choix.

7.3. Prélèvement « 2022-067 / 275 » (Trou de poteau)

- Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion						Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform			
Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. de brindille indéterminé	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Frag. écorce	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminé	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
Pomoidée	7	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Quercus sp.	7	0	7	0	5	2	0	2	0	0	0	0	4	0	0

Fig. 68 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de « 2022-067/275»

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Pomoidée	Forte	Mat	Présence	Absence	Présence	0 à 1
2	Pomoidée	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
3	Carporeste ou écorce?	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1
4	Brindille	Forte	Mat	Présence ?	Absence	Absence	1 à 2 (choix 1)
5	Pomoidée	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
6	Fagus sylvatica	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
7	Prunus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1 à 2 (choix 2)

Fig. 69 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « 2022-067/275».

- **Description**

Une trentaine de charbons a été observée pour ce prélèvement. Au regard de la diversité observée (4 à 5 taxons), les fragments ne proviennent pas du poteau mais plutôt de fragments épars.

L'observation globale n'a pas permis d'observer de graines. En revanche, plusieurs fragments provenant probablement de brindilles ont été observés.

Sélection de charbons pour datation :

Tube 1 : Fragment de Pomoïdée, forte courbure de cerne. Prélèvement de la partie extérieure. Brindille probable, mais écorce indistincte. Longévité hétérogène. Pas particulièrement favorable.

Tube 2 : Fragment de Pomoïdée, forte courbure de cerne, section entière. Brindille probable, mais écorce indistincte. Longévité hétérogène. Pas particulièrement favorable.

Tube 3 : Probable carporeste (coquille à confirmer ?) ou fragment d'écorce. Plutôt intéressant pour une datation.

Tube 4 : brindille de section entière, écorce indistincte mais probable. Fragment de brindille voire de pédoncule au regard de la forme. Intéressant pour une datation (1 à 2). A choisir en 1er.

Tube 5 : Fragment de Pomoïdée, de forte courbure de cerne. Prélèvement de la partie extérieure. Brindille probable, mais écorce indistincte. Longévité hétérogène. Pas particulièrement favorable (ind. 0 à 1).

Tube 6 : Fragment de hêtre de courbure forte, pas d'écorce distincte. Longévité d'environ un siècle. Moyennement favorable. (0-1).

Tube 7 : Fragment de *Prunus* de forte courbure de cerne. Pas d'écorce visible, intéressant compte tenu de sa faible longévité (50 à 100 ans). Ind. 1-2. second choix par rapport au tube n°4.

Charbons à sélectionner pour datation : Choisir plutôt le fragment du tube n°4, car il s'agit visiblement d'un fragment de brindille de section entière (taxon indéterminé). Le fragment de Prunus du tube n°7 est aussi un choix intéressant, mais l'écorce n'est pas perçue.

7.4. Prélèvement « 2022-067 / 276 » (Trou de poteau)

● Résultats

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion						Thylle	Moelle	
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Fondu très brillant - struct. Inform	Aspect granuleux - indet.			
Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	3	0	2	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	0	0
Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Quercus/Castanea	7	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Quercus sp.	10	0	6	2	6	0	0	2	0	0	0	1	0	0	6	0

Fig. 70 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de « 2022-067/276 »

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fraxinus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Présence	0
2	Fagus sylvatica	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
3	Acer sp.	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	1 à choisir

Fig. 71 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « 2022-067/276 ».

- **Description**

Un peu plus d'une vingtaine de charbons a été observée pour ce prélèvement. Trois à quatre taxons anthracologiques ont été observés.

L'observation globale n'a pas permis d'observer de brindilles entières ni de graines.

Sélection de charbons pour datation :

Tube 1 : Fragment de frêne de forte courbure de cerne, sans écorce. Compte tenu de la longévité de l'ordre de 150 - 200 ans, le fragment n'est pas particulièrement favorable (plus favorable que le chêne...)

Tube 2 : Fragment de hêtre de courbure intermédiaire. Longévité de l'ordre de 100 à 150 ans en général. Pas particulièrement favorable (0). Un petit peu plus favorable que le fragment du tube 1.

Tube 3 : Fragment d'érable, de courbure intermédiaire. Longévité de l'ordre de 150 ans (120 à 150 pour l'érable champêtre). Un peu plus favorable que le hêtre. A choisir si besoin.

Charbons à sélectionner pour datation : Aucun des trois fragments n'est particulièrement favorable, choisir le fragment du tube n°3 si besoin.

7.5. Prélèvement « 2022-067 / 278 » (Trou de poteau)

- **Résultats**

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

Fig. 72 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de « 2022-067/278»

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Pomoidée	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
2	Fagus sylvatica	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1 à choisir

Fig. 73 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « 2022-067/278».

- **Description**

Le prélèvement comportait peu de fragments. Un peu moins d'une dizaine de charbons a été observée pour ce prélèvement. Trois à quatre taxons anthracologiques ont été observés.

L'observation globale n'a pas permis d'observer de brindilles entières ni de graines.

Sélection de charbons pour datation :

Tube 1 : Fragment de Pomoïdée de courbure intermédiaire. Longévité hétérogène quelques siècles maximum. Pas particulièrement favorable (0-1).

Tube 2 : Fragment de hêtre de courbure forte. Longévité de l'ordre de 100 - 150 pour l'érable champêtre. Pas particulièrement favorable mais à choisir si besoin, compte tenu de la longévité moins hétérogène que les Pomoïdées.

Charbons à sélectionner pour datation : Aucun des deux fragments n'est très favorable, choisir le fragment du tube n°2 si besoin.

7.6. Prélèvement « 2022-067 / 279 » (Trou de poteau)

- **Résultats**

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
Acer sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Frag. écorce	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Prunus sp.	3	0	1	1	0	0	0	1	0	1
Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	6	0	2	3	0	0	0	1	1	0

Fig. 74 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement de « 2022-067/279»

Numéro de tube	Code Espèce	Courbure	Combustion	Cambium	Thylle	Moelle	Priorité
1	Fagus sylvatica	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0
2	Acer sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	0 à 1
3	Ecorce ? Chêne?	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (choix 3)
4	Corylus avellana	Intermédiaire	Mat	Absence	Absence	Absence	2
5	Prunus sp.	Forte	Mat	Absence	Absence	Absence	1 (choix 2)

Fig. 75 – Inventaire des fragments, informations dendrologiques et indice de priorité proposé pour la réalisation d'une datation C14. Prélèvement « 2022-067/279».

- **Description**

L'observation globale n'a pas permis d'observer de brindilles entières ni de graines.

Une vingtaine de charbons a été observée pour ce prélèvement. Cinq à six taxons anthracologiques ont été observés (Fig. 74).

Sélection de charbons pour datation :

Tube 1 : Fragment de hêtre de courbure forte. Longévité de l'ordre de 100 - 150 en générale. Pas particulièrement favorable.

Tube 2 : Fragment d'érable, de courbure intermédiaire à forte. Longévité de l'ordre de 150 ans (120 à 150 pour l'érable champêtre). Un peu plus favorable que le hêtre.

Tube 3 : Probable fragment d'écorce, probablement de chêne? Potentiellement intéressant. (Choix n°3)

Tube 4 : Fragment de noisetier de courbure intermédiaire. Intéressant pour la datation du fait d'une faible longévité. Longévité de 20-30 ans. A sélectionner en priorité pour une datation.

Tube 5 : Fragment de Prunus de forte courbure de cerne. Rayon 2 mm. Probable brindille. Longévité de 50 - 100 ans maximum mais ici probablement durée de vie courte (brindille probable mais pas d'écorce bien visible). à choisir en second choix si besoin.

Charbons à sélectionner pour datation : Le fragment de noisetier du fait de sa faible durée de vie est intéressant (tube n°4). Sélectionner si besoin les charbons des tubes n°3 et n°5 si besoin.

8. ANNEXE – Détail des résultats d'analyses

8.1. Résultats d'analyses des prélèvements avec graines carbonisées provenant des comblements de silo attribués à La Tène C (chap.3.1.3.)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Thylle	Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié			Fendu / Luisant / noeud
2022-067/028	Acer sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	1	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	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
2022-067/046	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acer sp.	1	0	0	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
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Indéterminé	1	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	5	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/083	Salix sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Alnus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	2	3	2	1	0	1	0	0	0	0	1
2022-067/168	Salix/Populus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Acer sp.	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Carpinus betulus	6	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Corylus avellana	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euonymus europaeus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1
	Quercus/Castanea	8	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	13	0	1	9	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	Salix/Populus	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022-067/233 – FAIT 102	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Betula sp.		3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carpinus betulus		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ag. de brindille indéterminé		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frag. écorce		3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus/Castanea		10	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/241 – FAIT 102	Quercus sp.	11	0	4	2	3	1	0	2	0	0	0	2	0
	Acer sp.	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Carpinus betulus	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	10	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frangula alnus	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Indéterminé	4	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0
	Pomoidée	5	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/248 – FAIT 102	Quercus/Castanea	15	0	2	11	0	0	1	1	0	1	0	1	0
	Quercus sp.	24	0	4	17	2	4	0	2	1	0	0	0	0
	Salix sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/012	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/042	ag. de brindille indéterminé	15	1	13	0	0	13	0	0	0	0	0	1	0
	Acer sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/059	Quercus/Castanea	6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/082	Fagus sylvatica	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/117	Fagus sylvatica	3	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/120	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/142	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
2022-067/156	Quercus/Castanea	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/171	Quercus/Castanea	7	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1
	Salix/Populus	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/184	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/198	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2022-067/203	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	6	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/216	ag. de brindille indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/216	Fagus sylvatica	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
		330	1	49	143	21	8	5	28	17	0	10	5	12

Fig. 76 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour l'ensemble des prélèvements avec graines, provenant des comblements de silo datés de La Tène C

8.2. Résultats d'analyses des prélèvements avec graines carbonisées provenant des comblements de trous de poteau attribués à la période Hallstatt D / La Tène A (chap. Problématique n°1 : 3.1.4.)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme			Combustion			Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud	Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant				
2022-067/308	Corylus avellana	4	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Pomoidée	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Quercus sp.	5	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	
2022-067/333	Betula sp.	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	2	0	0	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
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Indéterminé	3	0	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
	Quercus/Castanea	9	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	4	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
2022-067/339	Alnus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	4	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	13	0	3	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	5	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022-067/340	Alnus/Corylus	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	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
	Pomoidée	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	8	0	5	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0
Rosaceae / Rosoideae	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022-067/353	Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	7	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022-067/357	Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Quercus/Castanea	8	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	
	Quercus sp.	11	0	7	0	7	0	0	3	0	0	0	0	
		134	0	28	33	13	0	5	12	3	0	4	2	

Fig. 77 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les six prélèvements charbonneux associant des graines, provenant des comblements de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A.

8.3. Résultats d'analyses des prélèvements sans graines carbonisées provenant des comblements de silos datés de la période de La Tène C (Problématique n°2: 3.2.1.)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié		Fendu / Luisant / noeud
2022-067/116	Quercus/Castanea	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	11	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/138	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Quercus sp.	6	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0
2022-067/163	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Prunus sp.	2	0	1	1	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	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2022-067/167	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Alnus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Quercus/Castanea	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	6	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/208	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Prunus sp.	12	0	1	10	0	0	0	3	0	0	2	0
	Quercus/Castanea	6	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2
	Quercus sp.	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		69	0	16	27	7	0	0	5	0	0	7	4

Fig. 78 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour l'ensemble des prélèvements sans graines, provenant des comblements de silos datés de La Tène C

8.4. Résultats d'analyses des prélèvements provenant de faibles concentrations charbonneuses des comblements de silos attribués à la période de La Tène C (chap. Problématique n°3 : 3.3.)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud		
2022-067/020	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/026	Indéterminé	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	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	0	0	0	0	0
2022-067/027	Acer sp.	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2022-067/029	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	5	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0
2022-067/031	ag. de brindille indéterminé	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0
	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Quercus sp.	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2022-067/035	ag. de brindille indéterminé	2	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
	Pomoidée	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/037	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/039	Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	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
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/040	Corylus avellana	1	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
	Quercus/Castanea	5	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0
2022-067/041	Prunus sp.	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
2022-067/052	Acer sp.	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
2022-067/055	Fagus sylvatica	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	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
2022-067/056	Betula sp.	2	0	1	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
2022-067/061	Acer sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Frag. écorce	1	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
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
2022-067/062	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	8	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2022-067/068	Acer sp.	1	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
2022-067/069	Alnus sp.	1	0	0	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
	Frag. écorce	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

Fig. 79 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour 17 prélèvements provenant des comblements de silo datés de La Tène C (contexte de prélèvement n°3)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion				Moelle	Thylle
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié		
2022-067/072	Acer sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	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
2022-067/075	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/090	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	1	0	0	0
2022-067/091	Fagus sylvatica	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2022-067/095	Corylus avellana	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Corylus sp. / Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/096	Prunus sp.	1	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
2022-067/097	Quercus/Castanea	5	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/099	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/103	Betula sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/104	Indéterminé	1	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
2022-067/106	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	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
2022-067/109	Fagus sylvatica	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/110	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2022-067/111	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	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
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/112	ag. de brindille indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/113	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	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
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0
2022-067/123	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
2022-067/129	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
2022-067/139	Corylus avellana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/146	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/148	Fagus sylvatica	4	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/150	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fig. 80 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour 22 prélèvements provenant des comblements de silo datés de La Tène C (contexte de prélèvement n°3)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud			
2022-067/157	Indéterminé	1	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
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/161	Carpinus betulus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2022-067/162	Fagus sylvatica	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/164	Fagus sylvatica	3	0	1	1	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
	Quercus/Castanea	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2022-067/181	Betula sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
	Quercus/Castanea	5	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
2022-067/182	Alnus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	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	1	0	0	0
	Quercus sp.	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2022-067/187	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
	Indéterminé	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
	Quercus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/189	Salix/Populus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/190	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	3	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/195	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2022-067/197	Indéterminé	1	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
2022-067/199	Fagus sylvatica	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Quercus sp.	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2022-067/200	Fagus sylvatica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	5	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
2022-067/201	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	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/202	Indéterminé	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
2022-067/204	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
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2022-067/206	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	1	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
2022-067/219	Frag. écorce	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.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/220	Fagus sylvatica	2	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
	Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2022-067/221	Fagus sylvatica	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	1	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.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/228	Fagus sylvatica	1	0	0	1	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	3	0	0	2	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
2022-067/230	Betula sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/234	Fagus sylvatica	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	3	0	0	1	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
2022-067/249	ag. de brindille indétermi	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/403	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		385	1	30	98	3	1	9	47	4	0	18	11	5	

Fig. 81 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour 25 prélèvements provenant des comblements de silo datés de La Tène C (contexte de prélèvement n°3)

8.5. Résultats d'analyses des prélèvements provenant de trous de poteau datés de La Tène B / C (chapitre Problématique n°4 : 3.4.2.)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle	Insecte	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud				
2022-067/262	Acer sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Betula sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	1	0	1	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	0
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	0	1	0	0	0	0	0	0
Quercus sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022-067/264	Fagus sylvatica	12	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	9	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
	Quercus sp.	9	0	2	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2022-067/266	Corylus/Carpinus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	Quercus/Castanea	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	Quercus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2022-067/267	ag. de brindille indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fraxinus sp.	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	8	0	0	3	0	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0
	Pomoidée	6	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	5	0	1	1	1	1	0	1	2	1	0	0	0	1	0
2022-067/275	Fagus sylvatica	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ag. de brindille indéterminé	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
	Frag. écorce	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
	Pomoidée	7	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus sp.	7	0	7	0	5	2	0	2	0	0	0	0	0	4	0
2022-067/276	Acer sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	3	0	2	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	0
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	7	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
	Quercus sp.	10	0	6	2	6	0	0	2	0	0	1	0	6	0	0
2022-067/278	Fagus sylvatica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/279	Acer sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corylus avellana	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fagus sylvatica	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus sp.	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Quercus/Castanea	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	6	0	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
		161	0	34	65	13	3	2	20	6	0	9	8	13	1	

Fig. 82 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les huit prélèvements provenant des complements de trous de poteau datés de La Tène B / C (contextes de prélèvement n°4)

8.6. Résultats d'analyses des prélèvements provenant de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (chapitre Problématique n°4 : 3.4.3.)

Identifiants – prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Moelle	Thylle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud			
2022-067/306	Acer sp.	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fagus sylvatica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	4	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	
2022-067/307	Quercus sp.	4	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
2022-067/307	Fagus sylvatica	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ag. de brindille indéterminé	1	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	
	Prunus sp.	2	0	0	1	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022-067/332	Betula sp.	1	0	0	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	
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Quercus sp.	8	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	
	Salix/Populus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022-067/344	Quercus/Castanea	6	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0	
2022-067/345	Quercus sp.	4	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
2022-067/345	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pomoidée	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus sp.	4	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Salix/Populus	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2022-067/346	Acer sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/346	Betula sp.	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Corylus avellana	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Frag. écorce	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fraxinus sp.	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Indéterminé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pomoidée	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	11	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
	Quercus sp.	6	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	
	2022-067/351	Acer sp.	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2022-067/351	Alnus/Corylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corylus avellana		3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus sp.		10	0	4	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
Pomoidée		5	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Quercus/Castanea		2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Quercus sp.		6	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	
Ulmus sp.		10	0	5	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
2022-067/358		Acer sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/358	Corylus avellana	5	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Indéterminé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2022-067/359	Betula sp.	4	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/359	Corylus avellana	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fagus sylvatica	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	6	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	1	
	Quercus sp.	6	1	2	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1	
	2022-067/362	Alnus/Corylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/362	Fagus sylvatica	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Pomoidée	3	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Quercus sp.	2	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	
	2022-067/363	Betula sp.	3	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2022-067/363	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	4	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Quercus sp.	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	
	2022-067/364	Alnus/Corylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022-067/364	Betula sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Fagus sylvatica	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pomoidée	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Quercus/Castanea	10	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
	Quercus sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL		210	1	54	43	18	2	1	32	4	0	0	2	9

Fig. 83 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les douze prélèvements provenant des comblements de trous de poteau datés de la période Hallstatt D / La Tène A (contextes de prélèvement n°4)

9. Résultats d'analyses des prélèvements n° 137 et n°47, livrés en janvier 2025 : Prélèvements avec graines carbonisées provenant des comblements de silos attribués à La Tène C. Problématique n°1 : contextes 1 et 2. (en relation avec le chapitre 3.1.3.)

● Résultats

Identifiants - prélèvements	Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion					Thylle	Moelle	
			Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu / Luisant	Scoriacé - magma informe solidifié	Fendu / Luisant / noeud			
2022-067/47	Corylus avellana	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frag. écorce	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indéterminé	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	Pomoidée	3	0	0	2	0	1	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	11	0	3	4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	Quercus sp.	11	0	6	0	3	0	0	1	1	0	0	0	2	0
Salix/Populus	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022-067/137	Fagus sylvatica	3	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	g. de brindille indétern	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
	Frag. écorce	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pomoidée	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Quercus/Castanea	13	0	2	5	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0
	Quercus sp.	13	0	9	2	5	0	0	3	3	0	0	0	0	0
	Salix/Populus	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		70	0	23	25	9	1	0	13	6	0	1	3	2	

Fig. 84 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements n°47 et n°137 provenant des comblements de silo, avec graines, datés de La Tène C

Identifiants des lots	Espèce	Courbure	Rythme	Nb Bois	Nb cernes	Moyenne	Ecart Type	Minimum	Maximum
2022-067/47	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	3	8	1,02	0,05	0,99	1,08
2022-067/137	Quercus sp.	Faible et intermediaire	Régulier	5	9	2,24	0,64	1,38	3

Fig. 85 – Tableau des mesures de largeurs de cerne réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible à intermédiaire pour les prélèvements n°2022-067/47 et n°2022-067/137.

● Descriptions et interprétations

70 charbons ont été étudiés pour ces deux prélèvements. Ces analyses réalisées en janvier 2025, viennent compléter les observations réalisées en mars 2024 et notamment ceux relatifs à la problématique n°1 (prélèvements de comblements de silos avec graines datés de la Tène C, chapitre 3.1.3.).

Dans les deux prélèvements, ce sont le chêne (*Quercus sp.*) et le chêne-châtaigner (*Quercus sp. / Castanea sp.*) qui dominent (environ 60 % à 75%). Plus ponctuellement, on constate aussi le saule/peuplier (*Salix sp. / Populus sp.*) et des fragments de Pomoïdées dans les deux prélèvements. Quelques charbons de noisetier (*Corylus avellana*), de *Prunus* ont été détectés dans le prélèvement n°47, du hêtre (*Fagus sylvatica*) dans le prélèvement n°137 (Fig. 84).

L'ensemble de ces essences avait aussi été observé dans les prélèvements associés au même type de contexte n°2 dans des proportions semblables (environ 60%, cf. chapitre 3.1.3.).

Les essences telles que le chêne, le chêne-châtaigner et le hêtre, voire les bois de Pomoïdée et de *Prunus* sont d'excellents combustibles car ce sont des bois denses. Leur combustion génère des braises avec beaucoup d'énergie et dans la durée. En revanche, ils peuvent être difficiles à enflammer, d'où l'intérêt de l'emploi de petites branches (dont brindilles) et des bois plus tendres, tels que le saule / peuplier et le noisetier.

L'observation de l'aspect des charbons montre des fragments de moyenne et forte courbures de cerne dans des proportions équivalentes (50%). Cela traduit l'emploi de bois de petits et moyens calibres, probablement des branches. Quelques fragments de brindilles ont aussi été identifiés.

En ce qui concerne l'aspect des charbons, on constate relativement peu de fragments montrant des aspects luisants (27%) ou fendus (9%).

Ce sont donc probablement des restes issus de combustions ouvertes. Les charbons luisants étant possiblement issus d'effets de combustions localisées (ex. fonds de foyers).

La faible proportion des charbons fendus indique l'emploi de bois sec (non vert).

L'ensemble des ces résultats et interprétations s'accordent avec les conclusions déjà exprimées dans le chapitre 3.1.3.

Enfin, quelques mesures de largeurs de cerne ont été réalisées (Fig. 85). Les moyennes obtenues sont très différentes. Environ 1 mm/an pour les charbons du prélèvement n°47 et environ 2 mm/an pour le prélèvement n°137. Toutefois, compte tenu du faible nombre de charbons ayant pu faire l'objet de mesures (seulement trois et cinq fragments), il n'est pas possible d'en tirer des interprétations solides.