



HAL
open science

Gestion du combustible et dynamique des boisements à l'époque romaine. L'exemple des ateliers potiers d'Embournière (Neffiès, Hérault) et de Las Cravieros (Fanjeaux, Aude)

Julien Chardonneau- Henneuse, Christophe Vaschalde, Rovira Nuria, Benoit Favennec, Benoît Brossier, Jean Frederic Terral, Stéphane Mauné

► To cite this version:

Julien Chardonneau- Henneuse, Christophe Vaschalde, Rovira Nuria, Benoit Favennec, Benoît Brossier, et al.. Gestion du combustible et dynamique des boisements à l'époque romaine. L'exemple des ateliers potiers d'Embournière (Neffiès, Hérault) et de Las Cravieros (Fanjeaux, Aude). Pallas. Revue d'études antiques, 2025, 125, pp.141-176. hal-04857671

HAL Id: hal-04857671

<https://cnrs.hal.science/hal-04857671v1>

Submitted on 1 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Gestion du combustible et dynamique des boisements à l'époque romaine. L'exemple des ateliers potiers d'Embournière (Neffiès, Hérault) et de Las Cravieros (Fanjeaux, Aude)

Julien CHARDONNEAU-HENNEUSE*, Christophe VASCHALDE**,
Nuria ROVIRA*, Benoît FAVENNEC***, Benoît BROSSIER****,
Jean-Frédéric TERRAL****, Stéphane MAUNÉ*

Introduction

La question de l'exploitation des forêts, que ce soit pour alimenter en combustible les ateliers de potiers ou les autres artisanats, est essentielle à la compréhension de l'organisation de l'économie antique. D'après Caton l'Ancien, au II^e s. av. J.-C., parmi les différents types de culture composant un domaine agricole, la forêt de coupe (*silva caedua*), le verger (*arbustum*) et la forêt de glands (*silva glandaria*) sont essentielles au fonctionnement du *fundus*¹. Le bois était le principal combustible utilisé dans l'Antiquité, que ce soit sous la forme de fagots, de bûches ou de charbons. Son exploitation semble avoir nécessité l'élaboration de modes de gestion spécifiques, voire d'échanges et d'un commerce dès le III^e siècle av. J.-C. en Italie², posant la question de ces pratiques pour la Gaule des I^{er} siècle av. - I^{er} siècle apr. J.-C.

En dépit de cette mention textuelle, l'économie du combustible, et plus généralement du bois (y compris le bois d'œuvre), reste encore méconnue, alors que les contextes de production céramique et métallurgique en montrent une consommation importante. C'est notamment le cas de l'artisanat potier en lien avec la production de *dolia* et d'amphores et directement associé à la production vinicole et qui, sous le Haut-Empire, concernait une très grande majorité des établissements ruraux et *villae* de Narbonnaise³. Cette production

* Archéologie des Sociétés méditerranéennes UMR 5140, Université Paul Valéry, Montpellier/LabEx Archimede Montpellier.

** Mosaiques Archéologie.

*** INRAP.

**** Institut des Sciences de l'Évolution UMR 5554, Université de Montpellier.

1 Caton, *De l'Agriculture*, I, VII (édition de R. Goujard, Paris, Les Belles Lettres, 1975).

2 Veal, 2012.

3 Brun, 2005 ; Mauné, 2013 ; Carrato, 2017 ; Bigot, 2020.

potière de grande ampleur qui permettait le transport du vin dans l'ensemble de l'Occident romain, notamment Rome, pose la question d'une exploitation organisée voire d'une gestion raisonnée des boisements pour produire régulièrement du combustible en quantité suffisante pour supporter ce modèle économique sur une durée de plus de deux siècles.

Si pendant longtemps certains chercheurs ont défendu la thèse de la déforestation massive des espaces forestiers⁴, les travaux de R. Meiggs et de O. Rackham⁵ ont montré que le débat n'était pas aussi tranché. Grâce à l'apport des sciences bioarchéologiques, les chercheurs ont mis en lumière qu'une gestion des espaces forestiers avait pu être mise en place afin de pérenniser la production en bois et éviter les pénuries, avec plus ou moins de succès⁶.

Depuis un quart de siècle, l'anthracologie a permis d'appréhender la problématique du combustible artisanal sous un nouvel angle. Le dossier de l'atelier de Sallèles-d'Aude (Aude), actif durant les trois premiers siècles apr. J.-C.⁷, a de ce point de vue constitué une étude de cas novatrice qui a jeté les fondements d'une réflexion pluridisciplinaire sur cette problématique. L. Chabal⁸, en s'appuyant sur le modèle de fonctionnement économique de l'atelier réalisé par M. Jamet⁹, a pu mettre en évidence une exploitation des boisements sous la forme d'une futaie convertie rapidement en taillis et, sous l'effet des coupes successives, un remplacement progressif du chêne à feuillage caduc au profit du chêne à feuillage persistant, plus compétitif lors de la repousse par rejets et drageons¹⁰. L'anthracologie a identifié des dynamiques comparables tout au long de l'Antiquité, comme dans le cas de l'atelier de potiers de Contours (Saint-Pargoire, Hérault)¹¹ ou dans celui plus tardif de La Quintarié (Clermont-l'Hérault, Hérault)¹².

Dans le cadre d'un projet doctoral faisant suite à deux années de Master¹³, nous avons choisi de travailler sur deux ateliers de potiers installés dans des zones de coteaux, non loin de voies de communication majeures de la Gaule méridionale (fig. 1). Dans la moyenne vallée de l'Hérault, les recherches ont concerné l'atelier d'Embournière (Neffiès, Hérault)¹⁴ et ont bénéficié des études anthracologiques réalisées sur d'autres centres de production (Contours, Saint-Pargoire ; La Quintarié, Clermont-l'Hérault)¹⁵. Dans la vallée du Fresquel, l'atelier de Las Cravieros (Fanjeaux, Aude) succède, après plusieurs siècles d'arrêt, aux installations artisanales du Haut-Empire fouillées par M. Passelac dans le *vicus* de Bram¹⁶.

4 Jacob, 1981, p. 46.

5 Meiggs, 1982, p. 379 ; Rackham, 1996 p. 13-43 ; Grove, Rackham, 2001, p. 174.

6 Chabal, 2001 ; Harris, 2011 ; Vaschalde, Chabal, 2020 ; Paradis-Grenouillet *et al.*, 2015.

7 Laubenheimer, 1990.

8 Chabal, 2001.

9 Jamet, 2001.

10 Fabre, 1996.

11 Vaschalde, Chabal, 2020.

12 Fabre, 2005, p. 125. Cet atelier n'a cependant produit que de la vaisselle culinaire et de service/consommation.

13 Chardonneau-Henneuse, 2021.

14 Mauné *et al.*, 2018.

15 Vaschalde, Chabal, 2020 ; Fabre, 2005.

16 Passelac, 2001.

L'étude de ces sites a permis d'appréhender les transformations que l'espace boisé exploité a pu connaître et les spécificités d'utilisation du combustible. Par ailleurs, l'utilisation de nouvelles méthodes d'analyse des charbons de bois ouvre des pistes de recherche encore inexplorées. Toutes ces données renseignent l'évolution du paysage forestier et la gestion des boisements dans une perspective économique et alimentent les modèles de consommation en combustible des fours. À l'instar des avancées récentes obtenues à partir de la dendrochronologie en Auvergne¹⁷, ces approches posent également la question de l'existence de pratiques sylvicoles complexes.

1. Contextes d'étude

1.1. La moyenne vallée de l'Hérault et le site d'Embournière

La moyenne vallée de l'Hérault se trouve au point de contact de trois cités antiques de Narbonnaise occidentale : la colonie romaine de Béziers au sud, et les cités latines de Lodève au nord et de Nîmes à l'est. Cette zone est traversée du sud au nord, et le long de la rive droite du fleuve Hérault, par la voie *Cessero-Segodunum* qui relie la voie Domitienne et le riche territoire rutène, situé dans la province d'Aquitaine¹⁸.

Les données recueillies sur les nombreux établissements ruraux de la moyenne vallée de l'Hérault montrent que l'économie rurale était diversifiée et reposait à la fois sur l'agriculture (viticulture, céréaliculture), l'élevage et sur l'exploitation des espaces forestiers. Les recherches réalisées depuis la fin des années 1980 ont par ailleurs permis de mettre en évidence la présence de nombreux ateliers de tuiliers et de potiers du Haut-Empire¹⁹. La présence d'une vingtaine d'officines dans cette microrégion témoigne de l'existence d'une activité très dynamique pour la production de matériaux de construction, en lien avec la multiplication des établissements ruraux entre l'époque augustéenne et le II^e s. apr. J.-C., et de conteneurs vinicoles (*dolia* et amphores) nécessaires à la forte croissance vinicole²⁰.

Les études anthracologiques achevées²¹ ou en cours²², réalisées sur plusieurs ateliers décrivent un paysage principalement composé d'une végétation méditerranéenne xérophile et thermophile dominée par la série des chênes sempervirents (pouvant être *Quercus ilex* L. ou *Quercus coccifera* L.) et des chênes caducifoliés pouvant être *Quercus pubescens* Willd., ou, dans une moindre mesure, *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.

L'atelier d'Embournière (Neffiès, Hérault) est créé dans le second quart du I^{er} s. apr. J.-C. et reste en activité jusqu'au milieu du III^e s. apr. J.-C.²³. Il est installé à 98 m d'altitude, sur la berge de la Bayèle, principal affluent de la Peyne, rivière qui appartient à la vallée de l'Hérault. Il se trouve à l'extrémité septentrionale de la plaine de Neffiès, à quelques

17 Blondel, 2018 ; Blondel, Girardclos, 2018.

18 Mauné, 2016a.

19 Mauné, 1998, p. 202-213 ; Mauné, 2007 ; Carrato, 2017 ; Mauné, Lauras, 2022.

20 Mauné, 2016b.

21 Fabre, 2005 ; Chabal, Vaschalde, 2020.

22 Chardonneau-Henneuse, thèse en cours (atelier de l'Estagnola [Aspiran], mine de Pioch Farrus [Cabrières] et site des Condamines [Cabrières], fouilles programmées dirigées par N. Houlès).

23 Mauné *et al.*, 2018.

centaines de mètres d'une série de reliefs volcaniques et de vastes affleurements calcaires du Jurassique qui portent actuellement de denses forêts de chênes. Le site se situe dans l'étage bioclimatique mésoméditerranéen, qui correspond à la série du chêne vert (*Quercus ilex*) et secondairement du chêne kermès (*Quercus coccifera*), espèces sempervirentes qui entrent en concurrence avec les chênes caducifoliés (*Quercus pubescens* en domaine méditerranéen et *Quercus petraea* au niveau des marges collinéennes) dans les formations forestières²⁴.

L'atelier se trouve au milieu d'un dense réseau d'établissements ruraux et pourrait être lié à la grande *villa* de la Vérune, située à 500 m au sud²⁵. La fouille programmée réalisée en 2017 a concerné une surface de 600 m², l'atelier pouvant couvrir environ 1000 m². Les potiers ont produit des *dolia*, des céramiques à pâte claire, de la céramique commune (BOB), des amphores vinaires ainsi que des matériaux de construction, essentiellement des tuiles. Cinq phases principales de fonctionnement de l'atelier qui s'étendent des années 20/30 aux années 250 apr. J.-C. ont été mises en évidence à l'aide des données chrono-stratigraphiques (fig. 2).

1.2. La vallée du Fresquel et le site de Las Cravieros

La vallée du Fresquel constitue, à la fin de l'Antiquité, une zone de confins, à la limite des cités de Toulouse et de Narbonne²⁶ mais aussi une zone de contact entre les domaines méditerranéen et atlantique. Elle se place ainsi comme une région importante dans les échanges entre les deux cités, au croisement de la Via Aquitania et de la voie reliant les Pyrénées à la Montagne Noire.

Pour la période romaine, une seule étude anthracologique a été réalisée dans le secteur. Elle a été effectuée sur deux fours de potiers du *vicus* de Bram. Elle révèle la présence de « 88 % de chêne à feuillage caduc, 11 % de hêtre, 1 % d'orme »²⁷. L. Chabal propose d'attribuer la présence du hêtre en Lauragais à des « peuplements résiduels, ayant perduré à basse altitude près des sites à conditions édaphiques humides ou au sein d'autres boisements qui les auraient protégés durant la sécheresse estivale »²⁸, puisqu'il est absent aujourd'hui dans la majeure partie du Lauragais. Toutefois de nouveaux résultats anthracologiques sont venus, depuis, confirmer sa présence en basse altitude sur divers sites de la région de Carcassonne à l'époque médiévale²⁹ et durant l'Antiquité³⁰, ce qui témoigne de sa régionalité.

Le village médiéval de Fanjeaux recouvre un établissement antique pouvant remonter au II^e s. av. J.-C.³¹, et qui était semble-t-il, d'après les sources médiévales, lié à la présence d'un sanctuaire portant le nom de *Fanum Jovis*³² soit le « Temple de Jupiter ». Le site se trouve à 10 km de l'agglomération secondaire antique d'*Eburomagus*, sur la route la reliant aux Pyrénées (fig. 10). Sa position défensive perchée sur un éperon rocheux, véritable

24 Rameau, 2008, p. 27.

25 Mauné, Lauras, 2022.

26 En dernier lieu, Cazes, 1998, p. 382, 390; Beaujard, Prévot, 2004, p. 21, 27-28; Beaujard, 2006, p. 18; Peytavie, 2005; Cazes, 2019, p. 333.

27 Chabal, 1997, p. 107.

28 Chabal, 1997, p. 108.

29 Durand, 1998; Figueiral, inédit; Vaschalde, dans Gaillard *et al.*, 2018, p. 175.

30 Chardonneau-Henneuse, en cours d'étude; Chabal, en cours d'étude.

31 Ournac *et al.*, 2009, p. 287.

32 Maty, 1701, p. 1096.

fortification naturelle, lui confère sûrement un rôle de péage et de point contrôle sur cet axe routier important. En contrebas de l'éperon rocheux, un autre établissement antique a été repéré au monastère de Prouilhe (*Probilianum*)³³. Son implantation au carrefour de la route vers Limoux et Cèpie, où plusieurs établissements antiques sont connus, et de la voie d'Aquitaine suggère de l'identifier comme un probable relais routier.

Le site de Las Cravieros (Fanjeaux, Aude) fait l'objet d'une fouille programmée depuis 2017³⁴. Il s'y développe des installations potières et tuilières qui fonctionnent entre la fin du IV^e et le milieu du V^e s. apr. J.-C., ainsi que d'autres activités, plus tardives, dédiées au travail du fer. Les vestiges s'étendent sur près d'un hectare. Les potiers sont spécialisés dans la fabrication de céramiques engobées et fortement décorées³⁵, dites « dérivées de sigillées paléochrétiennes (DSP) ».

Le site est localisé dans la moyenne vallée de l'Aude, au sein de l'étage collinéen. Toutefois, du fait de sa position au sein du corridor venteux reliant la Méditerranée à l'Atlantique, cette zone est sous influence océanique et possède une pluviosité importante toute l'année³⁶, ce qui implique des sols plus humides. Cette particularité régionale offre un milieu potentiellement dominé par la chênaie-hêtraie (*Quercus pubescens*, *Quercus robur* L., *Quercus pyrenaica* Willd. et *Fagus sylvatica* L.). On trouve en périphérie du site de nombreux ruisseaux, dont quatre sont encore pérennes, et des reliefs collinaires matérialisés par les talus de *cuesta* du plateau de Roucatel. Les sols y sont profonds, riches, peu acides voire neutres. La pluviométrie importante permet le développement de la forêt supraméditerranéenne fraîche.

2. Matériel et méthode

2.1. Prélèvements

Les prélèvements dans les couches charbonneuses ont été effectués par les archéologues suivant les protocoles de L. Chabal et de N. Rovira³⁷. Les charbons de bois sont prélevés systématiquement dans les couches en lien direct avec le fonctionnement des fours : niveaux de fonctionnement situés dans les alandiers/couloirs de chauffe ou les fosses d'accès ou bien fosses-cendriers accueillants cendres et rebuts de production.

Pour Embournière (Neffès, Hérault), trois des quatre fours ont fait l'objet de prélèvements destinés aux études archéobotaniques, le four FR1A en grande partie détruit par le four FR1B, plus récent, n'ayant pas livré de niveau de fonctionnement en place (fig. 2). Les échantillons, tous bien datés (céramologie et archéométrie), ont été prélevés dans les fours et sont donc rattachés aux dernières cuissons. Pour chaque US, 20 L ont été prélevés (quand c'était possible), et un carroyage a été mis en place au sein du FR1B dans l'optique de différencier les différents échantillons sur une large surface de prélèvements. Ces échantillons ont fait l'objet d'études anthracologique et carpologique³⁸.

33 Ournac *et al.*, 2009, p. 287-288.

34 Favennec, 2020.

35 Favennec, Passelac, 2014.

36 Gruber, 1980, p. 148.

37 Chabal, 1988 ; Chabal, 1997, p. 26-36 ; Rovira, Chabal, 2004.

38 Gomes, 2021.

Pour Las Cravieros (Fanjeaux, Aude), sept des treize fours de potiers, ainsi qu'une fosse dépotoir centrale associée aux rejets de fonctionnement des fours, ont fait l'objet de prélèvements destinés à des études archéobotaniques. Les autres fours ayant été transformés en fosses d'enfournement lors de l'aménagement des fours les plus récents, ils n'ont pas été considérés dans cette étude. Les échantillons prélevés au sein des fours sont également liés aux dernières cuissons, tandis que les échantillons prélevés dans la fosse témoignent de l'activité de l'atelier durant son fonctionnement. Pour chaque US, 20 L ont été prélevés (quand c'était possible) dans des niveaux cendreaux dans l'optique de faire l'objet d'une étude anthracologique.

2.2. Traitement des échantillons et tri

Les tamisages des prélèvements de l'atelier d'Embournière ont été effectués par tamisage manuel au jet, sur colonne de tamis, selon trois mailles (5 mm, 2 mm et 0,5 mm). Les tamisages des prélèvements de Las Cravieros ont été effectués par flottation avec une arrivée d'eau surmontée d'un tamis amovible d'une maille de 1 mm placé dans la cuve, et d'une colonne de trois tamis en sortie de cuve (de mailles 4 mm, 2 mm et 0,5 mm). Comme l'a observé L. Chabal³⁹, la flottation apparaît aussi performante que le tamisage manuel sur le plan statistique. On ne retiendra donc aucune différence entre les deux méthodes lors de cette étude.

Les refus ont été mis à sécher en extérieur, à l'ombre sous un abri, pour éviter une sur-fragmentation des éléments fragiles. Les refus ont été ensuite triés en laboratoire par un spécialiste, à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire pour les fractions inférieures à 2 mm.

2.3. Analyse anthracologique et informations enregistrées

L'étude des ensembles de Las Cravieros (Fanjeaux, Aude) et d'Embournière (Neffiès, Hérault) s'appuie sur l'identification des taxons, le calcul de leurs fréquences au sein d'un assemblage, et sur l'observation complémentaire de différents critères macroscopiques (calibre, âge, centrage du cœur...) ou microscopiques (comme le degré de vitrification et présence de thylles) pouvant renseigner sur la morphologie du bois d'où provient le charbon et l'état de dégradation des charbons de bois post-carbonisation.

L'identification des charbons a été effectuée au moyen d'un microscope optique à réflexion (Leica DM4B) à 4 objectifs (x100, x200, x500 et x1000) du plateau technique Carpologie-Anthracologie du laboratoire de l'ISEM (UMR5554, Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier). Les charbons de bois ont été analysés suivant leurs trois plans anatomiques (transversal, longitudinal tangentiel et longitudinal radial) obtenus par cassure manuelle. La détermination taxinomique a été effectuée avec l'aide d'atlas de référence d'anatomie du bois⁴⁰, en suivant leurs clefs d'identification, descriptions et planches photographiques, et de la collection de références de bois actuels carbonisés de la plateforme « Bio indicateurs » de l'équipe « Dynamiques de la Biodiversité, Anthro-écologie » de l'ISEM.

39 Chabal, 1989, p. 63.

40 Jacquot, 1955 ; Jacquot, 1973 ; Schweingruber, 1990 ; Vernet, 2001.

Concernant la quantification des calibres, nous avons utilisé pour ces études la méthode de classification selon trois classes de courbure de cernes⁴¹ (courbe, intermédiaire et rectiligne). En effet, un fragment provenant de la partie centrale du bois, hors moelle, aura des cernes qui apparaissent plus courbés, du fait de la circonférence totale de la tige plus petite⁴². Tandis que plus le fragment s'éloigne du duramen vers l'aubier, moins le cerne apparaîtra courbé, du fait de la circonférence grandissante du tronc. Cette différence visuelle s'explique par la différence entre la courbure du bois XL/T et un plan tangent T⁴³, exprimée au travers de l'angle $\theta L(T)$. Plus la courbure XL/T est importante, plus l'angle $\theta L(T)$ est réduit et plus elle paraît rectiligne.

En complément nous avons aussi appliqué des valeurs quantitatives aux bornes de classe⁴⁴ pour permettre de proposer des interprétations quant à la distribution des calibres au sein des unités de cuisson, par US et par taxon.

2.4. Vers une modélisation des besoins en bois

Parmi les différentes méthodes mobilisées, nous avons également souhaité d'approfondir nos discussions sur les dynamiques de consommation des ateliers.

Pour ce faire, c'est la modélisation du complexe potier de Sallèles-d'Aude⁴⁵ qui a été utilisé pour estimer, entre autres, la fréquence d'utilisation mensuelle d'un four (selon sa capacité de cuisson), d'après son temps de charge, de cuisson, de refroidissement et de décharge.

Pour le nombre d'utilisation à l'année, si l'on estime que l'officine fonctionne "à pleine capacité et sans pénurie de main-d'œuvre ni de matière première", on peut considérer qu'un four peut fonctionner toute l'année, en dehors de la saison hivernale (soit neuf mois par an)⁴⁶.

Dès lors, sachant que la quantité minimale de combustible nécessaire au fonctionnement d'un four de potier est estimée à 50 % du volume de sa chambre de cuisson, il est possible de proposer des estimations basses de consommation des fours (en m³ de bois/an).

Ces estimations se basent sur les volumes des fours tels qu'ils ont été décrits et analysés par les archéologues, sur leur phasage chronologique et sur leur rythme de production. En effet, le volume de production du four influe sur son utilisation : plus un four est petit, plus son cycle de cuisson est court ; à l'inverse, les très grands fours dépassant les 100/120 m³ ne peuvent fonctionner que sur des cycles longs, supérieurs à quatre semaines⁴⁷. Il est important de préciser que les estimations proposées à travers ces calculs sont des estimations basses, puisque le volume de combustible estimé est un minimum requis.

Ainsi, le calcul de la consommation en bois par an équivaut au nombre d'utilisations par année multiplié par la consommation en bois par cuisson (soit la capacité de cuisson en m³ divisée par deux), soit : $18 \times (36 / 2) = 18 \times 18 = 324 \text{ m}^3$ de bois/an par four.

41 Marguerie, Hunot, 2007.

42 Dufraisse *et al.*, 2018, p. 243.

43 Bonnet, 2017, p. 222.

44 Paradis-Grenouillet, Belingard, 2020.

45 Jamet, 2001, p. 261.

46 Jamet, 2001 ; Mauné, Bourgaut, 2020, p. 213 avec documentation écrite ; Vaschalde, Chabal, 2020.

47 Leenhardt, 2001.

L'élaboration de ces estimations de consommation permet alors d'évaluer, en regroupant les fours par phase, les quantités minimales requises de bois nécessaires au fonctionnement d'un atelier.

3. Résultats

3.1. Embournière

Pour les fours FR1B, FR2 et FR3, 480 charbons de bois ont été observés, dont 457 ont pu être identifiés. Au total, 6 taxons ont été déterminés (fig. 3) : le ciste (*Cistus*), la bruyère (*Erica*), le chêne à feuillage caduc (*Quercus* f. c.), le chêne à feuillage persistant (*Quercus* f. p.), le filaire/nerprun alaterne (*Phillyrea/Rhamnus alaternus*) et la vigne (*Vitis vinifera*).

Les échantillons étudiés sont dominés par le chêne à feuillage persistant (*Quercus* f. p. : 48,3 %) et le chêne à feuillage caduc (*Quercus* f. c. : 22,7 %). Une étude carpologique a également été effectuée en parallèle par Justine Gomes dans le cadre de son mémoire de Master (UMR 5140 ASM). Elle révèle la présence de combustible non ligneux, notamment du ciste et du pistachier lentisque dans les prélèvements du four FR3⁴⁸.

Concernant la répartition des classes de courbure sur l'atelier d'Embournière, on y observe 29,7 % de cernes courbes, 27,1 % de cernes intermédiaires et 43,2 % de cernes rectilignes, pour un total de 236 observations sur 480 charbons issus des sédiments prélevés dans les fours de potiers (fig. 4). Cette répartition semble indiquer une utilisation de calibres centimétriques de bois de chêne, chênes à feuillage caduc ou persistant sans distinction selon la disponibilité dans le boisé, avec une réduction continue des calibres dans les trois premières phases de l'atelier. Cette dynamique se retrouve inversée après le hiatus.

3.2. Las Cravieros

Pour les fours, 2136 charbons de bois ont été analysés, dont 2118 ont pu être identifiés. 15 taxons ont été déterminés (fig. 5) : l'érable (*Acer*), le bouleau (*Betula*), l'aubépine/sorbier (*Crataegus/Sorbus*), le hêtre (*Fagus sylvatica*), le frêne (*Fraxinus*), le lierre (*Hedera helix* L.), le houx (*Ilex aquifolium* L.), le peuplier/saule (*Populus/Salix*), le chêne à feuillage caduc (*Quercus* f. c.), le chêne à feuillage persistant (*Quercus* f. p.), les Rosacées *Amygdaloideae* (types Prunoidées et Maloidées), le saule (*Salix*), l'orme (*Ulmus*) et la vigne (*Vitis vinifera* L.).

Les échantillons étudiés sont dominés par le houx (*Ilex aquifolium* : 35,9 %), le chêne à feuillage caduc (*Quercus* f. c. : 24,7 %) et le hêtre (*Fagus sylvatica* : 24,3 %).

Les observations des classes de courbure de cernes à Las Cravieros témoignent d'un mélange relativement homogène des différentes classes avec 34,8 % de cernes courbes, 33,8 % de cernes intermédiaires et 31,4 % de cernes rectilignes, pour un total de 414 observations sur 812 charbons issus des sédiments prélevés dans les fours de potiers (fig. 6). Il est intéressant de noter une surreprésentation de certaines essences selon les classes de courbure, tel que le houx qui représente à lui seul 86,7 % des observations de cernes courbes et 66,6 % des observations de cernes intermédiaires. À l'opposé, le hêtre représente 54,6 % des observations de cernes rectilignes, et le chêne à feuillage caduc quant à lui représente 33,1 %

48 Gomes, 2021.

des observations de cernes rectilignes. Cette répartition semble ainsi indiquer l'utilisation de bois centimétriques de chêne et de hêtre, de préférence tronc et branches, et une utilisation majoritaire du houx sous forme de petits brins au sein des fours.

4. Discussions

4.1. Dynamiques végétales

4.1.1. Embournière

Le diagramme anthracologique renseigne à Embournière l'exploitation d'une chênaie mixte, dominée à la fin du 1^{er} s. apr. J.-C. par le chêne à feuillage caduc, rapidement remplacé par le chêne à feuillage persistant au cours du 11^e s. apr. J.-C. Après un hiatus d'un demi-siècle, le chêne caducifolié redevient dominant dans le diagramme (milieu 11^e s.) (fig. 3). Le cortège associé à cette chênaie (bruyère, filaire/nerprun alaterne et ciste) est indicateur de sols peu profonds voire rocailleux et drainés.

Avant d'expliquer les variations entre les deux chênes, il convient de rappeler que les travaux réalisés jusqu'alors sur le combustible des potiers antiques suggèrent avant tout l'utilisation de tous les arbres présents dans un boisement, sans sélection fondée sur l'espèce⁴⁹. D'après ces travaux, si un choix est opéré lors d'une coupe, il semble porter plutôt sur un calibre que sur une essence⁵⁰. Par ailleurs, rappelons que les dynamiques écologiques associant le chêne vert et le chêne à feuillage caduc sont particulièrement bien documentées en Languedoc⁵¹. Dans des boisements installés sur sols peu profonds et soumis à une forte pression anthropique, les coupes répétées provoquent une ouverture du milieu favorable au chêne vert. Grâce à son feuillage persistant, le chêne vert bénéficie mieux de l'apport de lumière que le chêne caducifolié, ce dernier étant "de moindre vigueur végétative"⁵². À l'inverse, l'arrêt des coupes et la fermeture progressive de la végétation bénéficient au chêne à feuillage caduc. Par ailleurs, des conditions stationnelles différentes (sols plus profonds, exposition au nord...) peuvent favoriser un maintien et/ou un développement du chêne caducifolié, y compris dans des boisements exploités⁵³.

Le début du diagramme (fin 1^{er} s.), dont il faut rappeler qu'il ne renseigne l'activité des potiers que plusieurs décennies après la création de l'atelier d'Embournière, se caractérise par un assemblage indicateur d'une chênaie mixte en cours d'ouverture (ciste pionnier) installée sur des sols peu profonds et drainés favorables au filaire/nerprun alaterne et aux bruyères. La suite du signal anthracologique (fours FR2 et FR3 au début du 11^e s.) paraît confirmer l'existence d'une dynamique d'ouverture favorable au chêne vert, le chêne à feuillage caduc ayant quasiment disparu. La persistance des bruyères et du filaire/nerprun

49 Chabal, 2001 ; Fabre, 2005 ; Chabal *et al.*, 2012 ; Liottier, 2013 ; Figueiral, 2016 ; Bigot, Vaschalde, 2017 ; Vaschalde, Chabal, 2020. L'absence de sélection fondée sur l'espèce est également constatée auprès des potiers actuels du Portugal (Durand *et al.*, 2014).

50 Chabal, 2001 ; Chabal *et al.*, 2012 ; Liottier, 2013 ; Vaschalde, Chabal, 2020.

51 Fabre, 1996 ; Chabal, 1997 ; Vernet, 1997 ; Heinz, Thiébault, 1998 ; Chabal, 2001 ; Quézel, Médail, 2003, p. 144-147 ; Fabre, 2005 ; Vaschalde, Chabal, 2020.

52 Chabal, 2001, p. 102.

53 Vuillemin, 1982 ; Quézel, Médail, 2003, p. 144-147.

alaterne semble indiquer que les mêmes types de milieux sur sols peu profonds sont exploités, ce qui pourrait suggérer une certaine constance des espaces exploités. En cela, les pratiques d’approvisionnement en combustible à Embournières à la fin 1^{er} - début du 11^e s. sont comparables à celles mises en évidence à Contours⁵⁴ et au Clos de Raynaud⁵⁵.

Au 11^e s., la part du chêne à feuillage caduc a augmenté, révélant l’image d’un boisement mixte composé à parts égales de chêne caducifolié et de chêne vert, mais dont le cortège nous échappe. Cette augmentation pose plusieurs questions. Est-on en présence d’une régénération des boisements au profit du chêne caducifolié ? Ou bien faut-il envisager un changement d’espace exploité au profit d’un milieu jusqu’alors peu investi par les activités anthropiques ? Un phénomène similaire a été observé par L. Chabal et C. Vaschalde dans l’atelier de Contours (Saint-Pargoire, Hérault) entre le 11^e et le 13^e s. apr. J.-C.⁵⁶ Ils estiment que l’hypothèse de la régénération forestière est à exclure, car même si elle a été attestée ailleurs, elle nécessiterait “un arrêt des coupes durant plusieurs décennies” pour que le chêne à feuillage caduc puisse reconquérir le milieu, ce que l’activité continue de l’atelier pendant cette période interdit. À Embournière, le hiatus anthracologique de presque 150 ans, entre le début du 11^e et le milieu 13^e s. apr. J.-C., ne permet pas non plus d’envisager cette première hypothèse, puisque cette durée n’est pas suffisante pour un regain aussi important du chêne à feuillage caduc dans l’environnement⁵⁷. D’autant plus que l’on n’observe aucun ralentissement de l’activité potière pour cette phase de l’atelier, qui aurait permis au chêne à feuillage caduc de recoloniser les espaces exploités.

La seconde hypothèse impliquerait un changement d’aire d’approvisionnement et/ou son extension vers de nouveaux espaces boisés. En effet, l’introduction de nouvelles parcelles dans l’ensemble des surfaces exploitées aurait pu répondre aux besoins croissants en combustible de l’atelier, ou à d’autres facteurs difficiles à cerner par le biais de l’anthracologie (rendement, maladies, conditions hydriques, contraintes politiques ou sociales...). L’élargissement des surfaces exploitées a pu intégrer une chênaie caducifoliée dans l’éventail des boisements exploités pour le combustible. Cette hypothèse est renforcée par les observations de courbures qui semblent indiquer une réduction continue des calibres employés dans les premières phases de la vie de l’atelier. Cela s’observe jusqu’au hiatus où une réintroduction de calibres importants dans le combustible est constatée, dans des proportions similaires aux proportions de la première phase de l’atelier (fig. 4).

Expliquer cette modification est toutefois délicat car en l’absence de texte, nous ignorons le statut et la localisation⁵⁸ des espaces boisés mis en coupe pour la production de combustible. Soit il s’agissait de parcelles privées, exploitées dans un cadre domanial classique, soit de parcelles publiques appartenant à l’État, à la colonie de Béziers voire à une entité quelconque, par exemple un sanctuaire. C’est d’ailleurs peut-être l’existence de forêts publiques dans toute la zone de piémont de la zone de Faugère-Cabrières qui explique depuis le 1^{er} s. av. J.-C. l’émergence d’ateliers de potiers/tuiliers dans ce secteur du Biterrois, attirés là par la

54 Vaschade, Chabal, 2020.

55 Chabal, 2001.

56 Vaschade, Chabal, 2020.

57 Fabre, 1996.

58 Voir *infra*.

possibilité d'exploiter sans investissement foncier ni redevance, de vastes espaces boisés publics⁵⁹. Un scénario similaire mais décalé dans le temps pourrait de même expliquer la multiplication des ateliers entre *Cessero*/Saint-Thibéry et Béziers au début du II^e s. apr. J.-C.⁶⁰.

Les pratiques du Haut-Empire sont encore observables durant l'Antiquité tardive, où le cortège de la chênaie verte (*Quercion ilicis*) semble se maintenir comme le montre le dossier de La Quintarié⁶¹ (IV^e - V^e s. apr. J.-C.). Situé à une quinzaine de kilomètres d'Embournière, il est installé contre la voie *Cessero-Segodunum*, sur une large terrasse alluviale ancienne, au pied des premiers reliefs de la zone de coteaux. Les échantillons étudiés font état d'une végétation dominée par le chêne à feuillage persistant et le chêne à feuillage caduc, accompagnés notamment par le frêne, l'orme, la vigne, les bruyères, les cistes, le filaire/nerprun, l'arbusier et le hêtre.

4.1.2. Las Cravieros

Concernant la création du diagramme anthracologique à Las Cravieros, il est important de noter que, parmi les spectres anthracologiques obtenus à partir de l'analyse des charbons de bois du site de Las Cravieros, les résultats obtenus à partir de la succession des couches formant le comblement de la fosse-dépotoir FS122 permettent d'appréhender l'évolution des boisements de manière plus globale (fig. 5), la chronologie des fours n'étant pas clairement établie à l'heure actuelle.

Le diagramme anthracologique décrit à Las Cravieros (fig. 5) l'exploitation d'une végétation de type chênaie-hêtraie, accompagnée par du houx en sous-bois et en lisière. Soit une végétation de type atlantique en limite méditerranéenne, avec "une forme thermophile développée"⁶².

L'abondance du houx (en début de séquence notamment), espèce sciaphile à large spectre bioclimatique (du méso-supraméditerranéen, collinéen à montagnard), renvoie à des boisements denses, frais et ombragés, donc des espaces plutôt fermés. Actuellement, l'abondance du houx (comme pour le buis, l'if ou la viorne-tin) dans le sous-bois de la chênaie de chêne pubescent, peut être liée à de vieilles forêts à l'abri de fortes pressions d'exploitation⁶³. De tels peuplements peuvent localement se conserver pendant des siècles⁶⁴. Le houx est peut-être à considérer ici comme un indicateur d'un cas particulier de forêt ancienne, dans laquelle l'intervention humaine a été faible durant une durée préalable suffisante. Il convient toutefois de nuancer ce propos en précisant que le houx possède également un fort pouvoir de régénération et peut aussi envahir les sous-bois dans une évolution forestière progressive plus récente⁶⁵. Il ne prend des dimensions importantes qu'en situation de clairières, à découvert. Son abondance ne caractérise donc pas nécessairement des boisements très matures, mais signe son expansion ou son maintien en sous-bois de

59 Mauné, Luras, 2022, p. 212-214, fig. 29, p. 201. Pour Contours : Mauné, Bourgaut, 2020, p. 313.

60 Mauné, 2014.

61 Fabre, 2005.

62 Durand, 1998, p. 162.

63 Fabre, Gervet, 1992, p. 620.

64 Rameau, 2008, p. 31.

65 Fabre, Gervet, 1992, p. 620.

boisements denses lors d'une évolution progressive, où l'intervention humaine précédente a été faible ou a favorisé son développement au travers d'une gestion sylvicole.

Aussi en début de diagramme, l'abondance puis la diminution du houx et l'augmentation relative du chêne à feuillage caduc et du hêtre apparaît alors comme un indicateur d'activité anthropique croissante au détriment de la strate arbustive.

Une autre dynamique, plus subtile, semble être également à l'œuvre, où le hêtre domine parfois le chêne à feuillage caduc. Dans un contexte comme celui de Las Cravieros, on peut assimiler cette dynamique à un ralentissement progressif de l'approvisionnement en bois, et donc à une réduction des coupes⁶⁶. Ce phénomène aurait pour effet de favoriser le hêtre au détriment du chêne caducifolié, et il semble donc que l'on observe une régénération forestière en fin de diagramme. Le regain final du houx en fin de séquence va également dans ce sens, puisqu'un début de sa reconquête dans les sous-bois témoignerait d'un relâchement de la pression d'exploitation.

Concernant les observations de courbures, on peut noter à Las Cravieros une utilisation majoritaire du houx sous forme de brins de petits calibres dans le combustible des fours de potier, et une absence quasi-totale d'autres essences dans les observations des cernes courbes (fig. 6). Une stratégie similaire a été observé sur l'atelier contemporain de La Quintarié, où L. Fabre a observé que les petites tailles sont particulièrement intéressantes pour les potiers⁶¹ car elles permettent de varier facilement la dynamique de combustion et de répondre aux exigences de cuisson⁶². Le houx étant une espèce arbustive, il aurait pu être utilisé comme combustible à Las Cravieros pour ces mêmes raisons.

Pareillement, le fait que le houx se maintienne dans l'environnement en dépit d'une présence anthropique forte pourrait être expliqué par les observations de L. Fabre où il y propose d'attribuer la "surreprésentation d'espèces normalement inféodées aux sous-bois de futaies matures"⁶⁷ à un indice d'un régime en taillis, où des espèces arbustives peuvent connaître une expansion au détriment des espèces ligneuses dominantes. Aussi, en complément de l'utilisation majoritaire d'essence qui rejette de souches (chêne, hêtre et houx), la pratique du taillis, avantageuse en contexte potier⁶⁸, est fortement suspectée à Las Cravieros.

Dans le cas de l'Embournière, on peut estimer que le fendage des brins de chêne était courant et qu'il suffisait à compenser le manque de bois légers ou de petits calibres nécessaires aux ajustements de température à la bonne cuisson des céramiques. Ainsi, si nous sommes pour ces deux ateliers dans des cas de gestion en taillis, les stratégies de gestion du boisé et des calibres restent sensiblement différentes dans leurs exécutions.

4.2. Estimation des surfaces forestières exploitées

4.2.1. Embournière

Comme évoqué précédemment à Embournière, un hiatus de près de 150 ans rend difficile les interprétations quant à la réintroduction dominante du chêne à feuillage caduc au sein des assemblages anthracologiques. A-t-on alors affaire à une réorganisation ou requalification des surfaces forestières par les différents propriétaires et/ou exploitants forestiers ? Sommes-

66 Prévosto *et al.*, 2013.

67 Fabre, 2005, p. 123.

68 Chabal, 2001, p. 98.

nous dans un contexte de régénération forestière due à une diminution de l'activité potière ou en présence d'une réorganisation globale des portions de territoire exploitées? La seule identification des espèces ligneuses ne saurait répondre à ces questions, dans l'état actuel de la documentation.

Parce que le phasage de l'atelier a pu être précisément renseigné, ce qui permet de mettre en réseau la consommation de chaque four au sein d'un modèle, il a paru intéressant de tenter d'estimer la dynamique de consommation en bois de l'atelier, afin de réfléchir sur le sens à donner à ce retour du chêne à feuillage caduc.

Ces estimations ont été faites dans une approche maximaliste, où l'atelier aurait fonctionné à flux tendu dans une zone géographique très demandeuse en *dolia* et amphores, nécessaires au développement de la viti-viniculture.

L'un des premiers constats est la croissance progressive des besoins de l'atelier en combustible (fig. 7), et donc en bois. Ces besoins semblent s'être accentués au fil des années, passant de 340 m³ de bois/an au cours de la phase 1 jusqu'à un maximum de 598,50 m³ de bois/an durant la phase 4. Il est intéressant de souligner que la consommation de l'atelier semble avoir diminué une seule fois au cours de son fonctionnement, soit au cours de la phase 3b, correspondant au hiatus précédant la réapparition du chêne caducifolié au sein du diagramme anthracologique. Cette information confirme que cette phase semble correspondre à une rupture.

Partant de la consommation de l'atelier, il est possible, dans un second temps, d'estimer les surfaces forestières nécessaires pour alimenter les fours. Pour réaliser ce calcul, il est nécessaire de connaître le modèle de gestion utilisé ainsi que son rendement moyen. Malheureusement, aucun témoignage dendrologique direct et concluant n'a été identifié à Embournière.

Dans l'atelier voisin de Contours (Saint-Pargoire, Hérault), qui fonctionne durant les mêmes périodes et possède le même profil anthracologique, L. Chabal et C. Vaschalde ont mis en évidence "des coupes de chêne caducifolié effectuées avec des rotations de 20 ans et une révolution de 35 à 40 ans" au I^{er} s. apr. J.-C., puis des coupes plus restreintes avec des rotations d'une dizaine d'années au II^e s. apr. J.-C. ont été mises en évidence⁶⁹. Un même type de profil dendrologique (taillis avec rotation de 20 ans et révolution de 40) est apparu dans la mine antique de Pioch Farrus à Cabrières (200-46 av. J.-C., Hérault)⁷⁰, située à quelques kilomètres au nord d'Embournière. Ces témoignages dendrologiques, certes rares, sont précieux et semblent indiquer une gestion préférentielle de la chênaie méditerranéenne en taillis, sous une forme complexe.

Même si ce modèle de rotation n'a pas pu être mis en lumière directement à Embournière, nous suspectons fortement qu'il a été utilisé, aux vues de la transformation de la chênaie et de la proximité géographique et chronologique du site de Contours où ce modèle a été reconnu. En tout état de cause, il était déjà pratiqué, à une époque plus ancienne, non loin d'Embournière, pour alimenter en combustible les travaux miniers d'abattage par le feu.

69 Vaschalde, Chabal, 2020.

70 Chardonneau-Henneuse, en cours d'étude, fouille programmée N. Houlès/Programme EXNARC du LabEx Archimède Montpellier.

Aussi, sur cette base, deux modèles de rotation (l'un par coupes alternées, l'autre par coupes rases) sont pris en compte, sachant que le rendement moyen de croissance des taillis de chênes méditerranéens⁷¹ est estimé à 2 m³/an/ha.

Le premier modèle consiste à associer des rotations de coupes tous les 20 ans avec une révolution de 40 ans. Ces rotations équivalent à prélever uniquement les tiges âgées de 40 ans, en réservant celles de 20 jusqu'à la prochaine coupe. Ce modèle, qui préserve la moitié du couvert à chaque coupe, permet la régénération du chêne à feuillage persistant par semis de glands⁷² mais reste complexe à maintenir sur le long terme, puisqu'il nécessite une constance dans la régulation du taillis, et cela sur plusieurs générations de forestiers.

En théorie dans ce modèle, chaque arbre possède des brins, soit âgés de 40 ans, soit de 20 ans. La biomasse totale de chaque arbre est donc composée aux $\frac{2}{3}$ par les brins de 40 ans, puisqu'ils possèdent une biomasse totale double aux brins de 20 ans, qui représentent alors le $\frac{1}{3}$ restant. Aussi, si par hectare les souches produisent au total 2 m³/an, alors le volume de bois en m³/ha des brins de 40 ans est donc égal à : $40 \times (\frac{2}{3} \times 2) = 40 \times 1,33 = 53 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Dans le cas du FR1A, le besoin en ha/an du four, équivaut à la consommation (m³ de bois/an) divisée par le volume de bois (m³/ha) théoriquement produit, soit : $324 / 53 = 6,11 \text{ ha/an}$.

Pour obtenir la surface totale nécessaire, il suffit de multiplier ce résultat par le temps de rotation (20 ans) avant de revenir sur la même parcelle, soit : $6,11 \times 20 = 122,26 \text{ ha}$ (fig. 7).

Toutefois, comme mentionné précédemment, un tel modèle d'exploitation est compliqué à maintenir dans le temps. Aussi, un second modèle est à envisager, dans lequel les forestiers n'auraient plus les moyens suffisants pour gérer l'exploitation et devraient se résoudre à des coupes rases plutôt qu'à des coupes alternées. Ce second modèle, plus simple, prend donc en compte un rythme de coupe unique de 10 ans. Par hectare les souches produisent en tout et pour tout 2 m³/an, équivalant à : $2 \times 10 = 20 \text{ m}^3/\text{ha}$ sur 10 ans.

Dans le cas du FR1A, le besoin en ha/an équivaldrait à la consommation (m³ de bois/an) divisée par le volume de bois (m³/ha) donc : $324 / 20 = 16,20 \text{ ha/an}$.

Comme le temps de rotation minimum est de 10 ans avant de revenir sur la même parcelle, la surface totale nécessaire est donc 10 fois supérieure soit : $16,20 \times 10 = 162 \text{ ha}$.

Ces calculs répétés pour tous les fours, puis classés par phase, donnent les surfaces forestières nécessaires à la production de combustible de l'atelier au fil du temps. Ces résultats montrent le même léger déclin dans la phase 3b, et permettent de situer les positions possibles de ces surfaces exploitées à l'échelle locale, et peut-être même nous permettra de comprendre la résurgence du chêne caducifolié dans la dernière phase de l'atelier.

4.2.2. *Las Cravieros*

Comme à Embournière, nous avons cherché à approfondir la question de ces stratégies d'approvisionnement à travers une étude de la consommation de l'atelier. Toutefois, le même travail n'a pas pu être effectué pour le groupement d'ateliers de Las Cravieros puisque toutes les unités artisanales n'ont pas encore été précisément datées à ce jour⁷³ et que le passage des structures est encore incertain. Cependant, des estimations de consommation ont été

71 Jamet, 2001, p. 267.

72 Fabre, 1996.

73 Favennec *et al.*, 2020a.

effectuées sur les fours étudiés pour donner un élément de comparaison. Le travail que nous présentons pour ce site est donc encore préliminaire.

Il convient par ailleurs de préciser que le site de Las Cravieros se distingue des référentiels utilisés pour ce type d'approche⁷⁴ car outre la période et les catégories produites, les fours ne possèdent pas les mêmes dimensions, plans, mises en œuvre et tirage que ceux du Haut-Empire qui servent de modèles. Pour mémoire, les fours de Las Cravieros sont creusés à même le substrat argileux, selon un plan généralement piriforme, avec une chambre de chauffe d'1,20 à 1,50 m de circonférence, avec profil longitudinal interne en pente. Les fours se succèdent fréquemment en formant des chapelets; les fours anciens étant partiellement démontés et transformés en espace de travail pour les nouvelles structures de cuisson. Ces différences rendent le modèle de Sallèles d'Aude difficilement utilisable, car les travaux de M. Jamet n'ont pas concerné des unités de cuisson de petits volumes.

Les données recueillies par l'archéologie expérimentale sur des structures de cuisson de même ordre⁷⁵ permettent d'estimer le nombre de cuisson par mois pour de tels fours (volume du laboratoire de 1 à 2 m³). Selon les auteurs précédemment cités, deux jours seraient nécessaires pour accroître la température du four et la descendre sans risquer d'endommager les céramiques, et deux jours seraient nécessaires pour charger et décharger le four: cela donnerait un rythme maximal de 4 jours par cuisson, soit 7 cuissons par mois (28 jours) et 63 cuissons par an (9 mois par an).

Toutefois, le rythme des cuissons importe moins que le rythme des commandes et des quantités de céramique qu'un tourneur, un décorateur, un engobeux peuvent produire, ce qui rend les calculs incertains. Selon B. Favennec, l'adoption de modèle de fours plus petits permettrait de mieux répondre au rythme des commandes, car le délai entre la demande et le résultat serait plus réduit.

Malgré toutes ces incertitudes, nous avons tenté d'évaluer la consommation de chacun des fours, sans tenir compte d'un phasage, avec une hypothèse basse (25% → 16), moyenne (50% → 31), haute (75% → 47) et maximale (100% → 63) du nombre d'utilisation par année.

Les données recueillies (fig. 8) indiquent que pour une utilisation quasi-continue sur l'année, les fours tardo-antiques, plus petits, ont des besoins moins importants que les fours à amphore du Haut-Empire (324 m³ de bois par an pour le four FR1A d'Embournière contre 40 m³ de bois par an pour le four FR1 de Las Cravieros) ce qui ne surprend guère compte tenu du fait qu'ils renvoient à des réalités socio-économiques et chronologiques bien différentes.

Pour mettre cette consommation en perspective il est possible d'établir la surface forestière nécessaire au fonctionnement de chaque four. Le type et le régime de coupe utilisé à Las Cravieros n'est pas établi, cependant un régime en taillis est fortement envisagé d'après les interprétations anthracologiques. Cette hypothèse concorde en outre avec la gestion observée pour l'atelier de La Quintarié, contemporain et similaire à celui de Las Cravieros. Pour ces raisons, et à titre d'hypothèse, le même modèle de fonctionnement est proposé. Toutefois, le rendement théorique est différent, du fait de différences édaphiques et climatiques illustrées par une flore différente. Le rendement de la chênaie-hêtraie acidophile dans les peuplements

74 Jamet, 2001.

75 Durand *et al.*, 2014.

situés en station de productivité suffisante est évalué entre 5 à 6 m³/ha/an⁷⁶, avec un rendement moyen évalué à 4,7 m³/ha/an à l'échelle de la France. Aussi, il nous paraît raisonnable de retenir 5 m³/ha/an comme rendement moyen pour Las Craviers. Les surfaces alors évaluées sont contenues entre 1 et 10 ha par fours.

Par ailleurs, il est intéressant de comparer ce résultat à celui qui aurait été obtenu si le groupement de Las Craviers, installé au sein de l'étage collinéen supraméditerranéen, avait fonctionné à un étage de végétation inférieur, soit à l'étage mésoméditerranéen, et donc avec un rendement des boisements moins importants. Si cette production était restée à l'étage inférieur, la surface forestière nécessaire aurait dû être 2,5 fois plus importante, soit entre 2,5 et 25 ha environ par four. Cette comparaison pourrait permettre d'expliquer, au moins en partie, pourquoi l'activité de production de la céramique a été installée à Fanjeaux plutôt qu'au *vicus* de Bram, puisque le rendement en bois à l'hectare plus élevé y est plus avantageux.

Toutefois, en l'absence de données complémentaires, notamment archéologiques et chronologiques, cette réflexion ne peut être considérée pour l'heure que comme une hypothèse de travail. Le site de Las Craviers devra faire l'objet d'approfondissements en intégrant les informations obtenues lors des fouilles toujours en cours et les datations archéomagnétiques des fours à venir.

4.3. Localisation des boisements exploités

4.3.1. Embournière

Dans le cas d'ateliers conséquents comme Embournière, d'importants moyens humains et matériels ont été investis pour assurer une production céramique constante sur plus de deux siècles, ce qui suggère l'existence et la gestion d'espaces boisés importants, nécessaires au fonctionnement d'un atelier de potier⁷⁷. En ce qui concerne la localisation de la forêt en lien avec Embournière, la carte d'occupation du sol de la plaine de Neffîès pendant le Haut-Empire indique une forte densité d'établissements⁷⁸, ce que confirment dans une moindre mesure les résultats de l'étude carpologique puisque « les adventices d'Embournière proviennent sans doute de cultures (céréalières, fruitières...), de pelouses ou de terrains proviennent sans doute de cultures (céréalières, fruitières...), de pelouses ou de terrains en friche à proximité de l'atelier »⁷⁹. Autrement dit, l'implantation d'un ensemble forestier de plusieurs centaines d'hectares n'est pas envisageable en continuité autour de l'atelier. Les surfaces forestières exploitées se trouvent sans doute en périphérie des surfaces dédiées à l'agriculture, ou selon une répartition en mosaïque, sur des espaces moins facilement valorisables pour l'agriculture.

L'hypothèse retenue est donc de positionner ces zones boisées, en toute logique, sur les reliefs (fig. 9). Encore aujourd'hui, la plupart des reliefs entourant la commune de Neffîès comptent parmi les dernières parcelles de forêts épargnées par l'agriculture. Dans les environs directs du site, deux zones sont susceptibles de correspondre à ce massif. Un relief basaltique et un autre calcaire. Toutefois la présence, au sein des spectres anthracologique et

76 Bastien *et al.*, 2005, p. 114.

77 Mauné, 2016b, p. 509.

78 Mauné, Lauras, 2022, fig. 26, p. 195.

79 Gomes, 2021, p. 87.

carpologique d'Embournière, de taxons pouvant être à la fois acidophiles ou calcicoles selon l'espèce, comme les cistes ou les bruyères, ne permet pas de déterminer précisément la nature du sol où aurait pu se développer la forêt de coupe.

La première zone potentielle correspond aux coulées du volcan des Baumes, datant du Quaternaire⁸⁰. Dans les environs du site, ces coulées correspondent à des reliefs : les Baumes (204 m), le Clou de Pachou (180 m), le plan des Clapisses et le plateau du Causse. D'après les recherches et prospections réalisées dans cette zone, ces espaces semblent dépourvus d'établissements ruraux d'époque romaine ce qui laisserait ainsi l'espace nécessaire à l'implantation de taillis, sans exclure bien évidemment la possibilité qu'ils aient aussi constitué des terrains de parcours pour le bétail.

La seconde zone est située sur le versant sud des Louvières, une petite chaîne de collines qui constitue la limite topographique entre la vallée de la Peyne et le massif de Cabrières, où étaient exploitées des mines de cuivre et d'argent à l'époque romaine. Les sols actuels de la chaîne des Louvières sont essentiellement de nature calcaire (calcaire jurassique) et s'étendent sur de très vastes étendues, en direction du nord-ouest.

À partir de là, les scénarios envisageables sont multiples et doivent aussi prendre en considération le fait qu'Embournière n'est pas le seul atelier présent dans cette zone puisque l'on en connaît au moins deux autres (fig. 9) dans un rayon de moins de 800 m (Ronis et le Théron, ateliers de tuiliers) tandis que sur le versant nord du relief volcanique, trois autres étaient également en activité pendant le Haut-Empire, sur l'actuelle commune de Fontès⁸¹. À titre d'hypothèse, on peut envisager des dynamiques de prélèvements multiples, associant exploitation directe et/ou location de parcelle à un ou plusieurs tiers, avec la possibilité de prélèvements dans une forêt publique, soit par location, soit par régime de l'*occupatio*. Les résultats anthracologiques acquis à Embournière pourraient donc illustrer une modification dans les stratégies d'approvisionnement en combustible et/ou dans les aires d'approvisionnement.

Il est à ce stade, impossible de déterminer précisément où les parcelles forestières se situaient. Toutefois il est envisageable, compte tenu de leur proximité avec Embournière, que les deux zones aient été exploitées simultanément ou à tour de rôle, puisqu'elles couvraient des surfaces suffisantes à l'approvisionnement de l'atelier.

4.3.2. *Las Cravieros*

Dans le cas de Las Cravieros, la localisation des boisements exploités par les potiers repose sur une démarche quelque peu différente qu'à Embournière. La carte archéologique⁸² est moins fournie qu'en vallée de l'Hérault. Cette partie du dossier bénéficie toutefois de la possibilité d'appliquer une approche régressive à partir des sources médiévales, qui permet de proposer l'existence de vastes espaces boisés non loin de Fanjeaux⁸³.

Au sein de la région de la Piège, deux grandes forêts sont à mentionner : la Forêt Royale de la Selve sur les communes de Pech-Luna, Cahuzac et Gaja-la-Selve, ainsi que la Forêt

80 Ambert, 1982, p. 86.

81 Mauné, Lauras, 2022, fig. 29, p. 201.

82 Ournac *et al.*, 2009, p. 287-289 ; mise à disposition par Pierre-Arnaud De Labriffe (SRA Occitanie).

83 L'exercice ne peut être réalisé pour Embournière car les sources médiévales sont rares et peu prolifiques.

de Pique-Mourre dans la vallée de la Vixiège⁸⁴. Plus proche de Fanjeaux, la forêt de Pique Mourre (Cazalrenoux, Aude) est mentionnée au XIII^e s. apr. J.-C.⁸⁵ parmi les propriétés du monastère de Prouilhe.

La localisation de cette forêt, mentionnée à l'époque médiévale, semble se traduire au sein de la carte d'occupation de la Vixiège antique et médiévale par la présence d'un vide, qui s'étend de Fanjeaux jusqu'à Gaja-la-Selve (Aude) (fig. 10). Cette proposition peut aussi s'appuyer sur les observations de Jean-Paul Cazes qui décrit une zone peu mise en valeur où subsistent quelques bois, et qui s'oppose aux plaines agricoles environnantes⁸⁶. De plus, selon lui, la forêt de Pique-Mourre pourrait constituer un prolongement, sous forme de vestige, du principal massif forestier ancien, qui subsiste encore partiellement de la forêt royale de la Selve (Gaja-la-Selve) et de l'ancienne communauté de Fajac-la-Selve (Pech-Luna, Aude). Cette forêt, citée au Moyen Âge, semble n'avoir jamais fait l'objet de défrichements intensifs et elle est encore décrite au XVII^e s. apr. J.-C. comme une petite forêt excentrée de 423 arpents (soit 144 ha) qui avait gardé quelques futaies⁸⁷. Actuellement la forêt de Pique-Mourre est située à 5 km du site de Las Craveros.

S'il est courant que des artisans puissent parcourir une telle distance pour s'approvisionner en combustible durant l'Antiquité et à des époques plus récentes⁸⁸, des espaces boisés ont pu border le site à quelques centaines de mètres au sud et à l'ouest. Il y a en effet dans ce rayon un important vide dans l'occupation antique, correspondant à des zones de reliefs à fortes à moyennes pentes, de nombreuses collines abruptes et les talus de la cuesta du Plateau de Roucatel. Encore aujourd'hui ces espaces restent inexploités malgré une pression agricole très importante au sein du territoire, du fait de leur inaccessibilité. Aussi, il est tentant d'y voir l'extension la plus orientale de la forêt de La Selve à l'époque antique, qui aujourd'hui est réduite à des espaces boisés très éclatés.

Conclusion

Les résultats obtenus mettent en évidence pour l'atelier d'Embournière une exploitation d'une chênaie mixte d'abord dominée par le chêne à feuillage caduc au cours du I^{er} s. apr. J.-C., puis par le chêne à feuillage persistant au début du II^e s. apr. J.-C. Durant ce laps de temps, il semble que les mêmes espaces sont régulièrement exploités, les coupes répétées ayant probablement favorisé le développement du chêne persistant. Au III^e s. apr. J.-C., l'augmentation du chêne caducifolié découle peut-être de changements dans les pratiques d'approvisionnement (nouvelles aires d'approvisionnement, extension de l'aire initiale, changements des pratiques sylvicoles, etc.). Compte tenu des pratiques connues d'approvisionnement en combustible des ateliers de Narbonnaise en matière de combustible, il paraît probable que cette évolution témoigne d'un changement/agrandissement de l'aire d'approvisionnement et non d'un changement de pratiques sylvicoles. Cette évolution,

84 De Ridder, Gonin, 2001, p. 83.

85 Portet, 1987.

86 Cazes, 1987.

87 Devèze, 1962.

88 Favennec, 2016; Durand *et al.*, 2017.

également observée à la même période sur l'atelier de Contours, pourrait témoigner d'une nouvelle dynamique régionale, et pas seulement locale, qui se traduirait par une possible réorganisation des conditions d'exploitation des ressources forestières⁸⁹ au sein d'un territoire marqué par de nettes modifications de son économie agricole.

Dans le cas du groupement d'ateliers de Las Cravieros, l'exploitation d'une chênaie-hêtraie à sous-bois riche en houx de la fin du IV^e s. au VI^e s. apr. J.-C. a été mise en évidence. Les exploitants profitent de nouveaux secteurs, peu ou pas transformés durant l'Antiquité, en s'éloignant des agglomérations principales (Bram et Carcassonne). La similarité de ce dossier avec celui de la Quintarié est intéressante. Tous deux sont installés à un carrefour de voies près d'une frontière de cités et les artisans profitent de la proximité de grandes forêts mentionnées au Moyen Âge qu'il est tentant de considérer comme publiques durant l'Antiquité⁹⁰, justement en raison de leur position frontalière.

Cette comparaison pose également la question des modèles d'exploitation forestière utilisés pour les deux ateliers étudiés. Durant le Haut-Empire, les ateliers de Sallèles d'Aude, Contours et Embournière semblent tous avoir utilisé le taillis⁹¹. Si le cas d'Embournière ne livre que quelques informations sur les calibres, celui de Contours a permis d'émettre l'hypothèse d'une organisation complexe des coupes (rotation de 20 ans sur une révolution de 40 ans) également favorable à la production de bûches de calibres moyens à grands.

Concernant la fin de l'Antiquité, les artisans de Las Cravieros et de La Quintarié semblent s'inscrire dans la continuité des pratiques de taillis utilisées sous le Haut-Empire. Toutefois, ils se distinguent des techniques d'approvisionnement en bois, mais aussi de cuisson du Haut-Empire par une utilisation préférentielle de petits et moyens calibres, au lieu de calibres plus importants, et par les caractéristiques technologiques des unités de cuisson, qui évoquent déjà celles connues durant le Moyen Âge. Ces différences posent la question du lien entre la forme du combustible et l'évolution des techniques de cuisson, et de leurs influences mutuelles sur la production céramique⁹².

Bibliographie

- AMBERT, P., 1982, Les reliefs pléistocènes anté-volcaniques du Languedoc central, *Bulletin de l'Association de géographes français*, 485-486, p. 83-89.
- BASTIEN, Y., HEIN, S. et CHAVANE, A., 2005, Sylviculture du hêtre: contraintes, enjeux, orientations de gestion, *Revue forestière française*, 52-2, p. 111-222.

89 L'hypothèse peut être proposée d'un lien avec une réorganisation fiscale des terres publiques, comme celle opérée par Vespasien dans les années 70 apr. J.-C.: Mauné, 2014, p. 166-168; Mauné, Bourgaut, 2020, p. 42, note 15, p. 314.

90 Concernant la *silva Zianici* médiévale localisée entre la rivière Dourbie et le secteur de Fouscaïs/La Quintarié (Clermont-l'Hérault), voir Durand, 1998, p. 191; Mauné, 2014, p. 149, note 10. La création de l'atelier de potiers de Saint-Bézar, sur la rive droite de la Dourbie, au tout début du I^{er} s. apr. J.-C. pourrait en partie s'expliquer par la proximité immédiate de cette zone boisée frontalière.

91 Chabal, 2001; Vaschalde, Chabal, 2020; Chardonneau-Henneuse, 2021.

92 Nous remercions les relecteurs qui ont expertisé l'article.

BEAUJARD, B. et PREVOT, F., 2004, Introduction à l'étude des capitales « éphémères » de la Gaule (I^{er} s.-début VII^e s.), dans A. Ferdière (dir.), *Capitales éphémères. Des Capitales de cités perdent leur statut dans l'Antiquité tardive (Tours, 6-8 mars 2003)*, Tours, p. 17-37.

BEAUJARD, B., 2006, Cités de la Gaule méridionale du III^e au VII^e s. Antiquité tardive, haut Moyen Âge et premiers temps chrétiens en Gaule méridionale. Première partie : réseau des cités, monde urbain et monde des morts, *Gallia*, 63, p. 11-23.

BIGOT, F. et VASCHALDE, C., 2017, Le four 12005 de l'atelier de potiers d'Espéyran (Saint-Gilles-du-Gard) : un témoin du développement économique de la basse vallée du Rhône durant la période augustéenne précoce, dans S. Mauné, F. Bigot et S. Corbeel (dir.) *Recherches récentes sur les ateliers de production et les amphores vinaires de Gaule Narbonnaise et de Tarraconaise*, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 50-51, p. 115-141.

BIGOT, F., 2020, *Production et commerce des amphores gauloises sur le littoral et dans les ports de Narbonnaise*, Drémil-Lafage.

BLONDEL, F., 2018, *Approvisionnement et usages du bois en Auvergne, du Second âge du Fer au Moyen Âge*, Thèse de doctorat soutenue à l'Université de Bourgogne Franche-Comté, Dijon.

BLONDEL, F. et GIRARD-CLOS, O., 2018, Approche dendroarchéologique de l'approvisionnement de la ville antique d'*Augustonemetum* (Clermont-Ferrand, Puy-de-Dôme) en bois d'œuvre et exploitation forestière, *ArcheoSciences*, 42-1, p. 17-33.

BONNET, M., 2017, *Analyse multi-échelle du comportement hygro-mécanique du bois : mise en évidence par relaxométrie du proton et mesures de champs volumiques de l'influence de l'hétérogénéité au sein du cerne*, Thèse de Doctorat soutenue à l'Université Paris-Est, Paris.

BROSSIER, B. et POIRIER, P., 2018, A new method for facilitating tree-ring measurement on charcoal from archaeological and natural contexts, *Journal of Archaeological Science*, 19, p. 115-126.

BRUN, J.-P., 2005, *Archéologie du vin et de l'huile en Gaule romaine*, Paris.

CARRATO, C., 2017, *Le dolium en Gaule Narbonnaise (I^{er} a.C. - III^e S. p.C.). Contribution à l'histoire socio-économique de la Méditerranée nord-occidentale*, Bordeaux.

CAZES, J.-P., 1987, Structures agraires et domaine comtal dans la bailie de Castelnaudary en 1272, *Annales du Midi : revue archéologique, historique et philologique de la France méridionale*, 99 (180), p. 453-477.

CAZES, J.-P., 1998, *Habitat et occupation du sol en Lauragais audois au Moyen Âge*. Thèse de doctorat soutenue à l'Université de Toulouse II-Le Mirail, Toulouse.

CAZES, J.-P., 2019, La frontière lauragaise : toponymie et archéologie des modes vestimentaires aux V^e-VII^e siècles, dans E. Boube, A. Corrochano et J. Hernandez (dir.), *Du Royaume Goth au Midi mérovingien. 34^e Journées d'Archéologie Mérovingienne de Toulouse (Toulouse, 6-8 novembre 2013)*, Bordeaux, p. 333-346.

CHABAL, L., 1988, Pourquoi et comment prélever les charbons de bois pour la période antique : les méthodes utilisées sur le site de Lattes (Hérault), *Lattara*, 1, p. 187-222.

CHABAL, L., 1989, Perspectives anthracologiques sur le site de Lattes (Hérault), *Lattara*, 2, p. 53-72.

CHABAL, L., 1997, *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*, Paris.

- CHABAL, L., 2001, Les potiers, le bois et la forêt à Sallèles d'Aude (I-III^e s. apr. J.-C.), dans F. Laubenheimer (dir.), *20 ans de recherches à Sallèles d'Aude: le Monde des potiers gallo-romains. Colloque des 27-28 septembre 1996 (Sallèles d'Aude, 27-28 septembre 1996)*, Besançon, p. 93-110.
- CHABAL, L., FIGUEIRAL, I., PELLECUER, C. et BERMOND, I., 2012, Evidence of paleogeographic constraints on woodlands on the shores of a coastal lagoon during Antiquity: charcoal analysis of the Prés-Bas villa and Le Bourbou (Loupian, Hérault), *Saguntum Extra*, 13, p. 115-124.
- DE RIDDER, K. et GONIN, P., 2001, *Prétude pour l'élaboration d'un catalogue des stations forestières sur le Razès, la Piège et la Malepère (Aude)*, Auzeville-Tolosane.
- DEVEZE, M., 1962, La grande réformation des forêts royales sous Colbert (1661-1680), *Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts*, XIX, fascicule 1.
- DUFRAISSE, A., COUBRAY, S., GIRARD-CLOS, O., NOCUS, N., LEMOINE, M., DUPOUEY, J.-L. et MARGUERIE, H., 2018, Anthraco-typology as a key approach to past firewood exploitation and woodland management reconstructions. Dendrological reference dataset modelling with dendro-antracological tools, *Quaternary International*, 463B, p. 232-249.
- DURAND, A., 1998, *Les paysages médiévaux du Languedoc (XI^e-XII^e siècles)*, Toulouse.
- DURAND, A., THIRIOT, J., ABRAMOS, H. et MAGGIORI, L., 2014, *Colloque international Archéologie des espaces artisanaux. Fouiller et comprendre les gestes des potiers (Rennes, 27-28 novembre 2014)*, Rennes, p. 351-358.
- FABRE, L. et GERVET, X., 1992, Première approche du charbonnage et de l'histoire de la forêt méditerranéenne: l'exemple du canton d'Aniane (Hérault), *Bulletin de la Société Botanique de France*, 139 (2-4), p. 617-625.
- FABRE, L., 1996, *Le charbonnage historique de la chênaie à Quercus ilex L. (Languedoc, France): conséquences écologiques*, Thèse de doctorat soutenue à l'Université de Montpellier II, Montpellier.
- FABRE, L., 2005, Anthracologie et techniques artisanales: l'économie des combustibles dans l'atelier de la Quintarié et ses résonances en paléo-économie forestière, dans H. Pomarède, S. Barberan, L. Fabre et Y. Rigoir (dir.), *La Quintarié (Clermont-l'Hérault, 34). Établissement agricole et viticulture, atelier de céramiques paléochrétiennes (DSP) (I^{er}-VI^e s. apr. J.-C.)*, Montagnac, p. 120-127.
- FAVENNEC, B. et PASSELAC, M., 2014, L'atelier de Las Cravieros, Fanjeaux (Aude): un important lieu de production de D.S.P. et d'autres céramiques de l'Antiquité tardive, *SFECAG: Actes du Congrès de Chartres du 29 mai au 1^{er} juin 2014*, Marseille, p. 503-536.
- FAVENNEC, B., BOURDENX, M., FAISANDIER, C., VALFORT, P., DABOUIS, C. et CERVANTES, P., 2020, Le groupement artisanal de l'Antiquité tardive de Las Cravieros à Fanjeaux: bilan des trois premières campagnes de fouilles, *Bulletin de la Société d'Études Scientifiques de l'Aude*, CXX, p. 113-122.
- GROVE, A. et RACKHAM, O., 2001, *The nature of Mediterranean Europe: An ecological history*, New Haven, p. 174.
- GRUBER, M., 1980, Etages et séries de végétation de la chaîne pyrénéenne, *Ecologia Mediterranea*, 5, p. 147-174.
- HARRIS, V. W., 2011, Bois et déboisement dans la Méditerranée antique, *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 1(66), p. 105-140.

HEINZ, C. et THIÉBAULT, S., 1998, Characterization and Palaeoecological Significance of Archaeological Charcoal Assemblages during Late and Post-Glacial Phases in Southern France, *Quaternary Research*, 50, p. 56-68.

JACOB, J.-P., 1981, *Le monde des potiers gallo-romains. Esquisse d'une problématique sociale, économique et juridique*, Thèse de doctorat soutenue à l'Université de Bourgogne, Dijon.

JACQUIOT, C., TRENARD, Y. et DIROL, D., 1973, *Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes (Essences feuillues)*, Paris.

JAMET, M., 2001, Approche par la modélisation du complexe de potiers de Sallèles d'Aude, dans F. Laubenheimer (dir.), *20 ans de recherches à Sallèles d'Aude: le Monde des potiers gallo-romains. Colloque des 27-28 septembre 1996 (Sallèles d'Aude, 27-28 septembre 1996)*, Besançon, p. 257-284.

LAUBENHEIMER, F., 1990, *Sallèles d'Aude. Un complexe de potiers gallo-romain: le quartier artisanal*, Paris.

LEENHARDT, M., 2001, L'atelier de Sallèles d'Aude, fours et bâtiments: mode d'emploi, dans F. Laubenheimer (dir.), *20 ans de recherches à Sallèles d'Aude: le Monde des potiers gallo-romains. Colloque des 27-28 septembre 1996 (Sallèles d'Aude, 27-28 septembre 1996)*, Besançon, p. 241-256.

LIOTTIER, L., 2013, *Etude anthracologique du combustible d'un four de potier (75-100 de notre ère)*, Lattara, Hérault. *Paléoenvironnement, pratiques et usages du bois*. Mémoire de master 2 soutenu à l'université de Nice-Sophia Antipolis, Nice.

MARGUERIE, D. et HUNOT, J.-Y., 2007, Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France, *Journal of Archaeological Science*, 34-9, p. 1417-1433.

MATY, C., 1701, *Dictionnaire géographique universel*, Amsterdam.

MAUNÉ, S., 1998, *Les campagnes de la cité de Béziers dans l'Antiquité (partie nord-orientale)*, I^{er} s. av.-VI^{er} s. apr. J.-C., Montagnac.

MAUNÉ, S., 2007, Le statut et la place des ateliers de potiers dans les campagnes de Gaule Narbonnaise durant le Haut-Empire. L'exemple de la moyenne vallée de l'Hérault, dans J. Tremoleda et P. Castanyer (dir.), *El món rural d'època romana, Tallers ceràmics i producció agrícola. Taula rodona internacional (Banyoles, 11 de novembre 2006)*, Gérone, p. 151-183.

MAUNÉ, S., 2013, La géographie des productions des ateliers d'amphores de Gaule Narbonnaise pendant le Haut-Empire. Nouvelles données et perspectives, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 46, p. 335-373.

MAUNÉ, S., 2014, Entre Thongue et Libron (Hérault), zone boisée et artisanat potier aux portes de la colonie romaine de Béziers (I^{er}-III^e s. apr. J.-C.), dans V. Bernard, F. Favory et J.-L. Fiches (dir.), *Silva et Saltus en Gaule romaine: dynamique et gestion des forêts et des zones rurales marginales. VII^e colloque AGER de Rennes (Rennes, 27-28 octobre 2004)*, Besançon, p. 147-174.

MAUNÉ, S., 2016a, La voie entre Cessero (Saint-Thibéry, Hérault) et Segodunum (Rodez, Aveyron). Lieux d'étape de la moyenne vallée de l'Hérault, *Gallia* 73-1, p. 219-251.

MAUNÉ, S., 2016b, Aux frontières des cités de Béziers, Lodève et Nîmes : la moyenne vallée de l'Hérault dans l'Antiquité. Développement économique et exploitation des territoires, dans C. Besson, O. Blin et B. Triboulot (dir.), *Franges urbaines et confins territoriaux. La Gaule dans l'Empire. Colloque international (Versailles, 29 février-3 mars 2012)*, Bordeaux, p. 507-526.

MAUNÉ, S., CORBEEL, S., CARRATO, C., TIAGO SEOANE, O., ARTUSO, A., GONZÁLEZ TOBAR, I. et LAURAS, V., 2018, Production d'amphores, de céramiques à pâte claire, de BOB et de *dolia* dans l'arrière-pays de Béziers. L'atelier de potiers d'Embournière à Neffies (Hérault), I^{er}-III^e s. apr. J.-C., *Congrès International de la SFECAG, Reims, 10-13 mai 2018*, Marseille, p. 421-454.

MAUNÉ, S. et BOURGAUT, R., 2020, *Contours (Saint-Pargoire, Hérault, France). Recherches pluridisciplinaires sur un atelier d'amphores de Gaule Narbonnaise (fin du I^{er} s. av. J.-C. - déb. du III^e s. apr. J.-C.)*, Montpellier.

MAUNÉ, S. et LAURAS, V., 2022, Occupation du sol, activités économiques et Société dans l'*ager Baeterrensis*. La vallée de la Peyne du II^e s. av. au III^e s. apr. J.-C., dans G. Bagan, S. Mauné et G. Beugnon (dir.), *Recherches archéologiques récentes en Languedoc central*, Vailhan, p. 167-274.

MEIGGS, R., 1982, *Trees and timber in the Ancient Mediterranean world*, Oxford.

OURNAC, P., PASSELAC, M. et RANCOULE, G., 2009, *L'Aude, Carte Archéologique de la Gaule 11/2*, Paris.

PARADIS-GRENOUILLET, S., ALLEÉ, P., SERVERA VIVES, G. et PLOQUIN, A., 2015, Sustainable Management of Metallurgical Forest on Mont Lozère (France) During the Early Middle Ages, *Environmental Archaeology*, 20, p. 168-183.

PASSELAC, M., 2001, Deux fours de potiers augustéens du *Vicus Eburomagus* (Bram, Aude), dans F. Laubenheimer (dir.), *20 ans de recherches à Sallèles d'Aude : le Monde des potiers gallo-romains. Colloque des 27-28 septembre 1996 (Sallèles d'Aude, 27-28 septembre 1996)*, Besançon, p. 143-162.

PEYTAVIE, C., 2005, *Mémoires du Catharisme. Livret d'exposition. Fanjeaux et Bram au temps des Cathares*, Fanjeaux.

PORTET, P., 1987, Permanences et mutations dans un terroir du Lauragais de l'après-croisade. Fanjeaux, vers 1250-1340, *Annales du Midi : revue archéologique, historique et philologique de la France méridionale*, 99 (180), p. 479-493.

PRÉVOSTO, B., RIPERT, C. et OSTERMEYER, R., 2013, Éclaircir est-il suffisant pour favoriser la régénération de taillis de chêne blanc ? Retour sur un dispositif expérimental installé il y a 27 ans en forêt domaniale de Lure (Alpes-de-Haute-Provence), *Forêt Méditerranéenne*, 34(1), p. 3-12.

QUEZEL, P. et MEDAIL, F., 2003, *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*, Paris.

RACKHAM, O., 1996, Ecology and pseudo-ecology : The example of Ancient Greece, dans G. Shipley et J. Salmon (dir.), *Human landscapes in classical Antiquity : Environment and culture*, Londres, p. 16-43.

RAMEAU, J.-C., MANSION, D., DUME, G. et GAUBERVILLE, C., 2008, *Flore forestière française : guide écologique illustré. 3 : région méditerranéenne*, Paris.

ROVIRA, N. et CHABAL, L., 2004, *Protocoles d'échantillonnage des macrorestes végétaux et animaux sur la fouille archéologique*, Montpellier

SCHWEINGRUBER, F. H., 1990, *Anatomie europäischer Hölzer. Anatomy of European woods*, Bern.

VASCHALDE, C., THIRIOT, J., CHÉHAIBI, Z. et DURAND, A., 2017, Le combustible du four de briquetier aghlabide de Raqqāda (Kairouan, Tunisie) à la lumière de l'anthracologie, dans *Campagnes et archéologie rurale au Maghreb et en Méditerranée. Colloque international, (Avril 2016)*, Kairouan, p. 281-295.

VASCHALDE, C. et CHABAL, L., 2020, La production de combustible pour les fours d'après l'anthracologie et la dendrométrie : exploitation par rotation des taillis de chênes méditerranéens, dans S. Mauné et R. Bourgaut (dir.), *Contours (Saint-Pargoire, Hérault, France). Recherches pluridisciplinaires sur un atelier d'amphores de Gaule Narbonnaise (fin du 1^{er} s. av. J.-C.-déb. du III^e s. apr. J.-C.)*, Montpellier, p. 227-248.

VEAL, R., 2012, From context to economy : charcoal as an archaeological interpretative tool. A case study from Pompeii (3rd c. B.C.-A.D.79), *More than just numbers? The role of science in roman archaeology*, Portsmouth, p. 19-51.

VERNET, J.-L., 1997, *L'Homme et la forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours*, Paris.

VERNET, J.-L., OGEREAU, P., FIGUEIRAL, I., MACHADO YANÈS, C. et UZQUIANO, P., 2001, *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe: France, Péninsule Ibérique et îles Canaries*, Paris.

VUILLEMIN, J., 1982, Ecophysiologie comparée du développement initial de *Quercus pubescens* Willd. et de *Quercus ilex* L. I. Développement des semis in situ, *Ecologia mediterranea*, 8(3), p. 139-146.

Mémoires et rapports de fouille

CHARDONNEAU-HENNEUSE, J., 2021, *Le combustible des ateliers potiers d'Embournière (Neffiès, Hérault) et de Las Cravieros (Fanjeaux, Aude). Comparaison des dynamiques de gestion du bois et des boisements dans deux vallées de Gaule narbonnaise (1^{er} s. av. J.-C.-1^{er} s. apr. J.-C.)*, Mémoire de Master II soutenu à l'Université Paul Valéry Montpellier III, Montpellier.

FAVENNEC, B., FAISANDIER, C., PASSELAC, M., VALFORT, P., BOURDENX, M., BALLE, F., CAMUS, A., FABRE, M., MATHE, V. et SANZ-LALIBERTE, S., 2017, *Le groupement de potiers et de tuiliers de l'Antiquité tardive de Las Cravieros à Fanjeaux (Aude)*, Rapport de fouille programmée.

FAVENNEC, B., BACLE, C., BONHOURE, D., CHARDONNEAU-HENNEUSE, J., PARIS, E., MALINOV L., ROS J., VASCHALDE C. et VANDEWALLE C., 2020a, *Le groupement artisanal de l'Antiquité tardive de Las Cravieros à Fanjeaux (Aude) : lieu de production de poteries, de matériaux de construction et du travail du fer*, Rapport de fouille programmée triennale.

FIGUEIRAL, I., 2016, Étude des combustibles utilisés dans le four à chaux des Lignères (Baillargues) et dans le four de potier de Roux/Moulinas (Castries), dans H. Pomarède (dir.), *Languedoc-Roussillon, Hérault. DA9M, déplacement de l'autoroute A9 à hauteur de Montpellier. Secteur 7: Baillargues, Castries, Saint-Brès, Les sites du Mas de Roux. Les équipements routiers et les installations artisanales aux abords de la voie Domitienne (1^{er}/1^{er} s. av. J.-C. – 1^{er} s. apr. J.-C.). Les sites des Lignères (Baillargues, 34), du Roux/Moulinas (Castries et Saint-Brès, 34) et du Moulin de Roux (Saint-Brès, 34), Tome II, Languedoc-Roussillon*, p. 243-247.

FIGUEIRAL, I., inédit, *Clos d'Ugnac (Pennautier, Aude) : environnement et économie végétal d'après les charbons et semences des silos médiévaux (X^e-XI^e siècles)*, Fouille Inrap dirigée par Maxime Guillaume.

GOMES, J., 2021, *Les combustibles utilisés dans les fours de potiers à l'époque romaine. Étude carpologique des ateliers du Mas des Tourelles (Beaucaire, Gard) et d'Embournière (Neffiès, Hérault)*, Mémoire de Master II soutenu à l'Université de Montpellier III, Montpellier.

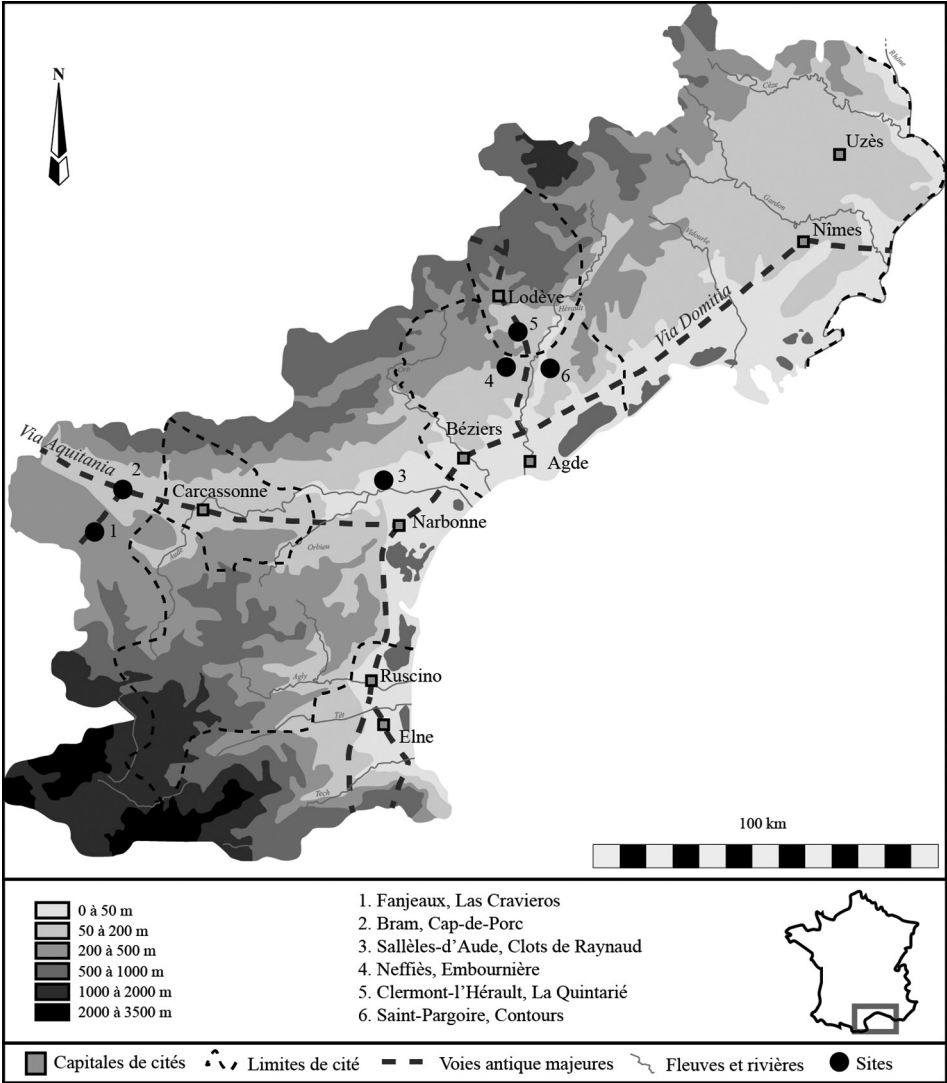


Fig. 1. Situation géographique à l'échelle régionale pour l'époque romaine

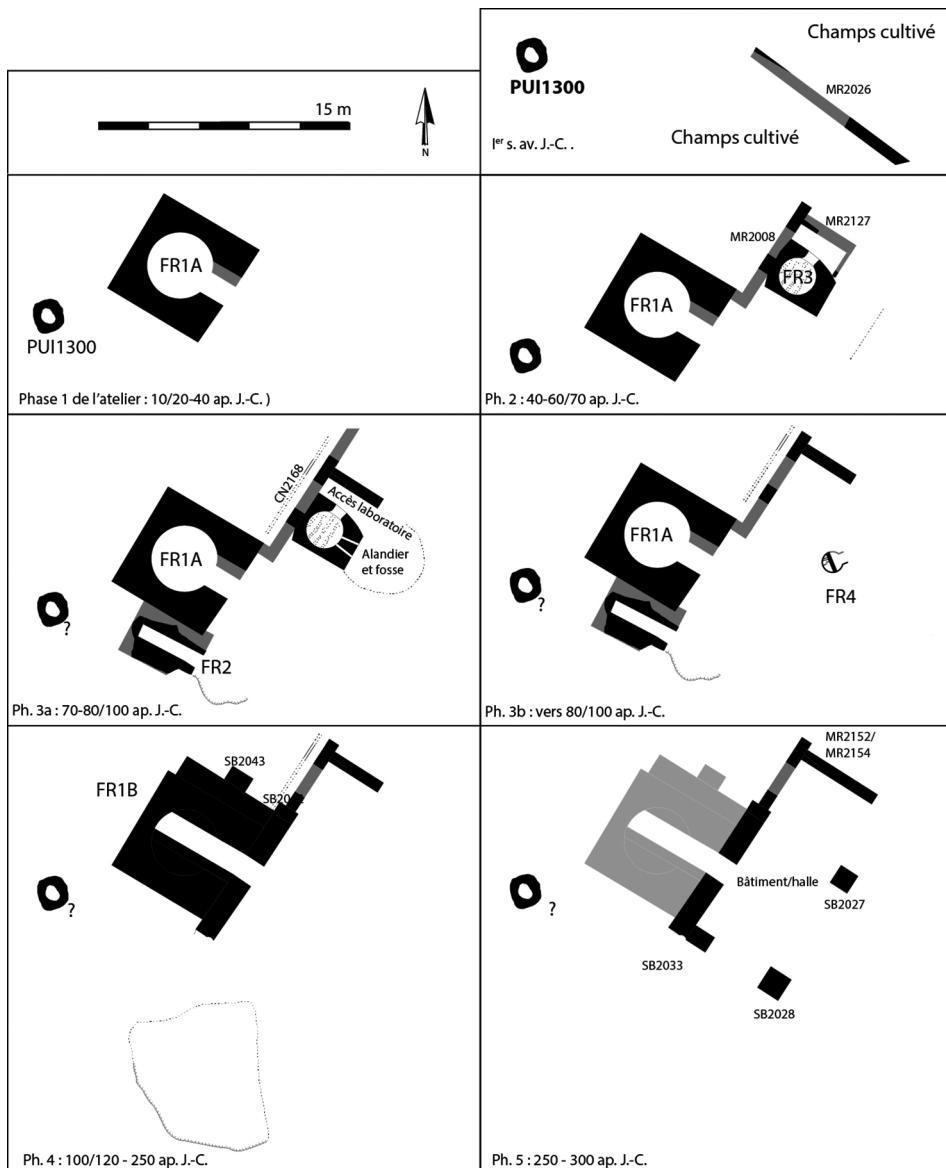


Fig. 2. Plan par phase de l'atelier d'Embournière, Neffès (Mauné *et al.* 2018). DAO : Ch. Carrato

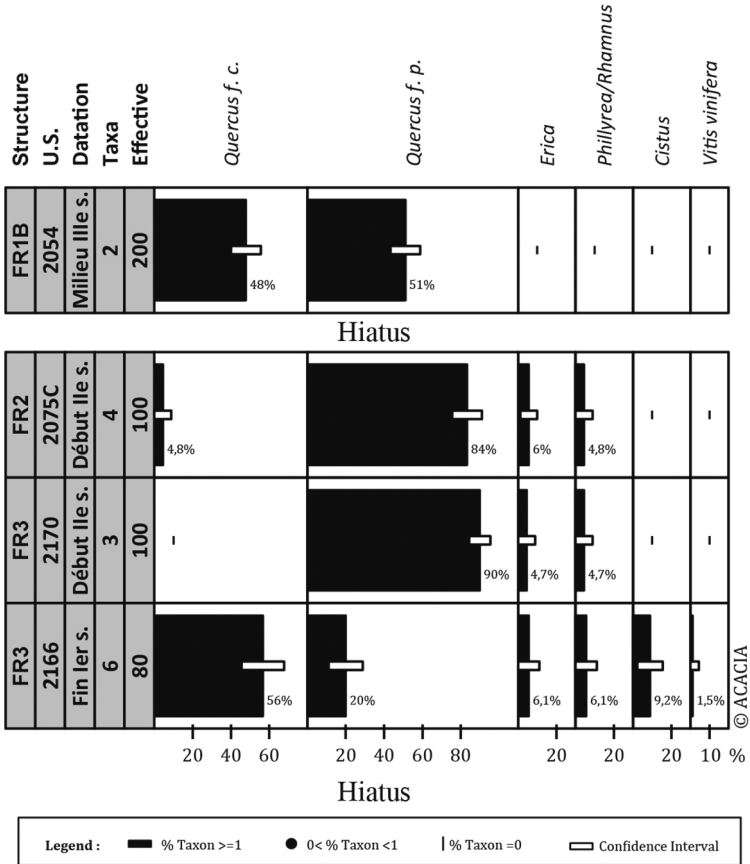


Fig. 3. Diagramme anthracologique de l’atelier d’Embournière en valeurs relatives. Conception ACACIA : A. Nourissier, N. Nocus ; DAO : J. Chardonneau-Henneuse

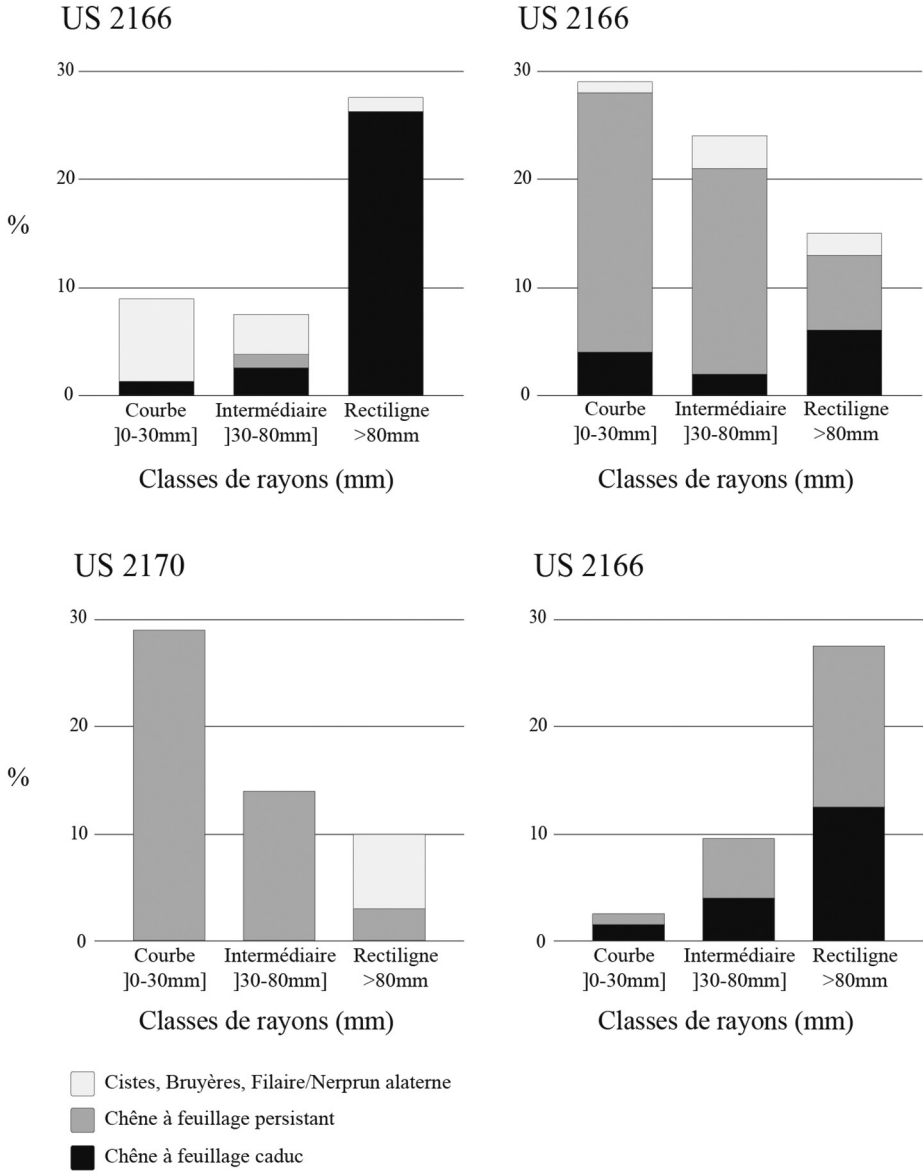


Fig. 4. Comparaison des histogrammes établis à partir des résultats des observations de la courbure de cerne effectués sur les charbons de l'atelier d'Embournière

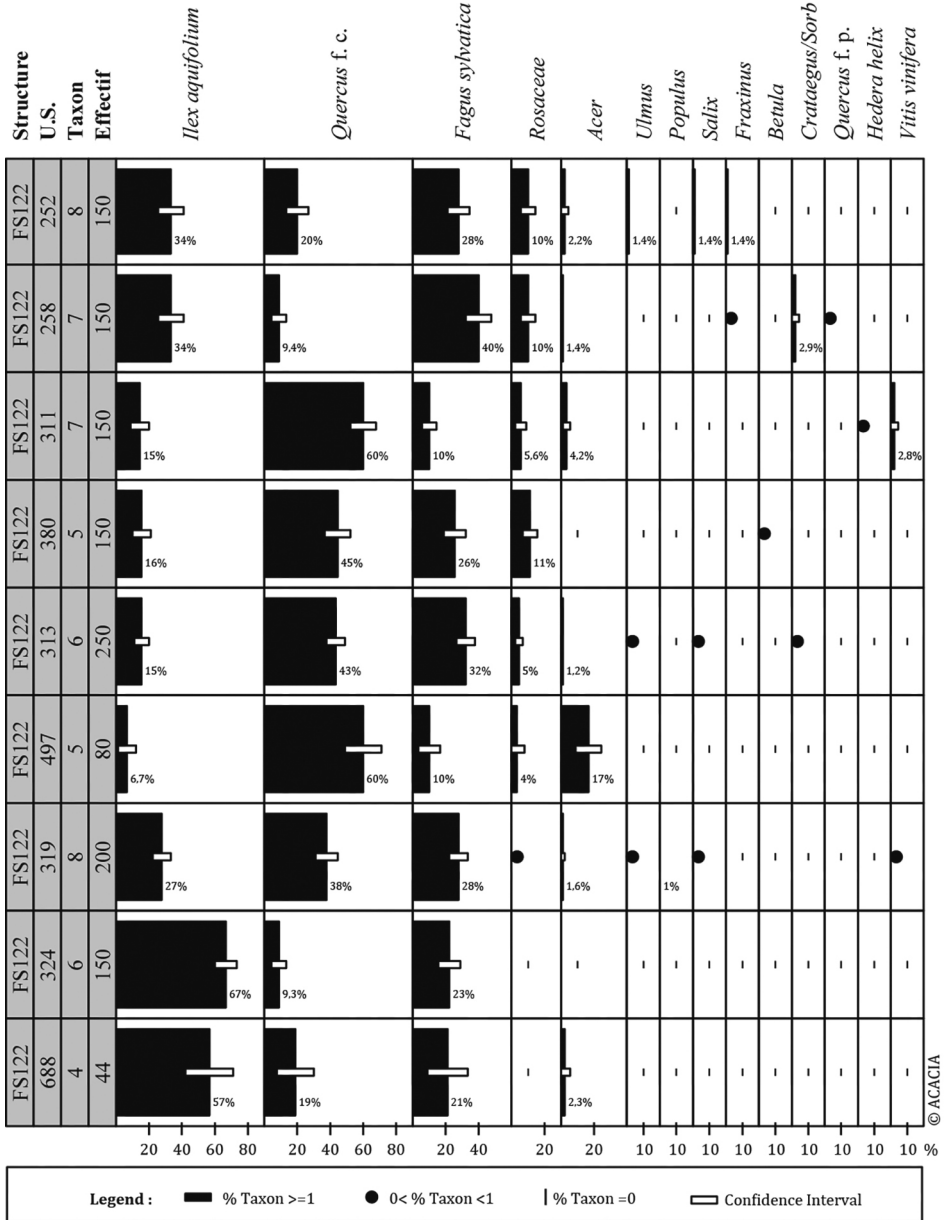


Fig. 5. Diagramme anthracologique de l'atelier de Las Cravieros en valeurs relatives. Conception ACACIA: A. Nourissier, N. Nocus; DAO: J. Chardonneau-Henneuse

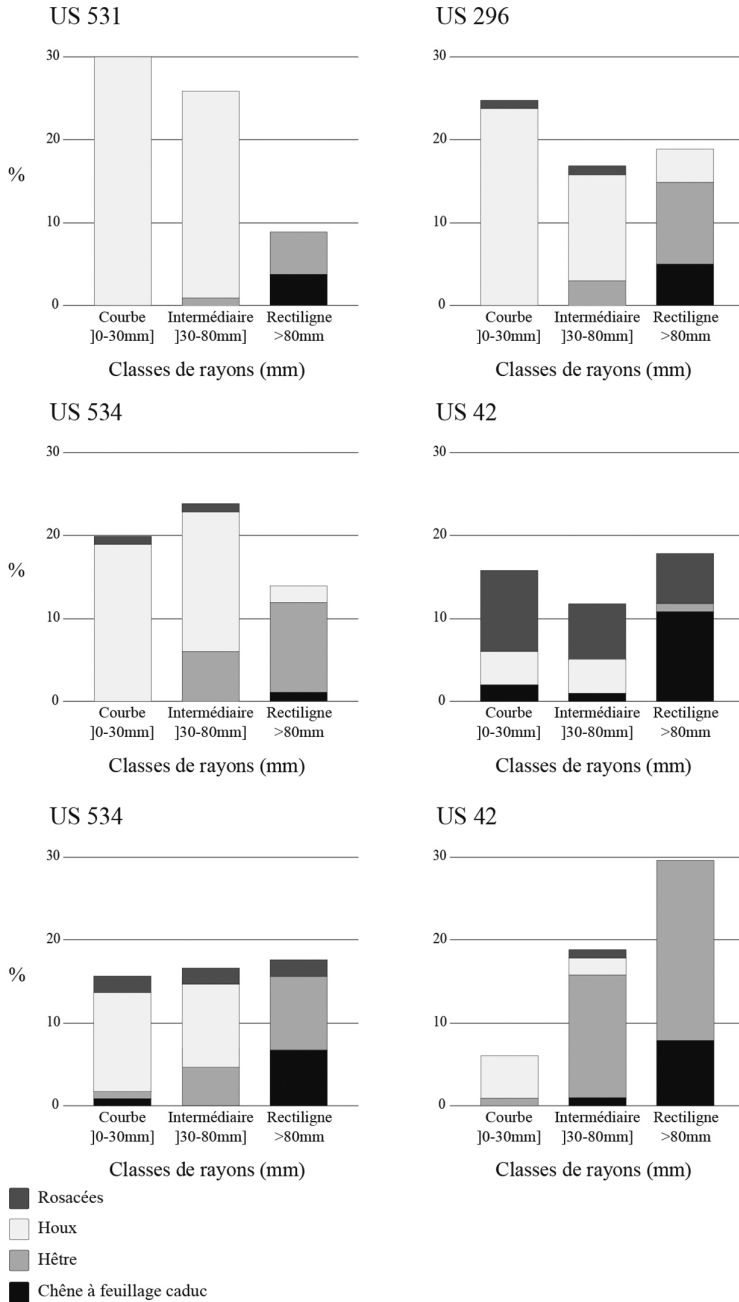


Fig. 6. Comparaison des histogrammes établis à partir des résultats des observations de la courbure de cernes effectués sur les charbons de l'atelier de Las Cravieros

Structure	FR1 A	FR3	FR2	FR4	FR1 B
Capacité de cuisson (m ³)	36,00	6,30	16,80	1,35	133
Phases d'utilisation	1 - 2 - 3a - 3b	2 - 3a	3a - 3b	3b	4
Utilisations théoriques par année	18,00	18,00	18,00	18,00	9,00
Consommation en bois/cuisson (m ³)	18,00	3,15	8,40	0,68	66,50
Consommation en bois/an (m ³)	324,00	56,70	151,20	12,15	598,50

Scénario 1 : Coupe tous les 20 ans des souches de 40 ans					
Besoin en ha/an	6,11	1,07	2,85	0,23	11,29
Surface totale (ha)	122,26	21,40	57,06	4,58	225,85

Scénario 2 : Coupe tous les 10 ans					
Besoin en ha/an	16,20	2,84	7,56	0,61	29,93
Surface totale (ha)	162,00	28,35	75,60	6,08	299,25

Phase d'utilisation	1	2	3a	3b	4
Structures	FR1 A	FR1 A - FR3	FR1 A - FR3 - FR 2	FR1 A - FR2 - FR4	FR1 B
Datation	10/20 - 40 ap. J.-C.	40 - 70 ap. J.-C.	70 - 80/90 ap. J.-C.	80/90 - 100 ap. J.C.	100 - 250 ap. J.-C.
Consommation en bois/an (m ³)	324,00	380,70	531,90	487,35	598,50
Surface totale moyenne (ha)	142,13	167,01	233,33	213,79	262,55
Côté du carré théorique (km)	1,19	1,29	1,53	1,46	1,62

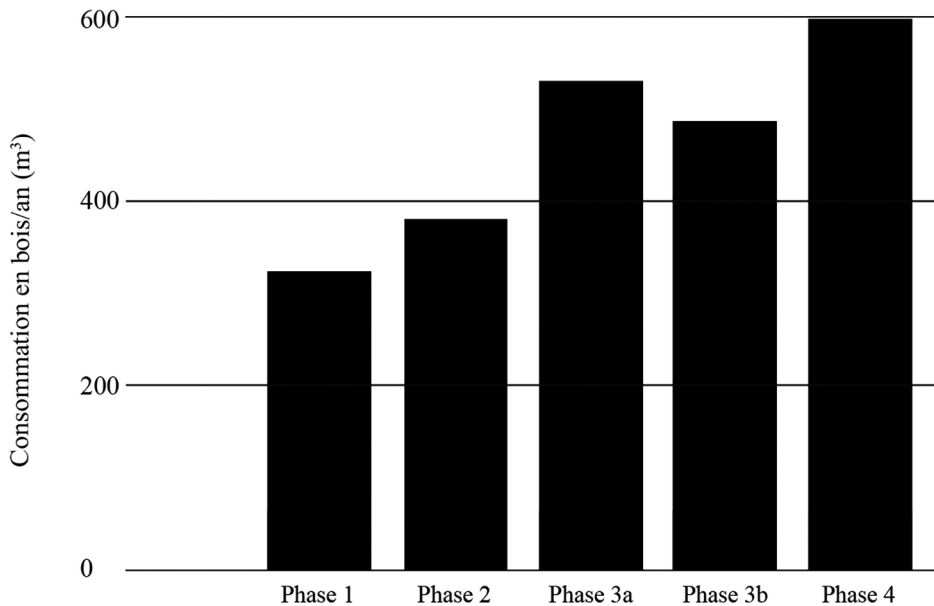


Fig. 7. Estimation de la consommation en bois des fours de l'atelier d'Embournière

Structure	FR1	FR2	FR3	FR4	FR5	FR9	FR13
Longueur minimale (m)	1,8	1,66	1,38	1,50	1,62	1,56	1,00
Largeur minimale (m)	1,5	1,50	1,44	1,22	1,05	1,38	0,80
Hauteur minimale (m)	0,6	0,79	0,61	0,75	0,52	0,75	0,75
Capacité de cuisson minimale (m3)	1,27	1,54	0,95	1,08	0,69	1,27	0,47
Utilisations théoriques par année (100%)	63,00	63,00	63,00	63,00	63,00	63,00	63,00
75%	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
50%	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
25%	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00

Consommation en bois/cuisson (m3)	0,64	0,77	0,48	0,54	0,35	0,63	0,24
Consommation en bois/an en m3 (100%)	40,06	48,64	29,97	33,94	21,87	39,93	14,84
75%	29,88	36,29	22,36	25,32	16,32	29,79	11,07
50%	19,71	23,93	14,75	16,70	10,76	19,65	7,30
25%	10,17	12,35	7,61	8,62	5,55	10,14	3,77

Scénario 1 : Coupe tous les 20 ans des souches de 40							
Besoin en ha/an (100%)	0,30	0,36	0,22	0,25	0,16	0,30	0,11
75%	0,22	0,27	0,17	0,19	0,12	0,22	0,08
50%	0,15	0,18	0,11	0,13	0,08	0,15	0,05
25%	0,08	0,09	0,06	0,06	0,04	0,08	0,03
Surface totale (ha) (100%)	6,01	7,30	4,50	5,09	3,28	5,99	2,23
75%	4,48	5,44	3,36	3,80	2,45	4,47	1,66
50%	2,96	3,59	2,21	2,51	1,61	2,95	1,10
25%	1,53	1,85	1,14	1,29	0,83	1,52	0,57

Scénario 2 : Coupe tous les 10 ans							
Besoin en ha/an (100%)	0,80	0,97	0,60	0,68	0,44	0,80	0,30
75%	0,60	0,73	0,45	0,51	0,33	0,60	0,22
50%	0,39	0,48	0,29	0,33	0,22	0,39	0,15
25%	0,20	0,25	0,15	0,17	0,11	0,20	0,08
Surface totale (ha) (100%)	8,01	9,73	5,99	6,79	4,37	7,99	2,97
75%	5,98	7,26	4,47	5,06	3,26	5,96	2,21
50%	3,94	4,79	2,95	3,34	2,15	3,93	1,46
25%	2,03	2,47	1,52	1,72	1,11	2,03	0,75

Fig. 8. Estimation de la consommation en bois des fours de l'atelier de Las Craviers

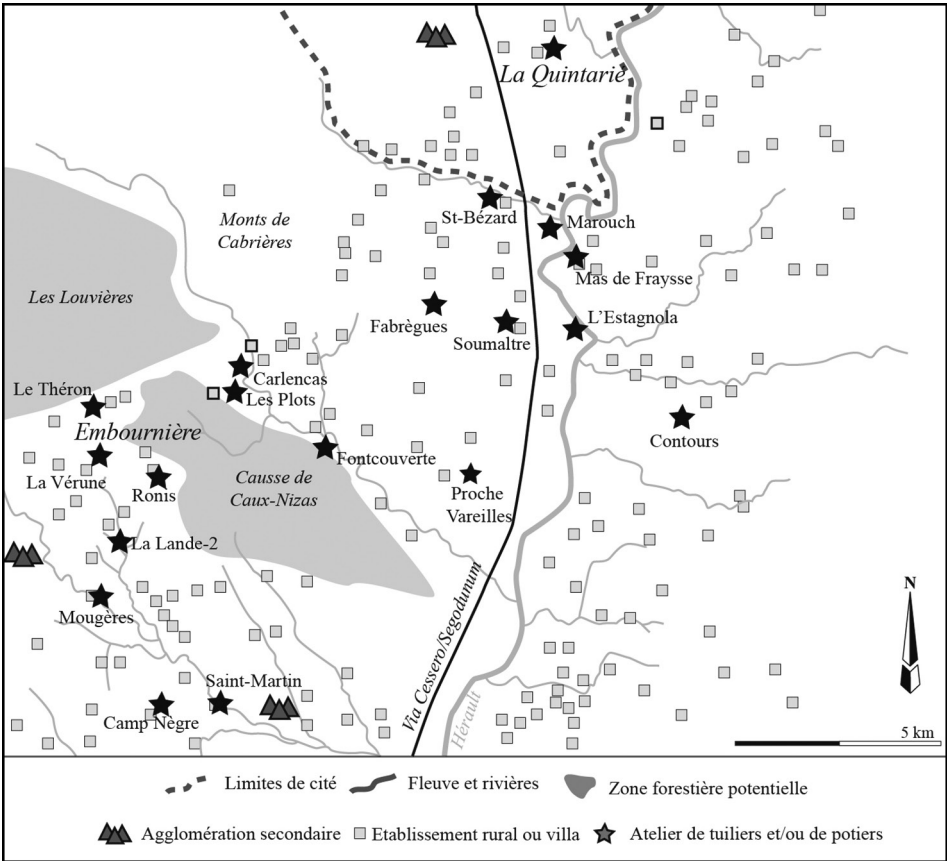


Fig. 9. Localisation des ateliers de potiers d'Embournière et de la Quintarié dans la moyenne vallée de l'Hérault. Situation au Haut-Empire. DAO J. Chardonneau; S. Mauné CNRS del.

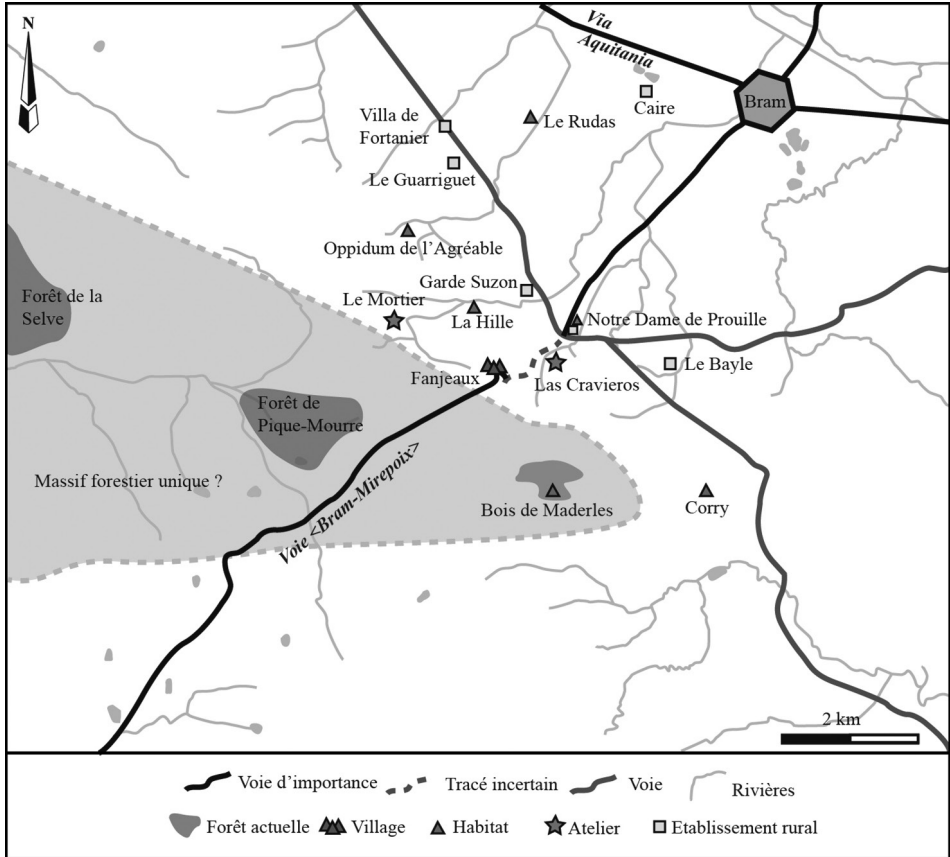


Fig. 10. Proposition de localisation des boisements exploités à Las Craveros avec forêts médiévales