



HAL
open science

Gestion des boisements, économie du bois et combustible d'une ville antique : anthracologie de trois sites de Fréjus-Forum Iulii (Var, France)

Christophe Vaschalde, Magali Toriti, Pierre Excoffon, Grégory Gaucher

► To cite this version:

Christophe Vaschalde, Magali Toriti, Pierre Excoffon, Grégory Gaucher. Gestion des boisements, économie du bois et combustible d'une ville antique : anthracologie de trois sites de Fréjus-Forum Iulii (Var, France). Archeosciences, revue d'Archéométrie, 2023, 47, pp.199-223. <10.4000/archeosciences.12208>. <halshs-04574465>

HAL Id: halshs-04574465

<https://shs.hal.science/halshs-04574465v1>

Submitted on 9 Jul 2024

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

**Gestion des boisements, économie du bois et combustible d'une ville antique :
anthracologie de trois sites de Fréjus-*Forum Iulii* (Var, France).**

**Management of wooded areas, wood economy and fuel of an ancient city: charcoal
analysis of three sites of Fréjus-*Forum Iulii* (Var, France).**

Chr. Vaschalde,

Docteur en archéologie et histoire du Moyen Âge de l'université d'Aix ; Anthracologue, responsable d'opération, Mosaïques Archéologie ; Membre associé, Aix Marseille Univ, CNRS, LA3M, Aix-en-Provence, France (christophe_vaschalde@yahoo.fr).

M. Toriti,

Ingénieure Recherche, Université de Rennes, Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire (CReAAH) UMR 6566, Campus de Beaulieu - 263 avenue du général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes cedex - magali.toriti@univ-rennes.fr

P. Excoffon,

Directeur, Direction Archéologie et Patrimoine de la Ville de Fréjus, chercheur associé Aix-Marseille Université/Centre Camille Jullian (CCJ), UMR CNRS 5140, 702 Av. du 15^e Corps d'Armée, 83600 Fréjus - France (p.excoffon@ville-frejus.fr).

Gr. Gaucher

Docteur en Archéologie, Direction Archéologie et Patrimoine de la Ville de Fréjus, chercheur associé Aix-Marseille Université/Centre Camille Jullian (CCJ), UMR CNRS 5140, 702 Av. du 15^e Corps d'Armée, 83600 Fréjus - France (g.gaucher@ville-frejus.fr).

Résumé

La ville antique de Fréjus-*Forum Iulii* fait l'objet de fouilles archéologiques programmées et préventives depuis plusieurs décennies. Entre 2009 et 2017, quatre opérations préventives portant sur différents quartiers urbains datés du Haut-Empire et, plus rarement, de l'Antiquité tardive, ont mis au jour divers contextes propices à des études anthracologiques : sols, fosses, fours, foyers.... Cet article vise à documenter l'exploitation du bois de feu destiné aux activités domestiques et à l'artisanat en mettant en lumière les interactions entre l'homme et son environnement : dynamique d'exploitation et aire d'approvisionnement dans un contexte économique et environnemental propre à la Fréjus romaine. Cette approche permet de dresser une histoire de l'approvisionnement en combustible et de fournir quelques indices sur les paysages végétaux autour de la ville antique. La végétation exploitée pour le combustible connaît une dynamique précoce de régénération, et l'aire d'approvisionnement de la ville semble se rétracter durant l'Antiquité tardive. Durant le Haut-Empire, l'économie du combustible repose sur des pratiques diversifiées, tel que le taillis, et adaptées aux besoins techniques : les Ericacées (bruyères) sont particulièrement recherchées pour fournir du combustible domestique (fagots, charbon de bois) tandis que les thermes publics et les forges usent d'une plus grande diversité d'espèces.

Mots-clés : anthracologie, paysages, économie du bois, artisanat, ville romaine.

Abstract

The ancient city of Fréjus-*Forum Iulii* has been the subject of programmed and preventive archaeological excavations for several decades. Between 2009 and 2017, four preventive operations carried out in various urban districts dating from the High Empire and, more rarely, Late Antiquity, have revealed various contexts suitable for anthracological studies: soils, pits, ovens and hearths.... The aim of this article is to document the exploitation of firewood for

domestic and craft activities by highlighting the interactions between man and his environment: the dynamics of exploitation and the supply area in an economic and environmental context specific to Roman Fréjus. This approach will enable us to draw up a history of fuel supplies and provide some clues about the vegetation landscapes around the ancient town. The vegetation used for fuel underwent an early regeneration process, and the town's supply area appears to have shrunk during Late Antiquity. During the High Empire, the fuel economy was based on a variety of practices, such as coppicing, adapted to technical needs: Ericaceae (heather) were particularly sought after to provide domestic fuel (faggots, charcoal), while public baths and forges used a greater diversity of species.

Keywords: charcoal analysis, landscape, wood economy, craft, Roman city.

Introduction

Depuis plusieurs années, Fréjus fait l'objet de fouilles archéologiques préventives qui mettent au jour de nombreux vestiges de la ville antique. Elles sont l'occasion de réaliser des prélèvements archéobotaniques systématiques afin de développer l'anthracologie en contexte urbain et d'éclairer le fonctionnement de l'économie antique du bois et son impact sur le paysage.

À l'exception de quelques mentions textuelles, l'histoire de Fréjus antique est surtout connue par l'archéologie (Rivet *et al.* 2000 ; Pasqualini 2011 ; Gébara 2012). *Forum Iulii* est fondé entre 49 et 43 BC sur un promontoire de grès à l'embouchure de l'Argens, fleuve côtier dont l'estuaire est bordé par les massifs cristallins des Maures et de l'Estérel, dans un secteur occupé dès l'âge du Fer. L'établissement, situé sur la principale route reliant l'Italie à l'Espagne, devient colonie vers 29-27 BC et les vétérans de la VIII^e Légion s'y installent. Au cours du Haut-Empire, la ville est marquée par l'implantation de deux réseaux viaires successifs, aux orientations différentes. La cité possède un vaste territoire, couvrant une bonne partie de l'actuel département du Var, dans lequel se développent l'agriculture et l'exploitation des ressources géologiques (grès, marbres, argile). À partir du début du III^e s. AD, les premiers signes de rétractation et de restructuration du tissu urbain sont détectés et s'amplifient jusqu'au IV^e s. Des occupations dispersées s'observent au sein de l'ancien tissu urbain durant l'Antiquité tardive (Garcia 2011).

Le développement spectaculaire des villes romaines et de leurs activités de production (amphores et céramiques, métallurgie...) a conduit les chercheurs à envisager une déforestation importante en Méditerranée au cours du Haut-Empire (Jacob 1981 ; Meiggs 1982). Ce postulat est aujourd'hui remis en cause (Chabal 1997 ; Harris 2011 ; Hughes 2011 ; Cenzon-Salvayre 2014 ; Dolez 2018 ; Vaschalde, Chabal 2020 ; Vaschalde *et al.* 2021 ; Vaschalde *et al.* 2023) mais les études anthracologiques en contexte urbain antique sont rares en Narbonnaise, et

concernent des forges, des crémations, et plus rarement l'économie domestique (Chabal 1997 ; Cenzon-Salvayre, 2014 ; Figueiral *et al.* 2017). Dans le reste du monde romain, Pompéi et Herculaneum sont mieux connues, une gestion des boisements étant appliquée dès le III^e s. BC (Mols 2002 ; Veal, Thompson 2008 ; Veal 2012 ; Coubray 2013 ; Moser *et al.* 2018).

En Gaule narbonnaise, la connaissance de l'évolution des boisements antiques au travers de l'anthracologie est inégale d'une région à l'autre, le Languedoc étant mieux pourvu (Chabal 1997 et 2001 ; Fabre 2005 ; Chabal *et al.* 2012a et 2017 ; Figueiral *et al.* 2017 ; Vaschalde, Chabal 2020) que la Provence, notamment orientale (Chabal 1991 ; Cenzon-Salvayre 2014 ; Cenzon-Salvayre, Chabal 2015 ; Toriti 2018). La composition des boisements antiques varie d'un secteur à l'autre en fonction des conditions édaphiques et des activités anthropiques. Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), très peu présent en Languedoc oriental, est omniprésent en basse Provence occidentale (Cenzon-Salvayre 2014 ; Cenzon-Salvayre, Chabal 2015 ; Bigot, Vaschalde 2017-2018). La bruyère arborescente (*Erica arborea*), abonde autour de certains sites antiques, mais est moins répandue aujourd'hui (Chabal 1997 ; Durand *et al.* 2010 ; Canut *et al.* 2012). Quelques dynamiques sont identifiées. Lorsque débute la romanisation, « le paysage en Gaule du Sud est déjà déboisé et cultivé dans certaines zones alluviales » depuis l'âge du Fer (Chabal 1997, p. 135), et l'anthracologie comme la palynologie invitent à pondérer le scénario d'une déforestation généralisée au cours du Haut-Empire (Triat-Laval 1979 ; Planchais 1982 ; Jalut 1995 ; Chabal 1997 ; Court-Picon *et al.* 2010 ; Chabal *et al.* 2012a ; Cenzon-Salvayre 2014 ; Bertonecello *et al.* 2014 ; Dolez 2018 ; Vaschalde, Chabal 2020), la romanisation se traduisant plutôt par le développement de certains taxons cultivés (Planchais 1984 ; Triat-Laval 1982 ; Puertas 1998), et les défrichements étant rares (Chabal 2001). L'anthracologie de l'Antiquité tardive, encore peu développée en France méditerranéenne, tend à identifier des dynamiques de reconstitution des boisements (André *et al.* 1997), dont le point

de départ est tantôt situé au IV^e s. AD dans la vallée de l'Hérault (Fabre 2005), tantôt dès le II^e s. AD dans celle du Vidourle (Chabal 1997).

Entre 2005 et 2010, plusieurs secteurs non urbains de l'époque romaine ont été fouillés, situés en milieu littoral, progressivement atterris et aujourd'hui au contact de la nappe phréatique. Ces sites¹ ont permis de réaliser plusieurs études paléobotaniques multiscalaires (carpologie, palynologie, anthracologie, xylologie, phytolithologie, anthraco-xyloentomologie) documentant les paysages, la progradation littorale pendant l'Antiquité (Excoffon *et al.* 2010) et le lien entre paysages et activités humaines. L'étude des charbons de bois de trois sites de Fréjus (figure 1) offre une occasion exceptionnelle d'apporter une contribution à l'anthracologie urbaine de l'Antiquité, et à l'histoire des boisements de Narbonnaise. Fait rare en Narbonnaise orientale, cet éclairage couvre presque sans discontinuité les I^{er} s. BC-VI^e s. AD. Les résultats présentés reposent uniquement sur les contextes archéologiques contenant des restes de bois de feu domestique ou artisanal. L'économie du bois d'œuvre répondant à des problématiques différentes de celles du combustible, notamment en ce qui concerne les zones d'approvisionnement, elle a fait l'objet d'une étude indépendante (Toriti 2018 ; Toriti *et al.* 2021a).

Figure 1 : Localisation des sites sur le plan topographique de la ville antique (Direction Archéologie et Patrimoine/Ville de Fréjus).

Figure 1 : Location of the sites on the topographical map of the ancient town (Direction Archéologie et Patrimoine/Ville de Fréjus).

1. Matériel et méthode

¹ Théâtre d'agglomération (Excoffon, Devillers, 2006 ; carpologie : L. Bouby), de Villa Romana (Excoffon, 2011 ; carpologie : L. Bouby, C. Schaal ; anthracologie, xylologie, dendrochronologie : S. Greck, Fr. Guibal, I. Figueiral ; palynologie : S. Guillon, Ph. Ponel ; phytolithes : P. Verdin) et de l'Avant-Scène (Excoffon *et al.*, 2011 ; anthracologie : Cl. Delhon et A. Henry ; palynologie : S. Guillon).

1.1. Présentation des sites archéologiques

1.1.1. Ilot Camelin

L'îlot Camelin, situé au sud-ouest de la ville près du port antique, a été fouillé en 2013 sur une surface de 1962 m². Les vestiges s'échelonnent de l'Antiquité jusqu'à l'époque moderne (Excoffon 2012 ; Excoffon *et al.* 2013 ; Excoffon *et al.* à paraître) (figure 2) et la période des I^{er} s. BC-III^e s. AD est la mieux documentée. Pendant la seconde moitié du I^{er} s. BC, une première phase prend la forme de bâtiments et de rues, dont le plan est difficile à établir, associés à un puits, une aire de stockage, des fours domestiques et des structures artisanales. On compte un four en cloche du type *tabouna* tunisienne (FR3137) et un possible four ou séchoir (FR3325). Le quartier est reconstruit vers 15 AD (phase 2). Deux rues, orientées nord-sud suivant le réseau le plus ancien (A) de la ville, bordent à l'est et à l'ouest une *insula* qui comporte au moins deux maisons. L'habitat, aménagé en terrasse pour s'adapter au dénivelé du terrain, est équipé d'espaces de stockage, d'une cuisine et de structures artisanales (Excoffon *et al.* 2016). Un four semi-circulaire à usage indéterminé (FR3564) et une meule (ML 3252) lui sont associés. Dans le secteur C, trois pièces de stockage incendiées ont livré une grande quantité de charbons. Si la majorité des pièces possède un sol en terre battue, et certaines, des décors muraux peints, l'une d'entre elle est dotée d'un plancher en bois entièrement carbonisé avant la fin du I^{er} s. AD lors de l'incendie de la partie nord du quartier (Toriti *et al.* 2021a). Certains produits stockés sont carbonisés à cette occasion, à l'instar d'un possible fagot (US3775) (Toriti 2018, 360-374). L'îlot est ensuite reconstruit puis, à partir du III^e s., l'occupation du quartier se rétracte.

Figure 2 : Vue aérienne de la fouille de l'îlot Camelin (Vues-aeriennes.com/Ville de Fréjus).
Figure 2 : Aerial view of the excavation of the Camelin islet (Vues-aeriennes.com/Ville de Fréjus).

1.1.2. École des Poiriers

La fouille de l'école des Poiriers en 2009 a mis au jour une très longue occupation entre le I^{er} et le VI^e s. AD (Excoffon, El Amouri 2009 ; Excoffon 2015). Sur une surface de 7000 m², cette opération documente l'urbanisation intense de ce quartier du nord-est de la ville antique. La majorité des vestiges appartient aux I^{er}-III^e s., et dans une moindre mesure à l'Antiquité tardive. Des vestiges de la première phase du I^{er} s. (bâtiments, bassins, système d'évacuation des eaux), aucun n'est propice à une étude archéobotanique. Par la suite (phase 2 en 90-150 AD), le quartier est densément urbanisé autour de rues se rattachant au deuxième réseau (B) de la ville (cardo orienté NO/SE). Des thermes publics sont édifiés (Ardisson 2011) (figure 3) ainsi qu'un grand espace de stockage. Cette phase a livré un sol très charbonneux (US400176), associé aux thermes, ainsi qu'un foyer de forge (US400377 de la structure FY4378), tous datés entre 90 et 120 AD. Par la suite (phase 3 entre 150 et 200), les thermes sont agrandis, et plusieurs foyers sont installés dans l'espace de stockage, dont le foyer FY3272 (US300273). Au cours de la phase 4 (200-230), certains bâtiments sont agrandis et empiètent sur la rue ; les derniers niveaux d'utilisation des thermes sont documentés par le foyer FY40177 (US400243). Après cette date, les thermes sont abandonnés, et l'occupation connaît une importante déprise (phase 5 entre 230 et 550). Un foyer domestique (FY3111) du milieu du V^e s.-milieu du VI^e s. appartient à cette phase.

Figure 3 : Vue verticale des thermes de l'École des Poiriers (Altivue/Ville de Fréjus).
Figure 3 : Vertical view of the thermal baths of the École des Poiriers (Altivue/Ville de Fréjus).

1.1.3. Impasse Turcan

L'impasse Turcan se trouve près de la limite sud-est de la ville antique, immédiatement au nord du port. La fouille de 1000 m² en 2014 (Gaucher 2014) montre qu'après une première phase

d'occupation d'époque augustéenne mal documentée un entrepôt est construit au tout début du I^{er} s. AD, puis transformé, à partir de 40/60 AD, en de possibles boutiques. Des fours possiblement culinaires (grillage ? cuisson à l'étouffée ?) y sont installés (FR1079 et FR1127) vers 100-150 AD (Gaucher *et al.* 2015/2016 ; Gaucher, Vaschalde 2021) (figure 4). Un portique et un bassin sont construits, le quartier s'organisant autour d'une rue et étant équipé de canalisations d'adduction d'eau. Après la fin du III^e s., les possibles boutiques sont transformées, et le secteur est abandonné vers la fin du IV^e s.-début du V^e s.

Figure 4 : Vue en plan et en coupe des fours en fosse construits en briques d'adobe mis au jour à l'impasse Turcan (Direction Archéologie et Patrimoine/Ville de Fréjus).

Figure 4 : Plan and cross-section of the adobe brick pit kilns excavated at Impasse Turcan (Direction Archéologie et Patrimoine/Ville de Fréjus).

1.2. Stratégies de prélèvement et études anthracologiques

Les stratégies de prélèvement ont été adaptées aux contraintes spécifiques à chaque opération, en respectant les méthodes éprouvées (Chabal 1997 ; Chabal *et al.* 1999). Les sédiments ont été prélevés en mottes, soit par un unique prélèvement par unité stratigraphique (US), soit par un carroyage afin de spatialiser les résultats, puis ont été tamisés sous eau sur une colonne de tamis (mailles : 2, 1 et 0,5 mm). Seule la maille 2 mm est utilisée pour l'étude des charbons, les plus petites recueillant des restes destinés à d'autres approches (carpologie notamment)

En laboratoire, une multitude de paramètres est observée². La détermination taxonomique, effectuée grâce à des atlas d'anatomie du bois (Jacquot 1955 ; Jacquot *et al.* 1973 ; Schweingruber 1990 ; Vernet *et al.* 2001) et les collections de comparaison du LA3M UMR 7298, de l'ISEM UMR 5554 et du CReAAH UMR 6566, s'accompagne d'une caractérisation

² Les analyses des sites des Poiriers et de l'îlot Camelin ont été réalisées au LA3M UMR 7298 et au CReAAH UMR 6566 par M. Toriti. L'étude de l'impasse Turcan a été effectuée à l'ISEM UMR 5554 par Chr. Vaschalde.

de la morphologie d'origine des plantes (calibres, courbure des cernes, nœuds, écorce, moelle...), des attaques subies avant ou après leur mort (insectes, champignons...) et, enfin, des déformations dues au feu (vitrification, fentes de retrait...) (Marguerie, Hunot 2007 ; Vaschalde *et al.* 2011 ; Théry-Parisot, Henry 2012 ; Toriti 2018 ; Toriti *et al.* 2021b). Dans les lots de Fréjus, les charbons de bois présentent souvent de nombreuses fentes de retrait et une vitrification prononcée. En conséquence, l'analyse a régulièrement été limitée à l'observation de l'anatomie.

La détermination de certains taxons repose sur l'observation de certaines caractéristiques anatomiques qu'il convient de détailler. Par exemple, la bruyère arborescente (*Erica arborea*) a parfois été identifiée grâce aux rayons ligneux dotés de 8 à 12 cellules de largeur. Le Chêne-Liège (*Quercus suber*) est identifiable avec l'observation d'une zone poreuse comme chez le chêne caducifolié, associée à un bois final typique du chêne vert (*Quercus ilex*) et à un parenchyme particulièrement abondant. Les pins dits méditerranéens (pin d'Alep, pin pignon, pin maritime) se distinguent des pins « montagnards » par la taille et le nombre de ponctuations dans les champs de croisement en plan radial. Chez les pins méditerranéens, le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) a parfois pu être différencié du pin pignon (*Pinus pinea*) grâce aux indentures ornant les parois des trachéïdes transversales. Enfin, la distinction entre le ciste et le myrte est difficile mais reste possible. Le plan transversal du myrte se caractérise par un parenchyme très abondant, des vaisseaux au contours polygonaux, et une organisation souvent diffuse. Chez les cistes, le bois est fréquemment semi-poreux, avec des vaisseaux plus ronds et moins de parenchyme. Dans les plans longitudinaux, les rayons du myrte sont généralement plus larges, et ses épaississements spiralés sont plus « empâtés », formant presque des bourrelets, là où ceux des cistes sont fins et flexueux.

L'évaluation des calibres repose sur différents outils méthodologiques, soit à partir de mesures directes, lorsque l'état de conservation des charbons de bois le permet (calibre entièrement

conservé, avec l'écorce), soit à partir de restitutions et de calculs afin d'estimer le diamètre (logiciel AnthracolJ, Paradis-Grenouillet 2012). Toutefois, pour cette étude en contexte préventif, il a été préféré l'utilisation de la classification de D. Marguerie et J.-Y. Hunot (2007). Cette démarche, applicable uniquement sur les fragments mesurant plus de 5 mm de côté, ne fournit pas de résultats statistiquement robustes, mais permet de ventiler les fragments en trois catégories de courbures (cernes très courbés, peu courbés, ou rectilignes) et ainsi, de dégager des tendances.

Les données taxonomiques sont traitées dans un diagramme sous ACACIA © et au moyen d'analyses statistiques multivariées avec le module en ligne de l'université de Paris 1 convertible sous R³.

2. Résultats

Les résultats concernent uniquement les contextes liés à l'approvisionnement en combustible (tableaux 1-1 et 1-2). L'analyse anthracologique des trois sites repose sur l'observation de 4216 fragments, dont 3673 ont fait l'objet d'une détermination taxonomique, permettant d'identifier plusieurs milieux végétaux possibles. La chênaie mixte méditerranéenne se décline en plusieurs faciès. La chênaie caducifoliée, à restituer sur les piémonts et les fonds de vallons bien drainés, est dominée par le chêne à feuillage caduc. Il s'agit probablement de *Quercus pubescens*, qui est le seul chêne caducifolié attesté localement (Rameau *et al.* 2008). Les chênes à feuillage persistant dominant la chênaie sclérophylle. Il peut s'agir du chêne vert et du chêne kermès, que l'anthracologie ne parvient pas à distinguer, voire du Chêne-Liège dont la détermination n'est pas toujours aisée. Tous sont présents localement autour de Fréjus actuellement sur des sols bien drainés, rocailleux, le Chêne-Liège témoignant de formations végétales sur sols siliceux (*Id.*).

³ <http://analyse.univ-paris1.fr>

Tableau 1-1 : Résultat de l'étude anthracologique de l'îlot Camelin et de l'impasse Turcan (en valeurs absolues).

Table 1-1 : Results of the anthracological study of the Camelin block and Impasse Turcan (in absolute values).

Tableau 1-2 : Résultat de l'étude anthracologique de l'avenue du XV^e corps d'armée/école des Poiriers (en valeurs absolues) et total général des trois sites présentés.

Table 1-2 : Results of the anthracological study of the avenue du XV^e corps d'armée/école des Poiriers (in absolute values).

L'étude des contextes artisanaux de l'Îlot Camelin repose sur 2609 fragments, dont 2368 ont fait l'objet d'une identification taxonomique. Le spectre est largement dominé par les Angiospermes. Les Éricacées occupent une place prépondérante (91 %). Les bruyères (*Erica*) sont fortement présentes 58,8 %⁴ dont la bruyère arborescente. L'arbousier (*Arbutus unedo*) ne représente que 0,2 %. Pour plus de 40 % des fragments, la vitrification très prononcée a seulement permis l'identification de la famille des Éricacées voire simplement le groupe des Angiospermes. Le spectre anthracologique est également composé de chêne à feuillage persistant (*Quercus* f. p.) (3,4 %), d'aulne (*Alnus* sp.) (2,2 %), de hêtre (*Fagus sylvatica*) (0,4 %), d'érable (*Acer* sp.) (0,3 %), de frêne (*Fraxinus* sp.) (0,3 %), de cistes (*Cistus* sp.) et Cistacées (env. 0,1 %), de buis (*Buxus sempervirens*) (env. 0,1 %) et de Lamiacées (<0,1 %).

À l'École des Poiriers, 14 US ont permis l'étude de 1357 fragments dont 1089 identifiés. La part des Gymnospermes atteint 40,5 % des fragments identifiés, et les pins représentent un contingent important (32,7 %), dont le pin d'Alep. Le sapin (*Abies alba*) occupe 4,7 % et le genévrier (*Juniperus* sp.) 2,2 %. Les Angiospermes (59,5 %) regroupent les chênes (36,5 % ; chêne à feuillage caduc (*Quercus* f. c.) : 9,1 % ; le chêne kermès/vert : 22,3 %), le myrte

⁴ L'étude carpologique de M. Tillier met également en lumière la forte présence de la Bruyère, grâce à la conservation de feuilles imbibées (Tillier 2019, vol. 2, p. 402-424 ; Tillier 2023).

(*Myrtus communis*) (7,6 %), les bruyères (4,8 %), l'olivier (*Olea europaea*) (2 %), l'orme (*Ulmus* sp.) (1,4 %), l'arbousier (1,2 %), les Lamiacées dont le romarin (*Rosmarinus officinalis*) (0,7 %), le frêne (*Fraxinus* sp.) (0,6 %), les Cistacées et cistes (0,5 %), les Monocotylédones (0,4 %), l'aubépine/sorbier (*Crataegus* sp./*Sorbus* sp.) (0,3 %), le filaire/nerprun alaterne (*Phillyrea* sp./*Rhamnus alaternus*) (0,2 %) et un érable (0,1 %).

L'étude des fours de l'impasse Turcan repose sur 250 fragments dont 216 identifiés. Le spectre est nettement dominé par les bruyères (78 % dans FR1079 et 85 % dans FR1127), parmi lesquelles la bruyère arborescente (12 occ.), ainsi qu'une bruyère type à balais (*Erica t. scoparia*) (7 occ.) ont pu être identifiées. Dans le reste du cortège, on trouve des pins méditerranéens (uniquement dans FR1127, avec 6,7 %). Des Cistacées sont identifiées dans FR1079 (1,5 %), et des chênes sont présents sporadiquement. Le chêne-liège et un chêne à feuillage caduc sont attestés dans FR1127 (0,8 % chacun).

2.2. Calibres

À Camelin, 78 fragments s'avèrent être des fragments de petits rameaux, notamment dans le four FR3564 qui compte 44 fragments de bruyère dont le diamètre est systématiquement inférieur à 2 cm de diamètre, une majorité (39) conservant l'écorce. Des nœuds sont fréquemment observés (28% des charbons de ce four). Le four FR3325 comptabilise moins de brindilles, également de bruyère, d'un diamètre très faible autour de 0,5 cm avec écorce. Outre les brindilles, les cernes des bruyères de ce contexte sont peu courbés hormis ceux de la bruyère arborescente qui semblent plus rectilignes. Enfin, le potentiel fagot de petit bois déposé sur le plancher 3775 compte 16 brindilles dont 13 d'aulne, des écorces seules (19) et une douzaine de nœuds en chêne-liège, deux en aulne et un en frêne.

À l'école des Poiriers, 74 brindilles de chêne kermès/vert, de myrte, de pin d'Alep et de cistacée d'un diamètre inférieur à 2 cm ont pu être mesurées. On compte également 42 nœuds essentiellement de bruyère et 136 fragments d'écorce. L'essentiel de ces observations provient du sol 100 113 et des rejets 400 176 dans un sol des thermes.

À l'impasse Turcan, l'état des charbons de bois n'a pas rendu possible les mesures des calibres au pied à coulisse. La catégorisation des courbures des cernes selon la méthode de D. Marguerie et J.-Y. Hunot (2007) n'a été applicable que sur 24 des 250 fragments étudiés, ce qui compromet la possibilité de disposer d'une image représentative du lot. On soulignera cependant que 22 de ces 24 fragments appartiennent au genre *Erica*, parmi lesquels 17 présentent des cernes rectilignes.

Sur l'ensemble des trois sites, des mesures directes de calibres concernent 152 fragments, soit 3,6 % seulement de l'ensemble. Les évaluations avec la méthode Marguerie-Hunot ne concernent que peu de fragments supplémentaires. Aussi, nous considérons que ces résultats ne sont pas représentatifs de l'ensemble du lot, et ne peuvent être utilisés qu'avec prudence.

2.3. Traitement des données taxonomiques

2.3.1. Diagramme (figure 5)

Figure 5 : Diagramme anthracologique de l'exploitation du combustible artisanal à Fréjus, établi à partir des sites de l'îlot Camelin, de l'impasse Turcan et de l'avenue du XV^e corps d'armée/école des Poiriers.

Figure 5 : Anthracological diagram of artisanal fuel exploitation at Fréjus, drawn up on the basis of the îlot Camelin, impasse Turcan and avenue du XV^e corps d'armée/école des Poiriers sites.

Les nombreux contextes étudiés permettent de disposer d'une série de données bien datées. Le signal anthracologique est robuste entre la seconde moitié du I^{er} s. BC et les années 230 AD, bien qu'on observe un déséquilibre entre les I^{er} s. BC-I^{er} s. AD (2368 fragments identifiés) et

les II^e-III^e s. (1052 fragments). Après un hiatus entre 230 et 340, on ne dispose que de deux contextes, datés entre 340 et 550, ayant livré 206 fragments identifiés.

La ventilation des données dans un diagramme met en lumière différentes phases dans les pratiques d'approvisionnement en bois de feu. La phase A débute avec la fondation de la ville vers 49-43 BC, et perdure jusqu'aux années 70 AD. Le combustible est très majoritairement composé d'Éricacées, dont beaucoup ont été identifiées comme étant de la bruyère. Leur part est écrasante dans les structures les plus anciennes, où l'on ne trouve guère d'autres taxons (chêne à feuillage persistant, genévrier, arbousier, cistes). Au I^{er} s. AD, le poids des bruyères est toujours prégnant, mais les taxons secondaires sont plus diversifiés (aulne, frêne, érable, chêne à feuillage persistant, genévrier, hêtre, arbousier, buis, Lamiacées, pin d'Alep/pin pignon).

Dans la phase B du diagramme (vers 90-230 AD), la part des Éricacées diminue fortement, jusqu'à disparaître quasiment après 150. Cette disparition profite d'abord aux pins puis, après 150, au chêne à feuillage caduc et dans une moindre mesure au chêne à feuillage persistant. Le spectre est plus diversifié jusqu'à 150 AD, et beaucoup moins par la suite. Entre 150 et 230 AD, le signal anthracologique est moins robuste (305 fragments seulement).

Dans la phase C, les US 400077 et 400097 de l'école des Poiriers, datées de l'Antiquité tardive, montrent une nette prépondérance du chêne à feuillage persistant, lequel paraissait débiter une dynamique ascendante à la fin de la phase B.

2.3.2. Analyses multivariées

En complément du diagramme, les données des phases A et B ont chacune fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC), afin de vérifier si le prisme déformant du diagramme serait susceptible de minimiser certaines pratiques d'approvisionnement.

L'AFC de la phase A repose sur un tableau de contingence réunissant les taxons (en colonne) et 6 structures archéologiques (en ligne). Le plan factoriel (1, 2) explique 96,9 % de la variance (figure 6). L'axe 1 oppose les fours (3325 et 3564) et les niveaux incendiés des pièces quadrangulaires d'une part, au possible fagot (US3775) et au rejet charbonneux de la meule 3252 d'autre part, avec de très fortes contributions apportées par l'US3775, le chêne à feuillage persistant et l'aulne. Ainsi, l'AFC regroupe les structures dont le combustible provient uniquement de la chênaie sclérophylle (maquis à bruyères et boisements à pins principalement). Il s'agit des fours, des structures de chauffe et des niveaux incendiés dans les pièces rectangulaires. La nature de ce dernier contexte étant mal déterminée, l'AFC pourrait inciter à en rattacher les résidus carbonisés à une activité artisanale et/ou de chauffe. Par ailleurs, l'AFC distingue nettement les contextes révélant un approvisionnement dans des boisements plus arborés (chênaie sclérophylle, forêt alluviale/mésophile), voire contenant du possible bois d'œuvre en réemploi. L'AFC nuance donc l'impression découlant du diagramme d'un approvisionnement systématique dans le maquis, pour donner du relief aux fournitures depuis les espaces arborés.

Figure 6 : Analyse factorielle des correspondances de la phase A du diagramme anthracologique de Fréjus (a : plan factoriel 1-2 ; b : tableau de contingence ; c : tableau des contributions).

Figure 6 : Correspondence factor analysis of phase A of the Fréjus anthracological diagram (a: factorial plan 1-2; b: contingency table; c: contribution table).

Le tableau de contingence de l'AFC de la phase B regroupe 7 contextes datés vers 90-230 AD (école des Poiriers et impasse Turcan en ligne ; identifications taxonomiques en colonne). À l'école des Poiriers, les contextes dont l'effectif est trop réduit sont écartés, ainsi que l'US400243, car il s'agit probablement d'une unique bûche de bois d'œuvre récupérée. Le plan factoriel (1, 2) regroupe 71,9 % de l'information (figure 7). L'axe 1 fait ressortir une opposition entre les pins, associés au rejet du foyer de thermes 400176, et les Éricacées, associés aux deux fours de l'impasse Turcan. Sur l'axe 2, on note une très forte contribution du chêne à feuillage

caduc associé au foyer domestique 300273. Enfin, l'axe 3 est structuré par la variable olivier, en association avec le foyer de forge 400377. L'AFC montre que les contextes artisanaux sont approvisionnés avec du combustible principalement composé d'Éricacées (fours de l'impasse Turcan) ou d'olivier et de pin (forge de l'école des Poiriers). Les foyers domestiques et les bains publics de l'école des Poiriers sont alimentés avec du bois provenant des différents faciès de la chênaie mixte. Dans ce groupe, l'AFC rassemble les rejets domestiques et des thermes (US100113, 100124 et 400176) riches en pins, le foyer 300273 contenant une majorité de chênes à feuillage caduc.

Figure 7 : Analyse factorielle des correspondances de la phase B du diagramme anthracologique de Fréjus (a : plan factoriel 1-2 ; b : tableau de contingence ; c : tableau des contributions).

Figure 7 : Correspondence factor analysis of phase B of the Fréjus anthracological diagram (a: factorial plan 1-2; b: contingency table; c: contribution table).

3. Discussion

3.1. Reconstitution et évolution des boisements antiques

Préalablement à toute discussion portant sur les boisements de l'époque gallo-romaine autour de Fréjus, il convient de rappeler l'état des connaissances des paysages végétaux antérieurs à cette période. Dans la basse Vallée de l'Argens, différents travaux paléobotaniques documentent les boisements pré- et protohistoriques, malgré d'importantes lacunes à partir de l'âge du Fer (Dubar *et al.* 2004 ; Allinne *et al.* 2006 ; Henry *in* Excoffon 2010 ; Dubar *et al.* 2011 ; Bouby *et al.* 2011 ; Guillon 2011 ; Bertoncetto *et al.* 2011 et 2014 ; Guillon 2014).

La carotte pollinique de Pont d'Argens (Dubar *et al.* 2004 et 2011) indique qu'entre 7900 et 3000 BP le chêne caducifolié et les bruyères cohabitent, à l'instar d'associations végétales connues actuellement, où la bruyère précède l'anthropisation du milieu sur sols siliceux (Reille

1992 ; Dubar *et al.* 2004). Cette dernière s'initie au Néolithique (Guillon 2014), avec le recul du chêne caducifolié, et s'accélère autour de 3000 BP (Dubar *et al.* 2004). Vers 3500 BP, une pinède se développe considérablement à la faveur de la progradation du delta de l'Argens et de la constitution d'un cordon littoral (Dubar *et al.* 2011). Aux VIII^e-V^e s. BC, la carotte de La Plaine (Bertoncello *et al.* 2014) signale une chênaie de plaine, où l'aulne se développe, les bruyères couvrant les versants secs de la vallée, ce que confirment la géomorphologie et la palynologie au Pont des Esclapes (Allinne *et al.* 2006). Les bruyères sont mises à profit pour fournir du bois de feu, comme par exemple pour une tombe du premier âge du Fer au Capitou (Henry *in* Excoffon 2010). Après une longue période mal connue, les données paléoenvironnementales de Villa Romana, du « théâtre d'agglomération » et d'un grand fossé artificiel font état au I^{er} s. BC et I^{er} s. AD de versants couverts d'une chênaie mixte et de bruyères, d'une pinède littorale, d'un milieu humide, d'une plaine riche en aulne, frêne et saule, et surtout d'un fort accroissement des taxons exploités/cultivés (Excoffon, Devillers 2006 ; Excoffon 2011, p. 195 ; Excoffon *et al.* 2011, p. 96-101 ; Bouby *et al.* 2011 ; Guillon 2011). Ainsi, le signal anthracologique apporté par nos trois sites fréjussiens prend la suite de données montrant une végétation déjà très anthropisée.

Le diagramme du combustible utilisé à Fréjus durant l'Antiquité permet d'aborder pleinement cette période mal connue. Lorsque s'ouvre la phase A, le spectre végétal est largement dominé par les bruyères, dont au moins une petite partie présente des petits calibres témoignant de formations buissonnantes et/ou d'un choix délibéré de petits calibres, en association avec la chênaie mixte (bien qu'on note l'absence du chêne à feuillage caduc) et quelques taxons mésophiles. Ce constat est-il représentatif du paysage des I^{er} s. BC-I^{er} s. AD ? Il est important de souligner que le spectre anthracologique de la phase A repose sur des structures artisanales. Aucun contexte ne reflète une accumulation de rejets de bois de feu domestique sur le long terme, généralement plus fiable pour éclairer l'ensemble de l'environnement ligneux d'un site

archéologique (Chabal 1997 ; Chabal *et al.* 1999). Les contextes artisanaux ont toutefois une signification paléoenvironnementale, puisque le combustible est forcément le reflet de la composition des boisements exploités. Néanmoins, cette exploitation peut découler de choix opérés par les artisans aboutissant à une certaine sélection. Ces contextes livrent généralement des spectres anthracologiques moins riches que les rejets domestiques, et dont certains taxons peuvent être surreprésentés (Durand 1998 ; Chabal 2001 ; Chabal *et al.* 2012a ; Vaschalde 2018a ; Vaschalde, Chabal 2020 ; Bigot, Vaschalde 2017-2018). Les bruyères, accompagnées de l'arbousier, occupent une place prépondérante dans la phase A, témoignant de l'importance des maquis. Les Cistacées et le romarin, très héliophiles, signent des espaces très ouverts et probablement ponctués de chênes à feuillage persistant et d'autres taxons sclérophylles (genévrier, filaire/nerprun alaterne), sous la forme de bosquets et/ou d'arbres isolés. Toutes ces essences sont coutumières de sols secs, les bruyères et l'arbousier s'accommodant de sols acides à décarbonatés. L'abondance de la bruyère pendant la phase A est en adéquation avec sa présence dans le paysage mais, de par la nature artisanale de ces contextes, elle doit être pondérée. L'AFC éclaire mieux la place des autres boisements, sans nous en donner la part relative, en restituant une chênaie mixte méditerranéenne, dont le chêne vert pourrait constituer l'essentiel de la strate arborée. On peut la restituer sur les sols les plus drainés des bordures de la plaine voire sur les coteaux les moins rocailleux des reliefs. On notera l'absence du chêne caducifolié. En plaine, le frêne peut témoigner d'une forêt alluviale, mais on ne peut écarter son association ponctuelle à une chênaie plus humide. De manière générale, la forêt mésophile est discrète, alors qu'elle paraît mieux représentée dans les sites non urbains (Bouby *et al.* 2011 ; Excoffon *et al.* 2011). L'aulne, pionnier et ripicole, est indicateur d'une pression anthropique modérée dès l'âge du Fer (Dufour, Piégay 2006, p. 341), et présent très régulièrement dans les diagrammes polliniques (Dubar *et al.* 2004 ; Bertoncetto *et al.* 2014). Dans la vallée de l'Argens, ses graines seraient dispersées par les crues depuis la ripisylve vers la plaine en aval. Là, ces

semences et les jeunes pousses étant protégées du piétinement des troupeaux et leur caractère moins appétent que celles du chêne, l'aulne s'y développerait facilement (Bertoncello *et al.* 2014). Le hêtre est l'unique taxon possiblement montagnard dans la phase A. Si sa présence à basse altitude est parfois soupçonnée, celle-ci requiert des boisements forestiers assez préservés, ce que ne confirme pas le diagramme. Aussi, il s'agit sans doute d'une présence sporadique s'expliquant plutôt par la récupération de bois d'œuvre exogène. D'une façon générale, dans la phase A, les taxons mésophiles de plaine et l'abondance du maquis à bruyère sur les reliefs témoignent d'un environnement déjà très anthropisé lorsque la ville est fondée en 49-43 BC. Un tel constat est assez courant en Narbonnaise. Ainsi, lorsqu'est créée la nécropole de la villa de Richeaume, près d'Aix (Bouches-du-Rhône), les boisements exploités sont majoritairement composés de pins méditerranéens, dont l'expansion date du Néolithique (Cenzon-Salvayre 2014). Aux I^{er}-V^e s. AD, la villa et l'atelier de potiers de Loupian (Hérault) se fournissent en combustible dans une chênaie exploitée depuis l'âge du Fer (Chabal *et al.* 2012a). L'officine de potier de Sallèles-d'Aude offre un exemple contraire, avec des défrichements détectés au tout début du fonctionnement du site (Chabal 2001).

Dans la phase B du diagramme (90-230 AD), le spectre se diversifie. Les taxons mésophiles, discrets, appartiennent à une frênaie-ormaie alluviale de plaine. La chênaie mixte présente différents faciès avec, en premier lieu, un maquis à bruyère arborescente et arbousier. Le chêne caducifolié est abondant, pouvant s'associer à la bruyère arborescente (cf. supra). L'érable dans la chênaie caducifoliée et le filaire/nerprun alaterne dans la chênaie sclérophylle signent des formations arborées mais assez ouvertes. Enfin, d'autres taxons caractérisent des milieux dépourvus ou pauvres en strate arborée (romarin, myrte, ciste). Les maquis à bruyère sont situés sur les coteaux rocheux de la vallée de l'Argens, les chênes caducifoliés affectionnant les sols plus profonds des fonds de vallon ou des parties les moins humides de la plaine. Le chêne caducifolié peut également s'associer à la frênaie-ormaie. Par ailleurs, le pin d'Alep

accompagne probablement les maquis à bruyère, mais il peut aussi s'être répandu sur les sols sableux de la lagune (Rameau *et al.* 2008), dont les cordons sont formés depuis plusieurs siècles à la faveur de la progradation deltaïque (Bertoncello *et al.* 2011 et 2014). Dans le diagramme, on note de rares taxons potentiellement exploités et/ou cultivés pour leurs fruits (olivier, aubépine/sorbier). Ils sont présents à l'état spontané localement et la carpologie atteste de la consommation de leurs fruits à Fréjus et aux alentours durant le Haut-Empire (Tillier 2023). Enfin, le sapin, abondant dans la deuxième partie de la phase B, pose question. Il est attesté dans d'autres sites, comme Villa Romana et l'Avant-Scène (Excoffon *et al.* 2011, p. 99). Sa présence à basse altitude durant l'Holocène est fortement soupçonnée par les palynologues (Andrieu-Ponel *et al.* 2000 ; Guillon 2014, p. 312). Les occurrences du sapin dans les données polliniques de la basse vallée de l'Argens au cours de la protohistoire et des périodes historiques sont toutefois rares (Dubar *et al.* 2004 ; Allinne *et al.* 2006 ; Bertoncello *et al.* 2014). De plus, les données paléobotaniques locales n'invitent pas à restituer de boisements forestiers préservés après la protohistoire, seuls à même de constituer un habitat favorable pour le sapin. Ce taxon est également régulièrement mis en évidence grâce aux charbons de bois dans des sites de basse altitude (Durand, Vernet 1987 ; Chabal 1997 ; Durand 1998 ; Chabal *et al.* 2012b), mais il est parfois difficile de distinguer les apports locaux des apports plus lointains (Vaschalde 2019). Ainsi, sa présence à Fréjus pourrait être imputée à un apport de bois d'œuvre d'origine montagnarde, tels les pieux de l'Avant-Scène (Excoffon *et al.* 2011, 99).

La phase B montre une réduction des Éricacées. Dès 90-150 AD, celle-ci profite au pin d'Alep, rappelant l'importance des pins constatée à l'Avant-Scène vers la fin I^{er}-II^e s. (Excoffon *et al.* 2011). Cette succession est très comparable à certaines dynamiques actuelles de régénération forestière de Méditerranée nord-occidentale. Ces dynamiques interviennent après l'incendie ou l'abandon d'espaces exploités par l'homme. Sur les sols siliceux, la régénération des boisements peut se traduire par l'apparition de pelouses post-incendie en premier lieu,

remplacées par un maquis à Éricacées dans lequel les pins sont les premiers taxons arboréens à se développer. Ce maquis est progressivement remplacé par un matorral arboré, d'abord à pins puis à chênes (Quézel 2004, p. 10). Le caractère pionnier du pin d'Alep est reconnu par les écologues, et son développement peut être associé à la déprise anthropique (Quézel, Médail 2003). Toutefois, dans les diagrammes anthracologiques, ce caractère ne peut être affirmé qu'en fonction de la dynamique végétale associée. Ainsi, dans les boisements exploités par les potiers antiques d'Espeyran à Saint-Gilles, il est lié à l'exploitation du milieu, et donc à une forte pression anthropique. En effet, sous l'effet des coupes régulières qui ne favorisent pas son développement, le chêne à feuillage caduc a progressivement été remplacé par les pins (Bigot, Vaschalde 2017-2018). À Fréjus, le développement du pin est consécutif au déclin des bruyères, elles-mêmes indicatrices d'une pression anthropique, ce qui invite à proposer une diminution de la pression anthropique sur le milieu, suivant une interprétation déjà proposée en Gaule romaine par les palynologues (Pons 1992). Quelle explication peut-on proposer ? Cette question est d'autant plus complexe qu'elle intervient dès la fin du I^{er}-début du II^e s. AD, époque de vitalité économique et urbaine, et sans doute démographique de la ville antique. L'hypothèse d'une diminution de la population doit donc être écartée d'emblée. La coexistence d'une régénération forestière avec une économie dynamique ne constitue pas forcément une contradiction. Une comparaison avec l'actuel peut d'ailleurs être tentée. Dans le Midi, les pinèdes se développent considérablement aux XIX^e-début XXI^e s. à la suite d'une déprise agropastorale initiée à partir de la Révolution industrielle. Dans le même temps, la population française s'accroît. Ainsi, loin d'être associée à une crise économique et démographique, l'augmentation des pins est la conséquence de mutations profondes de l'économie et de la société. Si cette comparaison n'apporte pas de réponse définitive pour le cas de Fréjus antique, elle invite à envisager des changements d'ordre économique (mutation pastorale ?), pouvant se traduire par une reconstitution forestière. Bien entendu, cette hypothèse peut aller de pair avec

l'apparition et le maintien de sols sablo-graveleux favorables aux pins sur le littoral au cours de l'Antiquité (Devillers, Bonnet 2006 ; Excoffon 2011 ; Bertonecello *et al.* 2011 et 2014). Cette explication peut d'ailleurs être concomitante d'un changement du fonctionnement de l'économie, ce qui invite à envisager une explication multifactorielle.

La seconde partie de la phase B et la phase C du diagramme semblent caractérisées par une augmentation des chênes. Il est important de rappeler à ce stade la faible quantité de fragments et d'échantillons étudiés par rapport à la phase A et au début de la phase B. L'augmentation proportionnelle des chênes est sans doute à pondérer, ce signal étant le plus souvent enregistré par des structures à utilisation ponctuelle (foyer). Les chênes n'en deviennent pas moins fréquents à partir de la phase B (10 contextes sur 14, contre 5 sur 15 durant la phase A). Dans le même temps, les pins et les Éricacées diminuent, puis disparaissent quasiment durant la phase C. Dans une dynamique de reconstitution des boisements méditerranéens, qu'elle soit postérieure à un incendie ou à tout autre type de perturbation, les pins remplacent les taxons arbustifs puis cèdent, *a priori*, la place aux chênes à feuillage persistant (Quézel 2004, p. 10). Le retour du chêne caducifolié à la place du chêne à feuillage persistant est également envisageable, notamment en Provence orientale. En effet, l'association bruyères-chêne caducifolié au sein du maquis pourrait constituer une forme naturelle de la végétation non anthropisée (Reille 1992 ; Dubar *et al.* 2004). Cette évolution peut s'expliquer par la rétractation et la restructuration urbaines de Fréjus à partir du III^e s. et tout au long de l'Antiquité tardive, qui témoignent très probablement d'une diminution de la population (Gébara *et al.* 1998 ; Pasqualini 2011 ; Garcia 2012). Le faible effectif de charbons de bois de la phase C fragilise l'interprétation, et les données manquent pour expliquer la transition entre les phases B et C. Malgré cela, le couvert forestier autour de Fréjus semble se reconstituer à partir des années 150-230 AD. En Narbonnaise, d'autres dynamiques de régénération forestière sont connues par l'anthracologie. À Lunel-Viel, la bruyère, majoritaire au I^{er} s. AD, cède la place vers 150-200

à une chênaie mixte du fait d'une possible déprise anthropique liée à la restructuration de l'habitat rural (Chabal 1997, p. 130). Dans la moyenne vallée de l'Hérault, les potiers de La Quintarié (Clermont-l'Hérault) exploitent des boisements dans lesquels la place des taxons mésophiles s'accroît entre le IV^e et le VI^e s. (Fabre 2005).

Quelques taxons considérés comme typiques de la Provence orientale actuelle sont rares voire absents du diagramme de Fréjus. Il s'agit du châtaignier, du chêne-liège et de l'arbousier, également absents du carottage pollinique du Pont d'Argens (Dubar *et al.* 2004). Le développement du châtaignier daterait du bas Moyen Âge (Alline *et al.* 2006), et les éléments tangibles manquent encore pour écrire l'histoire du Chêne-Liège dans cette région. Localement, il est utilisé sous la forme de piquets à Villa Romana (Excoffon 2011, 28-29). Quant à l'arbousier, attesté à l'Avant-Scène et Villa Romana, sa rareté dans le diagramme pourrait résulter d'une pratique et/ou d'un particularisme local. Par ailleurs, les taxons fruitiers potentiellement cultivés (olivier, vigne) sont également rares, alors qu'ils abondent à Villa Romana, l'Avant-Scène et au Théâtre d'Agglomération, hors les murs. La carpologie les détecte à l'Îlot Camelin (Tillier 2019, vol. 2, 402-424 ; Tillier 2023). La vigne est bien présente en basse vallée de l'Argens, comme le montrent les installations viti-vinicoles et l'importante production d'amphores vinaires à Fréjus pendant le Haut-Empire (Laubenheimer *et al.* 1992 ; Brun 2001 ; Bigot 2020).

3.2. L'économie du combustible

3.2.1. Aire et pratiques d'approvisionnement ; gestion des boisements

Aux I^{er} s. BC-I^{er} s. AD, les structures artisanales de l'Îlot Camelin sont essentiellement alimentées avec du combustible provenant de maquis à bruyères (fig. 7). Cet usage n'est pas exclusif, puisque les artisans ont aussi exploité la chênaie mixte et récupéré du bois d'œuvre réformé. Le bois de feu domestique, mal documenté pour cette époque, est également prélevé

dans les boisements plus mésophiles de plaine. Par la suite, les bruyères sont toujours très utilisées, bien que le combustible se diversifie, avec l'accroissement de l'usage des pins et la récupération de bois d'olivier (fig. 8). Le bois de feu domestique, toujours local, provient d'une large palette de boisements, en plaine comme sur les coteaux des reliefs autour de la vallée de l'Argens.

L'usage de la bruyère pendant l'Antiquité est répandu, notamment dans l'artisanat pour la fabrication de charbons (Durand *et al.* 2010) et les forges (André *et al.* 1997 ; Figueiral *et al.* 2017 ; Vaschalde 2019), mais aussi comme combustible domestique (Chabal 1997, p. 129-133). Si ce constat tient avant tout à un état de l'environnement ligneux (les bruyères sont très présentes autour de Fréjus, cf. *supra*), ce taxon fait l'objet d'un choix délibéré, bien que non exclusif, des artisans. Les bruyères rejettent vigoureusement de souche après une coupe rase (Quézel, Médail 2003), ce qui permet un renouvellement régulier de la plante, propice au fonctionnement durable d'activités de production. Chez la bruyère arborescente, cette capacité aboutit également à l'hypertrophie des souches, appréciées des charbonniers dès l'âge du Fer, les tiges pouvant être transformées en fagots pour le feu, ou en balais (Durand *et al.* 2010). Quelle physionomie peut-on restituer pour les peuplements de bruyères ? Les données manquent encore, mais quelques paramètres morphologiques observés permettent d'envisager une hypothèse, celle du taillis, que de futures études devront s'attacher à démontrer. Ainsi, à l'impasse Turcan, quelques fragments de charbons de bruyère comportant des cernes rectilignes suggèrent l'existence de grands individus, dont les tiges dépasseraient sans doute 10 cm de diamètre. Bien que devenus rares actuellement dans le Midi de la France, de tels individus peuvent tout à fait se développer chez les bruyères arborescentes, pour peu qu'ils ne soient pas coupés régulièrement. Ainsi, au début du XX^e siècle et encore actuellement, il existe dans les îles Canaries des futaies de bruyère arborescente, dont les troncs atteignent 50 à 60 cm de diamètre pour une hauteur d'une dizaine de mètres, et des taillis moins hauts (2 à 5 m)

(Chevalier 1927). L'abondance des nœuds dans les lots étudiés de l'impasse Turcan, mais aussi à Camelin, incite aussi à privilégier l'hypothèse du taillis. Cette abondance ne semble d'ailleurs pas résulter d'une conservation différentielle des nœuds, une atmosphère de type réductrice ayant été employée dans certains contextes, notamment ceux de l'impasse (Gaucher, Vaschalde 2021). En effet, il a été démontré que la coupe répétée des tiges et des rejets provoque une hypertrophie des souches, particulièrement chez les bruyères, ces souches devenant très noueuses et tortueuses (Durand *et al.* 2010 ; Durand, Vaschalde 2018). Le nombre important de petites brindilles (< à 2 cm de diamètre) tant à Camelin qu'aux Poiriers, peut aussi être le résultat de taille de bruyère. Les bois utilisés à Turcan pourraient donc provenir de taillis faisant l'objet de coupes régulières mais peu fréquentes, à même de laisser les tiges s'accroître tout en provoquant une augmentation du nombre de nœuds dans les souches.

L'approvisionnement en combustible évolue à Fréjus aux II^e-III^e s., avec l'utilisation des pins et, dans au moins un cas, de l'olivier. Cette évolution s'explique avant tout par l'accroissement des pins dans le paysage. Leur utilisation pose le problème des techniques de coupe et de gestion nécessaires à leur pérennisation, d'autant que les pins paraissent très utilisés dans les foyers des bains publics de l'école des Poiriers aux I^{er}-III^e s. Les modalités d'approvisionnement en bois de ces établissements caractéristiques de la société romaine sont très mal connues par l'anthracologie (Figueiral *in* Bouet 2003 ; Vaschalde 2018b). Or, le feu des thermes, vif et flambant, est grand consommateur de bois, ce qui oblige à pérenniser la ressource et assurer un fonctionnement durable. Les pins, une fois coupés, ne rejettent pas de souche. Sans gestion ou exploitation raisonnée, leur exploitation peut aboutir à une disparition rapide et totale. Le renouvellement peut reposer sur le semis, naturel ou anthropique, ou simplement par l'utilisation privilégiée de branche et la réserve des troncs. Ailleurs en Narbonnaise, leur exploitation raisonnée voire gérée est fortement supposée autour d'Aix (Cenzon-Salvayre 2014 ; Cenzon-Salvayre *in* Marty *et al.* 2017) et en Camargue (Cenzon-Salvayre, Chabal 2015 ; Bigot,

Vaschalde 2017-2018). À Richeaume, C. Cenzon-Salvayre (2014) propose une organisation mixte associant pinède en futaie et taillis de chêne vert. À Saint-Gilles, la pinède remplace la chênaie caducifoliée dans le combustible des fours de potiers du Haut-Empire (Bigot, Vaschalde 2017-2018). Dans ces boisements, le renouvellement des pins ne peut se faire que par semi, qu'il soit naturel ou bien l'œuvre des artisans ou des propriétaires/gestionnaires forestiers.

Dans les dernières phases du diagramme (2^e partie de la phase B et phase C), les chênes fournissent l'essentiel du bois de feu domestique et artisanal. Les chênes rejetant bien de souche (Quézel, Médail 2003, p. 314), le renouvellement de la ressource n'est pas aussi problématique que pour les pins. Les anthracologues considèrent que les coupes répétées impliquent une gestion en taillis, qui aboutit à l'augmentation du chêne vert au détriment du chêne caducifolié (Chabal 2001). Toutefois, la rareté des contextes de l'Antiquité tardive à Fréjus est telle qu'il n'est pas possible, pour l'heure, de restituer les modalités de gestion de ces boisements. Un dernier problème subsiste : comment interpréter la disparition des bruyères ? Les rares données polliniques disponibles pour l'Antiquité tardive dans la basse vallée de l'Argens montrent que le maquis est toujours très présent (Bertoncello *et al.* 2014). La chênaie ne l'a donc pas remplacé dans le paysage. En tenant compte de la rétractation de l'habitat urbain de Fréjus pendant l'Antiquité tardive, synonyme d'une diminution des besoins en combustible, il est possible de supposer que l'aire d'approvisionnement en bois de feu a diminué, peut-être au point de délaisser les coteaux escarpés couverts de maquis, au profit des terrains plus favorables aux chênes, plus proches de la ville. Là encore, la rareté des contextes tardo-antiques invite à nous en tenir à une simple hypothèse.

Enfin, l'anthracologie éclaire la pratique de la récupération, qui peut concerner les déchets d'arboriculture et le bois d'œuvre réformé. Dans le premier cas, des déchets d'olivier ont été utilisés à l'école des Poiriers, au tournant des I^{er} et II^e s., et durant l'Antiquité tardive. Sans une

analyse d'éco-anatomie quantitative, il n'est pas possible de discriminer la variété cultivée de la variété sauvage. Toutefois, il faut souligner que Fréjus et la Provence orientale font partie des régions où l'oléiculture est présente au cours de l'époque romaine (Leveau 2003). La présence de l'olivier dans une forge, et plus sporadiquement dans un foyer domestique, suggère la récupération de déchets d'entretien. Dans le cas de la forge, on peut supposer qu'il s'agit de branches d'un calibre relativement important, voire d'individus intégralement coupés transformables en charbon de bois utilisable pour le travail des métaux. Par ailleurs, plusieurs taxons pouvant servir de bois d'œuvre sont régulièrement identifiés (hêtre, sapin, chênes, aulne, frêne, orme...). Le sapin a notamment servi dans le *prae-furnium* des thermes de l'école des Poiriers au début du III^e s. De nombreuses traces (galeries et vermoulure) d'insectes typiques du bois ouvragé et sec y ont été observées. Il s'agit de la petite vrillette (*Anobium punctatum*). Ce xylophage se nourrit préférentiellement de bois sec utilisé dans les charpentes, les planchers ou les meubles. Sa présence renforce l'hypothèse d'un réemploi de bois d'œuvre comme combustible (Excoffon 2015 ; Toriti 2018, 408-411). Ainsi, bien que la proportion de combustible directement prélevé dans les boisements et de bois récupéré soit difficile à estimer, il est évident que cette pratique a pu constituer un apport précieux pour les activités consommatrices de bois de feu dans la ville.

3.2.2. Les usages du feu

La diversité des structures étudiées à Fréjus offre l'occasion de comparer les usages du combustible en lien avec les types de feu et d'atmosphères de cuisson recherchés. Il peut s'agir de feux flambants montant à une température plus ou moins haute (four à pain, séchoir, thermes, foyers domestiques), ou de feux concentrés (forge, fours). Généralement, les premiers nécessitent du bois quand les seconds sont alimentés avec du charbon de bois.

Le « pouvoir calorifique » de certains taxons, notamment la bruyère, a parfois été considéré comme un critère de sélection par les artisans antiques (Durand *et al.* 2010 ; Durand, Vaschalde 2018 ; Toriti 2018). Or, l'ensemble des bois servant de combustible ont un pouvoir calorifique relativement équivalent lorsqu'on le compare à d'autres combustibles, comme la tourbe ou le charbon fossile (Chabal *et al.* 2017). La bruyère se distingue toutefois par la chaleur importante dégagée par ses feuilles lorsqu'elles s'enflamment en contexte d'incendie (Doat *et al.* 1981), ou par la durabilité de son charbon dans les foyers artisanaux et les forges (Durand, Vaschalde 2018). Ainsi, elle répond aux exigences des artisans pour obtenir les différents types de feu et/ou d'atmosphères de cuisson. À Fréjus, on retrouve des bruyères dans les fours de l'Îlot Camelin (four à pain, séchoir et possible four à goudron), qui ont nécessité un feu flambant, et dans ceux de l'impasse Turcan, sans doute alimentés en charbon de bois à des fins culinaires (Gaucher *et al.* 2015/2016 ; Gaucher, Vaschalde 2021).

La forte proportion des pins dans l'une des forges de l'école des Poiriers, accompagnés de l'olivier, des bruyères et d'une multitude d'autres taxons, confirme, s'il est nécessaire, que le « pouvoir calorifique » supposé de tel ou tel taxon n'est pas un facteur de choix. Cette diversité dans une forge peut paraître surprenante. Toutefois, si l'on se réfère aux écrits de Théophraste⁵, il est évident que les forgerons ont pu rechercher une gamme complète de charbons de bois, obtenus à partir d'essences réputées pour produire tel ou tel effet sur le métal travaillé. Bien plus tard, au XVIII^e s., H.-L. Duhamel du Monceau⁶, reprenant Théophraste, explique que les charbons de bois durs (chêne, hêtre, charme) « donnent beaucoup de chaleur », mais présentent l'inconvénient de « pétiller ». Les charbons de bois tendres (bouleau, tremble, peuplier, tilleul, pin) dégagent moins de chaleur, mais procureraient « plus de douceur » aux métaux. Avant tout, H.-L. Duhamel du Monceau conseille « de n'employer que du bois dont l'espèce soit très

⁵ Théophraste, *Recherches sur les plantes*, V, 9.

⁶ H.-L. Duhamel du Monceau, *Art du Charbonnier*, Paris, Guérin & Delatour, 1760, p. 8.

commune », le travail des métaux nécessitant de grandes quantités de charbon de bois. Ainsi, la grande diversité taxonomique constatée dans la forge de l'école des Poiriers refléterait cette recherche d'une gamme de charbons issus de bois disponibles dans l'environnement de la ville antique. La cohérence entre spectre anthracologique et composition des boisements a déjà été soulignée dans d'autres forges de Narbonnaise, comme à Lunel-Viel (Chabal *in* André *et al.* 1997).

Conclusion

L'étude anthracologique de trois sites antiques de Fréjus offre une occasion rare d'éclairer l'économie urbaine du combustible et son impact sur le paysage forestier. Elle montre que les maquis à Bruyères dominent largement un paysage déjà très anthropisé entre la fondation de la ville et le tournant des I^{er} et II^e s. AD. Au II^e s., la part des Éricacées diminue au profit des pins, suivant une dynamique de régénération forestière liée à une possible déprise anthropique qui peut s'expliquer par des changements des pratiques économiques encore difficiles à détailler plutôt que par une diminution démographique. À la transition des II^e-III^e s., cette régénération forestière se poursuit, au profit des chênes, à une époque où la rétractation du tissu urbain évoque, cette fois, une diminution de la population. Parallèlement à cette dynamique, il est possible d'envisager une rétractation de l'aire d'approvisionnement en combustible autour de la ville, notamment durant les périodes tardives, synonyme d'abandon des maquis. Tout au long de la séquence étudiée, les pratiques d'approvisionnement s'appuient sur des techniques de gestion des boisements généralement bien perçues, sauf dans le cas des pinèdes ; l'hypothèse de taillis hauts de bruyères est désormais émise. Elles permettent de fournir aux différentes activités de productions artisanales et domestiques une gamme diversifiée de types de combustibles (fagots, charbons de différentes essences de bois...).

Fréjus, avec Nîmes (Figueiral *et al.* 2017) est une des rares ville antique du monde romain à bénéficier d'un travail de synthèse anthracologique. Cet exemple pourra être complété, dans un avenir proche, par les résultats des fouilles préventives récentes d'autres établissements situés dans la ville (stade Pourcin, l'école des aqueducs) ou dans la basse vallée de l'Argens (Le Reydisart, Perroud 2), et par une étude plus approfondie et systématique des calibres. Ces nouveaux sites renseigneront les périodes moins connues, notamment la transition entre l'âge du Fer et l'Antiquité, mais aussi l'Antiquité tardive.

Remerciements

Le financement de l'ensemble des prélèvements de la présente étude a été assuré par la Direction Archéologie et Patrimoine de la Ville de Fréjus.

Ce travail a bénéficié du soutien du LabEx ARCHIMEDE au titre du programme « Investissement d'Avenir » ANR-11-LABX-0032-01.

Enfin, l'étude anthracologique de l'îlot Camelin fait partie intégrante d'un doctorat, conduit à l'université du Mans et financé par la région Pays de la Loire.

Bibliographie

- Allinne, C., Devillers, B., Bertoncello, F., Bouby, L., Bruneton, H., Bui Thi, M., Cade, C., Revil, A., 2006. Archéologie et paléoenvironnement sur le site du pont romain des Esclapes (Fréjus, Var). *ArchéoSciences*, 30 : 181-196.
- André, J., Chabal, L., Bui Thi, M., Raynaud, C., 1997. Habitat et environnement autour de l'étang de l'Or au premier millénaire. Approches pluridisciplinaires. *Revue archéologique de Narbonnaise*, 30 : 85-116.
- Andrieu-Ponel, V., Ponel, Ph., de Beaulieu, J.-L., Bruneton, H., Leveau, Ph., Goeury, Cl., Huttunen, R.-L., Jull, A.-J.-T., 2000. Dix mille ans d'histoire de la végétation de basse Provence révélée par l'analyse pollinique de deux nouveaux profils sédimentaires du marais des Baux. In Ph. Leveau, J.-P. Saquet (dir.). *Milieu et sociétés dans la vallée des Baux. Études présentées au colloque de Mouriès*. Association de la Revue archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 39-61.
- Ardisson, S., 2011. La place des thermes dans la ville, les exemples de Fréjus et Cimiez. In M. Pasqualini (éd.). *Fréjus romaine, la ville et son territoire. Agglomérations de Narbonnaise, des Alpes-Maritimes et de Cisalpine à travers la recherche archéologique, Actes du 8^e colloque de Fréjus, 8-10 octobre 2010*. APDCA, Antibes, 317-330.
- Bertoncello, F., Bonnet, S., Excoffon, P., Bony, G., Morhange, Chr., Gébara, Ch., Georges, K., Devillers, B., 2011. Dynamique du littoral et peuplement : le cas de la colonie romaine de Fréjus. In M. Pasqualini (dir.). *Fréjus romaine. La ville et son territoire. Agglomérations de Narbonnaise, des Alpes-Maritimes et de Cisalpine à travers la recherche archéologique. Actes du 8^e colloque historique de Fréjus. 8-10 octobre 2010*. APDCA, Antibes, 75-87.

- Bertoncello, F., Devillers, B., Bonnet, S., Guillon, S., Bouby, L., Delhon, C., 2014. Mobilité des paysages littoraux et peuplement dans la basse Vallée de l'Argens (Var, France) au cours de l'Holocène. *Quaternaire*, 25 (1) : 23-44.
- Bigot, F., 2020. *Production et commerce des amphores gauloises sur le littoral et dans les ports de Narbonnaise*. Éd. Mergoïl, Drémil-Lafage.
- Bigot, F., Vaschalde, C., 2017-2018. L'atelier de potiers d'Espeyran (Saint-Gilles-du-Gard) : un centre de production d'amphores augustéennes dans le delta du Rhône. In S. Mauné, F. Bigot, S. Corbeel (dir.). *Quoi de neuf sur les ateliers d'amphores de Gaule narbonnaise et des provinces voisines. Actes de la Table-ronde d'Aspiran, 24-25 mars 2016. Revue archéologique de Narbonnaise*, 50-51 : 113-141.
- Bouet, A., 2003. *Les thermes privés et publics en Gaule Narbonnaise*. EFR, Rome.
- Bouby, L., Figueiral, I., Schaal, C., 2011. Analyse archéobotanique. In P. Excoffon (dir.). *Ville et campagne de Fréjus romaine. La fouille préventive de « Villa Romana »*. Errance/Centre Camille Julian, Paris/Aix-en-Provence, 221-235.
- Brun, J.-P., 2001. La viticulture antique en Provence. *Gallia*, 58 : 69-89.
- Büntgen, U., Tegel, W., Nicolussi, K., McCormick, M., Frank, D., Trouet, V., Kaplan, J. O., Herzig, F., Heussner, K.-U., Wanner, H., Luterbacher, J., Esper, J., 2011. 2500 years of European climate variability and human susceptibility. *Science*, 331 : 578-582.
- Canut, V., Vella, C., Vaschalde, C., Magnin, F., Duval, S., Durand, A., 2012. Le Vallon du Fou (Martigues, Bouches-du-Rhône) : dynamiques sédimentaires et mutations des paysages. *Sud-Ouest européen*, 32 : 81-94.
- Cenzon-Salvayre, C., 2014. Le bûcher funéraire dans l'Antiquité : une approche archéologique, bioarchéologique et historique d'après l'étude des structures de crémation en Gaule méridionale. Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille, France, 444 p.
- Cenzon-Salvayre, C., Chabal, L., 2015. Le couvert végétal. Les boisements de la Camargue orientale entre le V^e siècle avant notre ère et le haut Moyen Âge d'après l'anthracologie. In C. Landuré, Cl. Vella, M. Charlet M. (dir.). *La Camargue. Au détour d'un méandre. Etudes archéologiques et environnementales du Rhône d'Umet*. Conseil général des Bouches-du-Rhône-Musée départemental de l'Arles Antiques/Ministère de la Culture, Istres, 36-40.
- Chabal, L., 1991. L'environnement végétal de l'habitat antique de La Galère (Île de Porquerolles, Hyères, Var) : étude anthracologique. *Documents d'archéologie méridionale*, 14 : 368-377.
- Chabal, L., 1997. *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*. MSH, Paris.
- Chabal, L., 2001. Les Potiers, le bois et la forêt à Sallèles-d'Aude (I^{er}-III^e s. ap. J.-C.). In F. Laubenheimer (dir.). *20 ans de recherches à Sallèles-d'Aude : le Monde des potiers gallo-romains, Colloque 27-28 sept. 1996, Sallèles-d'Aude*. Presses universitaires Franc-Comtoises, Annales Littéraires de l'Université de Besançon, Série Amphores, Besançon, 5 : 93-110.
- Chabal, L., Fabre, L., Terral, J.-F., Théry-Parisot, I., 1999. *L'anthracologie*. In C. Bourquin-Mignot, J.-E. Brochier, L. Chabal, S. Cruzat, L. Fabre, F. Guibal, P. Marinval, J.-L. Richard, J.-F. Terral, I. Théry-Parisot (dir.). *La botanique*. Errance, Paris, 43-105.
- Chabal, L., Figueiral, I., Pellecuer, C., Bermond, I., 2012a. 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). In E. Badal, Y. Carrion, M. Macias, M. Ntinou (dir.). *Wood and charcoal. Evidence for human and natural history*. Departament de prehistòria i arqueologia, Universitat de València, Saguntum Extra, València, 13: 115-124.
- Chabal, L., Fiches, J.-L., Mathieu, V., Vincent-Falquet, A., 2012b. Poutres, appareillages et objets en bois. In J.-L. Fiches (dir.). *Quatre puits de l'agglomération routière gallo-romaine d'Ambrussum (Villetelle, Hérault)*. Association de la Revue archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 65-127.
- Chabal, L., Figueiral, I., Pellecuer, C., 2017. Pratiques de chauffage et bois de feu dans la villa des Prés-Bas à Loupian (Hérault, France), du I^{er} au V^e siècle après J.-C. *SRWRP*, 10 : 81-97.
- Chevalier, A., 1927. Note sur l'*Erica arborea* et sur l'emploi de ses souches dans la fabrication des pipes., *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 74 : 649-656.
- Coubray, S., 2013. Combustibles, modes opératoires des bûchers et rituels. L'analyse anthracologique. In W. Van Andringa, H. Duday, S. Lepetz (dir.). *Mourir à Pompéi : fouille d'un quartier funéraire de la nécropole romaine de Porta Nocera (2003-2007)*. EFR, Rome, 1433-1449.
- Court-Picon, M., Vella, C., Chabal, L., Bruneton, H., 2010. Paléoenvironnements littoraux depuis 8000 ans sur la bordure occidentale du Golfe du Lion : le lido de l'étang de Thau (carottage SETIF, Sète, Hérault). *Quaternaire*, 21 (1) : 43-59.
- Devillers, B., Bonnet, S., 2006. 6000 ans d'histoire environnementale de la lagune de Villepey (Fréjus, Var) : Premiers résultats de l'étude multi-proxies de la carotte Vil2. *ArchéoSciences*, 30 : 197-203.
- Doat, J., Valette, J.-C., Askri, D., Caumartin, L., Bettachini, M., Moro, M., 1981. Le pouvoir calorifique supérieur

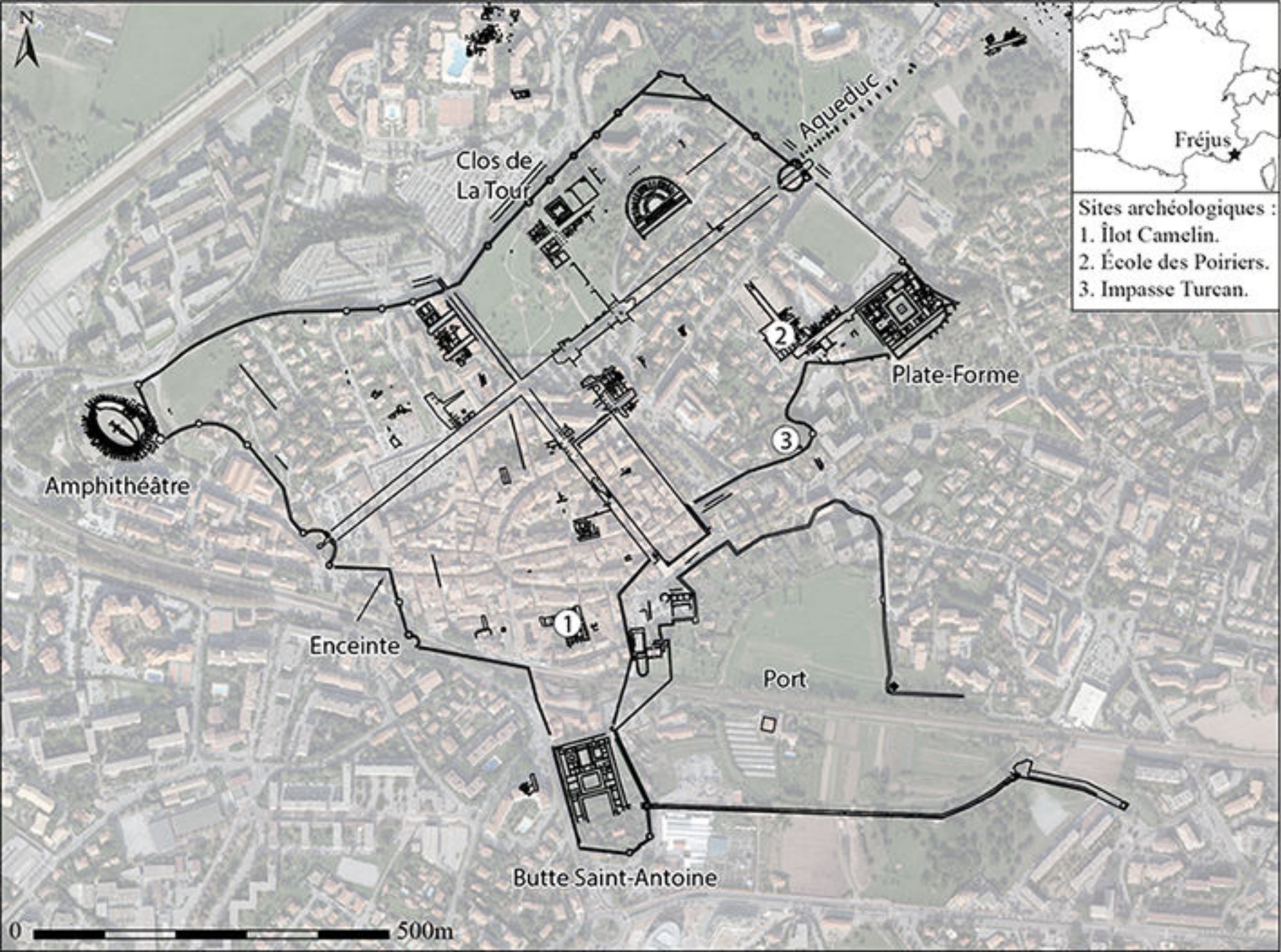
- d'espèces forestières méditerranéennes. *Annales des sciences forestières*, 38 (4) : 469-486.
- Dolez, L., 2018. Évolution des paysages végétaux en Languedoc durant l'Holocène : apport de la palynologie à l'étude des milieux et des agrosystèmes. Thèse de doctorat, université Paul Valéry Montpellier 3, Montpellier, France.
- Dubar, M., Bui Thi, M., Nicol-Pichard, S., Thinon, M., 2004. Étude palynologique du carottage de Pont d'Argens (Roquebrune-sur-Argens, Var) : histoire holocène de la végétation en Provence cristalline ; facteurs naturels et anthropiques. *Ecologia Mediterranea*, 30 (2) : 147-157.
- Dubar, M., Bui Thi, M., Girard, M., 2011. Évolution de la végétation littorale de la Côte d'Azur (Var et Alpes-Maritimes, France) en relation avec les derniers stades de la remontée du niveau marin à l'Holocène. Esquisse d'un modèle quaternaire. *Quaternaire*, 22 (1) : 61-71.
- Dufour, S., Piégay, H., 2006. Forêts riveraines des cours d'eau et ripisylves : spécificités, fonctions et gestion. *Revue forestière française*, LVIII-4 : 339-350.
- Durand, A., 1998. *Les paysages médiévaux du Languedoc (X^e-XII^e siècles)*. Presses universitaires du Mirail, Toulouse.
- Durand, A., Vaschalde, C., 2018. Le charbonnage en fosse : approche ethnoarchéologique d'une pratique méconnue dans le Rif marocain. In S. Paradis-Grenouillet, S. Burri, R. Rouaud (dir.). *Charbonnage, charbonnières, charbonniers. Confluence de regards autour d'un artisanat méconnu*. Publications de l'université de Provence, Aix-en-Provence, 13-22.
- Durand, A., Vernet, J.-L., 1987. Anthracologie et paysages forestiers médiévaux : à propos de quatre sites languedociens. *Annales du Midi*, 99-180 : 397-405.
- Durand, A., Duval, S., Vaschalde, C., 2010. Le charbonnage des Ericacées méditerranéennes : approches croisées archéologiques, anthracologiques et historiques. In C. Delhon, I. Théry-Parisot, S. Thiébault (dir.). *Des hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours. XXX^e Rencontres internationales d'histoire et d'archéologie d'Antibes*. APDCA, Antibes, 323-331.
- Excoffon, P., avec la collaboration de P. Bailet, A. Henry, I. Rodet-Belarbi, 2010. Une tombe à incinération du premier âge du Fer au quartier du Capitou à Fréjus (Var). *Bulletin archéologique de Provence*, 33 : 19-26.
- Excoffon, P., 2011. *Ville et campagne de Fréjus romaine. La fouille préventive de « Villa Romana »*. Errance/Centre Camille Julian, Paris/Aix-en-Provence, 350 p.
- Excoffon, P., 2012. Îlot Camelin (Fréjus, Var). *Revue du Centre archéologique du Var*, 45-46.
- Excoffon, P., 2015. *École des Poiriers (Fréjus, Var)*. Rapport final d'opération archéologique, Ville de Fréjus, 8 vol.
- Excoffon, P., Devillers, S., avec la collaboration de S. Bonnet, L. Bouby, 2006. Nouvelles données géoarchéologiques sur le littoral antique de Fréjus. Le diagnostic archéologique du Théâtre d'Agglomération (Fréjus, Var). *Archéosciences*, 30 : 205-221.
- Excoffon, P., avec la collaboration de M. El Amouri, 2009. Fréjus – Avenue du XV^e Corps-d'Armée (Les Poiriers). *Bilan scientifique régional PACA* : 192-193.
- Excoffon, P., Bonnet, S., Devillers, B., Berger, J.-F., 2010. Évolution du trait de côte aux abords de Fréjus, de sa fondation jusqu'au II^e s. ap. J.-C., du quartier de Villeneuve à la butte Saint Antoine. In X. Delestre, H. Marchési (dir.). *Archéologie des rivages Méditerranéens : 50 ans de recherches. Actes du colloque d'Arles, 28, 29 et 30 octobre 2009*. Errance, Paris, 47-53.
- Excoffon, P., Berger, J.-F., Dehlon, C., Guillon, S., Henry, A., Pellegrino, E., Fontaine, S., Purdue, L., 2011. Un fossé de raccordement au port antique de Fréjus. Le diagnostic archéologique de l'Avant-Scène (Fréjus, Var). In M. Pasqualini (dir.). *Fréjus romaine, la ville et son territoire. Agglomérations de Narbonnaise, des Alpes-Maritimes et de Cisalpine à travers la recherche archéologique, Actes du 8^e colloque de Fréjus, 8-10 octobre 2010*. APDCA, Antibes, 89-105.
- Excoffon, P., Gaucher, G., Joncheray, C., 2013. Fréjus – Îlot Camelin. *Bilan scientifique régional PACA*, 162-163.
- Excoffon, P., Lemoine, Y., Gaucher, G., Pellegrino, E., Joncheray, C., Leguilloux, M., 2016. Un foyer, des amphores et une poêle à frire... un espace culinaire à Fréjus. In *Histoires matérielles : terre cuite, bois, métal et autres objets. Des pots et des potes : Mélanges offerts à Lucien Rivet*. Mergoïl, Autun, 349-358.
- Excoffon, P., Gaucher, G., Joncheray, C., à paraître. *L'îlot Camelin (Fréjus, Var)*. Rapport final d'opération archéologique, Ville de Fréjus, Fréjus.
- Fabre, L., 2005. Anthracologie et techniques artisanales : l'économie des combustibles dans l'atelier de La Quintarié et ses résonances en paléo-économie forestière. In H. Pomarède, S. Barberan, L. Fabre, Y. Rigoir (dir.). *La Quintarié (Clermont-L'Hérault, 34). Établissement agricole et viticulture, atelier de céramiques paléochrétiennes (DS.P) (I^{er}-V^e s. ap. J.C.)*. Monique Mergoïl, Montagnac, 121-126.
- Figueiral, I., Ivorra, S., Breuil, J.-Y., Bel, V., Houix, B., 2017. Gallo-Roman Nîmes (southern France) : A case study on firewood supplies for urban and proto-urban centers (1st B. C.-3rd A. D.). *Quaternary*, 458 : 103-112.

- Garcia, H., 2011. Fréjus à l'aube de la ville épiscopale. In M. Pasqualini (dir.). *Fréjus romaine. La ville et son territoire. Agglomérations de Narbonnaise, des Alpes-Maritimes et de Cisalpine à travers la recherche archéologique. Actes du 8^e colloque historique de Fréjus. 8-10 octobre 2010*. APDCA, Antibes, 203-209.
- Garcia, H., 2012. La ville de l'Antiquité tardive. In Ch. Gébara (dir.). *Fréjus 83/3. Carte archéologique de la Gaule*. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 378-389.
- Gaucher, G., 2014. Fréjus – Impasse Turcan. *Bilan scientifique régional PACA* : 171-172.
- Gaucher, G., avec la collaboration de E. Botte, Fl. Grimaldi, M. Leguilloux, A. Oboussier, E. Pellegrino, Chr. Vaschalde, 2015/2016. L'occupation antique d'un petit quartier urbain de *Forum Iulii* : le site de l'impasse Turcan (Fréjus, Var). *Revue du Centre archéologique du Var* : 135-193.
- Gaucher, G., avec la collaboration de Vaschalde, C., 2021. Le site de l'impasse Turcan Artisanat et entrepôt aux abords du port de la ville antique de Forum Iulii (Fréjus, Var). In M.-B. Carre, P. Excoffon (dir.). *Les ports dans l'espace méditerranéen antique : Fréjus et les ports maritimes. Actes du 12^e Colloque historique de Fréjus, 16-17 novembre 2018*. Presses universitaires de Provence, Aix-en-Provence, 159-172.
- Gébara, C., 2012. *Fréjus 83/3. Carte archéologique de la Gaule*. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris.
- Gébara, C., Béraud, I., Rivet, L., 1998. *Fréjus antique*. Éd. du Patrimoine, Paris, 95 p.
- Guillon, S., 2011. Analyses polliniques des structures agraires. In P. Excoffon (dir.). *Ville et campagne de Fréjus romaine. La fouille préventive de « Villa Romana »*. Errance/Centre Camille Julian, Paris/Aix-en-Provence, 237-243.
- Guillon, S., 2014. Dynamique de la végétation alluviale côtière dans le Sud-Est de la France (bassins versants du Loup et de la Cagne, Alpes-Maritimes) au cours de la première moitié de l'Holocène. Thèse de doctorat, université de Nice-Sofia Antipolis, France.
- Harris, W. V., 2011. Bois et déboisements dans la Méditerranée antique. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 2011 (1), 66^e année : 105-140.
- Hughes, J. D., 2011. Ancient Deforestation Revisited. *Journal of the History of Biology*, 44: 43-57.
- Jacob, J.-P., 1981. Le monde des potiers gallo-romains. Esquisse d'une problématique sociale, économique et juridique. Thèse d'état, université de Dijon, France.
- Jacquot, C., 1955. *Atlas d'anatomie des bois des Conifères*. Centre technique du bois, Paris.
- Jacquot, C., Trenard, Y., Dirol, D., 1973. *Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes (Essences feuillues)*. Centre technique du bois, Paris.
- Jalut, G., 1995. Analyse pollinique de sédiments holocènes de l'étang de Capestang (Hérault). In J. Guilaine (dir.). *Temps et espace dans le bassin de l'Aude du Néolithique à l'Age du Fer*. Centre d'archéologie, Toulouse, 293-302.
- Jalut, G., Esteban Amat A., Bonnet, L., Gauquelin, T., Fontugne, M., 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean from south-east France to south-east Spain. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 160 : 255-290.
- Laubenheimer, F., avec la collaboration de C. Gébara, I. Béraud, 1992. Production d'amphores à Fréjus. In *Les amphores en Gaule : production et circulation. Table-ronde internationale, Metz, 4-6 octobre 1990*. Université de Besançon, Besançon, 15-24.
- Leveau, P., 2003. L'oléiculture en Gaule Narbonnaise : données archéologiques et paléoenvironnementales. Présentation – Interprétation. *Revue archéologique de Picardie*, 1-2 : 299-308.
- Marguerie, D., Hunot, J.-Y., 2007. Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. *Journal of archaeological science*, 34-9 : 1417-1433.
- Marty, F., Chevaux, B., (dir.), 2017. *Une agglomération rurale gallo-romaine des rives de l'Etang de Berre : Le Castelan (Istres, Bouches-du-Rhône)*. Errance, Paris.
- Meiggs, R., 1982. *Trees and timber in the ancient Mediterranean World*. Clarendon Press, Oxford, XVIII-553 p.
- Mols, S., 2002. Identification of the Woods Used in the Furniture at Herculaneum. In W. F. Jaschemski, F. G. Meyer (dir.), *The Natural History of Pompeii*. Cambridge University Press, Cambridge, 225-234.
- Moser, D., Nelle, O., di Pasquale, G., 2018. Timber economy in the Roman Age: charcoal data from the key site of Herculaneum (Naples, Italy). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10-4: 905-921.
- Paradis-Grenouillet, S., 2012, Étudier les « forêts métallurgiques » : analyses dendro-anthracologiques et approches géohistoriques. Exemple des forêts du mont Lozère et du Périgord-Limousin. Thèse de doctorat, université de Limoges, France.
- Pasqualini, M., 2011. Fréjus : *Forum Iulii Octavianorum colonia, quae Pacensis appellatur et classica*. In M. Pasqualini (dir.). *Fréjus romaine. La ville et son territoire. Agglomérations de Narbonnaise, des Alpes-Maritimes et de Cisalpine à travers la recherche archéologique. Actes du 8^e colloque historique de Fréjus. 8-10 octobre 2010*. APDCA, Antibes, 15-51.

- Planchais, N., 1982. Palynologie lagunaire de l'étang de Mauguio. Paléoenvironnement végétal et évolution anthropique. *Pollen et Spores*, XXIV : 93-118.
- Planchais, N., 1984. Palynologie lagunaire : l'exemple du Languedoc-Roussillon. *Annales de géographie*, 93-516 : 268-275.
- Pons, A., 1992. Les enseignements des données historiques concernant le Pin d'Alep. *Forêt méditerranéenne*, XIII-3 : 155-157.
- Puertas, O., 1998. *Palynologie dans le delta du Lez : contribution à l'histoire du paysage de Lattes*. Éd. de l'Association pour la recherche archéologique en Languedoc oriental, Lattes.
- Quézel, P., 2004. Large-scale Post-glacial Distribution of Vegetation Structures in the Mediterranean Region. In S. Mazzoleni, G. di Pasquale, M. Mulligan, P. di Martino, F. Rego (dir.). *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*. J. Wiley, Chichester, 3-12.
- Quézel, P., Médail, F., 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris.
- Rameau, J.-C., Mansion, D., Dumé, G., Gauberville, C., 2008. *Flore forestière française : guide écologique illustré. 3 : région méditerranéenne*. Institut pour le développement forestier, Paris.
- Reille, M., 1992. New pollen-analytical researches in Corsica: the problem of *Quercus ilex* L. and *Erica arborea* L., the origin of *Pinus halepensis* Miller forests. *New Phytologist*, 122 (2): 359-378.
- Rivet, L., Brentchaloff, D., Roucole, S., Saulnier, S., 2000. *Atlas topographique des Villes de Gaule méridionale, 2, Fréjus*. Association de la Revue archéologique de Narbonnaise, Montpellier.
- Schweingruber, F. H., 1990. *Anatomie europäischer Hölzer. Anatomy of European woods*. WSL-FNP, Paul Haupt Publishers, Bern/Stuttgart.
- Théry-Parisot, I., Henry, A., 2012. Seasoned or green ? Radial cracks analysis as a method for identifying the use of green wood as fuel in archaeological charcoal. *Journal of Archaeological Science*, 39-2: 381-388.
- Tillier, M., 2019. Économie végétale et échanges en Méditerranée romaine (1^{er} s. av. n. è.-V^e s. de n. è.). Étude carpologique de contextes portuaires. Thèse de doctorat, université Paul Valéry Montpellier 3, France.
- Tillier, M., 2023. *Économie végétale des espaces portuaires en Méditerranée romaine. Alimentation, productions locales, échanges et paysages*. Éd. Mergoïl, Autun, 162 p.
- Triat-Laval, H., 1979. Histoire de la forêt provençale depuis 15 000 ans d'après l'analyse pollinique. *Forêt méditerranéenne*, I-1 : 19-24.
- Triat-Laval, H., 1982. Pollen-analyse de sédiments quaternaires récents du pourtour de l'Étang de Berre. *Ecologia Mediterranea*, VIII (4) : 97-115.
- Toriti, M., 2018. Les bois ouvragés en Gaule romaine : approches croisées archéologiques, anthraco-xylogiques et entomologiques. Thèse de doctorat, université du Maine, France, 1058 p.
- Toriti, M., Durand, A., Excoffon, P., Fohrer, F., 2021a. Xylophagous insects of the wooden floor of Camelin block (Fréjus, France): An interdisciplinary approach combining archaeology and anthraco-entomology. *Quaternary International*, 593-594: 60-7 [https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.09.034].
- Toriti, M., Durand, A., Fohrer, F., 2021b. *Traces of Common Xylophagous Insects in Wood - Atlas of Identification - Western Europe*. Springer Nature, 220 p. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66391-9]
- Vaschalde, C., 2018a. *Fours à chaux et chauffourniers en France méditerranéenne au Moyen Âge et à l'époque moderne. Approche interdisciplinaire autour des techniques, des savoir-faire et des artisans*. Éd. Mergoïl, Drémil-Lafage.
- Vaschalde, C., 2018b. Étude anthracologique préliminaire d'une possible latrine et du combustible des thermes du site de Bunje (Novo Celo, île de Brač, Croatie). In E. Botte (dir.). *Bunje (Croatie), rapport d'opération 2018*. Rapport de fouille de la mission archéologique financée par le MEAE et l'EFR, 7 p.
- Vaschalde, C., 2019. Gruissan, Saint-Martin-le-Bas (Aude) Bilan 2016-2019 des études anthracologiques des zones 1 à 4. In C. Sanchez (dir.). *PCR Ports antiques de Narbonne, rapport 2019*. ASM UMR 5140, 129-152.
- Vaschalde, C., Chabal, L., 2020. Production du combustible pour l'atelier de potiers de Contours (Saint-Pargoire, Hérault) au cours du Haut-Empire d'après l'anthracologie et la dendrométrie : exploitation par rotation des taillis de chênes méditerranéens. In S. Mauné, R. Bourgaut (dir.). *Contours (Saint-Pargoire, Hérault). Recherches pluridisciplinaires sur un atelier d'amphores vinaires de Gaule Narbonnaise (fin du I^{er} s. av. J.-C. - début du III^e s. ap. J.-C.)*. Éditions de l'Association pour le développement de l'archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 227-247.
- Vaschalde, C., Durand, A., Thiriot, J., 2011. Vitrification and craftfire in occidental Mediterranean. Describing characteristics, first results and research hypothesis. In E. Badal, Y. Carrion, E. Grau, M. Macias, M. Ntinou (dir.). *The charcoal as cultural and biological heritage, 5th International Meeting of Charcoal analysis*. Laboratorio de arqueología, Valencia, *Saguntum Extra*, 11: 19-20.
- Vaschalde, C., Cençon-Salvayre, C., Tillier, M., 2021. Les arbres de la villa en Gaule Narbonnaise pendant le Haut-Empire : jardin, verger, vignoble et forêt. In E. Botte, Y. Lemoine (dir.). *Villae. Villas romaines de Gaule du Sud. Catalogue de l'exposition « Villae romaines », Abbaye de La Celle, mai-octobre 2021*. Errance, Paris, 181-185.

- Vaschalde, C., Tillier, M., Rovira, N., Guibal, F., Kaniewski, D., de Bruxelles, C., Carre, M.-B., Rouse, C., 2023. Landscape, resources management and vegetal economy in the *Parentium* area (Croatia) between the Imperial period and the beginning of the Middle Ages. First results of a Archaeobotanical investigation. In I. Borzić, E. Cirelli, K. Jelinčić Vučković, A. Konestra, I. Ožanić Roguljić (dir.). *Proceedings of TRADE – Transformations of Adriatic Europe (2nd-9th century)*, Zadar, 11-13 February 2016. Archaeopress, Oxford, 182-191.
- 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). *Journal of Roman Archaeology, Supplementary Series*, 91: 19-51.
- Veal, R., Thompson, G., 2008. Fuel Supplies for Pompeii. Pre-Roman and Roman charcoals of the Casa delle Vestali. In G. Fiorentino, D. Magri (dir.). *Charcoals from the Past : Cultural and Palaeoenvironmental Implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology, Cavallino-Lecce (Italy), June 28th-July 1st 2004*. Archaeopress, Oxford, 287-297.
- Vernet, J.-L., Ogereau, P., Figueiral, I., Machado Yanès, C., Uzquiano, P., 2001. *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe : France, Péninsule Ibérique et îles Canaries*. CNRS, Paris.





Fréjus

- Sites archéologiques :
1. Îlot Camelin.
 2. École des Poiriers.
 3. Impasse Turcan.

Clos de La Tour

Aqueduc

Plate-Forme

Amphithéâtre

Enceinte

Port

Butte Saint-Antoine

0 500m





FR1079

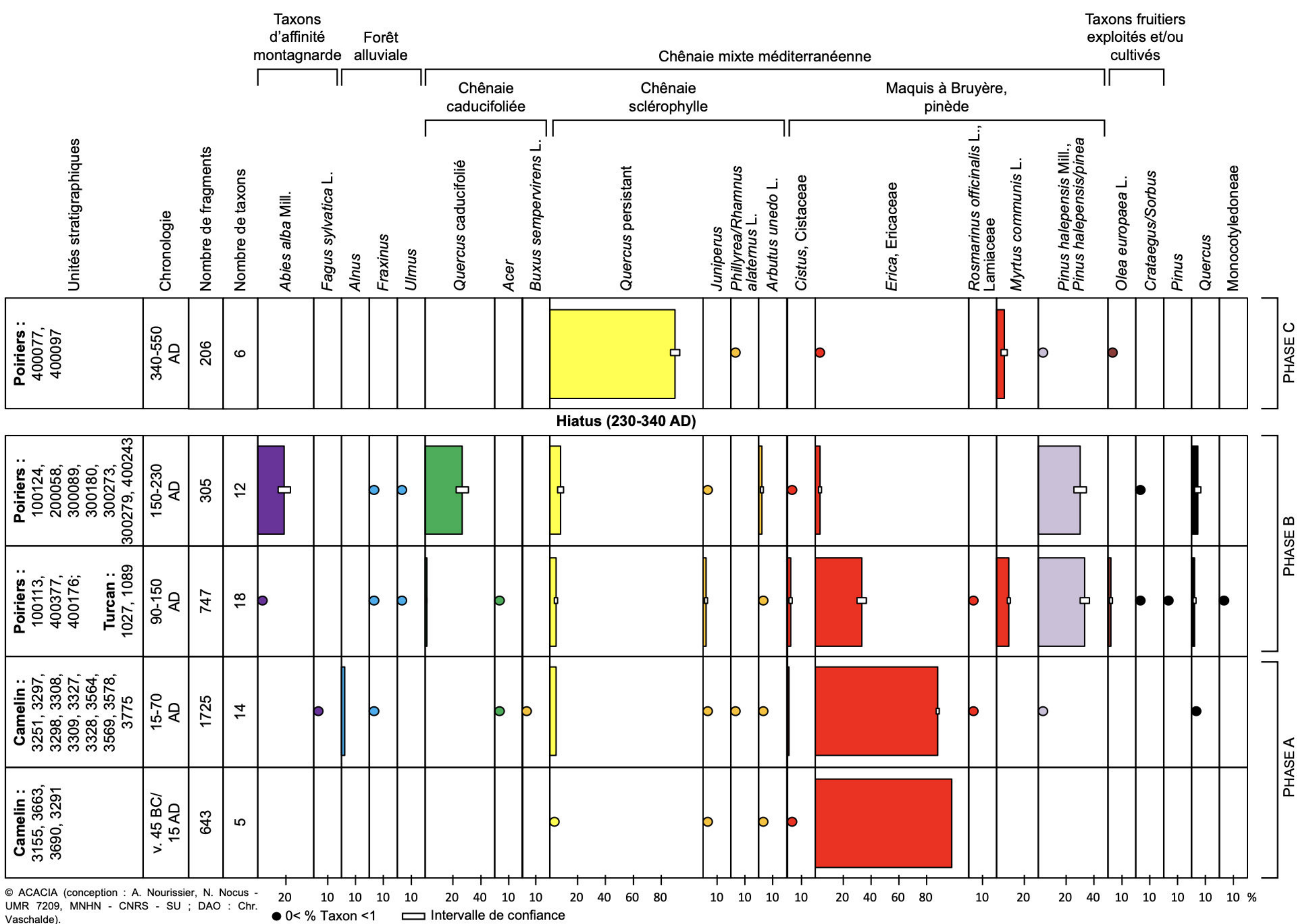


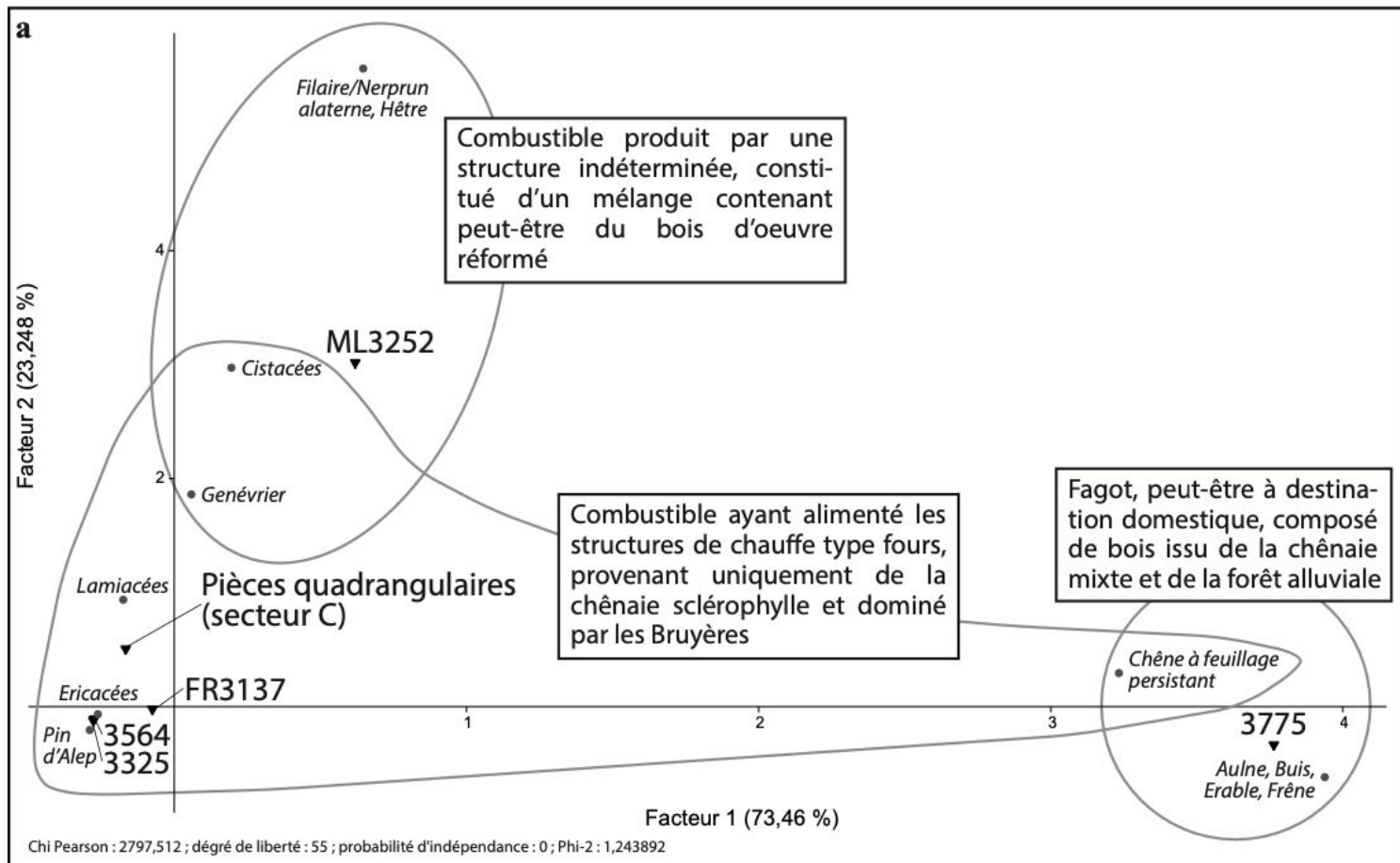
FR1079



FR1127





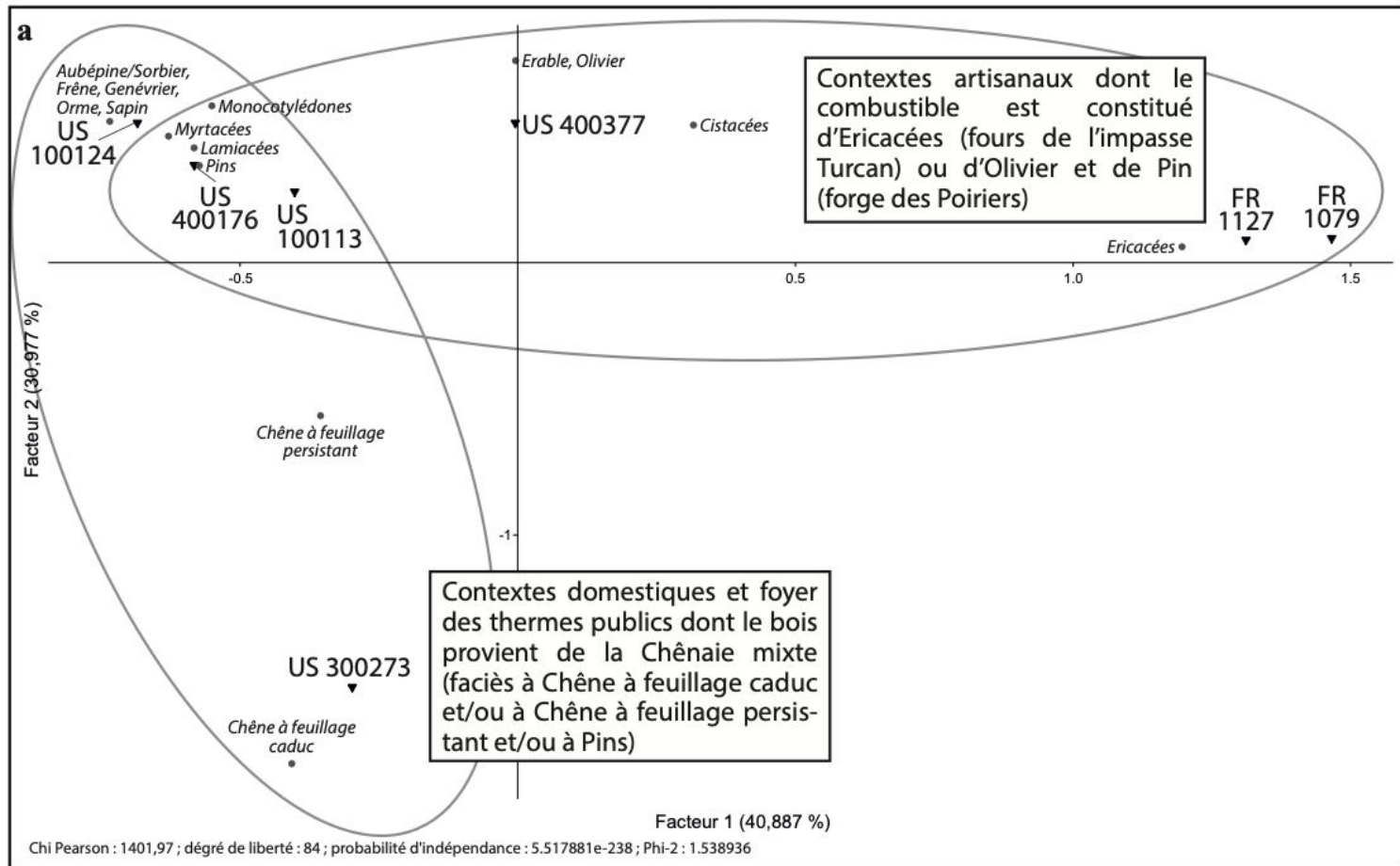


b

	<i>Acer</i>	<i>Alnus</i>	<i>Buxus sempervirens</i> L.	<i>Cistaceae</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Lamiaceae</i>	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	<i>Quercus</i> persistant	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Phillyrea/Rhamnus alaternus</i>
3155	0	0	0	0	52	0	1	0	0	3	0	0
Pièces de stockage secteur C	0	0	0	12	108	0	2	1	0	2	0	0
3564	0	0	0	3	1381	0	0	0	1	0	0	0
3325	0	0	0	0	486	0	0	0	0	0	0	0
3775	7	52	2	0	0	8	0	0	0	64	0	0
3252	0	0	0	13	28	0	1	0	0	11	10	1

c

	Facteur 1		Facteur 2		Facteur 3		Facteur 4		Facteur 5	
	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.
FR 3137	-0.07434	0.01506	-0.02146	0.00396	0.10092	0.70597	0.43292	96.55632	-0.00425	0.2287
FR 3325	-0.27626	1.80491	-0.12133	1.10009	-0.05173	1.60978	-0.00364	0.05923	0.02594	73.81639
FR 3564	-0.27524	5.10555	-0.10925	2.5418	-0.04139	2.93675	-0.0124	1.95903	-0.0091	25.87394
ML 3252	0.61933	1.19453	3.01029	89.17524	-0.29263	6.78303	0.00112	0.00074	0.00023	0.00074
Pièces quadrangulaires	-0.16544	0.16647	0.50525	4.90649	0.75397	87.94879	-0.03414	1.34005	0.00169	0.08017
US 3775	3.76445	91.71348	-0.33335	2.27241	0.00976	0.01568	-0.00832	0.08462	5,00E-05	6,00E-05
Aulne	3.93809	39.24215	-0.61989	3.07239	0.0515	0.17067	-0.11962	6.84551	0.00327	0.12586
Buis	3.93809	1.50931	-0.61989	0.11817	0.0515	0.00656	-0.11962	0.26329	0.00327	0.00484
Chêne à feuillage persistant	3.23231	40.67199	0.2958	1.07628	-0.05167	0.26439	0.12777	12.01437	-0.00353	0.2249
Cistacées	0.19579	0.05223	2.97994	38.23133	0.96461	32.24642	-0.22204	12.69967	-0.0105	0.69709
Erable	3.93809	5.2826	-0.61989	0.41359	0.0515	0.02297	-0.11962	0.92151	0.00327	0.01694
Ericacées	-0.26408	6.97369	-0.06525	1.34514	-0.00981	0.24453	-0.00025	0.00121	0.00036	0.06149
Filaire/Nerprun alaterne	0.64789	0.02043	5.59792	4.81838	-1.54389	2.95019	0.01617	0.0024	0.0161	0.05847
Frêne	3.93809	6.03725	-0.61989	0.47267	0.0515	0.02626	-0.11962	1.05316	0.00327	0.01936
Genévrier	0.056	0.00061	1.85929	2.12618	1.7361	14.92193	1.31533	63.66413	-0.01169	0.12336
Hêtre	0.64789	0.20426	5.59792	48.18379	-1.54389	29.50193	0.01617	0.02405	0.0161	0.58473
Lamiacées	-0.17307	0.00146	0.93956	0.13574	3.97791	19.58512	-0.49102	2.21804	0.1201	3.25569
Pin d'Alep	-0.28793	0.00403	-0.20316	0.00635	-0.21838	0.05902	-0.17836	0.29265	-0.64819	94.82726



b

	<i>Abies</i>	<i>Acer</i>	Cistaceae	<i>Crataegus/Sorbus</i>	Ericaceae	<i>Fraxinus</i>	<i>Juniperus</i>	Lamiaceae	Monocotyledonae	<i>Myrtus communis</i> L.	<i>Olea europaea</i> L.	<i>Pinus</i>	<i>Quercus</i> caducifolié	<i>Quercus</i> persistant	<i>Ulmus</i>
100 113	0	0	0	0	17	0	2	4	0	29	0	55	0	24	0
100 124	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0
300 273	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	23	83	21	0
400 176	1	0	2	1	18	5	19	2	3	40	0	166	14	5	4
400 377	0	1	3	0	17	0	1	0	1	1	21	31	0	5	0
1 089	0	0	2	0	101	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1 027	0	0	0	0	102	0	0	0	0	0	0	8	1	1	0

c

	Facteur 1		Facteur 2		Facteur 3		Facteur 4		Facteur 5		Facteur 6	
	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.	Coord.	Contrib.
Aubépine/Sorbier	-0.7351	0.09427	0.52049	0.06238	-0.46737	0.08855	0.52163	0.27221	-0.97514	2.08614	-0.0291	0.03759
Chêne caducifolié	-0.40645	2.8244	-1.83972	76.37536	0.12402	0.61105	0.17843	3.12134	-0.09066	1.76698	-0.002	0.01736
Chêne persistant	-0.35481	1.25187	-0.56039	4.12172	0.08821	0.1798	-0.8476	40.96711	0.20514	5.26231	0.01184	0.35482
Cistacées	0.31611	0.12203	0.50431	0.40994	1.10888	3.48932	0.0949	0.06307	-0.39392	2.383	0.54625	92.67931
Erable	-0.00491	0	0.74333	0.12723	3.10274	3.90271	-0.1906	0.03634	-0.16097	0.05685	-0.07156	0.2272
Ericacées	1.19514	68.02721	0.05918	0.22016	-0.10806	1.29222	0.01741	0.08276	-0.00258	0.004	-0.00572	0.39583
Frêne	-0.7351	0.47135	0.52049	0.31191	-0.46737	0.44277	0.52163	1.36104	-0.97514	10.43069	-0.0291	0.18793
Genévrier	-0.68105	1.78016	0.51731	1.35567	-0.30918	0.85257	0.24181	1.28693	-0.7882	29.9848	-0.02612	0.66587
Lamiacées	-0.5821	0.35468	0.42289	0.24707	-0.49734	0.60165	-1.29295	10.03437	0.12439	0.20366	0.00695	0.01287
Monocotylédones	-0.55255	0.21305	0.5762	0.3058	0.42515	0.29311	0.34357	0.47235	-0.7716	5.22457	-0.03972	0.27998
Myrte	-0.62959	4.84058	0.46302	3.45563	-0.435	5.36964	-0.61618	26.58792	-0.28023	12.05985	-0.0073	0.1657
Olivier	-0.00491	9.00E-05	0.74333	2.67185	3.10274	81.95695	-0.1906	0.76324	-0.16097	1.19377	-0.07156	4.77121
Orme	-0.7351	0.37708	0.52049	0.24953	-0.46737	0.35421	0.52163	1.08883	-0.97514	8.34455	-0.0291	0.15035
Pin	-0.57325	19.54896	0.35729	10.02337	-0.05874	0.4769	0.19959	13.59028	0.159	18.9127	0.00104	0.01639
Sapin	-0.7351	0.09427	0.52049	0.06238	-0.46737	0.08855	0.52163	0.27221	-0.97514	2.08614	-0.0291	0.03759
100113	-0.40106	3.67597	0.25828	2.0123	-0.26659	3.77442	-0.72882	69.6132	0.1508	6.53533	0.00124	0.00897
100124	-0.68489	4.82809	0.51016	3.53577	-0.11448	0.31347	0.59323	20.772	0.69858	63.16625	0.01862	0.90801
300273	-0.29813	2.23282	-1.56141	80.83877	0.11955	0.83434	0.03976	0.22777	0.01231	0.04786	0.00135	0.01162
400176	-0.58311	16.60863	0.35937	8.32665	-0.2432	6.71379	0.17279	8.36301	-0.21812	29.22643	-0.00145	0.02604
400377	-0.0039	0.00021	0.51323	4.91285	1.61454	85.59667	-0.06314	0.32302	-0.03601	0.23039	-0.00356	0.04553
1089	1.46657	39.02319	0.08948	0.19175	-0.15906	1.06663	0.03194	0.10615	-0.03627	0.30007	0.10188	47.89619
1027	1.31196	33.63108	0.08398	0.1819	-0.19354	1.70068	0.07286	0.59485	0.04482	0.49367	-0.10141	51.10364

Site		Îlot Camelin														Impasse Turcan		
Structure		FR3137	ML3252	Secteur C, pièces quadrangulaires					FR3564			FR3325			FR1079	FR1127		
Unité stratigraphique		3155	3251	3297	3298	3308	3309	3327	3328	3564	3569	3578	3663	3690	3691	3775	1	1
Volume (litres)		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	5	6
Contexte		Four à pain	Destruction et/ou rejet artisanal	Espace de stockage / reste de combustible ?					Four (à goudron ?)			Séchoir			Fagot ?	Four	Four	
												Rejet de foyer	Foyer					
Chronologie		v. 45 av. J.-C.-15 apr. J.-C.	15-30 apr. J.-C.	15-30 apr. J.-C.					15-30 apr. J.-C.			v. 45 av. J.-C.-15 apr. J.-C.	40-70 apr. J.-C.	Fin I ^m -début II ^s apr. J.-C.				
Abies alba Mill.	Sapin																	
Acer	Erable															7		
Alnus	Aulne															49		
cf. Alnus	cf. Aulne															3		
Arbutus unedo L.	Arbousier	4							1									
Buxus sempervirens L.	Buis															2		
Cistus	Ciste		13			9				1		1						
Cistaceae	Cistacées					3				1							2	
Cistaceae/Ericaceae	Cistacées/Ericacées				1	2												
Cistaceae/Myrtaceae	Cistacées/Myrtacées	1																
Crataegus/Sorbus	Aubépine/Sorbier																	
Erica arborea L.	Bruyère arborescente	2				1			5			25	16	6		1	8	8 4
Erica t. scoparia	Bruyère t. à balais																	7
Erica	Bruyère	33	17			10	6	13	15	3	5	250	376	210	110	105	176	90 83
cf. Erica	cf. Bruyère																	3 8
Ericaceae	Ericacées	13	11			11		22	11	3		14	176	308	38	93	55	
cf. Ericaceae	cf. Ericacées								2									
Fagus sylvatica L.	Hêtre		10															
Fraxinus	Frêne																8	
Juniperus	Genévrier	1	1			1			1									
cf. Juniperus	cf. Genévrier																	
Lamiaceae	Lamiacées								1									
Monocotyledonae	Monocotylédone																	
Myrtus communis L.	Myrte commun																	
Olea europaea L.	Olivier																	
Phillyrea/Rhamnus alaternus L.	Filaire/Nerprun alaterne		1															
Pinus	Pins																	2
Pinus halepensis Mill.	Pin d'Alep													1				
Pinus halepensis/pinea	Pin d'Alep/Pin pignon																	6
Quercus coccifera/ilex	Chêne kermès/vert		4				2											
Quercus suber L.	Chêne-liège																54	1
Quercus cf. suber	Chêne cf. Chêne-liège																1	
Quercus f. c.	Chêne à feuillage caduc																	1
Quercus f. p.	Chêne à feuillage persistant	3	7														9	1
Quercus	Chêne		11				3			1								
Rosmarinus officinalis L.	Romarin																	
Ulmus	Orme																	
Indéterminés		1				1	2											
Angiospermes indéterminables		16	10			12	10	17	11	2	3	9	32	72	2	1	10	
Gymnospermes indéterminables							1		2									
Indéterminables			5			1		15	1	1	1			2		1		26 8
TOTAL		74	90			37	25	81	49	10	10	300	600	600	150	200	250	133 130 120

Site		École des Poiriers														TOTAL GÉNÉRAL
Structure								FY3272			FY3111			FY40177		
Unité stratigraphique		100	100	200	300	300	300	300	300	400	400	400	400	400	400	
Volume (litres)		1	0,25	10	10	10	15	10	3	8	3	6	10	0,25	19	
Contexte		Sol	Sol	Fosse	Fosse	Caniveau	Caniveau	Foyer	Vase	Comblement de dolium	Foyer	Sol	Thermes		Foyer de forge	
													Rejets dans un sol	Foyer du praefurnium		
Chronologie		90-120 apr. J.-C.	200-230 apr. J.-C.	150-180 apr. J.-C.	200-230 apr. J.-C.	200-230 apr. J.-C.	230-340 apr. J.-C.	150-180 apr. J.-C.	180-200 apr. J.-C.	340-450 apr. J.-C.	450-550 apr. J.-C.	230-340 apr. J.-C.	90-120 apr. J.-C.	200-230 A apr. J.-C.	90-120 apr. J.-C.	
Abies alba Mill.	Sapin												1	60		61
Acer	Erable														1	8
Alnus	Aulne															49
cf. Alnus	cf. Aulne															3
Arbutus unedo L.	Arbousier		1					9					3			18
Buxus sempervirens L.	Buis															2
Cistus	Ciste												1		1	26
Cistaceae	Cistacées												1		2	9
Cistaceae/Ericaceae	Cistacées/Éricacées												4			7
Cistaceae/Myrtaceae	Cistacées/Myrtacées					1							11		2	15
Crataegus/Sorbus	Aubépine/Sorbier			1								1	1			3
Erica arborea L.	Bruyère arborescente				1	1	1						1			80
Erica t. scoparia	Bruyère t. à balais															7
Erica	Bruyère	17					3	8	2		1	1	14		12	1560
cf. Erica	cf. Bruyère															11
Ericaceae	Ericacées						2								5	762
cf. Ericaceae	cf. Ericacées															2
Fagus sylvatica L.	Hêtre															10
Fraxinus	Frêne			1		1							5			15
Juniperus	Genévrier	2		1					1				17		1	26
cf. Juniperus	cf. Genévrier												2			2
Lamiaceae	Lamiacées												1			2
Monocotyledonae	Monocotyledone												3		1	4
Myrtus communis L.	Myrte commun	29									13		40		1	83
Olea europaea L.	Olivier										1				21	22
Phillyrea/Rhamnus alaternus L.	Filaire/Nerprun alaterne										2					3
Pinus	Pins														2	4
Pinus halepensis Mill.	Pin d'Alep	43	56			5		23		2			34			164
Pinus halepensis/pinea	Pin d'Alep/Pin pignon	12	2		2	3			2			9	132		29	197
Quercus coccifera/ilex	Chêne kermès/vert	24			2	1		21		62	110	13	5		5	249
Quercus suber L.	Chêne-liège															55
Quercus cf. suber	Chêne cf. Chêne-liège															1
Quercus f. c.	Chêne à feuillage caduc							83				2	14			100
Quercus f. p.	Chêne à feuillage persistant									3	12					35
Quercus	Chêne			2	1	2		11				3	22			56
Rosmarinus officinalis L.	Romarin	4					2						1			7
Ulmus	Orme								1			10	4			15
Indéterminés																4
Angiospermes indéterminables		8		5			5	20	4	7	1	4	27		48	336
Gymnospermes indéterminables							1	2				1	2		10	19
Indéterminables		21	1	1		2		3		26		3	54		12	184
TOTAL		160	60	11	6	16	14	180	10	100	140	47	400	60	153	4216