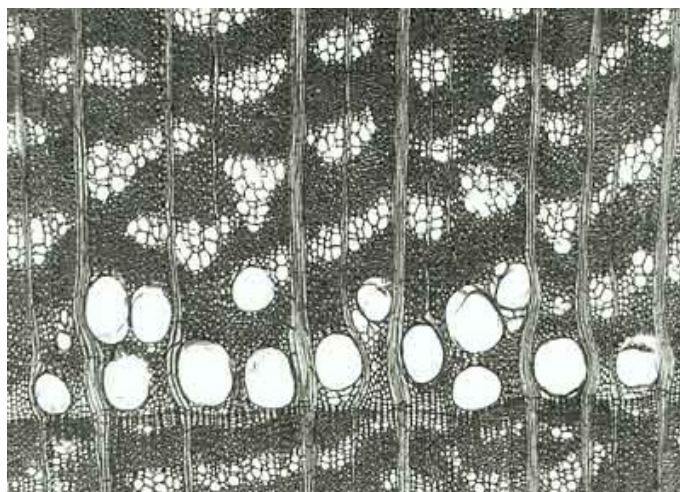




ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES  
ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES ANTHRACOLOGIQUES

**ANALYSE DES FRAGMENTS CHARBONNEUX DE LA  
FOUILLE DU SITE DE MIGNIÈRES (28) –  
« LES VERGERS » (MLV 019)**



**Service Archéologie de la Ville de Chartres**

Rapport d'étude anthracologique

**Décembre 2015**

**Site archéologique de Mignières (28) – « Les Vergers »**

---

**Rapport d'étude anthracologique**

---

**Loïc GAUDIN**

**Docteur en archéobotanique**

membre associé à l'UMR 6566 CReAAH

E-mail : [loic.gaudin@arkeomap.com](mailto:loic.gaudin@arkeomap.com)

---

**Décembre 2015**

*Illustration de la page de couverture :*

*Charbon d'orme (Ulmus sp.)*

*Coupe transversale vue au microscope électronique (d'après : <http://www.woodanatomy.ch>)*

|                 |
|-----------------|
| <b>SOMMAIRE</b> |
|-----------------|

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCTION.....</b>                                                                        | <b>4</b>  |
| <b>1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS.....</b>                                           | <b>5</b>  |
| <b>2. BREF APERCU DU PRINCIPE DE L'ETUDE ANTHRACOLOGIQUE, ELEMENTS D'INTERPRETATION .....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1. Méthodologie.....                                                                          | 7         |
| 2.2. Les principales essences et formations végétales observées, éléments d'interprétation..... | 9         |
| <b>3. RESULTATS D'ANALYSES.....</b>                                                             | <b>12</b> |
| 3.1. Haut-Empire : milieu IIe - début IIIe s. ap. J.-C.....                                     | 13        |
| 3.1.1. Résultats.....                                                                           | 13        |
| 3.1.2. Interprétations.....                                                                     | 14        |
| 3.2. Haut-Empire : fin IIe - IIIe s. ap. J.-C.....                                              | 16        |
| 3.2.1. Résultats.....                                                                           | 16        |
| 3.2.2. Interprétations.....                                                                     | 16        |
| 3.3. Haut-Empire : IIIe s. ap. J.-C.....                                                        | 17        |
| 3.3.1. Résultats.....                                                                           | 17        |
| 3.3.2. Interprétations.....                                                                     | 17        |
| 3.4. Antiquité tardive : fin IIIe - début IVe s. ap. J.-C.....                                  | 18        |
| 3.4.1. Résultats.....                                                                           | 18        |
| 3.4.2. Interprétations.....                                                                     | 20        |
| 3.5. Antiquité tardive : fin IVe - début Ve s. ap. J.-C.....                                    | 21        |
| 3.5.1. Résultats.....                                                                           | 21        |
| 3.5.2. Interprétations.....                                                                     | 22        |
| 3.6. Antiquité tardive : fin IVe - Ve s. ap. J.-C.....                                          | 24        |
| 3.6.1. Résultats.....                                                                           | 24        |
| 3.6.2. Interprétations.....                                                                     | 24        |
| <b>4. Bilan.....</b>                                                                            | <b>25</b> |
| <b>5. Bibliographie.....</b>                                                                    | <b>30</b> |
| <b>6. Annexe.....</b>                                                                           | <b>31</b> |

## INTRODUCTION

Le site archéologique de Mignières situé dans le quartier « Les Vergers » a permis de révéler des vestiges attribués à diverses périodes allant du Néolithique à la période mérovingienne.

Cette opération a été menée par le service archéologique de la Ville de Chartres. La fouille ci-présente a été dirigée par Pascal Gibut, archéologue du service archéologique.

Cette étude vient compléter une analyse très partielle réalisée en 2013 et des résultats obtenus en 2014 sur des niveaux néolithiques (us 4190).

En ce qui concerne les prélèvements néolithiques, les observations ont révélé des charbons de chêne en provenance de bois de gros calibre. Les charbons, en cours de minéralisation, n'ont pu faire l'objet de mesures dendrologiques (Gaudin, 2014).

En 2013, 80 charbons avaient été observés et une partie seulement des lots étudiés (Gaudin, 2013). L'étude actuelle, plus poussée, a permis d'affiner ponctuellement quelques déterminations. Le peuplier n'est plus déterminé, en revanche le bouleau et l'if sont désormais clairement identifiés.

L'étude ci-présente s'intéresse à des niveaux antiques attribués à des périodes allant du milieu du II<sup>e</sup> au Ve siècle ap. J.-C. Les charbons sont interprétés principalement comme des restes de rejets et d'incendies d'habitats en plus d'un atelier de métallurgie. Le site est considéré comme une agglomération secondaire. Plusieurs bâtiments aux finalités variées (habitats, espaces de stockage) sont identifiés. Vers la fin du Bas-Empire (IV<sup>e</sup> – Ve siècle ap. J.-C), les habitations sont regroupées au nord du site, à l'écart d'une forge.

L'étude anthracologique porte sur une sélection de 18 prélèvements en provenance de diverses structures (comblements de celliers, d'espaces de stockage, de fours, de caves, de vases). Le tamisage a été effectué par le service archéologique de la ville selon des mailles de 0,5 mm, 2.8 mm, 4 mm et de niveaux supérieurs (flottation).

Les observations microscopiques ont été réalisées au sein du laboratoire ARKEOMAP (Loupe binoculaire x10 à x60 et Microscope à x100). Les traitements numériques et l'élaboration du rapport ont été effectués au sein de la structure ARKEOMAP. Les référentiels anthracologiques ont pu être consultés au sein du laboratoire de l'UMR 6566 « CReAAH » à l'Université de Rennes1.

# 1. INVENTAIRE ET ORIGINE DES PRELEVEMENTS

Les restes anthracologiques proviennent d'un inventaire de 18 prélèvements correspondant à diverses couches et structures archéologiques. 304 charbons ont été étudiés.

Les lots ainsi qu'une brève description des couches de provenance sont listés dans le tableau suivant. L'ensemble des lots anthracologiques a été observé.

Devant les effectifs importants de charbons de certains lots et compte tenu du temps alloué, il fut parfois décidé d'étudier une sélection représentative de charbons soit environ 30 charbons maximum par structure.

Une diversité taxonomique relativement faible (10 taxons anthracologiques) a été constatée pour l'ensemble des lots.

| Numéro de prélèvement | US   | Description / type attendu                          | Structure /zone         | Période / date                      | Nb de charbons |
|-----------------------|------|-----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------|
| 10 – maille 2,8mm     | 3800 | Haut-Empire/ rejet d'habitat /                      | comblement cellier 3667 | milieu Ile début Ile s. ap. J.-C.   | 21             |
| 10 – maille 4mm       | 3800 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | comblement cellier 3667 | milieu II début Ile s. ap. J.-C.    | 30             |
| 10 – flottation       | 3800 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | comblement cellier 3667 | milieu Ile début Ile s. ap. J.-C.   | 16             |
| 11                    | 3723 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | comblement silo 3724    | milieu II début Ile s. ap. J.-C.    | 21             |
| 12                    | 3723 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | comblement silo 3724    | milieu II début Ile s. ap. J.-C.    | 10             |
| 41                    | 3120 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | comblement mare 3101    | milieu Ile début Ile s. ap. J.-C.   | 2              |
|                       |      |                                                     |                         |                                     | 100            |
| 44                    | 3141 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | Comblement cuvette 3140 | fin Ile- III e s. ap. J.-C.         | 5              |
| 45                    | 3110 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | Comblement fosse 3113   | fin Ile- III e s. ap. J.-C.         | 7              |
|                       |      |                                                     |                         |                                     | 12             |
| 49                    | 4155 | Haut-Empire/ rejet d'habitat/                       | Occup. du creux 4314    | III e s. ap. J.-C.                  | 4              |
|                       |      |                                                     |                         |                                     | 4              |
| 54                    | 4372 | antiquité tardive/ incendie d'habitat/              | comblement d'un vase    | fin III e - début IV e s. ap. J.-C. | 7              |
| 56                    | 4372 | antiquité tardive/ incendie d'habitat/              | comblement d'un vase    | fin III e - début IV e s. ap. J.-C. | 2              |
| 15 – maille 4mm       | 3445 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | occup. Cave 3426        | fin III e -début IV e s. ap. J.-C.  | 25             |
| 15 – flottation       | 3445 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | occup. Cave 3426        | fin III e -début IV e s. ap. J.-C.  | 22             |
| 27                    | 3710 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | Remblais occup. 3710    | fin III e - début IV e s. ap. J.-C. | 3              |
| 28                    | 3444 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | Comblement cave 3428    | fin III e - début IV e s. ap. J.-C. | 25             |
| 36                    | 4255 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | Comblement cellier 4312 | fin III e - début IV e s. ap. J.-C. | 3              |
|                       |      |                                                     |                         |                                     | 87             |
| 13                    | 3895 | antiquité tardive/ rejet d'atelier de métallurgie / | comblement four 102     | fin IV e -début Ve s. ap. J.-C.     | 25             |
| 14 – maille 2,8mm     | 3882 | antiquité tardive/ rejet d'atelier de métallurgie/  | comblement four 102     | fin IV e -début Ve s. ap. J.-C.     | 14             |
| 14 – maille 4mm       | 3882 | antiquité tardive/ rejet d'atelier de métallurgie/  | comblement four 102     | fin IV e -début Ve s. ap. J.-C.     | 48             |
| 40                    | 3103 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | comblement mare 3101    | fin IV e - début Ve s. ap. J.-C.    | 10             |
|                       |      |                                                     |                         |                                     | 97             |
| 43                    | 3102 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | comblement mare 3101    | fin IV e-Ve s. ap. J.-C.            | 3              |
| 90                    | 3121 | antiquité tardive/ rejet d'habitat/                 | comblement mare 3101    | fin IV - Ve s. ap. J.-C.            | 1              |
|                       |      |                                                     |                         |                                     | 4              |

Fig.1 – Listes des lots et effectifs étudiés.

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

### 2.1. 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 (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.

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) 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, (cf. chapitre 3.3 sur les observations macroscopiques)), pour connaître la section du bois d'origine : troncs ou branches plus ou moins grosses,

### **- le rythme de croissance**

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

### **- la présence de thylles**

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

### **- 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).

**- la largeur moyenne des cernes** figurés sur le charbon pour apprécier les caractères biotopiques, (cf. chapitre 3.3 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.

La vitrification (ou aspect luisant du charbon) affecte plus souvent des petites pièces de bois. 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. De fortes variations de températures comme "un refroidissement rapide de surfaces chaudes en conditions anaérobies" (conditions réductrices) pourraient par exemple provoquer ce phénomène de vitrification selon Blaizot *et al.* (2004).

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

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

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

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

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

L'étude de l'ensemble des prélèvements a permis de déterminer 10 taxons anthracologiques. Toutefois, l'association taxonomique est variable d'un lot à l'autre. Les ensembles étudiés sont parfois « mono spécifiques ». De façon générale, deux taxons se dégagent assez nettement, il s'agit du chêne (*Quercus*) et du hêtre (*Fagus sp.*) .

La composition taxonomique des ensembles étudiés doit être interprétée 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** (*Quercus sp.*) à feuilles caduques correspond indifféremment, dans le domaine géographique considéré, aux chênes pédonculés et sessiles. Il s'agit dans les deux cas d'espèces héliophiles pouvant croître dans des **bois clairs**, des **friches** ou des **haies**.

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

**Le charme** (*Carpinus sp.*) est une essence de demi-ombre. Il donne aussi une ombre épaisse. On le trouve sur les sols secs à frais et de richesse minérale variable, il redoute les sols acides. C'est une essence que l'on retrouve facilement associée aux forêts caducifoliées (chênaies). Il est peu utilisé en sylviculture en raison de la lenteur de sa croissance, mais c'est une essence qui rejette vigoureusement de souche, très présente dans les taillis et dans les haies bocagères.

**L'orme** (*Ulmus sp.*) est une espèce héliophile présente dans les haies, forêts alluviales et parmi les végétations rudérales. Autrefois communes partout en plaine, les populations ont été fortement décimées par la graphiose au début du XXe siècle.

Le **noisetier** (*Corylus sp.*) et le **bouleau** (*Betula sp.*) sont des essences héliophiles ou de demi-ombre se rencontrant aussi bien dans les **lisières de forêts caducifoliées**, dans des bois clairs, dans des **landes** ou **friches**. Ils s'adaptent à tous les substrats, tant d'un point de vue hydrique qu'en terme de pH. On les trouve dans la plupart des écosystèmes. Ce sont des arbres pionniers par excellence. Ce sont de bons combustibles, ils dégagent beaucoup de chaleur et durent longtemps au feu (Rameau *et al.*, 1989).

**Le saule** (*Salix sp.*) est une essence vivant dans des contextes humides tels que les bordures de rivières, les berges des lacs et zones alluviales. Il est souvent accompagné de l'aulne.

Les **Pomoïdées** (ex. aubépine, poirier, néflier) et **prunelliers** (*Prunus sp.*) 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**.

RQ. Les **Pomoïdées** englobent par exemple les **poiriers-pommiers** mais aussi l'**aubépine**. Les charbons du genre *Prunus sp.* peuvent correspondre au merisier mais aussi aux **cerisiers**.

L'**if** (*Taxus baccata*) est le seul conifère dont l'origine peut être considérée comme autochtone (Rameau *et al.*, 1989). C'est une **essence indifférente à la lumière**. Il apprécie une humidité atmosphérique élevée et des hivers doux. On le trouve associé à la **chênaie-hêtraie**. C'est une plante réputée vénéneuse. Il procure un bois très recherché et utilisé dans l'ébénisterie (bois de sculpture, instruments de dessin, de mesure). Il est utilisé dès l'antiquité jusqu'au moyen âge pour faire des arcs.

### 3.3. Observation macroscopique du plan ligneux et calibration

#### - Observations de caractères dendrologiques :

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

#### - Mesures des largeurs moyennes de cernes ou croissance radiale :

La largeur moyenne des cernes à faible courbure des charbons a également été 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.

A noter que sur les branches (bois de petit calibre, à forte courbure) cette mesure n'a pas de sens du fait de leur croissance totalement excentrée. De plus, la croissance des arbres est plus vigoureuse durant les premières années de vie ce qui donne en règle générale des largeurs très larges pour les premiers cernes. Nous écartons aussi ces cas en ne retenant que les charbons présentant des courbures faibles (charbons en provenance de troncs de fort calibre et donc relativement âgés).

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

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

La plus ou moins grande courbure des cernes (Cf. les 3 catégories : faible, intermédiaire, forte, Fig.2) renseigne sur l'origine du fragment carbonisé. Par exemple, une faible courbure de cerne indiquera une provenance d'une grosse pièce de bois : grosse branche ou tronc. Nous parlons alors de calibre des charbons de bois.

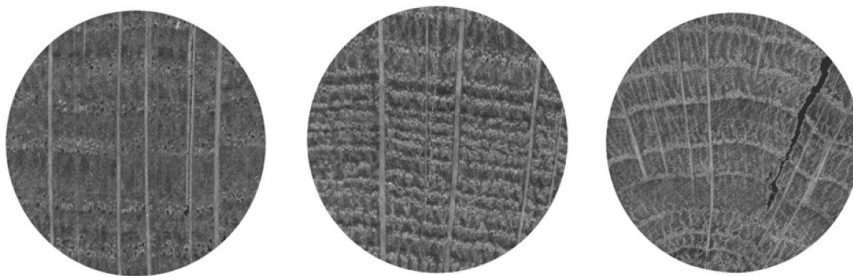


Fig.2 – Les trois catégories des courbures de cernes annuels de croissance : faible, intermédiaire et forte (Marguerie, Hunot 2007).

### 3. RESULTATS D'ANALYSES

Tenant compte du phasage chronologique proposé par P. Gibut (cf. Fig.1), les résultats sont présentés par période, de la façon suivante :

- Haut-Empire : milieu IIe - début IIIe s. ap. J.-C.
- Haut-Empire : fin IIe - IIIe s. ap. J.-C.
- Haut-Empire : IIIe s. ap. J.-C.
- Antiquité tardive : fin IIIe - début IVe s. ap. J.-C.
- Antiquité tardive : fin IVe - début Ve s. ap. J.-C.
- Antiquité tardive : fin IVe - Ve s. ap. J.-C.

### 3.1. Haut-Empire : milieu IIe - début IIIe s. ap. J.-C.

100 charbons correspondant à 4 lots ont été étudiés pour cette phase. Les charbons proviennent principalement de rejets d'habitats (prélèvements 10, 11 et 12). Ce sont des comblements de celliers (prélèvements 10), d'espaces de stockage (prélèvements 11 et 12) et d'une mare (prélèvement 41).

#### 3.1.1. Résultats

##### Prélèvement 10 – maille de 2,8 mm

| Nom Espèce      | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Thylle |
|-----------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|--------|
|                 |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |        |
| Betula          | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Fagus sylvatica | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Graine          | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Indéterminé     | 4        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Quercus sp.     | 11       | 3        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 2           | 1             | 1      |
| Ulmus sp.       | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |

Remarque : Un reste d'épine (Pomoïdée?) a été identifié en plus pour ce prélèvement.

##### Prélèvement 10 – maille de 4 mm

| Nom Espèce       | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |       | Traces |
|------------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|-------|--------|
|                  |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant | Fendu |        |
| Betula           | 2        | 0        | 1             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      |
| Corylus avellana | 6        | 0        | 4             | 1     | 0        | 0           | 0          | 1           | 0             | 0     | 1      |
| Fagus sylvatica  | 10       | 9        | 1             | 0     | 0        | 0           | 1          | 0           | 0             | 0     | 0      |
| Indéterminé      | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 1     | 0      |
| Pomoïdée         | 1        | 0        | 0             | 1     | 0        | 0           | 0          | 1           | 0             | 0     | 0      |
| Quercus sp.      | 7        | 6        | 0             | 0     | 2        | 0           | 2          | 0           | 0             | 0     | 0      |
| Ulmus sp.        | 2        | 1        | 1             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      |

##### Prélèvement 10 – Flottation

| Nom Espèce      | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Thylle |
|-----------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|--------|
|                 |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |        |
| Fagus sylvatica | 11       | 10       | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Pomoïdée        | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Quercus sp.     | 3        | 1        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 1           | 1             | 1      |
| Ulmus sp.       | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |

##### Prélèvement 11

| Nom Espèce      | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |
|-----------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|
|                 |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |
| Betula          | 3        | 0        | 1             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |
| Fagus sylvatica | 16       | 6        | 2             | 0     | 0        | 0           | 1          | 0           | 0             |
| Indéterminé     | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |
| Quercus sp.     | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |

## Prélèvement 12

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Thylle |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|--------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |        |
| Betula      | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Graine      | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 1           | 0             | 0      |
| Indéterminé | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 1             | 1      |
| Quercus sp. | 2        | 1        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 1           | 0             | 1      |
| Ulmus sp.   | 3        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |

## Prélèvement 41

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

Fig.3 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements 10, 11, 12 et 41

## Prélèvement 10 – maille de 4 mm

| Espèce      | Courbure | Rythme   | Nb Bois | Nb cernes | Moyenne | Ecart Type | Minimum | Maximum |
|-------------|----------|----------|---------|-----------|---------|------------|---------|---------|
| Quercus sp. | Faible   | Régulier | 2       | 4         | 2,32    | 0,25       | 2,15    | 2,5     |

Fig.4 - Tableau des mesures de largeurs de cernes réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible et un rythme régulier pour le prélèvement 10

### 3.1.2. Interprétations

L'étude des prélèvements 10, 11 et 12 montrent des assemblages de bois de gros calibre (chêne, hêtre et orme) et de petit calibre (bouleau, noisetier, Pomoïdées), restes assez typiques de foyers domestiques ou artisanaux. L'interprétation archéologique de rejets d'habitats semble donc se confirmer.

Notons la présence presque systématique de l'orme réputé comme étant un bois de feu de première qualité (Rameau et al., 1989).

A noter aussi la présence de quelques charbons aux aspects "durs-luisants", "fendus-luisants". De fortes variations de températures comme "*un refroidissement rapide de surfaces chaudes en conditions anaérobie*" (conditions réductrices) pourraient par exemple provoquer ce phénomène selon Blaizot et al. (2004). L'hypothèse de charbons provenant de « fonds de foyers » ou de fours (prélèvement 10) peut être émise. La détection de quelques charbons de bois de petit calibre aux aspects durs-luisants (Pomoïdées et noisetier dans le prélèvement 10) pourrait par exemple correspondre à des rejets de fours.

Quelques attestations de graines carbonisées ont aussi été détectées, ce qui laisse penser qu'un certain nombre de charbons sont issus d'activités liées à des systèmes techniques en rapport avec la préparation ou le stockage des céréales (ex. séchoir pour griller les céréales ?..).

Seulement deux charbons ont été identifiés dans le prélèvement 41 (« comblement de mare »), il s'agit d'un charbon de chêne et de bouleau.

Une mesure de largeur moyenne de cernes a été calculée pour le prélèvement 10 (2,32 mm). Ce résultat montre un contexte de croissance du chêne plutôt favorable, ce que semble corroborer la présence de taxons de boisements ouverts (Pomoïdées, noisetier et bouleau).

## 3.2. Haut-Empire : fin IIe - IIIe s. ap. J.-C.

Seulement 12 charbons provenant de deux prélèvements ont été étudiés pour cette phase. Ces prélèvements attribués à des rejets d'habitats proviennent respectivement d'un comblement de cuvette (lot 44) et d'un comblement de fosse (lot 45).

### 3.2.1. Résultats

#### Prélèvement 44

| Nom Espèce       | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |
|------------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|
|                  |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |
| Corylus avellana | 5        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |

#### Prélèvement 45

| Nom Espèce | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |
|------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|
|            |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |
| Betula     | 7        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |

Fig.5 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements 44 et 45

### 3.2.2. Interprétations

Seulement deux taxons ont été identifiés dans chacun des deux lots : le noisetier (lot 44) et le bouleau (lot 45).

De façon générale ce sont des bois de petit calibre, souvent utilisés pour allumer un feu ou alimenter des fours. Néanmoins, aucune information d'ordre dendrologique (aspects) ne permet d'avancer une hypothèse solide sur le type de combustion dont sont issus ces charbons.

Ce sont des taxons qui ont déjà été identifiés dans les prélèvements 10, 11, 12 et 41. Ils sont caractéristiques de boisements clairs.

### 3.3. Haut-Empire : IIIe s. ap. J.-C.

Le prélèvement 49 est attribué à un rejet d'habitat, il correspond plus précisément à « l'occupation d'un creux ».

#### 3.3.1. Résultats

##### Prélèvement 49

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

Fig.6 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour le prélèvement 49

#### 3.3.2. Interprétations

Le prélèvement comportait très peu de charbons et seulement deux charbons de chêne ont été identifiés. Deux charbons restés indéterminés, présentaient des aspects durs-luisants, caractéristiques de combustions réductrices, peut-être des fonds de foyers ?

### 3.4. Antiquité tardive : fin IIIe - début IVe s. ap. J.-C.

Six prélèvements ont été étudiés pour cette phase. Il s'agit principalement de rejets d'habitats (lots 15, 27, 28 et 36) retrouvés dans des comblements de caves, de celliers et de restes d'incendies d'habitats (lots 54 et 56 : comblement d'un vase).

#### 3.4.1. Résultats

##### Prélèvement 54

| Nom Espèce    | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |
|---------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|
|               |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |
| Indéterminé   | 3        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |
| Taxus baccata | 4        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |

##### Prélèvement 56

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |
| Indéterminé | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |

##### Prélèvement 15 – maille 4 mm

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |       |        |        |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|-------|--------|--------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant | Fendu | Thylle | Moelle |
| Indéterminé | 6        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 1             | 3     | 0      | 0      |
| Pomoidée    | 3        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      | 0      |
| Prunus sp.  | 7        | 0        | 1             | 1     | 0        | 0           | 1          | 0           | 0             | 0     | 1      | 1      |
| Quercus sp. | 7        | 4        | 0             | 0     | 2        | 0           | 1          | 1           | 0             | 0     | 0      | 0      |
| Ulmus sp.   | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 1             | 0     | 0      | 0      |

##### Prélèvement 15 – flottation

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Moelle |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|--------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |        |
| Betula      | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |
| Indéterminé | 4        | 0        | 0             | 2     | 0        | 0           | 0          | 0           | 3             | 2      |
| Pomoidée    | 14       | 0        | 0             | 3     | 0        | 0           | 0          | 0           | 5             | 3      |
| Quercus sp. | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 1             | 0      |
| Salix sp.   | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0      |

Rq. Un fragment de coquille de noisette ou de noyau a été repéré dans ce lot.

##### Prélèvement 27

| Nom Espèce | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Insecte |
|------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|---------|
|            |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |         |
| Betula     | 3        | 0        | 1             | 0     | 0        | 1           | 0          | 0           | 0             | 1       |

##### Prélèvement 28

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Thylle |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|--------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |        |
| Quercus sp. | 25       | 22       | 3             | 0     | 16       | 0           | 4          | 3           | 0             | 1      |

### Prélèvement 36

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Moelle |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|--------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |        |
| Indéterminé | 3        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 1      |

Rq. Une partie du sédiment du lot avait un aspect « rubéfié ».

Fig.7 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements 54, 56, 15, 27, 28, 36

### Prélèvement 15 – maille 4mm

| Espèce      | Courbure | Rythme   | Nb Bois | Nb cernes | Moyenne | Ecart Type | Minimum | Maximum |
|-------------|----------|----------|---------|-----------|---------|------------|---------|---------|
| Quercus sp. | Faible   | Régulier | 2       | 7         | 0,83    | 0,54       | 0,44    | 1,21    |

### Prélèvement 28

| Espèce      | Courbure | Rythme   | Nb Bois | Nb cernes | Moyenne | Ecart Type | Minimum | Maximum |
|-------------|----------|----------|---------|-----------|---------|------------|---------|---------|
| Quercus sp. | Faible   | Régulier | 13      | 34        | 1,96    | 0,51       | 1,3     | 2,93    |

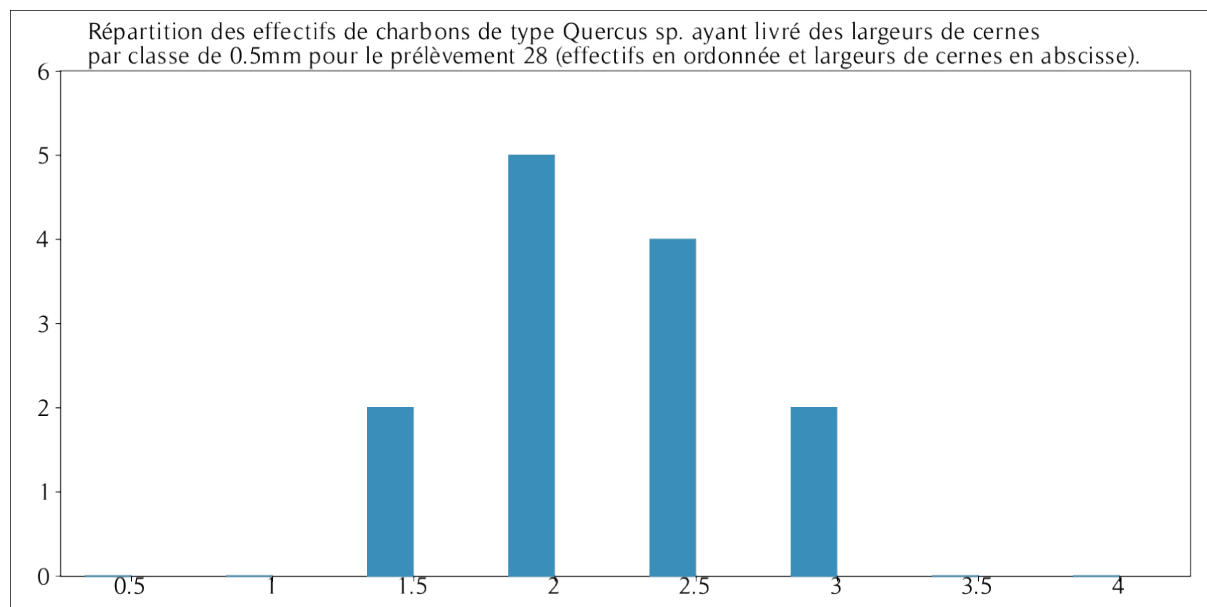


Fig.8 - Tableaux et histogrammes des mesures de largeurs de cernes réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible et rythme régulier pour les lots 15 et 28

### 3.4.2. Interprétations

L'étude des prélèvements 15, 27, 28 et 36 a livré des résultats hétérogènes. Six taxons ont été identifiés dans le lot 15. Les bois de petit calibre sont les mieux représentés avec les Pomoïdées, le prunellier (*Prunus sp.*) et dans une moindre mesure par le bouleau et le saule. Ils sont accompagnés par du bois de chêne et d'orme de plus gros calibre.

La dominance des bois de petit calibre, souvent d'aspects luisants, est probablement la conséquence de combustions en contexte chaud et anaérobie. On peut avancer l'hypothèse de bois ayant servi de combustible pour alimenter des fours (ex. prélèvement 15).

Des bois de plus gros calibre (chêne et orme) correspondent davantage à du bois ayant servi à entretenir des combustions de foyers. Ainsi, l'étude du prélèvement 28 a permis d'identifier un ensemble constitué exclusivement par du bois de chêne, plutôt de gros calibre. L'observation de fentes de retrait tend à décrire des bois brûlés à l'état vert.

La nature des taxons identifiés permet de reconnaître des boisements clairs (bouleau, *Prunus*, Pomoïdées), la forêt avec la chênaie et des boisements humides avec la détection du saule et de l'orme. Notons l'absence du hêtre, pourtant souvent identifié dans les autres lots.

Les prélèvements 54 et 56 correspondent au comblement d'un vase dans un contexte d'incendie d'habitat. L'étude du lot 54 a permis d'identifier des charbons d'if. L'observation de ce taxon pose question car c'est une essence rarement détectée dans les études anthracologiques. Même si l'on ne peut écarter l'hypothèse d'un simple reste de combustible, c'est aussi une essence très utilisée en ébénisterie. Aussi, la proximité avec le vase n'est probablement pas le fruit du hasard.

Quelques mesures de largeurs de cernes ont pu être réalisées sur des charbons de chênes de gros calibre. La moyenne obtenue pour le lot 28 est de 1.96 mm pour 34 cernes mesurés. Ce résultat est caractéristique de contextes de croissance assimilable à une forêt claire.

### 3.5. Antiquité tardive : fin IVe - début Ve s. ap. J.-C.

Quatre prélèvements ont été étudiés pour cette phase. Il s'agit de trois prélèvements en provenance de rejet d'atelier de métallurgie (prélèvements 13 et 14) en plus d'un prélèvement interprété comme un rejet d'habitat (lot 40).

#### 3.5.1. Résultats

##### Prélèvement 13

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |       | Thylle |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|-------|--------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant | Fondu |        |
| Indéterminé | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 1     | 0      |
| Pomoidée    | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      |
| Quercus sp. | 23       | 15       | 1             | 0     | 6        | 0           | 5          | 0           | 2             | 3     | 1      |

##### Prélèvement 14 – maille 2,8 mm

| Nom Espèce       | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |       | Thylle |
|------------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|-------|--------|
|                  |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant | Fondu |        |
| Carpinus betulus | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      |
| Pomoidée         | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      |
| Quercus sp.      | 11       | 9        | 0             | 0     | 0        | 0           | 1          | 0           | 0             | 1     | 1      |
| Ulmus sp.        | 1        | 1        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      |

##### Prélèvement 14 – maille 4 mm

| Nom Espèce  | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |       | Thylle |
|-------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|-------|--------|
|             |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant | Fondu |        |
| Indéterminé | 13       | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 12    | 0      |
| Pomoidée    | 3        | 1        | 0             | 1     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             | 0     | 0      |
| Quercus sp. | 21       | 5        | 6             | 2     | 2        | 0           | 1          | 2           | 4             | 2     | 2      |
| Ulmus sp.   | 11       | 5        | 4             | 1     | 0        | 1           | 0          | 0           | 1             | 0     | 0      |

Rq. Certains fragments avaient un aspect fondu

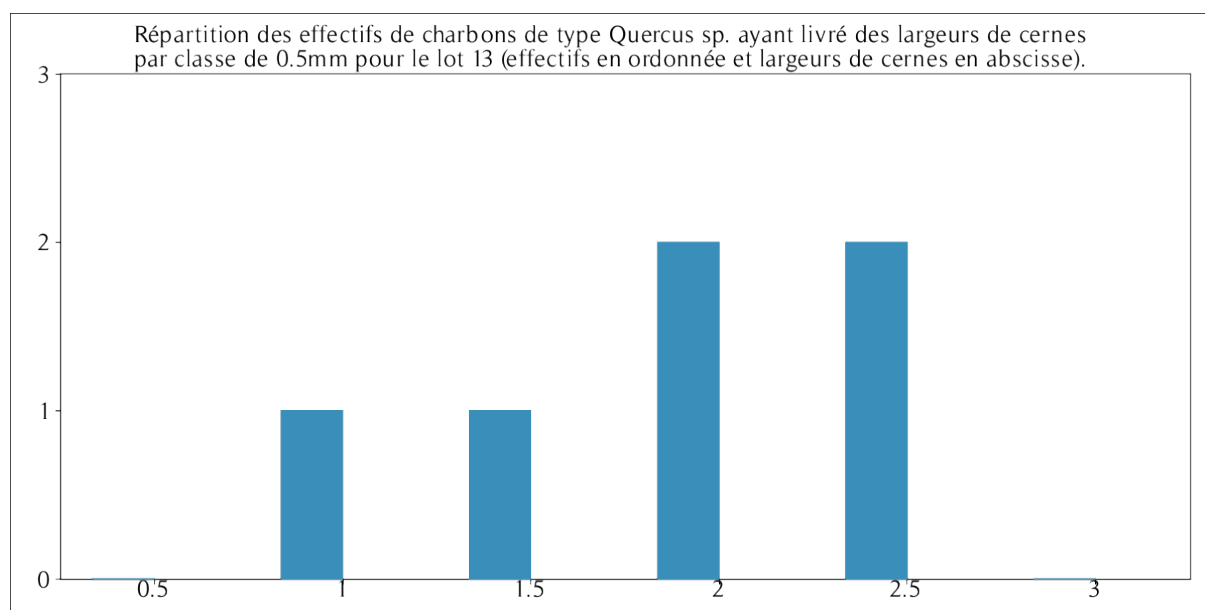
##### Prélèvement 40

| Nom Espèce      | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |
|-----------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|
|                 |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |
| Betula          | 5        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |
| Fagus sylvatica | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |
| Pomoidée        | 2        | 0        | 0             | 2     | 0        | 0           | 0          | 0           | 1             |
| Quercus sp.     | 2        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 1           | 0             |

Fig.9 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements 13, 14, 40

### Prélèvement 13

| Espèce      | Courbure | Rythme   | Nb Bois | Nb cernes | Moyenne | Ecart Type | Minimum | Maximum |
|-------------|----------|----------|---------|-----------|---------|------------|---------|---------|
| Quercus sp. | Faible   | Régulier | 6       | 12        | 1,65    | 0,63       | 0,52    | 2,23    |



### Prélèvement 14 – maille 4 mm

| Espèce      | Courbure | Rythme   | Nb Bois | Nb cernes | Moyenne | Ecart Type | Minimum | Maximum |
|-------------|----------|----------|---------|-----------|---------|------------|---------|---------|
| Quercus sp. | Faible   | Régulier | 1       | 1         | 3,82    | 0          | 3,82    | 3,82    |

Fig.10 - Tableaux et histogrammes des mesures de largeurs de cernes réalisées sur les charbons de chêne présentant une courbure faible et rythme régulier pour les lots 13 et 14

### 3.5.2. Interprétations

Tout d'abord, pour ce qui concerne les prélèvements issus des rejets de l'atelier de métallurgie (prélèvements 13 et 14), nous constatons une composition anthracologique assez homogène, constituée de charbons de chêne, de Pomoïdées accompagnés par des charbons d'orme pour le lot 14.

Les charbons de Pomoïdées proviennent plutôt de bois de petit calibre, ils correspondent probablement à du bois d'allumage. En revanche, les charbons de chêne et d'orme sont issus de bois de gros calibre.

De nombreux charbons de chêne et un certain nombre de charbons restés indéterminés présentaient des aspects « fondus » (prélèvements 13 et 14). Cet aspect résulte d'une combustion particulière (la calcination) liée probablement à un procédé de charbonnage (Chabal *et al.*, 1999) (cf. Fig.15 en annexe).

Retrouver du charbon de bois dans un contexte d'atelier de métallurgie est assez cohérent. En effet, les charbons de bois obtenus par charbonnage possèdent un pouvoir calorifique supérieur à celui du bois. Cette qualité est évidemment recherchée dans les contextes des bas-fourneaux et fours d'affinage des métaux.

L'étude du prélèvement 40 a permis de détecter 4 taxons : le chêne, les Pomoïdées, le bouleau et le hêtre. La diversité des taxons observés et l'hétérogénéité des calibres sont plutôt caractéristiques de rejets de foyers associant du bois d'allumage de petit calibre (Pomoïdées) et du bois d'entretien de plus gros calibre (chêne, hêtre).

Des largeurs moyennes de cernes ont été calculées pour les prélèvements 13 et 14. Au regard des effectifs mesurés, seule la moyenne du lot 13 peut être raisonnablement prise en compte. Soit une moyenne de 1,65 mm pour 12 cernes mesurés (Fig.10). C'est un résultat caractéristique de conditions de croissances « moyennes », par exemple une forêt claire.

Du point de vue paléo-paysager, six taxons ont été identifiés. Nous retrouvons les associations de boisements clairs, de lisières (bouleau, Pomoïdées, charme) et de la chênaie mixte, chênaie-hêtraie (chêne, hêtre, charme, orme).

### 3.6. Antiquité tardive : fin IVe - Ve s. ap. J.-C.

Deux prélèvements correspondant à des rejets d'habitats ont été étudiés pour cette phase.

#### 3.6.1. Résultats

##### Prélèvement 43

| Nom Espèce | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               |
|------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|
|            |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |
| Pomoïdée   | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 0           | 0             |
| Ulmus sp.  | 2        | 1        | 1             | 0     | 0        | 0           | 0          | 1           | 0             |

##### Prélèvement 90

| Nom Espèce | Effectif | Courbure |               |       | Rythme   |             | Combustion |             |               | Traces | Moelle |
|------------|----------|----------|---------------|-------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|--------|--------|
|            |          | Faible   | Intermédiaire | Forte | Régulier | Particulier | Fendu      | Dur/Luisant | Fendu/Luisant |        |        |
| Betula     | 1        | 0        | 0             | 0     | 0        | 0           | 0          | 1           | 0             | 1      | 1      |

Fig.11 – Liste des taxons anthracologiques et mesures dendrologiques effectuées pour les prélèvements 43 et 90

#### 3.6.2. Interprétations

Très peu de charbons ont été identifiés lors de l'étude des deux prélèvements.

L'étude du lot 43 a révélé quelques fragments d'orme et de Pomoïdées. Le lot 90 n'a livré qu'un fragment de bouleau. Ce sont là de probables restes de foyers.

## 4. Bilan

Environ 300 charbons ont été étudiés pour l'ensemble des 22 prélèvements. L'étude a été divisée en 6 périodes chronologiques correspondant au phasage établi par l'archéologue. Le phasage général couvre les périodes du Haut-Empire et de l'Antiquité tardive.

| Périodes                                                      | Taxons                                                                                               | Hypothèses ethnologiques                                                                                                                      | Types de boisement                                                                  | Largeurs moyennes de cernes |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Haut-Empire : milieu II e - début IIIe s. ap. J.-C.</b>    | Betula sp., Corylus sp., Pomoïdées, Fagus sp., Quercus sp., Ulmus sp.                                | <b>Foyer, four</b> (prélèvement 10), combustion en rapport avec la préparation ou stockage des <b>céréales</b> ex. séchoir ? (prélèvement 12) | Boisements clairs, lisières ou haies, forêt de type chênaie-hêtraie                 | 2,32 mm (prélèvement 10)    |
| <b>Haut-Empire : fin II e - IIIe s. ap. J.-C.</b>             | Betula sp., Corylus sp.,                                                                             | <b>Four ou foyer ?</b>                                                                                                                        | Boisements clairs, lisières, haies                                                  |                             |
| <b>Haut-Empire : IIIe s. ap. J.-C.</b>                        | Quercus sp.                                                                                          | <b>Foyer</b>                                                                                                                                  | Chênaie                                                                             |                             |
| <b>Antiquité tardive : fin III e - début IVe s. ap. J.-C.</b> | Taxus baccata (prélèvement 54), Betula sp., Pomoïdées, Prunus sp., Salix sp., Quercus sp., Ulmus sp. | <b>Objet en if ? Four</b> (prélèvement 15), <b>Foyer</b> (prélèvement 28)                                                                     | Chênaie (absence du hêtre), boisements clairs (lisières, haies), boisements humides | 1,96 mm (prélèvement 28)    |
| <b>Antiquité tardive : fin IV e - début Ve s. ap. J.-C.</b>   | Betula sp., Pomoïdées, Fagus sp., Quercus sp., Ulmus sp., Carpinus sp.                               | <b>Charbons de bois</b> (issu de charbonnage) pour alimenter des fourneaux de l'atelier de métallurgie.<br><b>Foyer</b>                       | forêt de type chênaie mixte, boisements clairs : lisières, haies                    | 1,65 mm (prélèvement 13)    |
| <b>Antiquité tardive : fin IV e - Ve s. ap. J.-C.</b>         | Betula sp., Pomoïdées, Ulmus sp.                                                                     | <b>Foyers ?</b>                                                                                                                               | Boisements clairs                                                                   |                             |

Fig.12 – Tableau récapitulatif des informations anthracologiques collectées pour les différentes phases chronologiques

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

### - Informations d'ordre environnemental

Les taxons les plus utilisés sont par ordre d'importance : le bouleau et les Pomoïdées presque systématiquement présents, suivent le chêne, l'orme et dans une moindre mesure le hêtre. Apparaissent ensuite de façon plus anecdotique, le prunellier, le noisetier, le saule, le charme et l'if.

La présence des différents taxons ligneux a permis d'identifier les associations écologiques suivantes (Rameau *et al.*, 1989) :

- les boisements clairs de lisières forestières, de haies « bocagères », associations héliophiles (bouleaux, noisetiers, Pomoïdées, prunelliers, charme). Ces boisements clairs sont détectés dans la plupart des phases chronologiques.
- la chênaie mixte, chênaie-hêtraie (chêne, hêtre, orme avec ponctuellement le charme, le noisetier, le bouleau) : détectée dans la plupart des prélèvements.
- les boisements hygrophiles, boisements rudéraux ou « friches évoluées » (saule, noisetier et orme). Ce type de boisement n'est représenté que par quelques éléments plutôt au cours de l'Antiquité tardive.

L'étude des largeurs moyennes de cernes nous apporte des informations sur le contexte de croissance des arbres. Les résultats obtenus ( Fig.12) montrent des valeurs situées entre 1,65 mm et 2,32 mm, ce qui correspondrait à des contextes de forêts claires.

Afin de comparer ces constats par rapport à d'autres études, nous avons ajouté ces valeurs aux résultats déjà acquis sur différents sites de la ville proche de Chartres. Ces résultats sont indiqués dans les graphiques suivants, mettant en relation les moyennes de largeurs de cernes en fonction du temps (Fig.13).

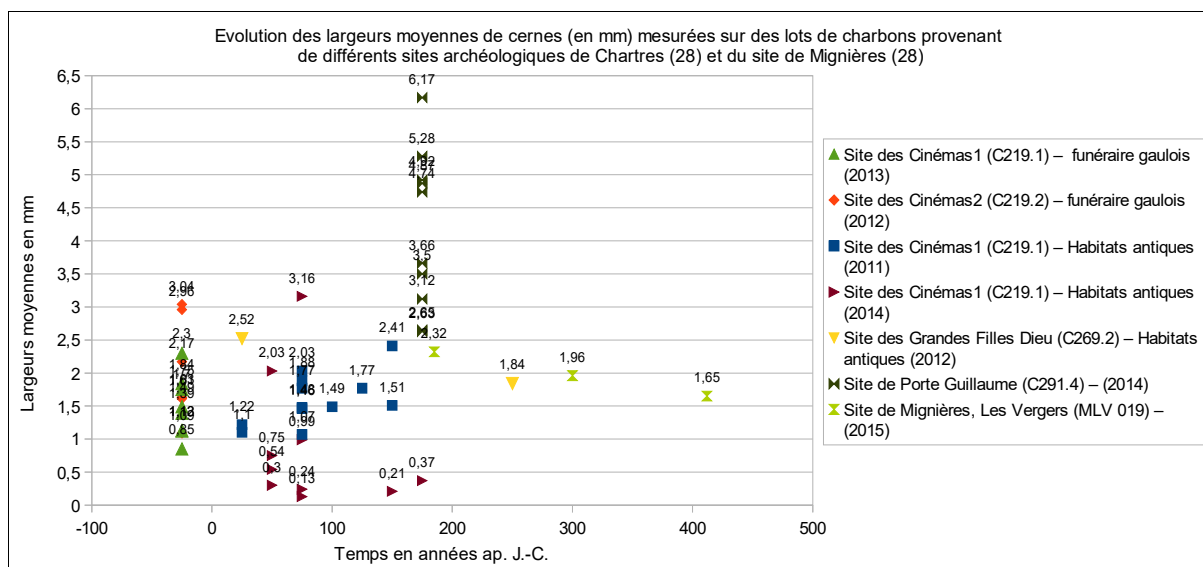


Fig.13 - Graphique mettant en relation les mesures de largeurs moyennes de cernes calculée sur différents sites de Chartres et sur le site de Mignièrès en fonction du temps (estimation de la date médiane de chaque phase).

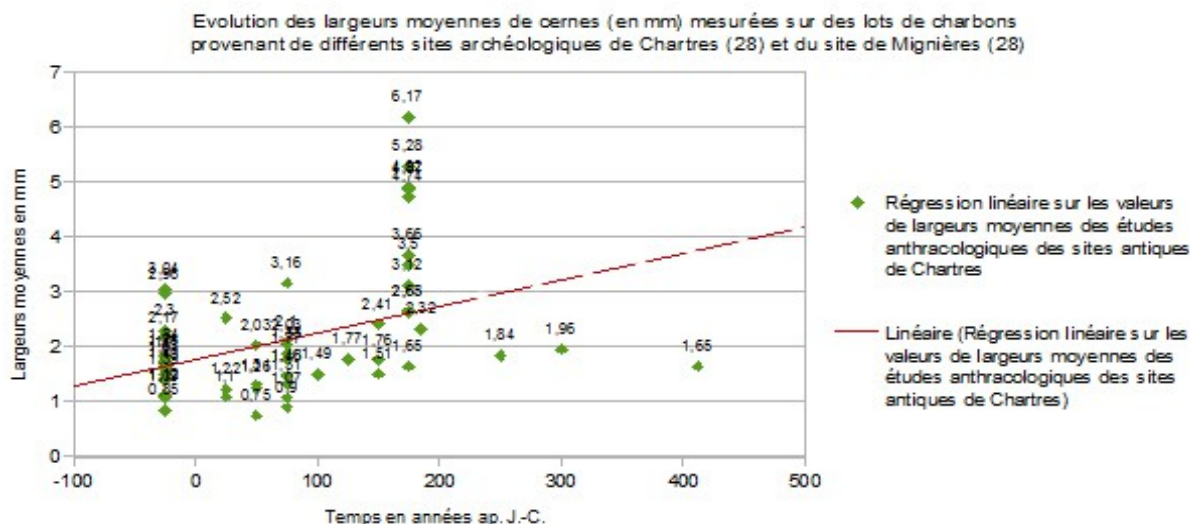


Fig.14 - Graphique mettant en relation les mesures de largeurs moyennes de cernes en fonction du temps (estimation de la date médiane de chaque phase). Régression linéaire réalisée sur les valeurs.

Les résultats chartains montrent une légère tendance à l'augmentation des largeurs de cernes en fonction du temps, conséquence probable d'une amélioration des contextes de croissance des arbres liée à l'ouverture du paysage (cf. régression linéaire sur les valeurs Fig.14).

L'étude de Mignièrès apporte des résultats pour la période de l'Antiquité tardive, jusque là peu représentée (Figures 13 et 14). Les résultats s'inscrivent dans un retour en-dessous de la tendance générale observée sur Chartres jusque dans les années 200 ap. J.-C. La courbe ne serait plus linéaire croissante mais avec une tendance plus lissée sur la période allant de 200 à 400 ap. J.-C.

Il est encore difficile d'affirmer ces résultats à cause du faible nombre de résultats anthracologiques obtenus sur cette période.

Enfin géographiquement et topographiquement aujourd'hui, Mignièrès au sud-ouest de Chartres est « à la frontière » avec le Perche, alors que Chartres est plus en terroir de Beauce. Mignièrès a donc peut-être bénéficié d'un secteur d'approvisionnement plus boisé. De plus, il est possible que l'impact humain ait été plus important à proximité immédiate de Chartres. Aussi le paysage forestier de Mignièrès était probablement un peu plus « fermé », et par voie de conséquence, un peu moins favorable à la croissance des arbres.

#### - Informations d'ordre technique :

Les prélèvements étudiés nous ont permis de discerner des charbons provenant de foyers domestiques ou artisanaux et des charbons issus de combustion de fours. Notons qu'aucun reste de « bois d'œuvre » n'a été interprété dans cette étude.

Les charbons provenant de foyers ont été détectés dans l'ensemble des phases chronologiques ( Fig.12). Ces structures se caractérisent par des systèmes techniques alternant des phases d'allumages (avec utilisation de bois de petit calibre et souvent de bois de différentes espèces comme le bouleau, le prunellier, le noisetier, les Pomoïdées) et des phases d'entretiens de foyers (bois de gros calibre correspondant à du chêne de l'orme et/ou du hêtre).

Quelques charbons présentaient des aspects "fendus/luisants", "durs-luisants", ou "fondus". Plusieurs hypothèses ont été émises sur ces aspects (Marguerie *et al.*, 2010). Selon cet auteur, la vitrification (ou aspect "luisant" du charbon) affecterait plus souvent des petites pièces de bois et serait la conséquence de conditions particulières de combustions. De fortes variations de températures comme "un refroidissement rapide de surfaces chaudes en conditions anaérobies" (conditions réductrices) pourraient par exemple provoquer ce phénomène selon Blaizot *et al.* (2004).

Il est possible que nous ayons affaire là à des restes de simples "fonds de foyers". Mais sur certains prélèvements (ex. lot 15), ce sont systématiquement des bois de petit calibre qui présentaient des aspects luisants. Dans ces cas, l'hypothèse de restes provenant de l'utilisation de fours est probable (ex. lots 10 et 15).

Des charbons aux aspects « fondus » ont aussi été détectés, notamment dans le contexte d'un atelier de métallurgie (prélèvements 13 et 14). Cet aspect résulte d'une combustion particulière, parfois interprétée comme le résultat de la calcination, c'est à dire une des étapes de la combustion. Sous l'effet de la chaleur et de la raréfaction d'oxygène les braises charbonnent : c'est le principe du charbonnage (Chabal *et al.*, 1999) (cf. Fig.15 en annexe). Néanmoins, selon Chabal *et al.*, (1999) « en l'état actuel, rien ne permet de distinguer les charbons de bois résiduels d'une combustion de bois interrompue (foyers domestiques, etc.), de ceux subsistant au terme d'une combustion de charbons de bois (activité de forge, etc.) ». Pourtant le contexte archéologique (atelier de métallurgie), renforce l'hypothèse de charbons de bois, car ce combustible est connu pour fournir un pouvoir calorifique supérieur au bois, qualité recherchée dans les contextes des bas-fourneaux et fours d'affinage des métaux. Le charbon de bois est employé comme réducteur en métallurgie dont il est le combustible de prédilection à partir de l'Age du Fer (Bonaventure, 2014 ; Chabal *et al.*, 1999 ). Selon Sarreste (2008), « Le charbon de bois est le combustible par excellence de la réduction directe. Il possède un pouvoir calorifique plus élevé que le bois et dégage plus de carbone lorsqu'il brûle. En outre, il joue un rôle crucial puisqu'il dicte la vitesse de descente du minerai dans le fourneau. S'il se consume trop vite, les gaz n'ont pas le temps de réduire les oxydes, la gangue ne fond pas totalement et on obtient une scorie contenant des morceaux de minerai non réduits. Du bois peut toutefois être utilisé pour préchauffer la structure ».

Enfin, signalons quelques fragments d'if (*Taxus baccata*) retrouvés dans le comblement d'un vase (prélèvement 54). L'essence, rarement détectée en anthracologie, procure un bois utilisé dans l'ébénisterie et pourrait bien correspondre aux restes d'un objet.

## 5. Bibliographie

BONAVENTURE B., BOHNY J., GAUDIN L., LATOUR-ARGANT C., POIRIER-COUTANSAIS C., VISSAC C., 2014 – La Gravelle « ZAC de Loiron ». Rapport final d'opération d'archéologie préventive. 3 volumes. Société ARCHEODUNUM. Chaponnay, juin 2014., 479p.

BONNIEL-VEYRON., 1996 – *Evolution du paysage autour de la ville de Chartres depuis l'Antiquité : Etude palynologique d'une séquence organique de fond de vallée (site Mendes-France)*. Rapport de DEA, 40 p.

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

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

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

GAUDIN L., 2014 – *Analyse de fragments charbonneux provenant de la fouille du site de Mignières – PLV59 (US 4190)*. (Chartres, Eure-et-Loir), 13 p. (Destinataire public : Maison de l'Archéologie, Ville de Chartres)

GAUDIN L., 2013 - *Site de Mignières, les vergers - première étude - Chartres, (Eure-et-Loir)*. Rapport d'étude anthracologique, 10 p. (Destinataire : ville de Chartres)

GAUDIN L., 2004 – *Les transformations spatio-temporelles de la végétation du nord-ouest de la France depuis la fin de la dernière glaciation. Reconstitutions paléo-paysagères*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 2 tomes, 768 p.

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.

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.

SARRESTE F., 2008 – *La sidérurgie ancienne dans le Bas-Maine (VIIIe s. av. J.-C. – XVe s. ap. J.-C.)*, These de doctorat, Université François Rabelais de Tours, 843p. Remettre la typo avec accentuation.

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

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.

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

## 6. Annexe

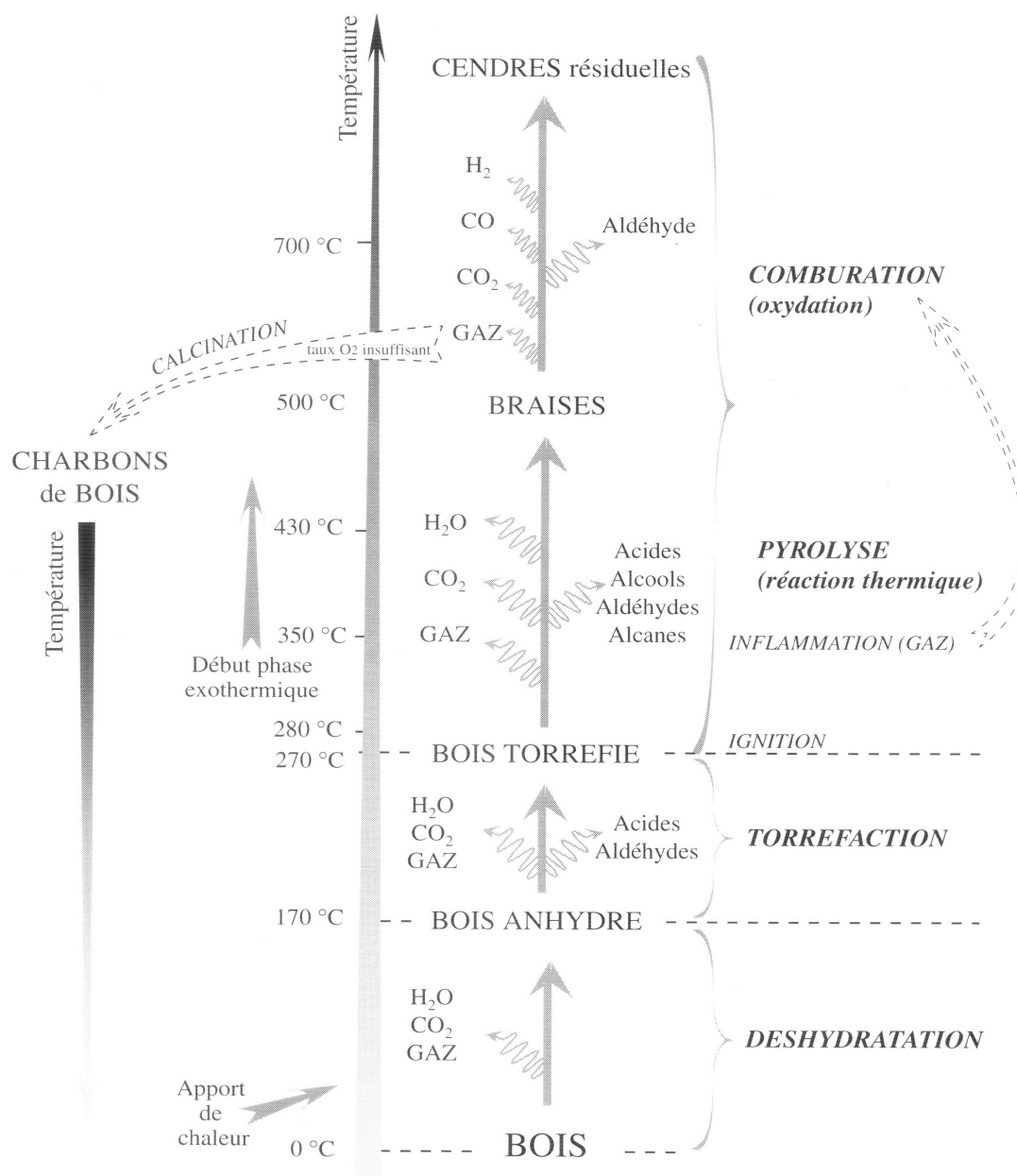


Fig.15 - Phases physico-chimiques et thermiques de la combustion du bois (extrait de Chabal et al., 1999)