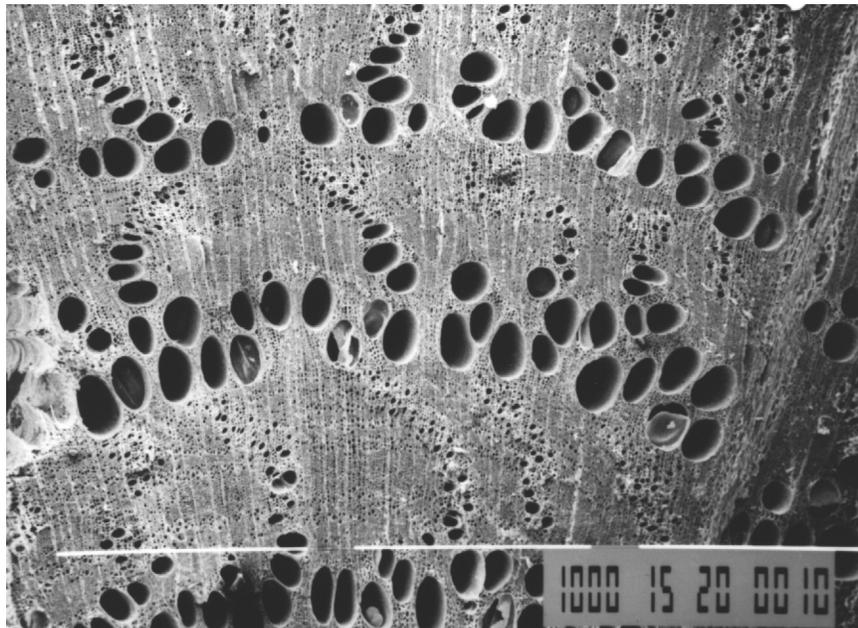


Conseil Général du Calvados  
Service Départemental d'Archéologie

**Site de Fontenay-le-Marmion, au lieu-dit « la Grande Pièce »  
(Calvados)**

## **Rapport d'étude anthracologique**

Loïc Gaudin



**Octobre 2005**

**Conseil Général du Calvados**  
**Service Départemental de l'Archéologie du Calvados**

**Site de la « Grande Pièce »**  
**(Fontenay le Marmion, Calvados)**

---

**Rapport d'étude anthracologique**

---

**Loïc GAUDIN**

E-mail : loicgaudin@numericable.fr

---

**Octobre 2005**

*Illustration de la page de couverture :*

Charbon de chêne caducifolié (*Quercus sp.*)  
Coupe transversale vue au microscope électronique à balayage (x 80)

## **1. INTRODUCTION**

Le site archéologique du lieu dit « la Grande Pièce » à Fontenay le Marmion a été fouillé sous la conduite de P. Giraud en 2004. Des volumes de sédiment conséquents ont été prélevés sur le terrain afin d'être tamisés plus tard en laboratoire. Les prélèvements ont été faits pour chaque structure présentant des niveaux charbonneux. Le tamisage a été réalisé sur des mailles de 0.5 mm.

Cette étude anthracologique prend place dans une véritable étude paléoenvironnementale pluridisciplinaire puisque des prélèvements ont aussi été réalisés en vue d'études archéozoologiques (mammifères terrestres), carpologiques et palynologiques. L'étude des macrorestes végétaux carbonisés présentée dans ce rapport renseignera à terme sur la nature des essences utilisées, sur leur provenance biotopique, mais aussi sur la nature des écosystèmes environnant le site.

## **2. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS**

Les restes anthracologiques proviennent de 18 structures. La structure n°1 ayant été divisée en 4 lots, la structure 46 en 2 lots et la structure n°66 en 2 lots anthracologiques, un total de 22 lots anthracologiques a donc été inventorié (Figure 1).

Afin de pouvoir comparer les différentes structures entre elles, nous avons choisi d'étudier l'ensemble des lots anthracologiques.

Devant les effectifs impressionnants de charbons de bois (plusieurs milliers de charbons, pour la plupart des micro-charbons inférieurs à 3 mm), il fut décidé d'étudier une sélection représentative de charbons (plus ou moins une centaine en fonction de la diversité taxonomique constatée) pour chaque lot anthracologique.

Une très faible diversité taxonomique a été constatée pour l'ensemble des lots anthracologiques. Il n'a donc pas été possible de procéder au calcul des courbes « effort-rendement » qui auraient permis d'estimer un effectif d'échantillonnage optimal (Chabal, 1997). Afin de pouvoir étudier l'ensemble des lots dans le temps imparti (2 mois de contrats), un effectif minimum d'environ 100 charbons par structure a été choisi afin d'obtenir une image représentative des lots.

Identifiant des lots	Type de structure	Effectif des charbons étudiés	Période chronologique
ST36		101	Néolithique
ST1063	Four	88	Bronze ancien
ST1081	Four	50	Bronze ancien
ST1048	Four	91	Bronze ancien
ST1 T25 niv. 3		21	Bronze moyen - final
ST1 T31-32		50	Bronze moyen - final
ST1 T43-44		30	Bronze moyen - final
ST1 tronçon 1 niv. 3		81	Bronze moyen - final
ST46 T208 US3		32	Bronze moyen - final
ST46 T202 US3		35	Bronze moyen - final
ST38		120	Bronze final
ST135		71	Bronze final
ST45	Silo	14	Bronze final
ST48		17	Bronze final
ST1076	Comblement	100	Bronze final – début Hallstat
ST66	Fond silo	55	Bronze final – début Hallstat
ST66	US 1	100	Bronze final – début Hallstat
ST75	Four	50	Bronze final – début Hallstat
ST70	silo	31	Bronze final – début Hallstat, proche du four 54
ST47		25	Bronze final – début Hallstat
ST54		88	Bronze final – début Hallstat
ST1010		71	Tène ancienne
<b>SOMME</b>		<b>1422</b>	

Figure 1 – Inventaire des lots anthracologiques étudiés et nombre de charbons étudiés

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

#### 3.1 Methodologie

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 (Marguerie et Hunot, 1992) :

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

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

Les charbons que nous pouvons déterminer présentent au minimum des côtés de l'ordre de 2 à 5 mm.

Le genre des ligneux carbonisés (combustion partielle) se détermine à coup sûr et souvent l'espèce. Toutefois, il est délicat, voire impossible, de distinguer spécifiquement les chênes à feuillage caduc. Les variations biotopiques au sein d'une même espèce sont souvent plus importantes que les différences interspécifiques au sein du genre.

Le critère anatomique permettant la distinction entre le chêne et le châtaignier étant la présence ou l'absence de rayons multisériés, il n'a pas toujours été possible dans le cas des plus petits charbons d'obtenir une détermination au niveau du genre. En effet, la présence de rayons multisériés atteste le chêne, en revanche son absence peut aussi bien désigner une fraction de châtaignier qu'une fraction comprise entre deux rayons multisériés de chêne. Un taxon anthracologique « *Quercus / Castanea* » a donc été établi.

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

Nos résultats sont consignés dans des tableaux où les taxons sont rangés par groupement écologique. Nous nous abstenons, dans un essai de reconstitution paléo-environnementale, de prendre en compte l'aspect quantitatif de nos analyses anthracologiques. Les données phyto-écologiques que nous dégagerons de notre étude reposeront donc uniquement sur les informations écologiques intrinsèques à chaque taxon attesté et sur les groupements végétaux mis en évidence. Il sera cependant fait parfois référence aux données quantitatives (effectifs et masses) 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 de précieuses informations sur :

- l'allure des limites de cernes (de courbure très faible, intermédiaire ou nettement courbe), pour connaître la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses,
- la zone du bois dans laquelle on se situe. En effet, la partie centrale morte d'un tronc se transforme peu à peu. Certains auteurs parlent de "duraminisation". Cette transformation s'accompagne entre autres de sécrétions ou dépôts de gommés et d'excroissances cellulaires appelées thylles obstruant peu à peu les vaisseaux du duramen ne fonctionnant plus. Les thylles se conservent après carbonisation. Leur observation chez les charbons de bois indique que ceux-ci proviennent du duramen et non de l'aubier et reflète l'emploi de bois âgés, si toutefois les thylles ne résultent pas de traumatismes d'origine mécanique, physique ou chimique,
- la présence ou l'absence d'écorce et/ou de moelle,

- 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 largeur moyenne des cernes figurés sur le charbon pour apprécier les caractères biotopiques,
- la présence ou l'absence de fentes radiales de retrait pour savoir si le bois fut brûlé vert ou sec,
- la saison d'abattage,
- le travail du bois (traces d'abattage, d'élagage, de façonnage ...).

L'observation de la largeur des cernes d'accroissement renseigne notamment sur l'état du peuplement végétal au sein duquel le bois a été récolté. En forêt dense, l'intensité d'assimilation et de transpiration des individus est telle que les arbres connaissent une pousse lente et régulière (cernes étroits). Un milieu plus ouvert est, en revanche, riche en bois à croissance rapide (cernes larges).

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 (charpente, 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...

***Remarques méthodologiques spécifique à cette étude :***

Les charbons étaient dans leur grande majorité inférieurs à 3 mm ce qui a impliqué un laps de temps relativement long, une trentaine de jours pour étudier l'ensemble des structures et un nombre assez important d'indéterminations (335 soit 23% de l'effectif total étudié).

Par ailleurs le microscope mise à disposition, d'une bonne qualité d'optique (x 100 et x 500), ne possédait pas de plateau à glissière ce qui a nécessité de faire glisser systématiquement les charbons sous l'objectif de manière manuelle (avec des pincettes). De ce fait, l'observation des charbons de bois a été rendue peu commode (la surface des charbons observée a été incontestablement réduite par rapport à un microscope avec un plateau à glissière). Aussi, il est probable que certaines occurrences de descripteurs anatomiques (ex. présence de perforations scalariformes ou présence d'épaississement spiralés rares) n'ont pas été perçues et aient alors été enregistrées comme absentes. Par exemple nous remarquerons dans la structure 1076 la présence à la fois de charbons de *Corylus* (noisetier) mais aussi de *Salix* (saule)/ *Populus* (peuplier) et *Carpinus* (charme). Si la détermination du noisetier est irréfutable par l'observation de perforations scalariformes aux barreaux épais, les déterminations du saule/peuplier ou du charme sont plus hypothétiques car elles reposent sur l'absence de ces perforations.

### **3.2. Les principales essences et formation végétales observées, éléments d'interprétation**

L'étude de l'ensemble des prélèvements a révélé 15 taxons anthracologiques (même si le taxon « *Quercus-Castanea* » est probablement artificiel, puisque les études polliniques ne révèle aucune présence de châtaignier dans cette région pour cette époque). Toutefois, cette composition est très variable d'un lot à l'autre : elle peut être quasi mono spécifique en ST46 pour compter jusqu'à 7 taxons en ST54 ou ST1076. Deux taxons se dégagent très nettement, il s'agit du chêne (*Quercus* et *Quercus-Castanea*) et des Pomoïdées.

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

L'autoécologie des taxons attestés peut cependant apporter quelques éléments d'interprétation :

- Le chêne à feuilles caduques correspond indifféremment, dans le domaine géographique considéré, aux chênes pédonculé et sessile. Il s'agit dans les deux cas d'espèces héliophiles pouvant croître dans des **bois clairs**, des **friches** ou des **haies**.
  
- Le **charme**, espèce médio-européenne, est sciaphile croissant sur des sols secs à frais. Il est commun (rare actuellement en Basse Normandie !) en plaine jusqu'à 1000 m et a besoin d'étés chauds pour la maturation de ses graines. On le rencontre dans des **bois** et des **forêts caducifoliées**.
  
- Le **noisetier**, ainsi que le **bouleau** sont des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien en **lisière de forêts caducifoliées**, dans des bois clairs, dans des **landes** ou **friches**.
  
- Les *Prunus* et les Pomoïdées (ex. aubépine, poirier, néflier) sont des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien en **lisière de bois**, dans des **bois clairs**, des **landes** ou en **forêts caducifoliées ouvertes**.
  
- L'**ajonc** (*Ulex*) et le **genêt** (*Cytisus*) sont surtout caractéristiques des **landes fourrés** mais on peut aussi les retrouver dans les **friches** voire dans les **bois clairs**.
  
- Le **peuplier** et le **saule** sont des essences héliophiles, mésohygrophiles à hygrophiles ripicoles qui participent à la formation de **forêts claires fraîches dans des zones humides**, marécageuses, le long des cours d'eau ou dans des prairies humides. Leur origine est plutôt à rechercher dans une dépression humide ou une vallée proche. La topographie autour du site de Fontenay le Marmion offre plusieurs contextes potentiellement favorables au

développement de ces formations végétales dans un rayon de 500 mètres autour du site.

### **3.3. Observation macroscopique du plan ligneux**

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

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

La largeur moyenne des cernes à faible courbure (sur les branches cette mesure n'a pas de sens du fait de leur croissance totalement excentrée) des charbons a également été calculée sur les 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.

## 4. RESULTATS D'ANALYSES

### 4.1. La structure 36 (Néolithique)

#### 4.1.1 L'association anthracologique

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 36</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>69</b>
<b>chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>21</b>
<b>Pomoidée</b>	<b>3</b>
<b>indéterminé</b>	<b>8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>

Figure 2 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 36

La liste des espèces attestées par l'analyse anthracologique, leurs caractères auto-écologiques et les données dendrologiques développées ci-dessous soulignent l'existence possible dans les environs du site, **de deux écosystèmes** :

- **forêts caducifoliées type Chênaie,**
- **fouffrés post-forestiers, ou lisière forestière.**

#### 4.1.2. Observation macroscopique du plan ligneux

Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
Pomoïdée										
<i>Quercus sp.</i>	26		26				2	2		
<i>Quercus/Castanea</i>										
Indéterminé										

Figure 3 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois étudiés.

Parmi les charbons appartenant au taxon « *Quercus* », 26 présentaient une courbure et un rythme régulier ce qui atteste une provenance de troncs d'arbres. A noter l'existence de charbons de chêne d'aspect dur/luisant et fendu/luisant. Il est encore difficile d'expliquer le phénomène à l'origine de tels artefacts. Il fut cependant remarqué qu'ils apparaissaient lors de conditions de carbonisation en milieu anaérobie. Dans ce cas, de telles conditions peuvent être réunies en cas d'utilisation continue quand les charbons demeurent piégés au fond des foyers sous d'épaisses couches de cendres accumulées.

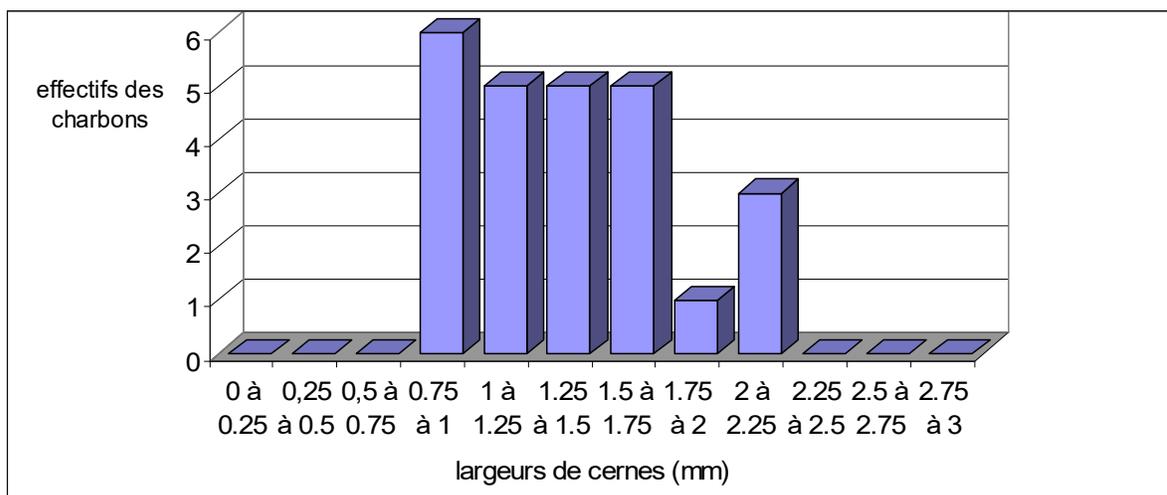
Des mesures de largeurs de cernes ont porté sur les charbons à faible courbure de cernes.

La largeur moyenne des largeurs de cernes est de 1,41 mm avec un écart-type qui décrit une assez bonne homogénéité des valeurs (Figure 4).

	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	1.41	0.51	0.84	3.00	26

Figure 4 – Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement de la structure 36

L’histogramme de fréquences (Figure 5) qui découle de l’étude des cernes des charbons de chêne traduit bien l’homogénéité des valeurs. Il est d’allure unimodale ce qui tend à indiquer une seule aire de ramassage. Les faibles effectifs interdisent cependant de tirer davantage de conclusions sur la provenance et notamment la structure des végétations où ont été réalisés les ramassages de bois.



**Figure 5 – Histogramme de répartition des charbons de chêne ayant livré des largeurs moyennes de cernes par classe de 0,25 mm pour la structure 36**

## 4.2 La structure 1, lots T25 niv.3, T31-32, T43-44, tronçon 1 niv.3 (Age du Bronze moyen – début Bronze final)

### 4.2.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1, lot T25 niv.3</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>19</b>
<b>indéterminé</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>

Figure 6 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1, lot T25 niv.3

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1, lot T31-32</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>27</b>
<b>chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>9</b>
<b>indéterminé</b>	<b>14</b>
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>

Figure 7 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1, lot T31-32

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1, lot T43-44</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>indéterminé</b>	<b>30</b>
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

**Figure 8 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1, lot T43-44**

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1, tronçon 1, niv.3</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>53</b>
<b>chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>6</b>
<b>indéterminé</b>	<b>22</b>
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>

**Figure 9 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1, tronçon 1, niv. 3**

L'ensemble des charbons étudiés dans la structure 1 correspond à du chêne ou bien au taxon « chêne / châtaignier ». Aucun charbon n'a pu être identifié dans le lot T44-43, car ceux-ci apparaissent complètement fondus dans le sédiment.

Le caractère exclusif du chêne dans l'ensemble des lots de la structure 1 tend à interpréter ces résultats comme un choix technique, peut être artisanal.

Ce résultat est à mettre en parallèle avec les faibles taux de chêne et de pollen d'arbres (environ 20%) retrouvés dans le sédiment de remplissage de cette structure. Il apparaît plausible que le bois de chêne ait donc été ramassé dans un boisement de faibles superficie ou bien distant du site.

#### 4.2.2. Observation macroscopique du plan ligneux

Structure 1, lot T25 niv. 3										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>	13		12							
Indéterminé										

Figure 10 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 1, lot T25 niv. 3.

Structure 1, lot T31-32										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>			5							
<i>Quercus/ Castanea</i>										
Indéterminé			1							

Figure 11 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 1, lot T31-32.

Structure 1, tronçon 1, niv. 3										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>			3							
<i>Quercus/ Castanea</i>										
Indéterminé										

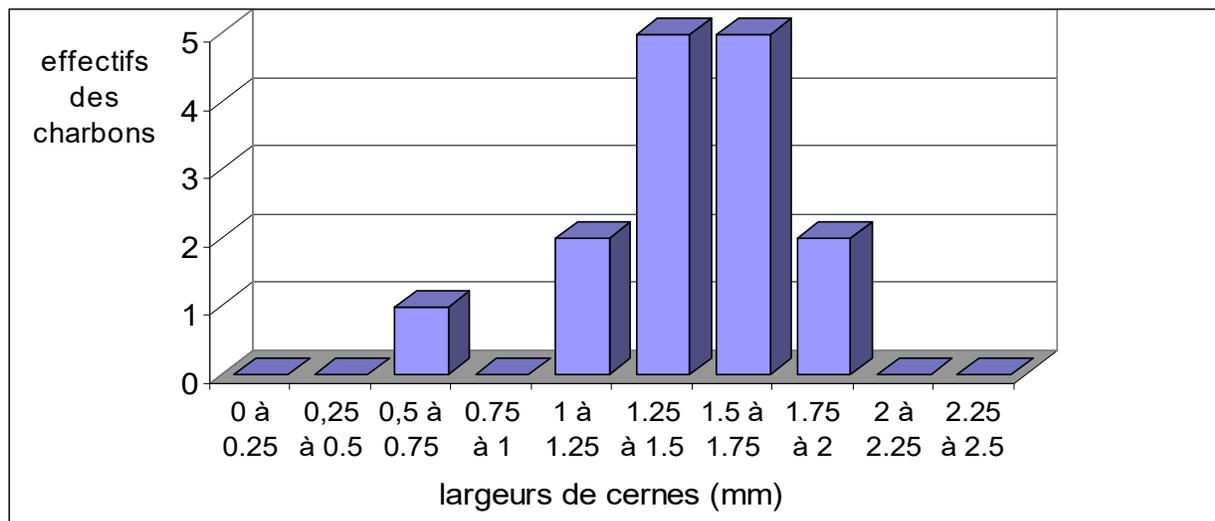
Figure 12 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 1, tronçon 1, niv. 3

Un grand nombre des charbons de chêne qui ont pu être identifiés présentent de faibles courbures de croissance. Ce sont donc des troncs qui ont été brûlés plutôt que des branches.

Des mesures de largeurs moyennes de cernes ont pu être réalisés sur des charbons de chênes du lot T25 niv 3 et du lot du tronçon 1, niv. 3 ( Figure 13 et Figure 15)

Structure 1, lot T25 niv. 3					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	1.42	0.31	0.70	1.81	15

**Figure 13 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 1, lot T25 niv. 3**



**Figure 14 - Histogramme de répartition des charbons de chêne ayant livré des largeurs moyennes de cernes par classe de 0,25 mm pour la structure 1, lot T25 niv. 3**

Structure 1, tronçon 1, niv. 3					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	2.33	0.65	0.80	4.32	21

Figure 15 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 1, tronçon1, niv. 3

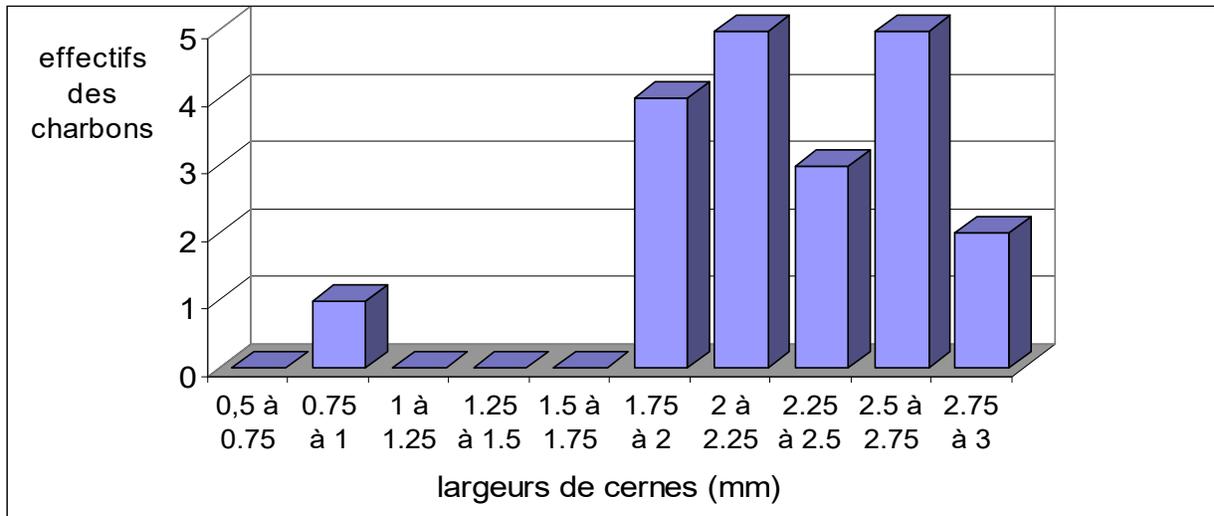


Figure 16 - Histogramme de répartition des charbons de chêne ayant livré des largeurs moyennes de cernes par classe de 0,25 mm pour la structure 1, tronçon 1, niv. 3

La largeur moyenne obtenue pour le lot est de 1.42 mm et révèle un faible écart-type de 0,31 (Figure 13). La distribution des charbons par classe de taille (Figure 14) confirme ce faible écart-type car la distribution apparaît comme unimodale. Ces résultats tendent à décrire un ramassage de bois provenant d'un même écosystème forestier de structure dense.

En ce qui concerne le lot du tronçon 1 niv. 3, on constate une largeur moyenne de cerne assez nettement supérieure à celle rencontrée dans le lot T25 niv. 3. Un test t de student adapté à des effectifs de charbons inférieurs à 30, montre une différence significative entre les deux séries de largeurs moyennes de cernes ( $T_c = 27.05$  ;  $T_c > T_{table}$  avec une probabilité de 99%). Ce résultat montre que les deux lots anthracologiques, « tronçon 1 niv. 3 » et le lot « T25 niv. 3 » proviennent de ramassages dans des chênaies de structure très probablement différentes.

### 4.3 La structure 46, lots T208 US3 et T202 US3 (fin Age du Bronze moyen – début Age du Bronze final)

#### 4.3.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 46 lot T208 US3</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>8</b>
<b>chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>21</b>
<b>indéterminé</b>	<b>3</b>
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>

Figure 17 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 46, lot T208 US3

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 46 lot T202 US3</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>7</b>
<b>chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>23</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>5</b>
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

Figure 18 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 46, lot T202 US3

L'étude des deux lots anthracologiques a révélé exclusivement des charbons de chêne ou de « chêne / châtaignier ». Un choix artisanal, bien que difficile à prouver peut être évoqué.

#### 4.3.2. Observation macroscopique du plan ligneux

Structure 46, lot T208 US3										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>			4							
<i>Quercus/Castanea</i>										
Indéterminé										

Figure 19 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 46, lot T208 US3

Structure 46, lot T202 US3										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>										
<i>Quercus/Castanea</i>			1							
Indéterminé										

Figure 20 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 46, lot T202 US3

Structure 46, lot T208 US 3					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	1.27	0.79	0.64	2.16	3

Figure 21 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 46, lot T208 US3

Très peu de charbons ont pu permettre une observation dendrologique. Ainsi les quatre charbons présentant de faibles courbures de cernes ou bien les trois charbons ayant

permis de mesurer des largeurs moyennes de cernes ne peuvent être considérés comme significatifs pour être interprétés d'un point de vue dendrologique.

#### **4.4 La structure 45, (Age du Bronze final)**

La structure 45 est un silo attribué à l'Age du Bronze final. Quelques charbons ont été prélevés dans le remplissage du silo qui serait aussi contemporain du Bronze final.

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 45</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Pomoïdée</b>	<b>13</b>
<b>indéterminé</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>

**Figure 22 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 45**

Les déterminations anthracologiques n'ont permis de révéler qu'un seul taxon : les Pomoïdées. Un ramassage dans des végétations arbustives environnants le site peut être évoqué.

#### **4.5 La structure 48, (Age du Bronze final)**

##### **4.5.1 Les associations anthracologiques**

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 48</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>1</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>10</b>
<b>indéterminé</b>	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

**Figure 23 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 48**

L'assemblage anthracologique est très vraisemblablement monospécifique composé par du chêne. Seul un charbon n'a pas permis d'être totalement identifié comme du chêne.

#### 4.5.2 Observation macroscopique du plan ligneux

Structure 48										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>						1				1
<i>Quercus/Castanea</i>						1				
Indéterminé										

Figure 24 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 48

Aucune mesure de largeur de cerne n'a pu être réalisée. En revanche, deux charbons présentaient des fentes de retrait synonymes de combustion de bois probablement encore « vert ».

#### 4.6 La structure 38, (Age du Bronze final)

##### 4.6.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 38</i>	
Taxons	Nombre
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	37
<b>Chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	17
<b>noisetier</b>	1

<i>Coryllus avellana</i>	
<b>Pomoïdée</b>	<b>48</b>
<i>Prunus sp.</i>	<b>1</b>
<b>indéterminé</b>	<b>16</b>
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>

Figure 25 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 38

L'association anthracologique de la structure 38 laisse apparaître un approvisionnement en bois dans une **chênaie**, mais aussi dans des fourrés (*Coryllus avellana*, Pomoïdée, *Prunus sp.*) qui pourrait s'apparenté aussi à une végétation de **lisière forestière**.

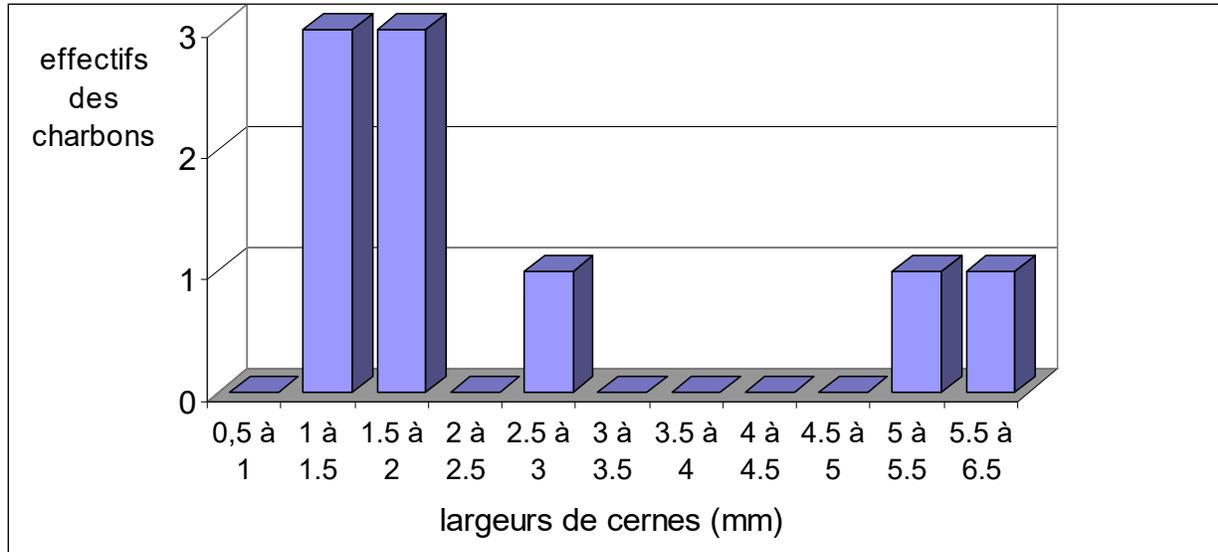
#### 4.6.2. Observation macroscopique du plan ligneux

Structure 38										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>	9		15				2	4		
<i>Quercus/ Castanea</i>			1					1		
<i>Coryllus sp.</i>				1						
Pomoïdée				1						
<i>Prunus</i>										
Indéterminé							1			

Figure 26 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 38

Structure 38					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	2.60	1.93	1.00	6.50	9

Figure 27 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 38



**Figure 28 - Histogramme de répartition des charbons de chêne ayant livré des largeurs moyennes de cernes par classe de 0,5 mm pour la structure 38.**

L'examen dendrologique des charbons a montré des charbons de chêne en provenance de bois de gros calibre (courbure faible) (Figure 26).

L'étude dendrologique de ces quelques charbons a permis de calculer une largeur moyenne de cernes de 2.6 mm (Figure 27), ce qui décrit une croissance plus importante par rapport aux charbons retrouvés dans les structure de l'Age du Bronze moyen (st. 1, st. 46) ou du Néolithique (st. 36). A noter cependant un écart-type important (1.93) et une distribution des charbons par classe de taille de forme plutôt bimodale (Figure 28) ce qui accrédite l'hypothèse de deux sources d'approvisionnement en bois de chêne distinctes : un boisement encore très fermé avec des bois présentant des largeurs de cernes allant de 1 à 2mm et puis un approvisionnement en bois dans un milieu probablement plus ouvert et ayant permis une croissance importante des arbres (largeurs de cernes de 5 à 6.5mm). Il faut néanmoins considérer ces résultats au regard des faibles effectifs étudiés, seulement neuf charbons, ce qui reste trop peu pour étayer une interprétation solide.

## 4.7 La structure 135, (Age du Bronze final)

### 4.7.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 135</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>chêne caducifolié</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>18</b>
<b>chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>11</b>
<b>charme</b> <i>Carpinus sp.</i>	<b>1</b>
<b>noisetier</b> <i>Corylus avellana</i>	<b>3</b>
<b>Pomoïdée</b>	<b>27</b>
<b>Saule / peuplier</b> <i>Salix / Populus</i>	<b>2</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>9</b>
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>

Figure 29 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 135

Les déterminations anthracologiques ont permis de détecter des taxons en provenance probablement de trois écosystèmes distincts : tout d'abord **une forêt de type chênaie** (voire « chênaie-charmaie »), des formations végétales de type fourré s'apparentant à une **lisière forestière** (Pomoïdée, noisetier), et probablement un **boisement hygrophile** avec quelques charbons de saule ou de peuplier.

Cette diversité taxonomique pourrait s'expliquer par une utilisation assez « longue » de la structure de combustion (comme par exemple un foyer domestique) rendant ainsi une image plus exhaustive des formations végétales ligneuses situées autour du site.

#### 4.7.2. Observation macroscopique du plan ligneux

Structure 135										
Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>			2					3		1
<i>Quercus/Castanea</i>								1		
<i>Carpinus sp.</i>										
<i>Corylus sp.</i>										
Pomoïdée										
<i>Salix / Populus</i>										
Indéterminé										

Figure 30 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 135

Structure 135					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	0.95	0.52	0.46	1.78	8

Figure 31 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 135

L'examen dendrologique n'a pas permis de déterminer le calibre du bois de chêne. En revanche quelques charbons sont apparus Fendu/Luisant ou Dur/Luisant. Cela pourrait être la conséquence de conditions de carbonisation en milieu anaérobie rencontrées par exemple dans le fond des foyers.

Les largeurs moyennes de cernes sont quant à elles très faibles (Figure 31) ce qui est caractéristique de conditions de croissances difficiles caractérisant des boisements de structure dense. Au regard des résultats de la structure 38, il semble donc co-exister des boisements de

structures hétérogènes au Bronze final. On peut ainsi supposer que des lambeaux de forêts « naturelles » (aux structures denses) existaient à côté de « boisements » aux structures rendues plus lâches (phénomène peut être inféodé aux activités humaines). De nouveau, ces interprétations restent quelque peu fragiles au regard des faibles effectifs qui ont permis d'obtenir des mesures moyennes de cernes (seulement 8 charbons ont pu faire l'objet de mesures de cernes).

#### 4.8 La structure 1076 (Age du Bronze final – début Hallstat)

##### 4.8.1 L'association anthracologique

Les charbons ont été retrouvés parmi les sédiments de comblement d'un fossé.

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1076</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	7
<b>Chêne / châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	22
<b>Charme</b> <i>Carpinus sp.</i>	4
<b>Noisetier</b> <i>Corylus avellana</i>	2
<b>saule / peuplier</b> <i>Salix / Populus</i>	3
<b>Pomoïdée</b>	26

<b>Genêts</b> <i>Cytisus sp.</i>	<b>1</b>
<b>Ajoncs</b> <i>Ulex sp.</i>	<b>9</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>26</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**Figure 32 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1076**

L'étude des charbons de la structure 1076 a permis de révéler une diversité taxonomique relativement forte avec huit taxons identifiés. Les essences déterminées ont permis de reconnaître des ramassages de bois dans une chênaie (voire une « chênaie-charmaie »), dans des formations arbustives telles que peut être des lisières forestières (Pomoïdées, noisetiers), dans des boisements hygrophiles (saules/peupliers), mais aussi, fait nouveau dans des landes-fourrés (genêts, ajoncs). L'apparition de cette formation végétale dans les restes anthracologique est cohérente avec les résultats que l'on retrouve habituellement sur le Massif armoricain. En effet, près de 70% des études anthracologiques et palynologiques armoricaines recoupant l'Age du Fer ont permis d'enregistré des occurrences de landes et de landes-fourrés (Gaudin, 2004).

La diversité taxonomique mais aussi l'existence de landes-fourrés sont des indices incontestables d'une emprise plus importantes des activités humaines sur le paysage de Fontenay-le-Marmion à partir de cette époque.

#### 4.8.2 Observation macroscopique du plan ligneux

Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant		
<i>Quercus sp.</i>			5							
<i>Quercus/ Castanea</i>			2	1	3					
<i>Carpinus sp.</i>										
<i>Corylus sp.</i>										
Pomoïdée					3					
<i>Salix / Populus</i>					4			1	1	
<i>Cytisus sp.</i>										
<i>Ulex sp.</i>										
Indéterminé					2					

Figure 33 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 1076

D'un point de vue technique, notons que la présence à la fois de bois de fort calibre (chêne) accompagné d'essences typiquement de petit calibre (branches d'ajoncs, genêts, Pomoïdées, de saules/peupliers) pourraient bien correspondre respectivement à du bois d'entretien et d'allumage de foyers. En fait, il est probable que les charbons retrouvés dans le comblement de la fosse de la structure 1076, correspondent en fait au curage d'un foyer domestique.

Aucun charbon de chêne n'a permis de réaliser des mesures de largeurs moyennes de cernes.

**4.9 Les structures 1048, 1063 et 1081 correspondant à des fours (Age du Bronze ancien)**

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1048</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>43</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>2</b>
<b>noisetier</b> <i>Corylus avellana</i>	<b>4</b>
<b>Pomoidée</b>	<b>8</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>34</b>
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>

**Figure 34 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1048**

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1063</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>32</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>3</b>
<b>Noisetier</b> <i>Corylus avellana</i>	<b>2</b>
<b>Bouleau</b> <i>Betula sp.</i>	<b>1</b>
<b>Pomoidée</b>	<b>24</b>

<b>Genêt</b> <i>Cytisus sp.</i>	<b>1</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>25</b>
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>

Figure 35 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1063

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1081</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>20</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>4</b>
<b>Noisetier</b> <i>Corylus avellana</i>	<b>6</b>
<b>Pomoïdée</b>	<b>1</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>19</b>
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>

Figure 36 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1081

Les trois structures de fours, très proches d'après leur architecture présentent apparemment aussi des compositions anthracologiques assez proches. En effet, on détecte systématiquement la présence dominante du chêne, accompagnée d'essences généralement de plus petit calibre, probablement du bois d'allumage comme le noisetier ou les Pomoïdées.

Afin de comparer les compositions anthracologiques des trois structures de manière plus objective, un test du Khi2 a été réalisé entre les différentes associations anthracologiques.

Nom taxons	Structure 1048	Structure 1063	Structure 1081
<i>Cytisus sp.</i>		1	
<i>Pomoïdée</i>	8	24	1
<i>Betula sp.</i>		1	
<i>Corylus avellana</i>	4	2	6
<i>Quercus sp.</i>	2	3	4
<i>Quercus-Castanea</i>	43	32	20
<b>Somme</b>	91	88	50

Figure 37 - Effectifs totaux des taxons anthracologiques pour chacune des trois structures

	Comparaison entre les compositions anthracologiques présentes dans les différentes structures
Test du X <sup>2</sup> sur les compositions anthracologiques des structures 1048 et 1063	X <sup>2</sup> calculé = 12.21 ; ddl = 6-2 = 4 ; X <sup>2</sup> table (99) = 13.277 et X <sup>2</sup> table (95) = 9.488 ; X <sup>2</sup> table (probabilité de 99%) < X <sup>2</sup> calculé < X <sup>2</sup> table (probabilité de 99%) Il existe entre 5 et 1 chance sur 100 pour qu'il existe une valeur X <sup>2</sup> supérieure au X <sup>2</sup> calculé. Ce risque peut être pris, <b>ces différences sont faiblement significatives.</b>
Test du X <sup>2</sup> sur les compositions anthracologiques des structures 1048 et 1081	X <sup>2</sup> calculé = 7.91; ddl = 6-2 = 4 ; X <sup>2</sup> table (95) = 9.488 X <sup>2</sup> calculé < X <sup>2</sup> table (probabilité de 95%) Il existe plus de 5 chances sur 100 pour qu'il existe une valeur X <sup>2</sup> supérieure au X <sup>2</sup> calculé. <b>La différence n'est pas significative.</b>
Test du X <sup>2</sup> sur les compositions anthracologiques des structures 1063 et 1081	X <sup>2</sup> calculé = 19.43 ; ddl = 6-2 = 4 ; X <sup>2</sup> table (99) = 13.277 X <sup>2</sup> calculé > X <sup>2</sup> table (probabilité de 99%) Il existe moins de 1 chance sur 100 pour qu'il existe une valeur X <sup>2</sup> supérieure au X <sup>2</sup> calculé. <b>La différence est significative.</b>

Figure 38 - Comparaison des compositions anthracologiques de chacune des trois structures grâce à des tests du Khi2.

Le test du Khi 2 réalisé sur les trois associations anthracologiques a permis de montrer qu'il n'y avait pas de différence significative entre les compositions des structures 1048 et 1081. En revanche la structure 1063 diffère par rapport aux deux autres compositions. L'étude détaillée de la composition anthracologique de cette structure montre des approvisionnements en genêt (*Cytisus sp.*) bouleau (*Betula sp.*) non identifiés dans les deux autres structures.

Des raisons techniques sont à évoquer pour expliquer ces résultats. Le chêne à feuillage caduc représenté dans les lots par les taxons *Quercus* ou *Quercus-Castanea* est un très bon bois de chauffage à combustion lente et haut pouvoir calorifique (Rameau *et al.*, 1996 ; Venet, 1974). Ce bois procure une montée lente en température du foyer. Ceci est d'autant plus vrai lorsque le

combustible se présente sous forme de bûches provenant de grosses branches ou troncs, comme c'est le cas ici.

En revanche, les petits ligneux que sont les Pomoïdées fournissent un bon bois de feu qui, réduit en fagots ou en bûchettes, livre un feu à grandes flammes sur une courte durée. Le « grand feu » ainsi obtenu libère une température importante et est utilisé préférentiellement à l'allumage du foyer.

Dans le cas ci-présent, il est probable que l'artisan a utilisé un bois d'allumage (bois de petit calibre fourni généralement par des branches de Pomoïdées, noisetiers, genêts) un peu différent pour le foyer de la structure 1063. En revanche, on retrouve la même essence pour le bois d'entretien des foyers, c'est à dire le chêne.

Aucune mesure de largeur de cerne n'a pu être réalisée.

#### 4.10 La structure 66, lots provenant du fond du silo et de l'US1 (Age du Bronze final – début Hallstat)

##### 4.10.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 66, silo</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>11</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>25</b>
<b>Erable</b> <b>Acer</b>	<b>7</b>
<b>indéterminé</b>	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>

Figure 39 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 66, lot provenant du fond du silo

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 66, US1</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>14</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>31</b>
<b>Noisetier</b> <i>Corylus avellana</i>	<b>2</b>
<b>Pomoïdée</b>	<b>10</b>
<b>Saule / Peuplier</b> <i>Salix / Populus</i>	<b>3</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>40</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**Figure 40 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 66, lot provenant de l'US1**

Les compositions anthracologiques diffèrent sensiblement ce qui tend à indiquer l'existence de deux remplissages bien distincts. Ce constat sera renouvelé par l'examen dendrologique.

En ce qui concerne l'association anthracologique du lot retrouvé à l'intérieur du silo, on constate du chêne et de l'érable. Cette dernière essence est caractéristique de bois et de **lisières forestières et forêts ouvertes**. On peut donc évoquer un ramassage dans les abords d'une **chênaie** assez ouverte.

En ce qui concerne le lot de l'US 1, on constate davantage de variété. Les taxons anthracologiques identifiés peuvent suggérer des ramassages dans une **forêt type chênaie** (*Quercus sp.*, *Quercus sp. / Castanea sp.*) et dans la **lisière forestière** (Pomoïdée, *Corylus avellana*). Notons encore la provenance de taxons **de boisements hygrophiles** (*Salix sp./ Populus sp.*).

A noter la détection d'un pollen de châtaignier dans la structure 66. Il est donc d'autant plus possible que certains charbons qualifiés de « *Quercus / Castanea* » correspondent à du châtaignier.

#### 4.10.2 Observation macroscopique du plan ligneux

Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>			10					1		
<i>Quercus/ Castanea</i>								3		
<i>Acer sp.</i>										
Indéterminé										1

Figure 41 - Caractères dendrologiques observés sur les charbons de bois de la structure 66, lot provenant du silo

Structure 66, lot provenant du silo					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	1.37	0.36	0.70	1.90	10

Figure 42 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 66, en provenance du silo

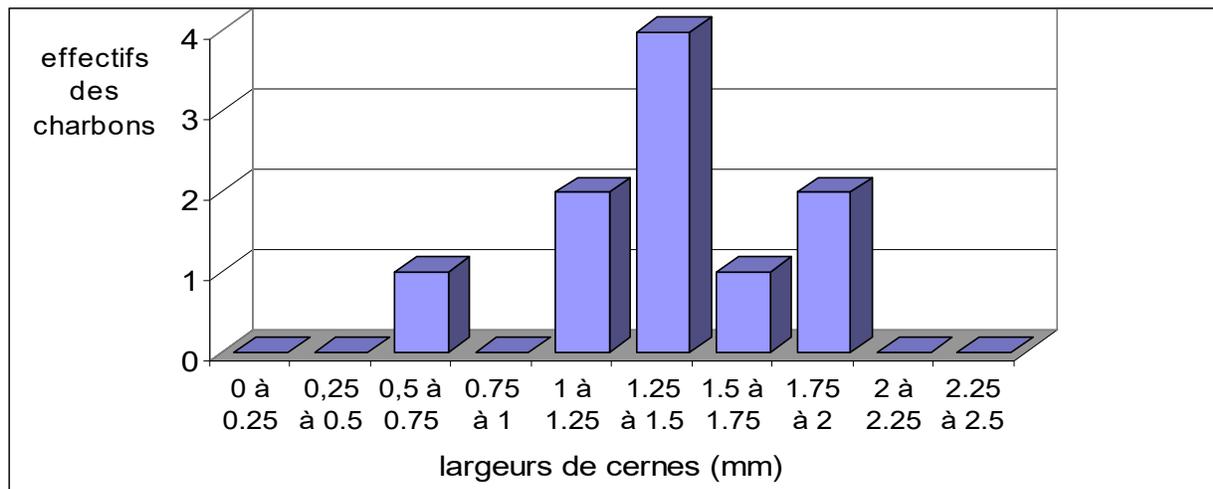


Figure 43 - Histogramme de répartition des charbons de chêne ayant livré des largeurs moyennes de cernes par classe de 0,5 mm pour la structure 66, lot provenant du silo.

L'observation macroscopique du plan ligneux montre des bois de chêne de gros calibre (courbure faible), certains charbons présentant un aspect luisant caractéristique du combustion anaérobie. La largeur moyenne de cerne est étroite (1.37mm) (Figure 42) ce qui tend à décrire une provenance depuis un boisement de structure dense.

L'histogramme de répartition des charbons en fonction des largeurs moyennes de cernes montre une distribution unimodale. L'aire de ramassage des bois de chêne a donc probablement eu lieu dans un même boisement.

A noter au regard de l'étude palynologique (faite à partir d'un sédiment minéral sec) que les faibles taux de pollens d'arbres (environ 20%) décrivent plutôt un paysage ouvert.

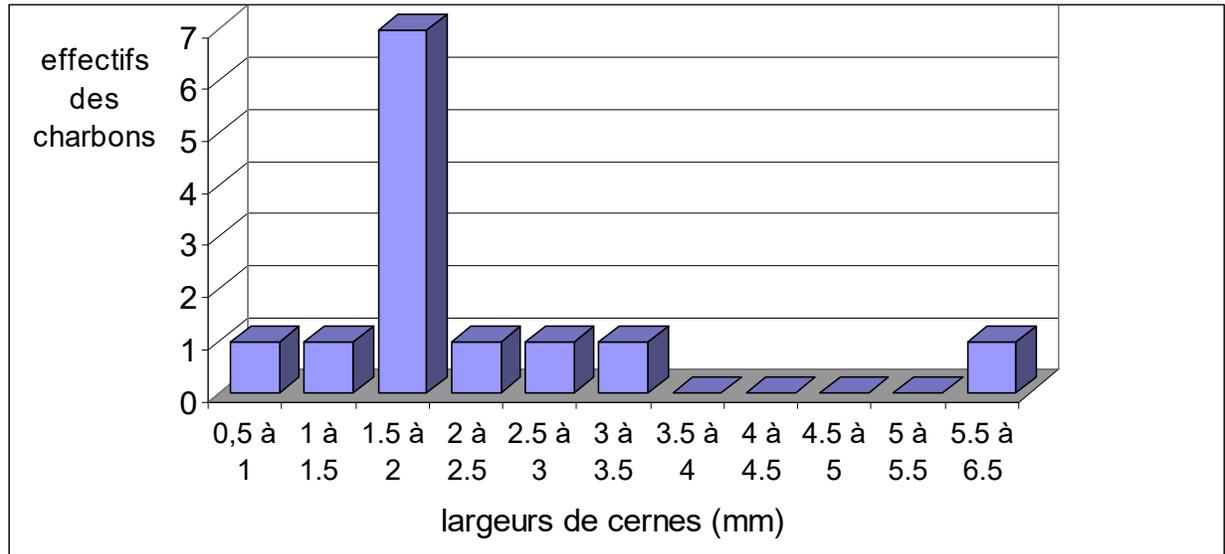
Le bois de chêne ramassé provient donc d'une forêt dont la dissémination pollinique n'atteint pas de façon prépondérante le secteur de Fontenay-le-Marmion. L'hypothèse d'une forêt éloignée et/ou de faible étendue peut être une explication plausible.

Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant		
<i>Quercus sp.</i>	12		11		2	6		3		
<i>Quercus/Castanea</i>										
<i>Carpinus sp.</i>										
<i>Corylus sp.</i>										
Pomoidée										
<i>Salix / Populus</i>					1				1	
Indéterminé									1	

Figure 44 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 66, lot provenant de l'US1

Structure 66, lot US1					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	2.21	1.40	0.85	6.38	13

Figure 45 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 66, lot US1



**Figure 46 - Histogramme de répartition des charbons de chêne ayant livré des largeurs moyennes de cernes par classe de 0,5 mm pour la structure 66, lot US1.**

En ce qui concerne l'examen dendrologique des charbons extraits de l'US1, on constate de nouveau des charbons de chêne issus de bois de fort calibre (11 charbons de faible courbure) mais aussi des charbons de forte courbure caractéristique de branches (Figure 44). De nouveau quelques charbons présentent un aspect luisant ce qui peut être interprété comme la suite d'une combustion réductrice de fond de foyer. Par ailleurs, l'observation de charbons fendus pourrait être le résultat de la combustion de bois encore « verts ».

Les mesures de largeurs moyennes de cernes ont permis d'obtenir des valeurs importantes (moyenne de 2.21 mm, cf. Figure 45) ce qui est caractéristique d'arbres ayant connu de fortes croissances. On peut donc supposer que les bois de chêne ramassés proviennent d'une même formation « forestière » (distribution des classes de largeurs de moyennes de cernes de type unimodale, excepté pour un charbon, cf. Figure 46) de structure relativement lâche. De nouveau, il faut noter les faibles effectifs des charbons ayant livré des mesures dendrologiques (respectivement 10 charbons pour le lot du remplissage du silo et 13 dans la couche US1).

## 4.11 La structure 75

### 4.11.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 75</i>	
Taxons	Nombre
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	24
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	8
<b>Indéterminé</b>	18
<b>TOTAL</b>	71

Figure 47 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 75

Les charbons de bois étudiés dans la structure 75 n'ont permis de révéler qu'un seul type d'approvisionnement, dans une forêt de type chênaie. La détection exclusive du chêne peut suggérer un choix technologique, peut être dans le cadre d'une activité artisanale. Quelques indices archéologiques appuieraient d'ailleurs l'interprétation d'un four.

### 4.11.2 Observation macroscopique du plan ligneux

Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant		
<i>Quercus sp.</i>										
<i>Quercus/ Castanea</i>								2		
Indéterminé							1	2		

Figure 48 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 75.

L'observation du plan ligneux de ces charbons a permis de détecter une combustion de type réductrice. Ce constat pourrait aussi appuyer l'existence d'une combustion dans un four peu oxygéné ou bien une combustion des charbons en fond de foyer.

#### 4.12 La structure 70, (proche du four 54, probablement Bronze final – début Hallstat)

##### 4.12.1 L'association anthracologique

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 70</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	<b>5</b>
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	<b>24</b>
<b>Indéterminé</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>

Figure 49 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 70

L'étude anthracologique n'a pas permis de détecter d'autres taxons que le chêne ou chêne / châtaignier. De nouveau un choix technologique peut être suggérer, néanmoins les faibles effectifs nécessitent de modérer toute interprétation sur ces charbons retrouvés à l'intérieur d'un silo...

#### 4.12.2 Observation macroscopique du plan ligneux

<b>Structure 70</b>					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	2.83	0.51	2.26	3.48	4

**Figure 50 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 70.**

Seulement quatre charbons ont permis de mesurer des largeurs de cernes. Il est donc impossible de construire une interprétation totalement fiable à partir de ces quelques observations. Nous constatons néanmoins au regard de ces charbons une largeur moyenne de cerne importante (2.83mm).

#### 4.13 La structure 47, (Bronze final – début Hallstat)

##### 4.13.1 L'association anthracologique

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 47</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	7
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	3
<b>Châtaignier</b> <i>Castanea sp.</i>	1
<b>Erable</b> <i>Acer sp.</i>	11
<b>Pomoïdée</b>	2
<b>Indéterminé</b>	1

<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

**Figure 51 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 47**

Les taxons anthracologiques correspondent à des ramassages de forêt (type chênaie) et de lisières forestières (Pomoïdées, érable).

#### **4.13.2 Observation macroscopique du plan ligneux**

<b>Structure 47</b>					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	3.20	0.80	2.20	4.16	4

**Figure 52 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 47.**

Les charbons observés n'ont pas permis d'observer de caractères anatomiques particuliers.

En revanche, des mesures de largeurs moyennes de cernes ont pu être réalisées sur seulement quatre charbons de chêne. La largeur moyenne de cerne est importante (3.20mm), mais les faibles effectifs de charbons mesurés ne permettent pas d'interpréter les résultats de façon irréfutable.

#### 4.14 La structure 54, (Bronze final - début Hallstat)

##### 4.14.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 54</i>	
Taxons	Nombre
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	24
<b>Bouleau</b> <i>Betula</i>	1
<b>Noisetier</b> <i>Corylus avellana</i>	3
<b>Pomoïdée</b>	30
<b>If</b> <i>Taxus baccata</i>	1
<b>Frêne</b> <i>Fraxinus sp.</i>	1
<b>Saule / Peuplier</b> <i>Salix / Populus</i>	1
<b>Indéterminé</b>	27
<b>TOTAL</b>	88

Figure 53 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 54

Les déterminations anthracologiques ont permis d'identifier 7 taxons correspondant à des ramassages dans trois écosystèmes différents. Les charbons de chênes (*Quercus / Castanea*) ainsi que de noisetier et bouleau sont probablement issus de ramassages dans **des milieux forestiers (type chênaie)** ainsi que dans leurs **lisières** (Pomoïdée, noisetier, bouleau).

A noter l'identification d'un charbon d'if (*Taxus baccata*) que l'on trouve actuellement associé aux hêtraies et aussi en tillaie-érablière. C'est un taxon qui apprécie une humidité atmosphérique élevée et les hivers pas trop rigoureux. Il réclame des sols chimiquement riches et supporte bien le calcaire (Rameau *et al.*, 1989). Ce sont là des conditions environnementales potentiellement cohérentes avec le contexte de Fontenay-le-Marmion à l'Age du Fer. Aucune attestation n'a été enregistrée à l'Age du Fer dans la base de données géoréférencée des données archéobotaniques armoricaines (Gaudin, 2004). Seuls quelques pollens auraient été détectés à l'age du Bronze (Van Zeist, 1964 ; Marguerie et Visset, 1995) et l'époque gallo-romaine dans les monts d'arrée.

Quelques charbons de saule/peuplier et de frêne attesteraient un ramassage dans un **boisement hygrophile**.

On remarquera enfin l'absence de taxons de landes, pourtant très souvent identifiés pour cette période.

En ce qui concerne l'interprétation technologique du foyer, la diversité des taxons identifiés ainsi que des formations végétales explorées, semble être la conséquence d'un ramassage assez exhaustif de l'environnement boisé autour du site. Ce résultat pourrait être la conséquence d'une utilisation relativement longue du foyer, comme par exemple dans le cas d'un foyer domestique.

#### 4.14.2 Observation macroscopique du plan ligneux

Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant		
<i>Quercus/ Castanea</i>			5		1					
<i>Betula</i>										
<i>Corylus avellana</i>										
Pomoidée										
<i>Taxus baccata</i>										
<i>Fraxinus sp.</i>										
<i>Salix / Populus</i>										
Indéterminé					1			1		

Figure 54 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 54

Peu d'observations ont été consignées. Les informations recueillies montre l'utilisation de bois de fort et de petit calibre (courbure forte), mais aussi d'une combustion réductrice, peut être dans le fond du foyer pour quelques charbons non curés.

Aucune mesure dendrologique n'a pu être réalisée.

#### 4.15 La structure 1010, (Tène ancienne)

##### 4.15.1 Les associations anthracologiques

<i>Fontenay-le-Marmion, structure 1010</i>	
<b>Taxons</b>	<b>Nombre</b>
<b>Chêne / Châtaignier</b> <i>Quercus / Castanea</i>	7
<b>Chêne</b> <i>Quercus sp.</i>	36
<b>Pomoïdée</b>	20
<b>Orme</b> <i>Ulmus</i>	1
<b>Indéterminé</b>	7
<b>TOTAL</b>	71

Figure 55 - Liste des taxons anthracologiques de la structure 1010 (Tène ancienne)

Les taxons anthracologiques inventoriés permettent de reconnaître deux aires d’approvisionnement en bois, tout d’abord **une forêt de type « chênaie-ormie »** ainsi que des **formations arbustives**, peut être la lisière forestière, avec les détections de Pomoïdées.

#### 4.15.2 Observation macroscopique du plan ligneux

Nom espèce	Rythme		Courbure			Combustion			Moelle	Thylle
	Régulier	Particulier	Faible	Intermédiaire	Forte	Fendu	Dur/ Luisant	Fendu/ Luisant		
<i>Quercus sp.</i>			8			3		1		
<i>Quercus/ Castanea</i>	1	1				1				
Pomoïdée					4			4		
<i>Ulmus</i>										
Indéterminé										

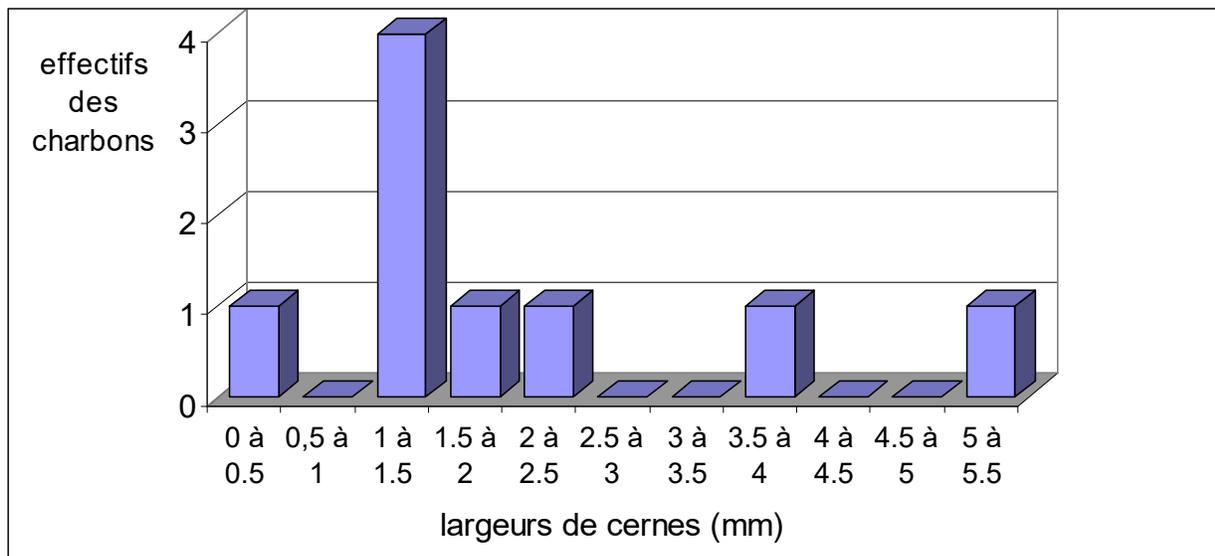
Figure 56 - Caractères dendrologiques observées sur les charbons de bois de la structure 1010.

L'observation dendrologique a permis de montrer l'utilisation de bois de chêne plutôt de gros calibre (faible courbure) et des branches de Pomoïdée (forte courbure des cernes). On note par ailleurs l'utilisation de bois « vert » (existence de charbons présentant des fentes de retrait). Enfin, quelques charbons de Pomoïdée présentaient un aspect « luisant », ce qui pourrait être la conséquence d'une combustion en condition réductrice.

Structure 1010					
	Largeur moyenne (mm)	Ecart type	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Effectif
Largeur moyenne de cernes de charbons de chêne	1.98	1.49	0.39	5.08	9

Figure 57 - Valeurs obtenues sur les mesures de largeurs de cernes d'accroissement des charbons de chêne de la structure 1010.





**Figure 58 - Histogramme de répartition des charbons de chêne ayant livré des largeurs moyennes de cernes par classe de 0,5 mm pour la structure 1010.**

L'étude des largeurs de cerne a permis de calculer une largeur moyenne de 1.98mm avec un écart-type important de 1.49mm (Figure 57). L'hétérogénéité des valeurs de largeurs moyennes de cernes, visible aussi avec la Figure 58, atteste l'existence de chênes connaissant des croissances variées, probablement liées à des boisements de structures très différentes. Ces résultats tendent à décrire des boisements morcelés, parfois denses et parfois très ouverts. Notons là encore que ces indices paléo-paysagers reposent malheureusement que sur très peu de charbons de bois mesurés.

## 5. BILAN

	Néo	Bronze ancien			Bronze moyen						Bronze final				Bronze final - début Hallstat					Tène ancien ne		
	ST36	ST10 63	ST10 81	ST10 48	ST1 T25	ST 1 T31	ST1 T43	ST1 Tr 1	ST4 6 T20 8	ST46 T202	ST45	ST48	ST38	ST13 5	ST10 76	ST66 Silo	ST66 US1	ST75	ST70	ST47	ST54	ST1010
Forêt type chênaie ( <i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i> )	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Formation arbusive (Pomoidé e, <i>Corylus</i> , <i>Betula</i> )	+	+	+	+							+		+	+	+	+				+	+	+
Landes ( <i>Cytisus</i> , <i>Ulex</i> )		+												+								
Boisement hygrophile ( <i>Salix</i> / <i>Populus</i> )													+	+		+					+	

**Figure 59 – Tableau récapitulant l'évolution des occurrences des quatre associations anthracologiques identifiés dans les différentes structures archéologiques étudiées sur le site de Fontenay-le-Marmion.**

On constate globalement une augmentation de la diversité des groupements végétaux au cours du temps, et ce malgré une certaine richesse en groupements archéobotaniques observés dans une des structures du Bronze ancien (la structure de 1063). En effet, après très probablement ce qui a dû être une phase d'occupation ponctuelle et assez intense durant le Bronze ancien (exploitation sidérurgique consommatrice en bois ayant entraîné des défrichements importants autour du site), on constate que les approvisionnements en bois ont été réalisés exclusivement dans des milieux forestiers durant le Bronze Moyen. On voit ensuite apparaître des associations anthracologiques de formations arbustives à partir du Bronze final (structures 45, 38 et 135) puis de landes-fourrés au Bronze final - début Hallstat (structures 1076). Contrairement à ce qui est généralement constaté sur le Massif armoricain (Marguerie, 1992a ; Gaudin, 2004), ces associations anthracologiques de landes ne sont ensuite plus détectées dans la structure 1010 attribuée à la Tène ancienne.

Ces associations de landes sont caractéristiques de recolonisations végétales des espaces ouverts et généralement appauvris après exploitation agricole. Le substrat rocheux calcaire est cependant peu favorable au développement de ces landes-fourrés (Ramade *et al.*, 1989). On peut

donc supposer que ces landes se seraient développées sur des terres plutôt acides ou rendues acides (?), redevenues ensuite neutres à basiques. En l'absence d'études pédologiques, il n'est cependant pas possible de se prononcer davantage sur cette interprétation.

La diversification du nombre de groupements anthracologiques peut être liée à des changements environnementaux issus d'actions anthropiques sur les paysages (ex. succession de défrichements, exploitations agricoles, puis recolonisation végétale après abandon entraînant alors une mosaïque végétale plus hétérogène) mais aussi à la durée d'utilisation des foyers rendant la superficie des aires de ramassages d'autant plus grande. En revanche, des choix technologiques d'utilisation des foyers peuvent diminuer le nombre de taxons anthracologiques rencontrés (ex. foyers artisanaux avec le choix d'une essence particulière).

Les ramassages dans des boisements hygrophiles sont quant à eux ponctuels mais réguliers à travers le temps (structures 135, 1076, ST66 US1, ST54) ce qui attesterait la persistance d'une zone humide dans le secteur durant toute la protohistoire.

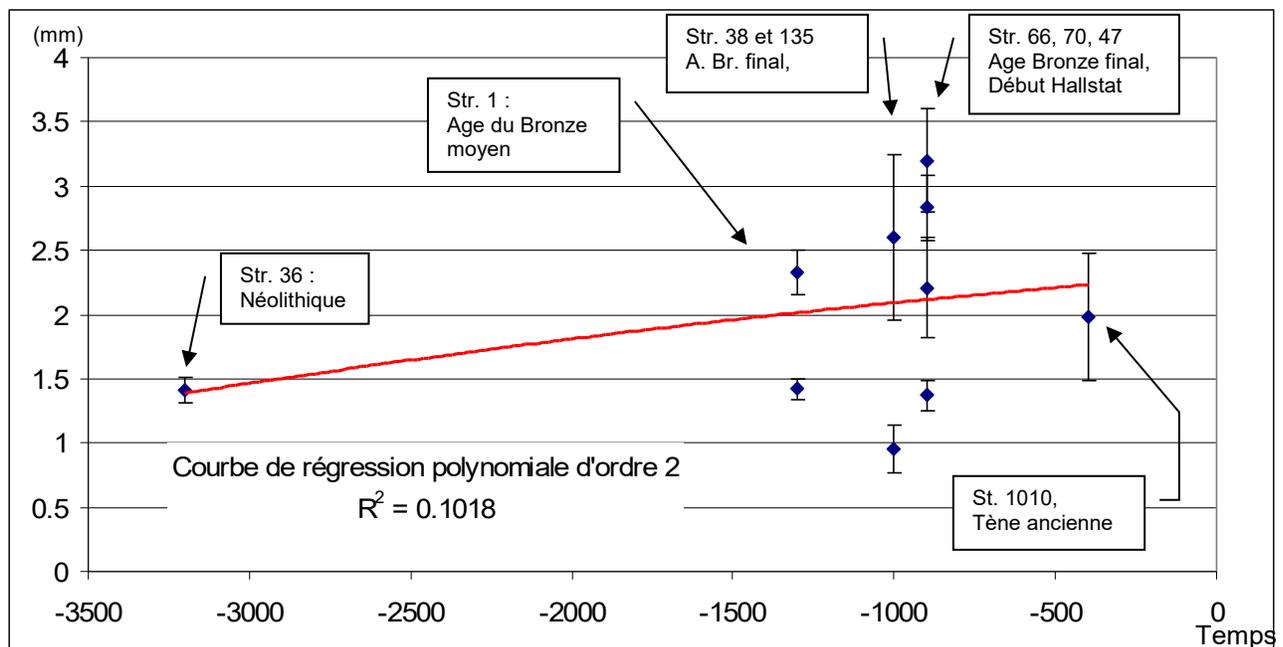


Figure 60 – Evolution des largeurs moyennes de cernes (mm) en fonction du temps (dates calibrées BC). Indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)<sup>1/2</sup>. Une courbe de régression polynomiale (ordre 2) a été réalisée afin de faire ressortir une tendance.

Les mesures dendrologiques ont permis de constater une augmentation globale de la largeur moyenne de cerne à travers le temps. Ce résultat indique que les conditions de croissances des arbres sont devenues de plus en plus favorables dans le secteur de Fontenay-le-Marmion depuis le Néolithique jusqu'à l'Age du Fer. Ce phénomène est généralement interprété comme la conséquence de l'ouverture du paysage.

On notera l'absence de données pour le Bronze ancien ce qui empêche de recouper les défrichements interprétés par l'augmentation de la diversité des groupements végétaux (cf. ci-dessus).

Cette tendance vers l'augmentation des largeurs moyennes de cernes est bien connue à l'échelle du Massif armoricain (Marguerie, 1992a). Néanmoins, dans le cas ci-présent elle est marquée par une forte hétérogénéité des valeurs entre structures mais aussi à l'intérieur des lots étudiés (cf. Figure 60). En fait, il est probable que les paysages végétaux qui environnaient le site de Fontenay-le-Marmion durant la Protohistoire présentaient une mosaïque végétale hétérogène, constituée d'une végétation globalement ouverte si l'on en croit les faibles taux de pollens d'arbres détectés par D. Barbier (environ 20% dès la structure 1) et les largeurs moyennes de cernes importantes (ex. structure 38 et 47). Dans le même temps, quelques lambeaux de forêts encore très denses persistaient, puisque des largeurs de cernes très étroites on pu être mesurés durant l'Age du Bronze final – début Hallstat (ex. structure 135, structure 66 dans le silo).

Cette hétérogénéité du paysage mais aussi la détection de taxons de landes, constituent les indices anthracologiques d'un paysage largement anthropisé dès la fin de l'Age du Bronze – début Hallstat.

Enfin, notons que des attestations polliniques de céréales, de sarrasins et *Cannabis* / *Humulus* détectés dans les structures 1 et 46 par D. Barbier, semblent indiquer des paysages anthropisés dès l'Age du Bronze moyen.

## BIBLIOGRAPHIE

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

GAUDIN L., 2004 – *Les transformations spatio-temporelles de la végétation du nord-ouest de la France depuis la fin de la dernière glaciation. Reconstitutions paléopaysagères*. Thèse de doctorat de l'Université de Rennes 1, 2 volumes, 763 p.

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

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

MARGUERIE D. et HUNOT J.-Y., 1992 - Le bois : évolution, structure et détermination. *Dossier A.G.O.R.A. Les bois archéologiques*, n°2, p. 3-8.

MARGUERIE D. et VISET L., 1995 - *Etude palynologique des tourbières du Yeun Ellez, réservoir Saint-Michel, Monts d'Arrée (Finistère)*. Rapport UMR 6566, 45 p.

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.

VAN ZEIST W., 1964 - A palynological study of some bogs in western brittany (Finistère), France. *Palaeohistoria*, X, p.157-180.

VENET J., 1974 - *Identification et classement des bois français*. E.N.G.R.E.F., 2e édition, Nancy, 310 p.

## LEXIQUE

<b>Angiosperme</b>	Plante à fleurs, à ovules puis graines renfermés dans un ovaire
<b>Aubier</b>	bois périphérique d'un tronc d'arbre dont les vaisseaux sont fonctionnels
<b>Autécologie</b>	condition de vie propre à l'espèce considérée
<b>Biotope</b>	milieu soumis à des conditions écologiques homogènes
<b>Caducifolié</b>	qui perd ses feuilles pendant la saison défavorable
<b>Cambium</b>	assise cellulaire assurant l'accroissement en épaisseur des organes pluriannuels chez les végétaux dicotylédones
<b>Duramen (ou "Bois de cœur")</b>	partie du bois au centre du tronc dont les vaisseaux sont fermés et dont les autres tissus se chargent de produits de sécrétion et de pigments. Ce bois est moins sensible aux attaques biologiques que l'aubier.
<b>Gymnosperme</b>	Plantes à fleurs, à ovules puis graines nues, non enfermées dans un ovaire
<b>Espèce endémique</b>	espèce qui ne se trouve, à l'état spontané, que dans une région donnée
<b>Héliophile</b>	qui pousse à des endroits exposés au soleil
<b>Hydromorphe</b>	qui pousse dans des stations humides ou sur des sols humides
<b>Hygrophile</b>	qui pousse en milieu aquatique
<b>Mésohygrophile</b>	qui pousse en zone moyennement humide
<b>Mésophile</b>	plante vivant dans des conditions écologiques moyennes, sans fortes contraintes
<b>Phyto-écologie</b>	écologie du monde végétal
<b>Ripicole</b>	qui pousse le long des cours d'eau
<b>Sciaphile</b>	qui croît à l'ombre
<b>Taxon</b>	unité occupant un rang défini dans la hiérarchie de la classification
<b>Thylles</b>	excroissances cellulaires obstruant les vaisseaux du duramen (accompagnées de sécrétions gommeuses ou tanniques)
<b>Xylophage</b>	qui consomme du bois