



HAL
open science

L'évolution du couvert forestier et son exploitation mésolithique et néolithique à La Font-aux-Pigeons (Châteauneuf-les-Martigues, Bouches-du-Rhône) : apports de l'anthracologie

Janet Battentier, Stéphanie Thiébault, Didier Binder, Jean Courtin, Ingrid
Sénépart, Laurent Bouby, Isabelle Théry-Parisot, Claire Delhon

► To cite this version:

Janet Battentier, Stéphanie Thiébault, Didier Binder, Jean Courtin, Ingrid Sénépart, et al..
L'évolution du couvert forestier et son exploitation mésolithique et néolithique à La Font-aux-Pigeons
(Châteauneuf-les-Martigues, Bouches-du-Rhône): apports de l'anthracologie. Quaternaire, 2020,
31/4, pp.263-280. 10.4000/quaternaire.14308 . hal-03125541

HAL Id: hal-03125541

<https://hal.science/hal-03125541v1>

Submitted on 15 Nov 2021

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.

L'ÉVOLUTION DU COUVERT FORESTIER ET SON EXPLOITATION MÉSOLITHIQUE ET NÉOLITHIQUE À LA FONT-AUX-PIGEONS (CHÂTEAUNEUF-LES-MARTIGUES, BOUCHES-DU-RHÔNE) : APPORTS DE L'ANTHRACOLOGIE

Janet BATTENTIER^{1,2}, Stéphanie THIÉBAULT³, Didier BINDER¹, Jean COURTIN⁴, Ingrid SÉNÉPART⁵, Laurent BOUBY⁶, Isabelle THÉRY-PARISOT¹ & Claire DELHON¹

RÉSUMÉ

L'abri de La Font-aux-Pigeons (Châteauneuf-les-Martigues, Bouches-du-Rhône), dans le massif littoral de la Nerthe (273 m), a été occupé entre *ca* 6450 et 4700 ans cal BCE, par les chasseurs-cueilleurs du Castelnovien et les agriculteurs du Cardial et du « Postcardial ». Au Mésolithique, la perdurance d'une ambiance végétale steppique (genévriers, filaires et/ou nerprun alaterne) semble liée à des vents et une sécheresse plus marquée qu'ailleurs dans le Midi. À partir du Cardial, des formations à pin d'Alep et des garrigues dominées par les filaires et/ou le nerprun alaterne évoquent un paysage végétal pré-forestier. La déclinaison du réchauffement climatique postglaciaire dans un contexte local particulièrement sec peut expliquer la prédominance du pin d'Alep à partir du Cardial. En outre, le substrat et la pente semblent bloquer la dynamique de végétation à un stade pré-forestier à pin d'Alep. Au cours de l'optimum climatique atlantique cette dynamique de paysages est originale par rapport au reste du Midi de la France où les forêts à chênes caducifoliés dominent. Au cours du Cardial et surtout au début du Postcardial, une modeste pression anthropique pourrait être à l'origine du maintien des garrigues aux côtés des pinèdes. En documentant le couvert végétal avant le plein développement des activités agro-pastorales, cette étude anthracologique permet de mieux comprendre le statut du pin d'Alep dans la dynamique de végétation dans cette zone où les contraintes naturelles sont particulièrement importantes et les perturbations anthropiques anciennes. Les pinèdes constituent ici le stade le plus forestier de la succession végétale, et probablement le climax local. Cette étude souligne le caractère singulier de l'environnement littoral de Provence occidentale au cours de l'Holocène ancien et moyen ; proche des refuges glaciaires, il se distingue par une installation précoce de taxons thermophiles et se trouve soumis à des contraintes naturelles importantes avant même que l'impact anthropique ne se fasse pleinement ressentir.

Mots clés : Castelnovien, Cardial, Provence occidentale, refuge glaciaire, dynamique de végétation, *Pinus halepensis*, *Phillyrea* sp.

ABSTRACT

FOREST COVER EVOLUTION AND MANAGEMENT DURING THE MESOLITHIC AND THE NEOLITHIC AT LA FONT-AUX-PIGEONS (CHÂTEAUNEUF-LES-MARTIGUES, WESTERN PROVENCE, FRANCE): ANTHRACOLOGICAL CONTRIBUTION

La Font-aux-Pigeons (Châteauneuf-les-Martigues, Bouches-du-Rhône, France) is a rock shelter that was mainly occupied between *ca* 6450 and 4700 ans cal BCE, by the hunters-gatherers of the last Mesolithic, the Castelnovian, and the agro-pastoralists of the Cardial Neolithic and the "Postcardial". This rock shelter is located in the Nerthe range (273 m a.s.l.), between the Mediterranean and the Berre pound. During the Castelnovian, the abundance of juniper and phillyrea or buckthorn indicates a steppe. The perdurance of this vegetation later than in the other regions of southern France may be linked to the local conditions which were characterised by winds and droughts. From the Cardial, the vegetal landscape is mainly composed of pine pre-forests (probably Aleppo pine) and shrublands dominated by phillyrea or buckthorn. The combination of the postglacial climatic warming and of local dry conditions may have induced the predominance of Aleppo pine since the Cardial. Furthermore, the substratum and the slopes seems to hinder the vegetal dynamic which remains at a pre-forested stage with Aleppo pine. During the occupation of the site, which corresponds to the Atlantic climatic optimum, this vegetal dynamic is unique since, at a macroregional scale, the vegetal landscape is mainly composed of deciduous oak forests. Moreover, during the Cardial occupations and the first part of the Postcardial, a modest anthropogenic pressure may lead to the maintenance of the phillyrea or buckthorn scrubland next to the pine formations. By documenting the vegetation before the rise of agro-pastoralist activities, this analysis enables to understand whether pine formations are intermediate or climatic in the local dynamic, in an area characterised by winds, drought and long-standing anthropogenic perturbations. The results highlight that pine vegetation represents the more forested phase in the vegetal succession and probably the local climax. They reveal the originality of the coastal environment in western Provence during the Early and Middle Holocene, where the development of thermophilous taxa occurs early, due to the proximity of glacial refuges and where the edaphic and climatic constraints appear to be harsh even before the rise of anthropogenic impact.

Keywords: Castelnovian, Cardial, western Provence, glacial refuge, vegetation dynamic, *Pinus halepensis*, *Phillyrea* sp.

¹ Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM, Campus Saint-Jean d'Angély 3, 24 avenue des Diabls Bleus, FR-06300, NICE.

Courriel : didier.binder@cepam.cnrs.fr, isabelle.thery@cepam.cnrs.fr, claire.delhon@cepam.cnrs.fr

² Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie, Département F.-A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau, 66 boulevard Carl Vogt, CH-1211, GENÈVE, 4. *Courriel* : janet.battentier@unige.ch

³ CNRS, Institut écologie et environnement, 3 rue Michel Ange, FR-75794, PARIS, cedex 16. *Courriel* : stephanie.thiebault@cnrs.fr

⁴ Le Jonquier, FR-83690 SALERNES. *Courriel* : courtinjean@orange.fr

⁵ Université Toulouse II, CNRS, Travaux et Recherches Archéologiques sur les Cultures, les Espaces et les Sociétés, Maison de la Recherche, 5 allées Antonio Machado, FR-31058 TOULOUSE cedex 9. *Courriel* : senepart@neuf.fr

⁶ Université Montpellier, CNRS, Institut des Sciences de l'Évolution Montpellier, Place Eugène Bataillon, FR-34095, MONTPELLIER.

Courriel : laurent.bouby@umontpellier.fr

1 - INTRODUCTION

Le grand abri de La Font-aux-Pigeons est situé à Châteauneuf-les-Martigues, dans les Bouches-du-Rhône (fig. 1). Actuellement entouré par la mégapole de Marseille, il est implanté sur le versant nord du massif calcaire de la Nerthe (273 m), à 5 km du rivage de la Méditerranée et à 2 km de l'étang de Berre dont la submersion marine se placerait au milieu du VI^e millénaire BCE (Leveau & Provansal, 1991 ; Jorda *et al.*, 1993).

Localisé en Provence occidentale, région soumise au mistral, vent violent, froid et sec et qui ne bénéficie pas des Alpes comme catalyseur de précipitations (Dubar & Roscian, 2001), l'abri se place actuellement dans un contexte proche de conditions semi-arides. Il a été principalement occupé par des groupes mésolithiques du Castelnovien, dont il est le site éponyme, puis par ceux du Néolithique Cardial (Escalon de Fonton, 1956 ; Courtin *et al.*, 1985 ; Courtin, 2000 ; Binder *et al.*, 2017). Les séquences stratigraphiques mises au jour (fig. 2), qui



Fig. 1 : Localisation de La Font-aux-Pigeons et des principales séquences archéologiques et sédimentaires (hors-site archéologique) voisines citées dans le texte (© GEBCO).

Fig. 1: Location of La Font-aux-Pigeons and the main archaeological and sedimentary sequences (off archaeological site) cited in the text (© GEBCO).

se développent sur environ trois mètres d'épaisseur, en font un des sites emblématiques de la Préhistoire récente de Provence, support de nombreux débats concernant la néolithisation du Sud de la France (Escalon de Fonton, 1971 ; Guilaine, 1976). Récemment, de nouvelles datations par le radiocarbone et la modélisation bayésienne des données chronologiques les plus solides

(tab. 1) ont permis de situer l'occupation castelnovienne entre 6467 ± 115 et 6200 ± 78 ans cal BCE et l'occupation cardiale entre 5245 ± 65 et 4853 ± 59 ans cal BCE (Binder *et al.*, 2017). Les occupations castelnoviennes sont donc partiellement contemporaines du début de l'événement climatique dit de 8,2 ka cal BP (entre 6300 et 6130 BCE : Kobashi *et al.*, 2007 ; Thomas *et al.*, 2007) et précèdent

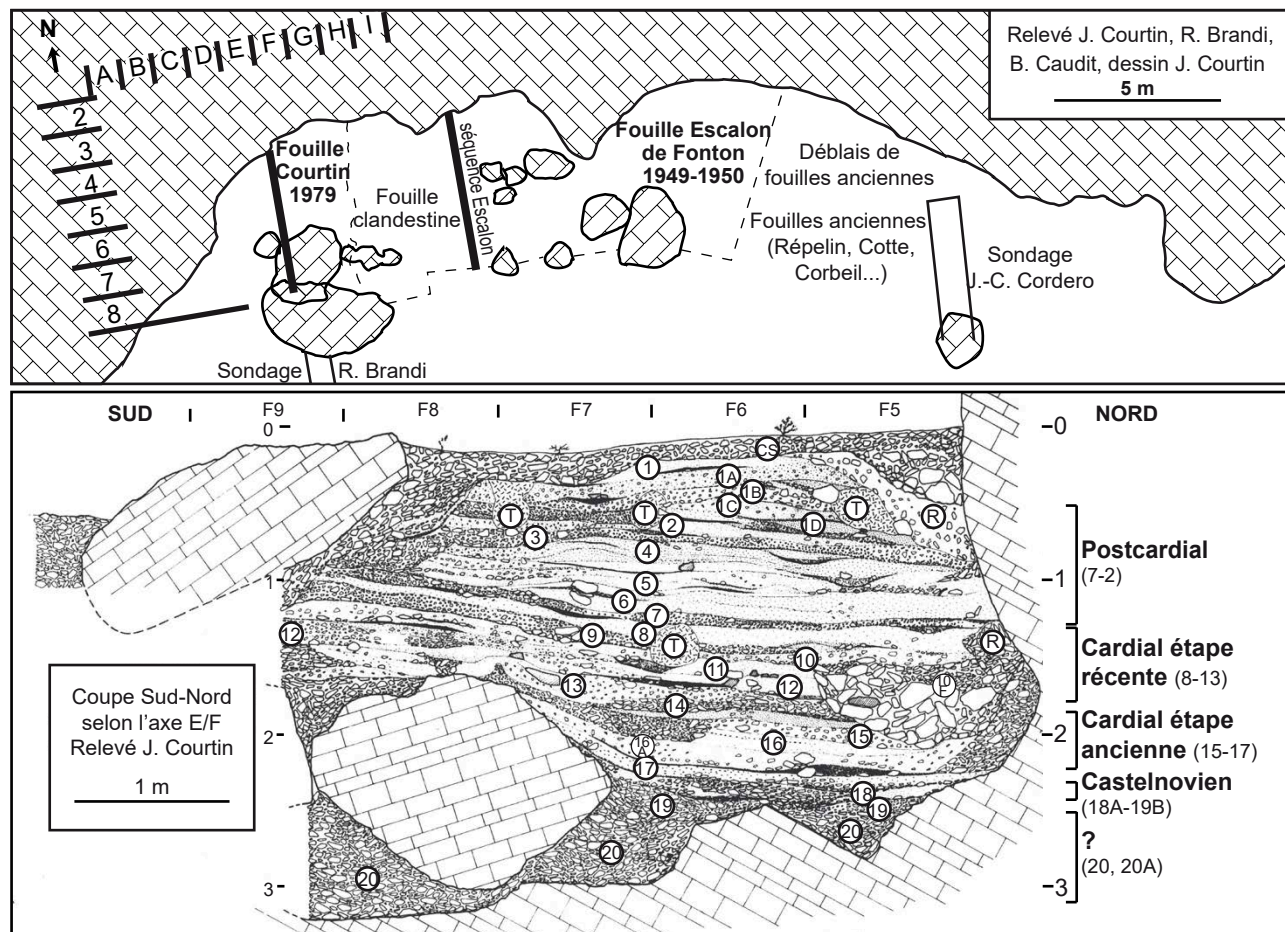


Fig. 2 : Plan et coupe stratigraphique de La Font-aux-Pigeons (d'après Courtin *et al.*, 1985).

En haut : plan des différentes opérations de fouilles et emplacements de la séquence stratigraphique des fouilles M. Escalon de Fonton et de la séquence stratigraphique des fouilles J. Courtin. En bas : coupe stratigraphique des fouilles J. Courtin. R : remanié ; CS : couche de surface ; T : terrier.

Fig. 2: Plan and section of La Font-aux-Pigeons (after Courtin *et al.*, 1985). Top: schematic map of the excavated sectors and locations of the stratigraphic sequence from M. Escalon de Fonton excavation and of the stratigraphic sequence from J. Courtin excavation. Bottom: stratigraphic sequence from J. Courtin excavation. R: reworked; CS: surface layer; T: burrow.

US	Attribution	Datation BP	Datation cal BCE à 2σ	Modélisation bayésienne cal BCE (ChronoModel)	Référence	Identifiant	Fiabilité
2	Postcardial	5460 ± 130	4550-3983		Courtin <i>et al.</i> , 1985	LY_2824	Faible
6		5590 ± 120	4724-4081			LY_2825	
11	Cardial étape récente			5245 ± 65 à 4853 ± 59	Binder <i>et al.</i> , 2017		Haute
11							
15	Cardial étape ancienne						
16							
17							
18G3_51	Castelnovien			6467 ± 115 à 6200 ± 78			
18H							
19B_4							

Tab. 1 : Chronologie 14C de la séquence archéologique de La Font-aux-Pigeons.

Les dates des US 2 et 6 sont les résultats des datations 14C et se rapportent directement à un objet daté (IntCal 13, OxCal 4.3.2 : Bronk Ramsey, 2009 ; Reimer *et al.*, 2013). Les dates des US 11 à 19 sont le résultat d'un traitement statistique de plusieurs dates (Binder *et al.*, 2017) et ne se rapportent à aucun objet concret.

Tab. 1: 14C chronology of the archaeological sequence of La Font-aux-Pigeons. The dates from the layers 2 and 6 are the results of 14C dating and are directly related to a dated object (IntCal 13, OxCal 4.3.2: Bronk Ramsey, 2009; Reimer *et al.*, 2013). The dates from the layers 11 to 19 are the results of a statistical processing of several dates (Binder *et al.*, 2017) and are not related to a concrete object.

la submersion de la dépression de Berre, qui interviendra avant l'installation dans l'abri des agro-pasteurs du Cardial. Les premières occupations du site se sont ainsi déroulées à une époque durant laquelle les évolutions climatiques et géomorphologiques ont pu avoir un impact important sur la flore environnante. Les niveaux supérieurs, assez pauvres en matériel, sont attribués au « Postcardial » (terminologie d'attente : Binder, 1995) et sur la base de découvertes anciennes, au Chasséen (Courtin *et al.*, 1985).

La situation de l'abri, sur un massif calcaire littoral où les vents et la sécheresse sont particulièrement importants et les perturbations anthropiques (pâturage, coupes) anciennes, détermine une végétation dont la signification dynamique est problématique. En effet, le climax de la succession végétale de ce territoire fragile reste discuté. La carte de végétation de la France attribue le site à l'étage mésoméditerranéen inférieur à chêne vert (*Quercus ilex*) (Molinier *et al.*, 1976). Cependant, différentes observations botaniques à plusieurs décennies d'intervalle (Vernet, 1971 ; observations personnelles, 2012, 2016) ont révélé que le chêne vert est absent à proximité du site ; en revanche, les formations à pin d'Alep (*Pinus halepensis*) sont majoritaires et représentent le stade le plus forestier de la succession végétale locale. La végétation actuelle de La Font-aux-Pigeons suggère ainsi l'existence locale d'un sous-étage plus xérique que celui du chêne vert, et dont le climax ou le paraclimax serait à pin d'Alep (Deleuil, 1958 ; Loisel, 1971). Au sud du bassin méditerranéen, de telles pinèdes sont reconnues comme climaciques dans certaines stations semi-arides et arides, par exemple dans les Hauts-Plateaux de Tunisie ; en revanche, en Méditerranée nord-occidentale, on les considère plutôt comme des stades pré-forestiers, transitoires (Quézel & Médail, 2003). Ainsi, dans le contexte proche du semi-aride de La Font-aux-Pigeons, la genèse et la signification dynamique de ces formations méritent d'être questionnées sur le long terme.

Récemment re-datées, les unités du dernier Mésolithique et du Néolithique Cardial de La Font-aux-Pigeons ont fourni des charbons de bois dont l'analyse était restée jusqu'à présent préliminaire (Vernet, 1971 ; Bazile-Robert, 1984 ; puis Thiébault, 1995, 1999 dont les données sont intégrées au tableau 2). Ces vestiges offrent l'opportunité de documenter précisément la dynamique de végétation et de déterminer quel a été son stade le plus avancé avant le plein développement des activités agro-pastorales. Au cours du Néolithique, en France méridionale, l'essor de ces activités est généralement considéré comme un facteur prééminent de la régression de la succession végétale, au profit de séries de dégradation (Triat-Laval, 1979 ; Thiébault, 1997 ; Heinz & Thiébault, 1998) dont le pin d'Alep peut faire partie. Les études palynologiques de séquences sédimentaires prélevées autour de l'étang de Berre (Triat-Laval, 1978, 1982) et celle réalisée sur le site lui-même, dans le secteur fouillé par M. Escalon de Fonton (Renault-Miskovsky, 1971), n'ont pas permis de clarifier le statut du pin d'Alep dans le massif de la Nerthe. En effet, les pins (*Pinus* sp.) n'y sont pas systématiquement identifiés au niveau spécifique et la résolution chronologique reste

insuffisante pour appréhender en détail l'évolution de la végétation. De plus, la production particulièrement importante de grains de pollen des pins et leur grande capacité de dispersion ne facilitent pas l'interprétation du signal pollinique de ce taxon (Triat-Laval, 1980).

Ainsi, une approche anthracologique de la végétation au cours de la première partie de l'Holocène, avant les profonds bouleversements environnementaux dus à l'essor de l'agro-pastoralisme, semble indiquée pour mieux comprendre la signification dynamique des formations à pin d'Alep du massif de la Nerthe. La comparaison avec d'autres enregistrements, polliniques et anthracologiques (Triat-Laval, 1982 ; Bazile-Robert, 1984, 1987), permettra de mieux appréhender les changements de paysage sur le pourtour de l'étang de Berre. Enfin, l'étude anthracologique de ce site vise à alimenter le débat, toujours d'actualité, concernant les modalités de succession (rupture ou continuité ?) entre les occupations castelnoviennes et cardiales puis postcardiales (Binder *et al.*, 2017), en documentant l'exploitation des ressources ligneuses par ces différents groupes culturels.

2 - CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE

Découvert en 1899 par J. Répelin, cet abri de 150 m² a fait l'objet de plusieurs fouilles dont les plus significatives ont été conduites par M. Escalon de Fonton de 1949 à 1950, puis par l'un d'entre nous (JC), dans le cadre d'une opération de sauvetage en 1979. C'est sur la base de la superposition, apparemment directe, des niveaux du Cardial à ceux du Castelnovien que M. Escalon de Fonton (1956) a proposé le premier scénario du processus de néolithisation de cette région. Le Cardial était alors considéré comme la filiation directe du Castelnovien, ce qui soutenait l'idée d'un processus de néolithisation indigène, appuyée par la découverte d'ossements de caprinés domestiques dans les niveaux mésolithiques (Ducos, 1958 ; Escalon de Fonton, 1971 ; Guilaïne, 1976). Depuis, ce processus a été largement remis en question (Binder, 1987, 1995 ; Binder & Maggi, 2001). Récemment, la modélisation bayésienne de nouvelles dates ¹⁴C, réalisées à partir de macrorestes végétaux à faible longévité, a permis de clarifier la chronologie des occupations, confirmant une discontinuité entre les occupations castelnoviennes et cardiales : environ un millénaire sépare les horizons du Castelnovien (6467 ± 115 à 6200 ± 78 ans cal BCE) de ceux du Cardial (5245 ± 65 à 4853 ± 59 ans cal BCE) (Binder *et al.*, 2017). Cette longue lacune a été interprétée par l'un d'entre nous (DB) comme la conséquence de phénomènes érosifs, probablement vers 5400-5300 ans cal BCE, période de crises hydro-sédimentaires à l'échelle de la moyenne vallée du Rhône et du bassin méditerranéen septentrional (Berger, 2005). Ces phénomènes pourraient avoir pour effet d'une part, le démantèlement d'installations de la toute fin du Mésolithique et/ou du début du Néolithique et, d'autre part, la percolation de matériel plus récent jusqu'aux niveaux castelnoviens encore en place.

Lors des opérations menées par M. Escalon de Fonton dans le secteur central, une alternance de foyers et de cailloutis ont permis de définir une vingtaine d'unités stratigraphiques rattachées au Castelnovien (C9 à C7), au Cardial (F6 à F1), à l'Épicardial (FB et CB) et, hypothétiquement, au Proto-chasséen (FA et CA) (Escalon de Fonton, 1976). Cette séquence n'a pas pu être corrélée à la séquence mise au jour en 1979 (figs. 2 & 3A). Cette dernière, dont proviennent les prélèvements anthracologiques étudiés dans ce travail, se décline en une trentaine d'unités stratigraphiques décrites comme une « *succession de niveaux cendreux mêlés de cailloutis plus ou moins denses et plus ou moins volumineux* » (Courtin *et al.*, 1985, p. 544). À la base de cette séquence, les niveaux 19B à 18A sont attribués au Castelnovien tandis que les niveaux sous-jacents (20 et 20A), non datés et pauvres en mobilier, ne peuvent pas être rattachés à un complexe culturel particulier (Courtin *et al.*, 1985). Les US 17 à 15 se rapportent à un aspect classique du Cardial franco-ibérique et les US 13 à 8 à une étape plus récente de ce complexe. Dans la partie supérieure de la séquence, les US 7 à 2 sont attribuées à un horizon postcardial dont la définition reste à préciser, notamment en raison de la rareté du matériel recueilli. En outre, les récoltes réalisées par R. Corbeil vers 1939 dans le secteur Est de l'abri ont fourni des « *vases à épaulement, des écuelles carénées et des anses poly-tubulées en flûte de pan* » (Courtin *et al.*, 1985, p. 548),

signalant des installations au cours du Chasséen qui n'ont pas été reconnues lors des opérations de terrain les plus récentes. Enfin, il faut considérer la possibilité de contaminations entre les différents horizons, par des terriers dans la partie supérieure de la séquence, par le creusement des fosses cardiales ayant pu affecter les niveaux castelnoviens, ou lors des phénomènes érosifs suspectés entre le Castelnovien et le Cardial (Binder *et al.*, 2017).

3 - CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ACTUEL

L'abri s'ouvre au sud, à 93 m d'altitude dans le massif littoral de la Nerthe. Il est situé au pied d'une falaise de calcaire urgonien haute d'une trentaine de mètres et orientée est-ouest qui constitue une protection contre les pluies et le mistral (fig. 3B). Le massif de la Nerthe enregistre actuellement moins de 600 mm de précipitations annuelles, concentrées aux intersaisons. En été, les températures élevées et la longue sécheresse sont susceptibles de favoriser les incendies que le mistral contribue à propager (Favre, 1992). En hiver, ce vent est par ailleurs un facteur de chute parfois importante des températures ; quelle que soit la saison, il a un effet asséchant sur les couvertures pédologiques. Aussi, il contribue, avec le régime contrasté des précipitations, à freiner le développement des sols et à en accroître



Fig. 3 : Vues de l'abri et de ses environs : abri en cours de fouille en 1979 depuis l'intérieur (A) et depuis l'extérieur (B) (© J. Courtin) ; environs de l'abri en 2016 (C) (© J. Battentier).

Fig. 3: Views of the rock shelter and the surroundings: during the excavation in 1979 from inside (A) and from outside (B) (© J. Courtin); surroundings of the shelter in 2016 (C) (© J. Battentier).

l'érodabilité. Par ailleurs, le pendage important des strates urgoniennes, et notamment du substrat de l'abri lui-même, est très certainement à l'origine de processus de ravinement susceptibles d'avoir affecté, à plusieurs reprises, l'enregistrement sédimentaire (Courtin *et al.*, 1985).

Selon les données de la carte de végétation de la France (Molinier *et al.*, 1976), le site appartenait à l'étage mésoméditerranéen inférieur à chêne vert. Nos observations récentes, aux abords immédiats du site, nous ont permis de noter une strate herbacée à brachypode de Phénicie (*Brachypodium phoenicoides*) et une garrigue basse à genévrier (*Juniperus phoenicea*) et plus rarement *J. oxycedrus*, romarin (*Rosmarinus officinalis*), euphorbe (*Euphorbia characias*) et chêne kermès (*Quercus coccifera*) (fig. 3C). À quelques dizaines de mètres de l'abri, les pins d'Alep colonisent les sols plus développés des talwegs et des diaclases du substrat affleurant. On trouve également le ciste cotonneux (*Cistus albidus*), quelques figuiers (*Ficus carica*) et plus rarement, d'après J.-L. Vernet (1971), le nerprun alaternus (*Rhamnus alaternus*) et le pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*). Ainsi, nous n'avons pas pu observer de chêne vert dans un rayon de 300 m autour du site. J.-L. Vernet, en 1971, ne signalait pas non plus cette espèce. Les formations à pin d'Alep semblent représenter le stade le plus forestier de la succession végétale locale, suggérant un sous-étage plus xérique que l'étage mésoméditerranéen inférieur à chêne vert, dont le climax ou le paraclimax serait à pin d'Alep (Deleuil, 1958 ; Loisel, 1971).

4 - MATÉRIEL ET MÉTHODE

Cette étude repose sur les prélèvements réalisés en 1979, par un tamisage à l'eau (à la maille 2 mm) de l'intégralité du sédiment des US 2 à 20 des carrés H4 à B8. Ces prélèvements anthracologiques ont fait l'objet d'une analyse préliminaire (Thiébaud, 1995, 1999), qui faisait elle-même suite aux travaux pionniers de J.-L. Vernet (1971) et d'E. Bazile-Robert (1984) à partir de prélèvements recueillis par M. Escalon de Fonton entre 1949 et 1950. Une reprise récente de l'étude a permis de compléter le corpus (Battentier, 2018). Lors de la fouille, des prélèvements issus de la même US mais réalisés dans des carrés différents ont souvent été regroupés (tab. 2). Parfois, les prélèvements de deux unités différentes ont été regroupés (par ex. 18 E et F ; 18 G et H). D'une manière générale, ces prélèvements correspondent à des charbons dispersés dans les couches d'occupation, classiquement interprétés comme des résidus de bois de feu domestique accumulés sur une durée relativement longue. Quelques prélèvements proviennent de concentrations, fosse (US 18G3) et foyers (US 3 carré B7, US 18B, US 18F à H, US 19B), qui n'ont pas toujours été isolés des prélèvements de charbons dispersés (par exemple les charbons de l'US 18E et du foyer 18F). Les concentrations de charbons offrent la plupart du temps un spectre taxinomique plus pauvre que les charbons dispersés et une moins bonne représentativité paléoenvironnementale, car elles

ne résultent souvent que de quelques événements de combustion et ne représentent donc que quelques récoltes de bois (Heinz, 1990 ; Chabal, 1997). Cependant, l'analyse des ensembles d'US 18 et 19, documentés pour une large part par des charbons issus de foyers, a donné des résultats identiques à celle des charbons dispersés dans les couches du même ensemble (fig. 4 & tab. 2). Ainsi, nous avons considéré que, même lorsque les charbons de bois proviennent de types de dépôts distincts (dispersés / concentrés) qui ne représentent pas le même type d'événement archéologique, la similitude des résultats obtenus en termes de liste floristique et d'ordre hiérarchique des trois premiers taxons justifie de les associer. Ainsi, l'intégralité des données a été exploitée pour réaliser le diagramme de la figure 4.

Pour l'identification taxinomique, chaque fragment de charbon de bois, préalablement fracturé à la main, est observé au microscope à réflexion (100 à 500x) en coupe transversale, longitudinale tangentielle et longitudinale radiale. Les caractéristiques anatomiques des charbons archéologiques sont comparées à celles publiées dans des atlas d'anatomie des bois (Schweingruber, 1990 ; Vernet *et al.*, 2001) et à des spécimens d'anthracothèque (celle du CEPAM-UMR 7264 du CNRS). L'anatomie du bois permet, selon le cas, de déterminer la famille, le genre, l'espèce ou le groupe d'espèces auquel appartient le fragment. Selon l'abondance des charbons dans chaque prélèvement, l'identification a porté sur l'intégralité du corpus, ou s'est poursuivie jusqu'à ce que l'étude de 50 fragments supplémentaires ne fournisse plus de nouveau

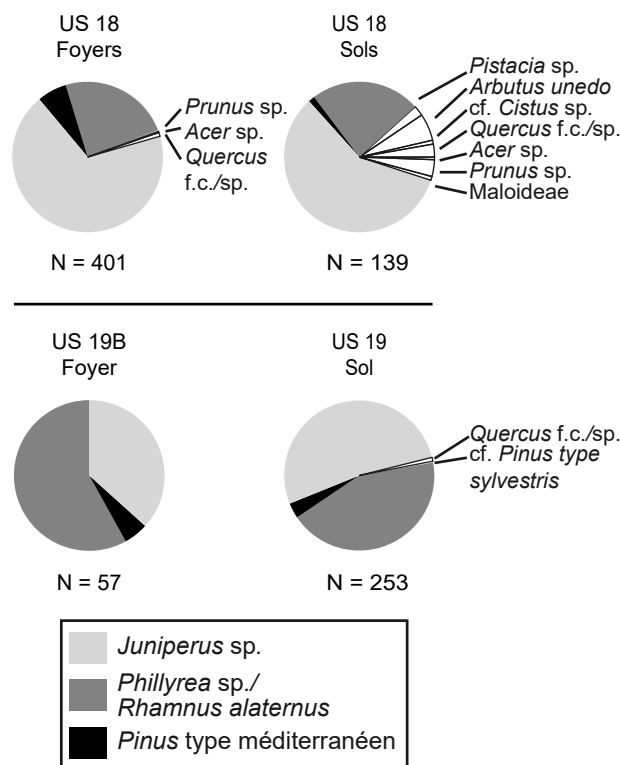


Fig. 4 : Comparaison des spectres anthracologiques des foyers castelnoviens des US 18 et 19 (à gauche) et des sols auxquels ils sont associés (à droite).

N : nombre de fragments étudiés. Pour le détail des résultats se reporter au tableau 2.

Fig. 4: Charcoal spectra of the castelnovian hearths from the US 18 and 19 (left) versus associated soils (right). N: number of identified fragments, see table 2 for details.

taxon. Dans la mesure du possible, plusieurs prélèvements ont été étudiés pour chaque US et plusieurs US par entité chronoculturelle. Quarante-huit prélèvements appartenant à 30 US ont fourni 3242 charbons identifiés (tab. 2). Quinze prélèvements (soit 31 % du total) ont un effectif inférieur à 50 fragments. À l'exception des US basales 20 et 20A, mal définies, les effectifs cumulés des différentes étapes chronoculturelles sont très confortables statistiquement (444 fragments identifiés pour les premières unités du Cardial, 890 pour le Castelnovien et 1029 pour le Postcardial) (tab. 3).

5 - RÉSULTATS : LE PAYSAGE VÉGÉTAL À LA FONT-AUX-PIGEONS

Les résultats des identifications montrent une faible diversité botanique par prélèvement, la valeur médiane étant de 4 taxons (tab. 2). Cependant, à l'échelle du site, la diversité de la végétation ligneuse est mieux enregistrée avec 19 taxons différents. Trois taxons dominent l'assemblage anthracologique : les genévriers, le pin et les filaires et/ou le nerprun alaterne (*Phillyrea* sp./*Rhamnus alaternus*) (fig. 5). Deux phases peuvent être observées : la première, correspondant au Castelnovien,

voit la dominance du genévrier et des filaires et/ou le nerprun alaterne (90 à 95 % des fragments déterminés) ; la deuxième, correspondant au Cardial et au Postcardial, voit une forte baisse des proportions du genévrier au profit du pin (généralement plus de 40 % des fragments identifiés), alors que les filaires et/ou le nerprun alaterne se maintiennent (entre 25 et 59 %). En dépit de pollutions démontrées par ailleurs des couches castelnoviennes par des éléments plus récents, le contraste entre les spectres anthracologiques des niveaux mésolithiques d'une part et néolithiques d'autre part est en faveur d'une bonne conservation du signal anthracologique global de chacun de ces deux ensembles. S'il est difficile d'évaluer la part des charbons intrusifs, ils restent suffisamment minoritaires pour ne pas perturber la cohérence écologique des végétations enregistrées.

À ces taxons majoritaires, sont associés d'autres ligneux sclérophylles et sempervirents de dimensions modestes, souvent identifiés en très faible proportion dès le Castelnovien, tels les pistachiers - dans la région il peut s'agir du lentisque (*P. lentiscus*) et/ou du térébinthe -, l'arbousier (*Arbutus unedo*), la bruyère (*Erica* sp.) sans doute principalement arborescente, les chênes sempervirents (*Quercus sempervirens*) - chêne kermès et/ou chêne vert -, les cistes (*Cistus* spp.), probablement

Attributions	US et sous couche associée	cf. <i>Populus</i> sp./ <i>Salix</i> sp.	<i>Quercus</i> f.c./sp.	<i>Acer</i> sp.	<i>Prunus</i> sp.	Maloiidae	<i>Eionymus</i> europeaus	cf. <i>Pinus</i> type <i>sylvestris</i>	<i>Juniperus</i> sp.	<i>Pinus</i> type méditerranéen	<i>Phillyrea</i> sp./ <i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Pistacia</i> sp.	<i>Arbutus unedo</i>	cf. <i>Erica</i> sp.	<i>Quercus sempervirens</i>	cf. <i>Cistus</i> sp.	cf. <i>Olea</i>	cf. <i>Cneorum</i>	Lamiaceae	Fabaceae	Total de fragments identifiés	Total de fragments identifiés
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	N	%
Postcardial	2 et 2A	1	7	4						59	25	4									107	100
	3		2						6	52	40										50	100
	4		3					1	3	55	32	4	3								120	100
	5		3	0,2	0,3				3	32	59	0,3	2		0,3		0,3				581	100
	6								15	23	57	3		1							155	100
	7									81	6		13								16	100
Cardial étape récente	8 et 8A								17	40	43										134	100
	9		1	4	1	3			9	67	9			4					1		69	100
	10		1		2	6		2	14	23	28	23									124	100
	11		3							71	26										95	100
	12								9	48	42		1								89	100
	13		4				1			52	32	7	5								155	100
Interface 2	14		7					7	50	36										58	100	
Cardial étape ancienne	15		5		1			5	4	49	28	4	4								113	100
	16 et 16A		3	6	2			1	2	53	30	2	1		1						178	100
	17		1		1				30	41	21	3	3								153	100
Interface 1	18B			30				50		20										20	100	
Castelnovien	18E à 18H		1	0,3	1	0,2			61	5	29	1	1			0,2					580	100
	19 et 19B		0,3					1	49	4	46										310	100
?	20 et 20A		2		1				26		68								1	1	135	100

Tab. 3 : Résultats de l'analyse anthracologique de La Font-aux-Pigeons (fouilles J. Courtin), en pourcentages du nombre total de fragments.

Les US qui ont des effectifs inférieurs à 30 fragments (US 7 et 18B) sont représentées en gris.

Tab. 3: Results of the charcoal analysis of La Font-aux-Pigeons (excavation J. Courtin) in percentage of fragments. US 7 and 18B provided less than 30 charcoal fragments and are represented in grey.

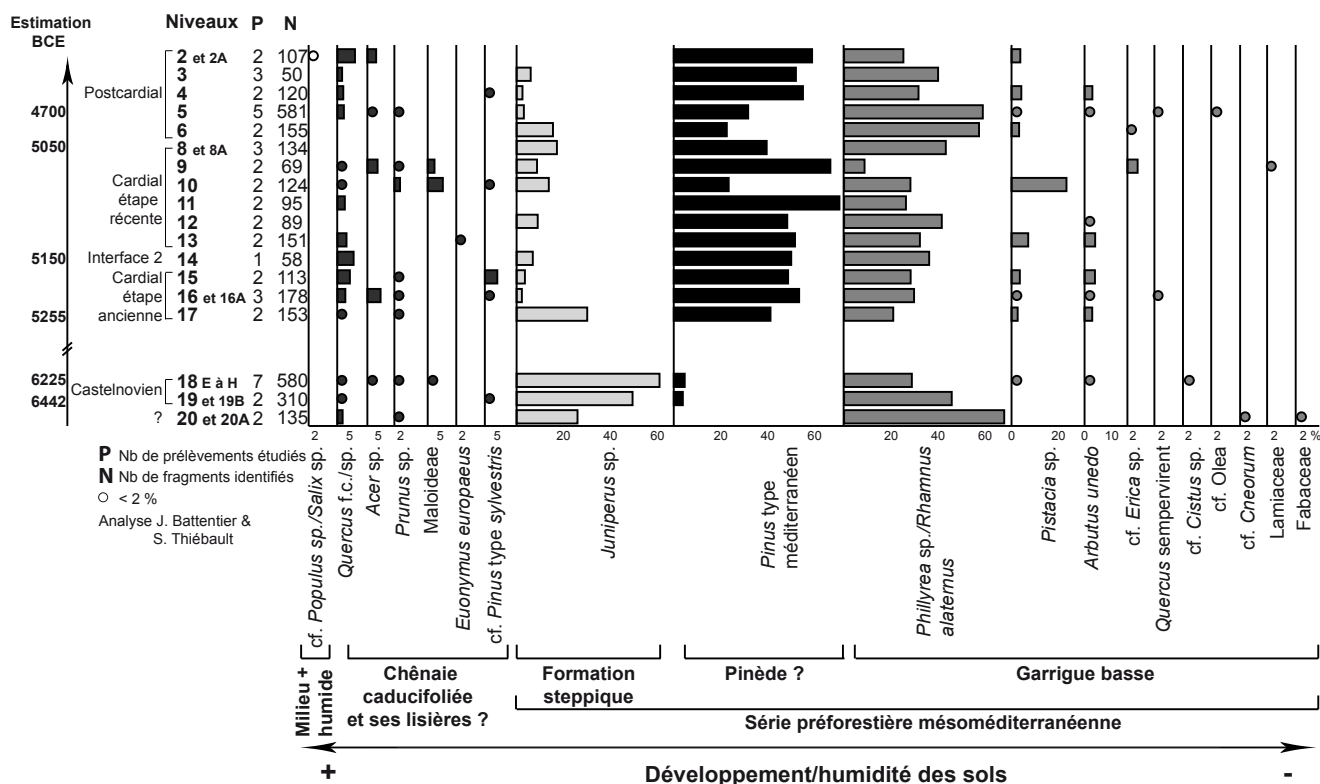


Fig. 5 : Diagramme anthracologique de La Font-aux-Pigeons par US (en pourcentage de fragments par taxon).

P : nombre de prélèvements étudiés ; N : nombre de fragments étudiés. Les dates sont des estimations d'après la modélisation bayésienne des données radiocarbones (Binder *et al.*, 2017). Les US dont les effectifs sont inférieurs à 30 fragments (US 7 et 18B) n'ont pas été représentées. Pour le détail des résultats se reporter au tableau 3.

Fig. 5: Charcoal diagram of La Font-aux-Pigeons per US (percentage of fragments per taxon). P: number of analysed samples; N: number of identified fragments. The dates are estimations resulting from Bayesian modelling of radiocarbon data (Binder *et al.*, 2017). US with less than 30 identified charcoal fragments (US 7 and 18B) are not represented, see table 3 for details.

l'olivier sauvage (*Olea europaea*), la camélée (cf. *Cneorum*), les labiées (Lamiaceae) et les légumineuses (Fabaceae). Le chêne caducifolié - probablement le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) dans la région - est identifié dans quelques prélèvements seulement, et en très faible quantité. Les rosacées maloidées (Maloideae) et prunoïdées (*Prunus* sp.) ainsi que le fusain (*Euonymus europaeus*), arbustes à feuillages caducs, sont généralement rattachés à la chênaie caducifoliée ou à ses lisières. Les érables (*Acer* sp.) et le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), plutôt héliophiles, peuvent également composer les lisières de la chênaie caducifoliée (Rameau *et al.*, 2008).

L'association, au cours du Castelnovien (US 19 et 18GH), des filaires et/ou le nerprun alaterne et des genévriers, taxons héliophiles et résistants au froid, renvoie à des formations steppiques (au sens de Zohary, 1973), alors qu'au Cardial et Postcardial le paysage végétal se composait principalement de pinèdes et de garrigues basses. Ces formations pouvaient se décliner en bosquets de pins alternant avec des placettes de garrigue, dans un paysage méditerranéen de forêt-parc, ou s'imbriquer sous la forme de bois de pins plus ou moins lâches, avec une strate arbustive. La rareté persistante des taxons associés à la chênaie caducifoliée ou à ses lisières suggère qu'ils étaient plutôt dispersés dans la série pré-forestière mésoméditerranéenne. Toutefois, ces taxons peu représentés ont aussi pu être récoltés épisodiquement dans des zones un peu plus distantes, sur des sols plus développés, plus favorables

au développement d'une véritable chênaie caducifoliée, comme par exemple dans la plaine bordant l'étang de Berre.

6 - GENÉVRIERS ET PINS : IDENTIFICATION ET IMPLICATIONS PALÉOBIOGÉOGRAPHIQUES

La précision des identifications obtenues à près de 20 ans d'écart par deux opérateurs peut différer pour certains taxons. Des critères anciennement utilisés (Heinz *et al.*, 1993 ; Thiébault, 1999) n'étant plus considérés aujourd'hui comme suffisamment discriminants, nous avons homogénéisé la liste des taxons anthracologiques reconnus : certaines identifications antérieures ont été ramenées au niveau du genre (par exemple *Juniperus* sp., les genévriers) ou regroupées dans des « taxons-valises » (Chabal, 1997, p. 20) tels « *Phillyrea* sp./*Rhamnus alaternus* » (les filaires et/ou le nerprun alaterne, dénomination simplifiée en « filaires/alaterne » dans la suite du texte) et « *Pinus* type méditerranéen ». Ce dernier regroupe les différents pins mésoméditerranéens - pin d'Alep, P. parasol (*P. pinea*) et P. maritime (*P. pinaster*) - qui présentent entre eux de grandes similitudes anatomiques mais qu'il est en revanche aisé de distinguer des pins « de type sylvestre » (*P. type sylvestris*), supraméditerranéens à montagnards. Dans les premières analyses du site, ces fragments avaient été attribués à *P. halepensis* (Thiébault, 1995, 1999).

Localement, les espèces de genévriers les plus abondantes à l'heure actuelle sont le cade et le genévrier de Phénicie. Toutefois, il est probable qu'au Mésolithique il s'agisse plutôt du genévrier commun, essence pionnière actuellement répandue à partir de l'étage supraméditerranéen. On sait en effet que ce dernier joue un rôle important dans les forêts-steppes qui caractérisent le Midi de la France au tout début de l'Holocène (anthracozone 1 de Heinz et Thiébaud, 1998). Toutefois, il n'est pas exclu que la position très méridionale du site de La Font-aux-Pigeons et le contexte climatique et édaphique local (*supra*) aient pu permettre une présence précoce d'espèces plus thermophiles. Dans tous les cas, ces genévriers, quels qu'ils soient, interviennent dans la dynamique de végétation en tant que taxons pionniers dans la reconquête des sols secs. Dans ce contexte, leur association au nerprun alaterne et/ou aux filaires renvoie également à un schéma connu par ailleurs au Préboréal/Boréal, dans lequel les filaires sont d'ailleurs plus probables que le nerprun (Delhon *et al.*, 2010).

J.-L. Vernet (1971) et avant lui J. Cotte et Ch. Cotte (1903) avaient reconnu des écailles de cônes de pin d'Alep carbonisées dans les sédiments mis au jour lors des fouilles anciennes de La Font-aux-Pigeons, contribuant à proposer l'hypothèse de l'indigénat de cette essence en Provence. Très récemment, des bractées carbonisées et peu fragmentées ont été retrouvées parmi les prélèvements anthracologiques issus des fouilles Escalon de Fonton et des fouilles Courtin. Elles ont permis à l'un d'entre nous (LB) de confirmer l'identification du pin d'Alep dans la couche F7 des fouilles Escalon de Fonton (fig. 6). Cette couche, attribuée au Castelnovien, présente des restes de caprinés domestiques (Ducos, 1958) et a fourni des dates par le radiocarbone particulièrement récentes (6420 ± 120 BP soit 5619-5078 ans cal BCE : Courtin *et al.*, 1985), signalant des contaminations par du matériel issu des couches du Cardial. Si le pin d'Alep pousse donc indubitablement autour du site au Néolithique, la question toujours en suspens de l'ancienneté de sa présence (dès le Castelnovien ?) nous a incité à réaliser de nouvelles datations (tab. 4). La date la plus ancienne obtenue à ce jour sur charbon de pin se rapporte à l'US 18G2 des fouilles Courtin (Castelnovien) et a donné une date cohérente avec son attribution chronoculturelle : 7326-6777 ans cal BCE (8096 ± 75 BP). En dépit des contaminations avérées de ce niveau (une autre date, également sur charbon de pin se rapporte clairement au Néolithique : 5616-5476 ans cal BCE). Cette datation confirme la présence aux alentours du site d'un pin méditerranéen dès le Mésolithique, alors que les données anthracologiques témoignent de son importance dans la végétation dès les premiers niveaux du Cardial (41 % de pin de type méditerranéen dans l'US 17).

7 - DISCUSSION

7.1 - PALÉOENVIRONNEMENT

Les genévriers, les pins de type méditerranéen et les taxons de garrigue, qui dominent le spectre anthracologique tout au long de l'occupation, sont des



Fig. 6 : Écaille de cône de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) provenant de l'US F7 des fouilles M. Escalon de Fonton de La Font-aux-Pigeons (© J.-D. Strich-CEPAM, identification L. Bouby).

*Fig. 6: Bract of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) from the layer F7 of the M. Escalon de Fonton excavation of La Font-aux-Pigeons (© J.-D. Strich-CEPAM, identification L. Bouby).*

taxons sempervirents, sclérophylles, plutôt thermophiles (bien que certains résistent aux basses températures) et xérophiles ou compétitifs sur les sols superficiels. Leur abondance, favorisée directement ou indirectement par des conditions édaphiques et atmosphériques sèches, signe des sols peu développés, un bilan hydrique limité et/ou des précipitations mal réparties dans l'année et peu disponibles pour la végétation. Ces taxons correspondent à la série pré-forestière mésoméditerranéenne. Ils sont héliophiles et il s'agit surtout de ligneux bas, arbrisseaux ou arbustes, à l'exception des pins et du chêne sempervirent *pro parte*. Ces caractéristiques renvoient localement à des formations ouvertes, évoquant une steppe arbustive, avec des faciès de steppe arborée voire de forêt-parc.

Les essences sempervirentes et de milieu ouvert persistent tout au long de la séquence de La Font-aux-Pigeons, y compris lors de l'optimum de la reconquête forestière postglaciaire, principalement caractérisée ailleurs dans le Midi de la France par le développement de la chênaie caducifoliée (anthracozone 2 : Vernet & Thiébaud, 1987 ; Heinz & Thiébaud, 1998). Toutefois, si la série pré-forestière demeure dominante tout au long de l'occupation du site, sa composition varie de

US	Attribution chronoculturelle	Datation BP	Datation cal BCE (2 σ)	Référence	Identifiant	Fiabilité	Taxon identifié	Nature du macroreste identifié	Proportion de charbons de <i>Pinus</i> type méditerranéen par US (en %)
11	Cardial étape récente	5970 ± 45	4964-4728	Binder <i>et al.</i> , 2017	LTL_15781A	Haute	<i>Pinus</i> sp.	écaille de cône (fragment)	71
11		5988 ± 45	4998-4771	Binder <i>et al.</i> , 2017	LTL_15780A	Haute	<i>Pinus</i> sp.	écaille de cône (fragment)	
16	Cardial étape ancienne	5999 ± 45	5006-4780	Binder <i>et al.</i> , 2017	LTL_15784A	Haute	<i>Pinus</i> sp.	écaille de cône (fragment)	53
15		6207 ± 45	5301-5045	Binder <i>et al.</i> , 2017	LTL_15783A	Haute	<i>Pinus</i> sp.	écaille de cône (fragment)	49
17		6228 ± 45	5307-5057	Binder <i>et al.</i> , 2017	LTL_15948A	Haute	<i>Pinus</i> sp.	écaille de cône (fragment)	41
17		6284 ± 45	5366-5079	Binder <i>et al.</i> , 2017	LTL_15951A	Haute	<i>Pinus</i> sp.	écaille de cône (fragment)	
19B	Castelnovien	6059 ± 45	5202-4835	inédite	LTL_18672A	Haute	<i>Pinus</i> type méditerranéen	charbon	5
19B		6400 ± 45	5473-5314	Binder <i>et al.</i> , 2017	LTL_15950A	Haute	<i>Pinus</i> sp.	écaille de cône (fragment)	
18G2		6575 ± 45	5616-5476	inédite	LTL_18670A	Haute	<i>Pinus</i> type méditerranéen	charbon	3
18G2		8096 ± 75	7326-6777	inédite	LTL_18671A	Haute	<i>Pinus</i> type méditerranéen	charbon	

Tab. 4 : Chronologie ^{14}C des datations (BP et calibrées BCE) réalisées sur des macrorestes de pin (fragments d'écaille de cône de pin ou charbons de pin type méditerranéen).

Courbe de calibration IntCal 13, sur le logiciel OxCal 4.3.2 (Bronk Ramsey, 2009 ; Reimer *et al.*, 2013).

Tab. 4: ^{14}C chronology of the dates (BP and calibrated BCE) from pine macroremains (*Pinus* sp. cone fragments or charcoal fragments of *Pinus* mediterranean type). Calibration curve IntCal 13, software OxCal 4.3.2 (Bronk Ramsey, 2009 ; Reimer *et al.*, 2013).

manière importante. La diminution des proportions des genévriers parallèlement à l'augmentation de celles du pin intervient lors de la transition entre Mésolithique et Néolithique, c'est-à-dire entre deux modes d'exploitation du milieu (chasseurs-cueilleurs/ agriculteurs-pasteurs). Se pose alors la question de la réalité paléoenvironnementale de cette dynamique perçue au travers du spectre anthracologique (changement de végétation ou modification de l'approvisionnement en combustible ?), et, si le changement de végétation est avéré, de son déterminisme (évolution naturelle ou impact des activités humaines ?). En effet, un tel changement peut être lié soit au recours à des aires d'approvisionnement différentes (les pinèdes plutôt que les steppes à genévriers), soit à une évolution paléoenvironnementale, les pinèdes prenant de l'ampleur par rapport aux formations à genévriers. L'utilisation du pin comme principal bois de feu perdure tout au long de la séquence néolithique, en dépit de la succession des horizons culturels (différentes étapes du Cardial et du Postcardial), ce qui plaide en faveur d'une réelle évolution du couvert ligneux et non de pratiques ayant pour conséquence la sélection d'une espèce. Il est difficile de dater précisément le début de cette dynamique, qui se place pendant la lacune d'enregistrement de cette séquence. Toutefois, la végétation dominée par le pin, installée entre le Mésolithique et le Néolithique, se maintient par la suite, ce qui indique que le changement observé relève d'une dynamique à long terme et non d'un événement de courte durée. L'événement climatique de 8,2 ka cal BP (autour de 6297-6136 ans cal BCE : Kobashi

et al., 2007 ; Thomas *et al.*, 2007) est partiellement contemporain du dernier niveau Castelnovien de La Font-aux-Pigeons (daté à 6225 a cal BCE), puis de la lacune d'enregistrement. Il reste néanmoins difficile d'établir un lien entre cet événement climatique global et le changement de végétation observé, d'autant plus qu'il n'y a pas, à l'heure actuelle, d'exemple du fait que cet événement ait entraîné des changements de la composition du couvert ligneux dans le sud de la France. Par ailleurs, la transgression marine de la dépression berroise, datée du milieu du VI^e millénaire BCE (Leveau & Provansal, 1991 ; Jorda *et al.*, 1993), ne semble pas, dans l'état actuel des données, avoir eu d'impact sur la végétation ligneuse exploitée par les occupants du site.

L'évolution durable du spectre de végétation observée à La Font-aux-Pigeons fait écho à des changements de même nature observés en Provence occidentale lors du passage du Boréal à l'Atlantique ancien sans que l'on puisse encore en cerner finement le tempo et les modalités. Par exemple, à Salernes (Var), à 90 km au nord-est de La Font-aux-Pigeons, le spectre anthracologique de La Baume Fontbrégoua signale, postérieurement à une phase à pins sylvestres et à genévriers (Épipaléolithique, anthracozone 1a), le déploiement au cours du Mésolithique d'une phase à genévriers (anthracozone 1b), qui précède la mise en place au Cardial et au Pré-chasséen d'une végétation où le pin d'Alep domine, suivi par le chêne caducifolié (anthracozone 2) (Thiébault, 1995, 1997). De telles caractéristiques (stabilité du spectre anthracologique de La Font-aux-Pigeons après le changement, reproductibilité de la dynamique observée)

vont dans le sens d'un changement du paysage végétal entre le Mésolithique et le Néolithique, et non dans celui d'un changement des pratiques d'approvisionnement.

7.2 - DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION

7.2.1 - Aspects climatiques

L'abondance des genévriers et des filaires/alaterne dans le Castelnovien de La Font-aux-Pigeons, au-delà de 6225 cal BCE, pourrait signaler une phase de reconquête végétale postglaciaire (phase anthracologique 1, Thiébaud & Heinz, 1998) plus longue ou plus tardive que dans les autres régions méridionales. À l'échelle du pourtour de l'étang de Berre, les résultats palynologiques des séquences naturelles signalent également que « *durant le Boréal [7000-6000 ans cal BCE], [...] persiste, plus de deux millénaires après son optimum tardiglaciaire, une végétation steppique à Juniperus, Artemisa et Chénopodiacées* » (Triat-Laval, 1982, p. 112). Par ailleurs, les séquences anthracologiques de gisements voisins (le Mourre-Poussiou à Fos-sur-Mer et Sulauze/Cornille à Istres), étudiées par E. Bazile-Robert dans les années 1970-1980, signalent des formations steppiques à genévrier (parfois associés aux filaires/alaterne) sur la marge littorale de la Provence occidentale dès la fin du Tardiglaciaire ou l'Épipaléolithique (Bazile-Robert, 1984, 1987). Bien que ces données soient fragmentaires, il apparaît que les formations steppiques à genévrier et

à filaires/alaterne ont été dominantes, autour de l'étang de Berre, depuis la fin du Tardiglaciaire (Bazile-Robert, 1984 ; Triat-Laval, 1982) jusqu'après l'occupation castelnovienne de La Font-aux-Pigeons. Plus à l'ouest, ce type de végétation n'est plus enregistré après 7700-7300 ans cal BCE, par exemple dans les grottes de l'Abbé Pialat (Saint-Bauzille-de-Putois, 8500 ± 100 BP) et de l'Abeurador (Félines-Minervois, 8470 ± 90 BP) (Vernet *et al.*, 1987 ; Heinz & Thiébaud, 1998). Plus à l'est, la chênaie caducifoliée est déjà dominante à la transition entre le tardiglaciaire et le postglaciaire, vers 9000 ans cal BCE (10069 ± 80 BP ; 9686 ± 75 BP : Tomasso *et al.*, 2014), par exemple dans les Alpes-Maritimes, à Gréolières - abri Martin (Bazile-Robert, 1987).

Le maintien tardif de ce cortège steppique dans la Nerthe pourrait renvoyer aux conditions climatiques locales, qui ont pu neutraliser les effets d'une évolution régionale, voire globale, bien attestée par ailleurs. Le mistral, facteur de baisse ponctuelle des températures et d'assèchement des sols, a pu réduire ici le bénéfice des améliorations climatiques postglaciaires et freiner la progression de la forêt caducifoliée.

7.2.2 - Aspects biogéographiques : proximité des refuges glaciaires du pin d'Alep ?

Au Cardial et au Postcardial, le genévrier est remplacé dans le spectre anthracologique par un pin de type méditerranéen, probablement le pin d'Alep. L'aire de

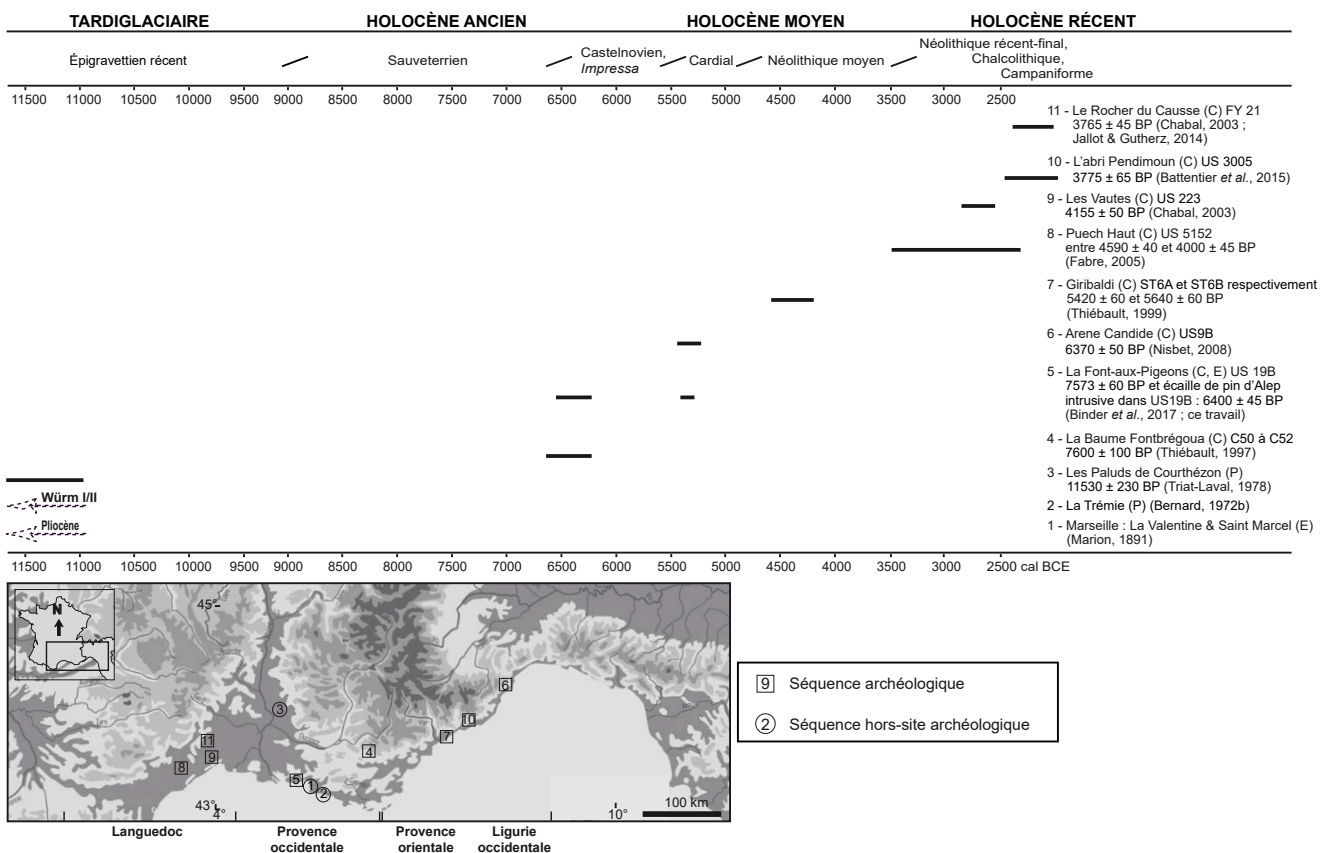


Fig. 7 : Datation et localisation des premières occurrences de pin d'Alep sous forme de charbons (C), d'écailles de cône (E) ou de grains de pollen (P) dans le Sud de la France et en Ligurie occidentale.

Traits pleins : datations radiocarbones calibrées à 2σ, flèches en pointillées : autres attributions chronologiques (palynozone, géologie). Courbe de calibration IntCal 13, sur le logiciel OxCal 4.3.2 (Bronk Ramsey, 2009 ; Reimer *et al.*, 2013).

Fig. 7: Date and location of the first occurrences of Aleppo pine - charcoal fragments (C), cone scales (E) or pollen (P) - in southern France and western Liguria. Continuous lines: calibrated 14C dates (2σ), dotted arrows: other chronological attributions (palynozone or geology). Calibration curve IntCal 13, software OxCal 4.3.2 (Bronk Ramsey, 2009; Reimer *et al.*, 2013).

répartition actuelle de cet arbre xérophile et thermophile couvre principalement l'étage thermoméditerranéen et l'étage mésoméditerranéen inférieur (Quézel & Barbero, 1992). Les difficultés d'identification à l'espèce des restes ligneux et du pollen rendent l'histoire de ce taxon assez difficile à retracer. Quelques jalons fiables sont néanmoins à notre disposition (fig. 7).

À La Font-aux-Pigeons, des charbons de pin de type méditerranéen sont présents dès les US 19 et 19B (9 et 3 fragments dans chaque unité) qui sont rattachées à la phase ancienne du Castelnovien datée ici à 7573 ± 60 BP soit entre 6569-6259 ans cal BCE (Binder *et al.*, 2017). Toutefois, un de ces charbons, directement daté par AMS (tab. 4), donne un âge plus ancien, entre 7326 et 6777 ans cal BCE (8096 ± 75 BP), qui d'une part atteste de l'ancienneté du pin dans la zone et d'autre part pourrait signaler une occupation de l'abri au Mésolithique ancien (cf. Sauveterrien final). Cependant, l'ensemble des niveaux mésolithiques dans lesquels des écailles de cône de pin d'Alep ont été identifiées présente des problèmes de contamination (tab. 4) : unités F7 des fouilles Escalon (cf. *supra*), 18G2 et 19B des fouilles de 1979 (dans cette dernière, une datation directe a donné un âge néolithique, entre 5473 et 5314 ans cal BCE).

À Fontbrégoua, un pin de type méditerranéen est bien identifié dès les niveaux C50 à C52, dont la date la plus récente se place entre 6640 et 6250 ans cal BCE, puis domine le spectre anthracologique dans la plupart des niveaux néolithiques (Thiébaud, 1997). En revanche, les spectres anthracologiques des basses terres de Provence orientale (Giribaldi) et de Ligurie occidentale (Arene Candide) signalent son apparition plus tardivement, entre *ca* 5500 et 4500 ans cal BCE. Un délai supplémentaire est encore nécessaire pour qu'il atteigne le Languedoc, à partir d'environ 3500 ans cal BCE (Puech Haut : Fabre, 2005 ; les Vautes et le Rocher du Causse : Chabal, 2003), et les versants littoraux de Provence orientale vers 2500-2000 BCE (Pendimoun : Battentier *et al.*, 2015). En outre, il reste partout relativement discret et n'atteint jamais des proportions aussi importantes qu'à La Font-aux-Pigeons ou à Fontbrégoua. Ainsi, sur le massif littoral qu'est la Nerthe, l'apparition relativement précoce et l'importance sans pareille, dès les premiers niveaux du Cardial, d'un pin de type méditerranéen, dont des écailles de cône préservées permettent de préciser l'identification, pourraient indiquer la proximité de refuges glaciaires du pin d'Alep. Cette hypothèse vient appuyer les données des séquences palynologiques tardiglaciaires de la basse vallée du Rhône (Triat-Laval, 1978) où une distinction entre le pin sylvestre et le pin d'Alep a été proposée sur la base du diamètre de leurs grains de pollen. La séquence de Courthézon signale ainsi que le pin d'Alep pourrait contribuer à la courbe des pins dès l'Allerød (11530 ± 230 BP soit 11983-10953 ans cal BCE), c'est-à-dire avant la fin du dernier cycle glaciaire. Ensuite, dès la première phase de réchauffement climatique du Postglaciaire (Préboréal, *ca* 8300-7000 BCE), le pin d'Alep participe à l'augmentation de la représentation pollinique des pins en basse vallée du Rhône. Ces résultats venaient déjà confirmer ceux de la séquence palynologique de

La Trémie, à Cassis, qui avaient amené J. Bernard (1972 a et b) à considérer que le pin d'Alep était présent dès le « Würm I/II » et jusqu'au Subatlantique. Ainsi, pendant la dernière glaciation, la Provence occidentale et peut-être plus précisément le secteur de la Nerthe pourrait avoir bénéficié de conditions favorables au maintien de cette espèce thermophile et xérophile. En basse Provence, ces refuges seraient situés « *dans la partie inférieure des paléo-thalwegs du Rhône et des fleuves côtiers [...], aussi bien dans la zone qui est maintenant submergée que dans la partie qui a été remblayée par les sédiments fluviaux* » (Triat-Laval, 1978, p. 259). Plus près de l'abri, nous proposons que des refuges aient pu exister sur les versants exposés au sud et/ou abrités du vent par exemple, localisés en avant de l'actuel trait de côte et/ou dans la dépression de Berre, alors exondée. Par la suite, lors de l'optimum climatique, le pin d'Alep a pu se trouver avantagé car très compétitif en regard des conditions microclimatiques et édaphiques locales. L'augmentation du corpus anthracologique renforce l'hypothèse avancée dès les analyses préliminaires du site selon laquelle la conjonction des évolutions climatiques globales et des caractéristiques microclimatiques locales (aridité, mistral), dans une zone proche des refuges glaciaires, pourrait être à l'origine de la prédominance du pin d'Alep dans les niveaux du Cardial et du Postcardial (Thiébaud, 1995).

7.2.3 - Rôle du substrat dans la dynamique de végétation

À La Font-aux-Pigeons, les conditions topographiques et microclimatiques rendent l'implantation de la végétation difficile et freinent la constitution et le maintien des sols. Les genévriers et les pins, qui dominent successivement le spectre anthracologique, ont un système racinaire traçant, adapté à des sols superficiels mais peu efficace pour la fixation de ces sols (Erktan, 2013). De plus, leur litière, moins biodégradable que celle des feuillus, associée à de forts taux de calcaire actif (Duchaufour, 1977) et à la faible perméabilité du calcaire dur de la roche mère (Durand & Dutil, 1972) ne facilite pas le développement des sols. Ainsi, même si le couvert herbacé, dont la composition reste inaccessible à l'analyse anthracologique, a pu compenser en partie la faible activité pédogénétique des principaux ligneux (pins et genévriers), les conditions semblent défavorables à la mise en place de sols développés. Les facteurs pédologiques ont sans doute contribué à bloquer la dynamique végétale à des stades pré-forestiers, d'abord de type steppe à genévrier puis un peu plus haut, à pins d'Alep. À La Font-aux-Pigeons, une forte emprise anthropique ne semble pas avoir été nécessaire pour empêcher le plein développement du stade forestier de la chênaie caducifoliée et des sols relativement profonds et frais qui lui sont associés.

7.3 - QUEL(S) MARQUEUR(S) ANTHRACOLOGIQUE(S) DE L'ANTHROPISATION SUR LE LITTORAL PROVENÇAL ?

Dans les approches anthracologiques, la pression anthropique sur la végétation est généralement perçue

par le développement de différents types de taxons : xérophiles, adaptés aux sols peu développés ; héliophiles et/ou pyrophytes qui renvoient à l'ouverture du milieu ; compétitifs face à certaines perturbations (pâturage, coupe, incendie). À La Font-aux-Pigeons, ces taxons constituent l'essentiel du spectre dès les niveaux anté-néolithiques, alors que l'économie de subsistance des occupants du site n'a sans doute pas eu d'impact significatif sur l'environnement. Ainsi, même pour le Néolithique, au cours duquel les activités agropastorales sont bien documentées sur le site (Courtin *et al.*, 1985 ; Marival, 1988, 1993), il est difficile de mesurer l'impact des activités humaines sur la végétation d'après le spectre anthracologique.

Au niveau régional, l'impact des populations de l'Impresso-Cardial sur le milieu est faiblement perceptible (Arene Candide : Nisbet, 2008 ; Pendimoun : Battentier *et al.*, 2015), localisé (Lalo à Espeluche dans la Drôme : Berger *et al.*, 2016) ou même imperceptible (grotte Lombard à Saint-Vallier-de-Thiery dans les Alpes-Maritimes : Thiébault, 1991). Dans la plupart des sites, la chênaie caducifoliée domine et reste très peu ou pas du tout concurrencée. À La Font-aux-Pigeons, l'absence de développement de la chênaie et l'importance du pin pourraient être interprétées comme le résultat de fortes contraintes anthropiques. Le pin d'Alep est une espèce pionnière, avantagée par le feu (Kuhnholz-Lordat, 1938) et surtout par la lumière favorisant sa germination (Calamassi *et al.*, 1984; Thanos & Skordilis, 1987 ; Trabaud, 1995), qui colonise les zones dénudées, notamment suite à l'action volontaire ou involontaire de l'homme (cultures abandonnées, terrains incendiés). Toutefois, il apparaît que sa présence ici relève d'une dynamique naturelle (*supra*), même s'il n'est pas exclu qu'elle soit secondairement amplifiée par l'exploitation agro-pastorale, qui reste apparemment modérée d'après la stabilité du spectre anthracologique (Thiébault, 1995, 1999). Ainsi, à La Font-aux-Pigeons, l'importance des pins méditerranéens et la faiblesse de la chênaie caducifoliée ne sont pas des indicateurs pertinents de la pression anthropique : il est nécessaire d'interroger d'autres types de données pour aborder cette question.

J.-L. Vernet a décrit en 1971 (p. 98) un paysage « où les bouquetaux de *Pinus halepensis* Mill. alternent avec les groupements ouverts à *Juniperus phoenicea* L. ». Les photographies de l'environnement de la fouille, en 1979, et nos propres observations récentes montrent aussi une végétation pré-forestière dominée par les pins d'Alep et les genévriers (figs. 3B & C), en dépit de la forte déprise agraire qui sévit depuis plus d'un siècle en raison de l'industrialisation de la périphérie marseillaise (Quézel & Barbero, 1992 ; Taton *et al.*, 1999). Des pratiques pastorales passées, ne restent que quelques dizaines de chèvres ensauvagées qui parcourent encore le massif de la Nerthe. Par ailleurs, grâce aux mesures de protection, aucun incendie n'a parcouru les environs du site dans un périmètre de 500 m depuis 1978, excepté un départ de feu rapidement maîtrisé en 2007. Ainsi, depuis au moins 40 ans, la zone connaît une période de relative diminution de la fréquence et de l'intensité des perturbations qui devrait favoriser le développement des sols et la progression de la

succession végétale. Les photographies anciennes (fig. 8) permettent de suivre la dynamique de végétation depuis un peu plus d'un siècle. Elles mettent nettement en évidence une reconquête forestière qui se réalise par le déploiement du pin d'Alep au détriment de petits ligneux, semble-t-il sclérophylles, difficiles à identifier sur la carte postale de 1912 (fig. 8A : nerpruns, filaires, chênes kermès, pistachiers ?). La dynamique de végétation moderne confirme que l'augmentation du pin d'Alep est, dans cette zone, un marqueur de la diminution des perturbations, et non, comme c'est souvent le cas dans des zones plus forestières, un marqueur d'anthropisation, plutôt caractérisée sur la carte postale de 1912 par des petits ligneux sclérophylles. Parmi les taxons envisageables, les filaires et/ou l'alaterne ont été retrouvés en abondance dans les charbons de La Font-aux-Pigeons. Les filaires (*Phillyrea angustifolia* et *Phillyrea latifolia*), dont l'écologie et la réaction aux perturbations ont fait l'objet de nombreuses études, attirent particulièrement notre attention. Ces arbustes héliophiles sont parmi les ligneux méditerranéens les plus appréciés des ovins et des caprins, tout en réagissant bien au pâturage, qui, s'il demeure modéré, stimule même leur développement (Dutoit *et al.*, 2008, Sirkou *et al.*, 2002), ce qui permet de les utiliser comme indicateur de la pression pastorale (Sirkou *et al.*, 2002 ; Roudaut *et al.*, 2007). Très compétitifs lorsque celle-ci est peu intense, et présentant une bonne régénération post-incendie (Gratani & Amadori, 1991), les filaires semblent constituer un marqueur anthracologique approprié pour l'évaluation des pratiques pastorales anciennes.

Or, on observe que, loin de reculer significativement au profit du pin d'Alep à la faveur de la reconquête forestière, les filaires/alaterne abondent tout au long de l'occupation de La Font-aux-Pigeons, dans des proportions comparables à celles des gymnospermes (fig. 5). Le maintien au Néolithique de formations végétales basses, caractérisées par un taxon marqueur de l'anthropisation, nous semble un indice d'activités humaines défavorables au développement des pinèdes. Cette hypothèse a déjà été proposée en moyenne vallée du Rhône où, après avoir participé aux formations steppiques à genévrier au début de l'Holocène, les taxons sclérophylles auraient composé les formations de dégradation induites par les activités humaines à l'Holocène moyen (Delhon *et al.*, 2010). C'est au Cardial que ces taxons sont les moins abondants (généralement entre 21 et 43 %) à La Font-aux-Pigeons, alors que les indices d'érosion sont étonnamment rares à l'échelle du massif de la Nerthe. Ces deux observations concourent à suggérer une faible déstabilisation des sols par les activités anthropiques, très faibles tout au long de cette période. En revanche, la forte augmentation des filaires/alaterne (jusqu'à 59 % du spectre anthracologique) dans la partie inférieure de l'ensemble Postcardial (US 7 à 5) intervient alors que le taux de sédimentation franchit un palier à l'échelle locale (Calanques des Renaïres : Canut & Vella, 2009 ; Étang de Berre : Jorda, 1993). L'association de ces phénomènes érosifs à l'expansion de la garrigue basse, au détriment des pins mais aussi des chênes caducifoliés qui viennent presque à disparaître, nous permet d'envisager un impact anthropique renforcé.

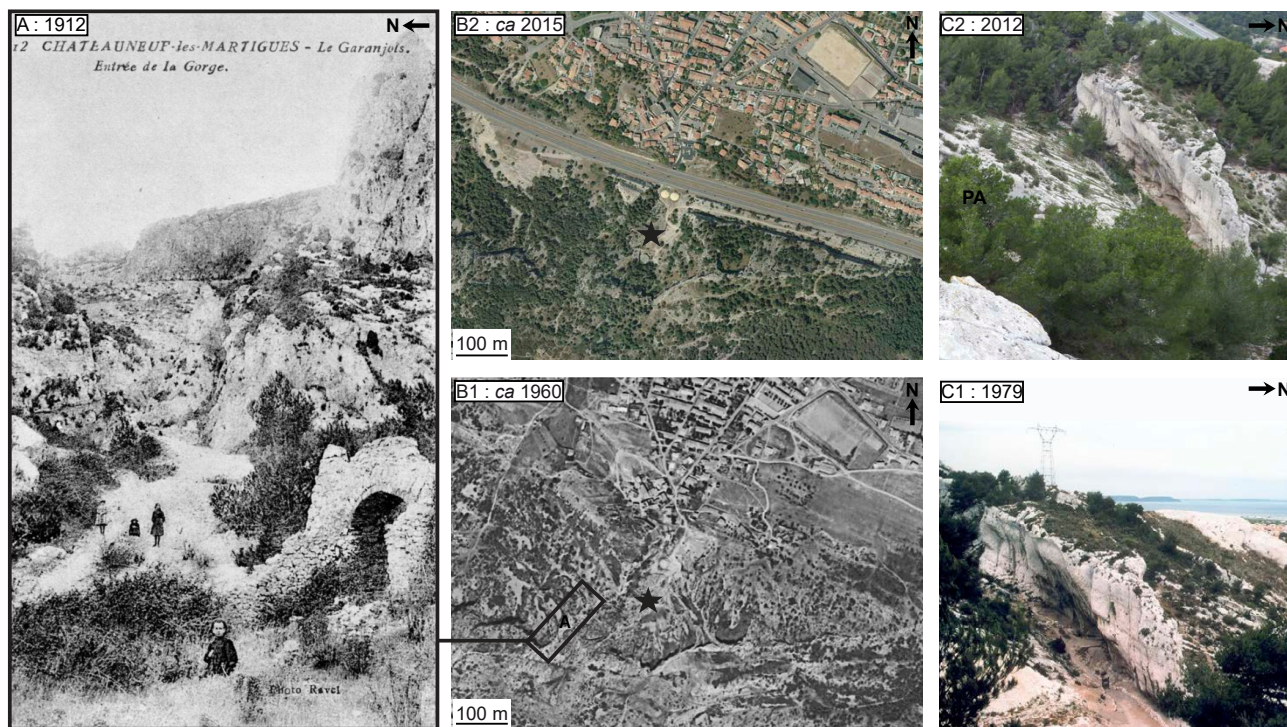


Fig. 8 : Un siècle de végétation dans les environs de La Font-aux-Pigeons.

(A) Carte postale datée de 1912 du Garanjols localisé au sud-ouest de La Font-aux-Pigeons (© L. Ravel : document privé transmis par M. Ravel ; <http://maximeravel.over-blog.com>). (B) Vues aériennes de ca 1960 (B1) puis de ca 2015 (B2) (© IGN). (C) Vue de l'abri au cours de la fouille de 1979 (C1) (© J. Courtin) et en 2012 (C2) (© J. Battentier). PA : pin d'Alep.

Fig. 8: One century of vegetation in the vicinity of La Font-aux-Pigeons. (A) postcard dated from 1912 of the Garanjols valley located south-west of the site (© L. Ravel; private document transmitted by M. Ravel; <http://maximeravel.over-blog.com>). (B) Aerial view ca 1960 (B1) and ca 2015 (B2) (© IGN). (C) Views of the shelter during the excavation in 1979 (C1) (© J. Courtin) and in 2012 (C2) (© J. Battentier). PA: Aleppo pine.

La dynamique de végétation observée serait alors une déclinaison locale de l'anthracozone 3 mise en évidence ailleurs dans le Midi (Vernet & Thiébaud, 1987 ; Heinz & Thiébaud, 1998), qui marque le basculement vers un forçage en partie anthropique de l'évolution du couvert forestier. Selon cette même logique, le léger retrait de la garrigue (en abondance et en diversité) dans la partie supérieure de l'ensemble Postcardial (US 4 à 2), associé au développement de la pinède et à un léger essor de la chênaie caducifoliée (surtout dans l'US 2) pourrait suggérer une diminution de l'impact anthropique.

Ainsi, en dépit du poids très important des facteurs édaphiques et climatiques sur la dynamique de végétation de la Nerthe, l'analyse anthracologique de La Font-aux-Pigeons met en évidence une pression anthropique limitée qui permet le maintien des garrigues à filaires/alaterne au cours du Cardial. Cet impact reste cependant très faible en comparaison de celui qui sera enregistré au Néolithique final, d'après les résultats anthracologiques du site de Ponteau (Martignes, Bouches-du-Rhône), situé 10 km à l'ouest. En effet, après deux millénaires et demi d'activités pastorales, une garrigue basse à ciste va finalement s'installer, alors que reculent non seulement les formations sylvatiques à pin mais aussi les garrigues plus hautes à pistachier et filaires/alaterne (Battentier *et al.*, 2020).

7.4 - MODALITÉS ET CONTINUITÉ DES OCCUPATIONS À LA FONT-AUX-PIGEONS : APPORTS DE L'ANTHRACOLOGIE

Les modalités d'occupation et la fonction du site ne sont pas bien cernées, à l'heure actuelle, par l'archéologie.

Du point de vue de l'anthracologie, les variations faibles et progressives des proportions des différents taxons du Cardial ancien au Cardial récent semblent signaler une certaine continuité, à la fois dans les modalités et l'intensité de l'exploitation de l'environnement et dans l'occupation de l'abri tout au long du Cardial. À l'inverse, le croisement des courbes des genévriers et des pins qui intervient entre le Castelnovien et le Cardial ancien est plus abrupt, même en tenant compte de la plus ancienne US cardiale (US 17) où les proportions des genévriers atteignent encore 30 % du spectre anthracologique. Cette rupture dans la dynamique de végétation fait écho à celle mise en évidence par l'étude de l'industrie lithique entre les niveaux du Castelnovien et ceux du Cardial (Binder, 1987). De nouvelles datations sur du matériel à durée de vie courte et leur modélisation bayésienne ont définitivement confirmé l'existence d'une lacune entre le Castelnovien et le Cardial ancien, liée soit à une absence d'occupation et de sédimentation soit à une destruction de l'enregistrement sédimentaire, et permis de la dater soit (hypothèse A) entre 5442 ± 98 et 5240 ± 64 ans cal BCE, soit, plus probablement, (hypothèse B) entre 6200 ± 78 et 5245 ± 65 ans cal BCE (Binder *et al.*, 2017). Dans le second cas de figure, que nous privilégions, la durée de cet intervalle, qui est de près de 1000 ans, est largement suffisante pour permettre un changement de la dynamique de végétation et le passage d'une steppe à genévrier et à filaires/alaterne à un stade plus forestier dominé par les pins en association avec une garrigue.

Pour ce qui est des niveaux les plus récents, l'augmentation des pins au détriment des taxons de garrigue dont les filaires/alaterne entre le bas (US 7 à 5)

et le haut (US 4 à 2) de l'ensemble Postcardial suggère un changement des pratiques agro-pastorales ou une diminution de leur intensité. Une moindre fréquentation du site, entre les deux étapes du Postcardial, pourrait être à l'origine de la progression de la pinède et de celle, beaucoup plus modérée, du chêne caducifolié. Il est ainsi probable que les US 4 à 2 constituent une phase d'occupation distincte de celle des US 7 à 5, ce qui appuie l'hypothèse, envisagée lors de la fouille, d'un ensemble postcardial scindé en deux étapes (Courtin *et al.*, 1985).

8 - CONCLUSION

L'étude anthracologique de La Font-aux-Pigeons met en évidence le poids déterminant des facteurs biogéographiques (présence de refuges glaciaires), microclimatiques et édaphiques locaux sur la dynamique de végétation dans cette zone côtière. En signalant l'intensité des contraintes naturelles, cette étude souligne le caractère singulier de l'environnement littoral de Provence occidentale au cours de l'Holocène ancien et moyen. Cette singularité se manifeste tout d'abord par la présence du pin d'Alep, espèce qui semble s'être maintenue durant le dernier glaciaire et qui représente vraisemblablement le climax local. En effet, si les steppes à genévrier persistent ici beaucoup plus tard à l'Holocène ancien qu'ailleurs dans le Midi de la France, les pinèdes représentent le trait le plus caractéristique de la végétation du massif de la Nerthe jusqu'à nos jours. Leur association précoce et systématique à des formations de type garrigue renvoie à la perdurance de paysages plutôt arbustifs tandis qu'ailleurs, à large échelle, dominant des formations plus forestières principalement à chênes caducifoliés. Au Castelnovien comme au Cardial, ces paysages atypiques pourraient avoir été attractifs pour l'installation de groupes humains. La végétation, ni trop dense, ni trop haute, pourrait faciliter le déroulement des activités de subsistance (Nisbet, 2013 ; Battentier *et al.*, 2015, 2018). Ces paysages ouverts, originaux dans une région largement occupée par la chênaie, ont pu être privilégiés pour la diversité des ressources qu'ils offraient.

Par ailleurs, les résultats anthracologiques de La Font-aux-Pigeons confirment l'existence d'un hiatus entre les niveaux mésolithiques et néolithiques, appuyant ainsi l'hypothèse (déjà ancienne, mais toujours cruciale) d'une absence totale de continuité entre le Castelnovien et le Cardial, sur ce site emblématique comme plus généralement en France méridionale (Perrin, 2013).

Enfin, notons que cette région, dont le milieu naturel est pourtant considéré comme fragile et instable (classé en zone spéciale de conservation Natura 2000), démontre une grande stabilité de sa végétation au moins au cours de l'Holocène ancien et moyen. Même actuellement, dans les secteurs préservés de l'urbanisation et sans doute en partie grâce aux mesures de protection dont il fait l'objet, le massif de la Nerthe offre des paysages évoquant par bien des aspects ceux du Néolithique.

REMERCIEMENTS

Nous remercions T. Boucherat (chercheur associé au LAMPEA, UMR 7269) pour ses informations sur le contexte environnemental moderne de Châteauneuf-les-Martigues et G. Agopian, capitaine des pompiers de Châteauneuf-les-Martigues, pour son aide au sujet des incendies récents autour de l'abri. Nous sommes reconnaissants envers C. Vella et V. Canut qui nous ont autorisés à nous appuyer sur les données encore non publiées des calanques des Rénaïres. Nous remercions vivement M. Ravel pour la mise à disposition des cartes postales anciennes réalisées par son arrière-grand-père, L. Ravel. L. Chabal (ISEM, CNRS-Université de Montpellier) nous a transmis des références bibliographiques difficiles d'accès, J.-D. Strich (CEPAM, CNRS-Université Côte d'Azur) a réalisé les clichés de l'écaille de cône de pin d'Alep. Le projet CIMO, financé par l'ANR (ANR-14-CE31-009) et dirigé par D. Binder, a permis de préciser la séquence chronologique de La Font-aux-Pigeons. Le doctorat de J. Battentier a été financé par l'Université Côte d'Azur. Nous adressons également nos remerciements aux relecteurs pour leur aide à l'amélioration du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BATTENTIER J., 2018** - *Gestion des espaces forestiers provençaux et ligures au Néolithique : approche anthracologique*. Thèse de doctorat, Université Côte d'Azur, Nice, 432 p.
- BATTENTIER J., THIÉBAULT S., BINDER D., THÉRY-PARISOT I., CARRÉ A. & DELHON C., 2015** - L'abri Pendimoun (Castellar, Alpes-Maritimes) : nouvelles données sur l'évolution du couvert forestier et l'exploitation du milieu au Néolithique (5 800-2 000 ans cal. BCE). *Quaternaire*, **26** (4), 277-290.
- BATTENTIER J., BINDER D., GUILLON S., MAGGI R., NEGRINO F., SÉNÉPART I., TOZZI C., THÉRY-PARISOT I. & DELHON C., 2018** - The environment of the last hunters-gatherers and first agropastoralists in the western Mediterranean region, between the Rhone and the Northern Apennines (7th - 6th millennium cal. BCE): Attractiveness of the landscape units and settlement patterns. *Quaternary Science Reviews*, **184**, 167-182.
- BATTENTIER J., DURAND A., MARGARIT X., BAILLY M., THÉRY-PARISOT I. & DELHON C., 2020** - Le paysage végétal littoral de Provence au Néolithique final, dynamique naturelle et gestion agro-pastorale : apports de l'étude anthracologique de Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône). *Quaternaire*, **31** (1), 45-70.
- BAZILE-ROBERT E., 1984** - Flore et végétation autour de l'étang de Berre, de 12000 à 4000 B.P., d'après l'anthracanalyse. *Cahiers Ligures de Préhistoire et de Protohistoire*, **1**, 211-219.
- BAZILE-ROBERT E., 1987** - Végétations pré-néolithiques d'après l'anthracanalyse de sites préhistoriques du Sud de la France. In J. Guilaine, J. Courtin, J.-L. Roudil & J.-L. Vernet J.-L. (eds.), *Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale. Actes du colloque international du CNRS, Montpellier, 26-29 avril 1983*. Édition du CNRS, Paris, 81-85.
- BERGER J.-F., 2005** - Sédiments, dynamique du peuplement et climat au Néolithique ancien. In J. Guilaine (ed.), *Populations néolithiques et environnements*. Errance, Paris, 155-212.
- BERGER J. F., DELHON C., MAGNIN F., BONTÉ S., PEYRIC D., THIÉBAULT S., GUILBERT R. & BEECHING A., 2016** - A fluvial record of the Mid-Holocene Rapid Climatic Changes in the Middle Rhone Valley (Espeluche-Lalo, France) and of their impact on Late Mesolithic and Early Neolithic populations. *Quaternary Science Reviews*, **136**, 66-84.
- BERNARD J., 1972a** - Analyse pollinique du remplissage versilien de la grotte sous-marine de la Trémie (Cassis, Bouches-du-Rhône). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **274** (série D), 46-49.

- BERNARD J., 1972b** - Analyse pollinique d'une séquence marine wurmienne provenant de Méditerranée occidentale. *Compte Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **274** (série D), 1151-1154.
- BINDER D., 1987** - *Le Néolithique ancien provençal : typologie et technologie des outillages lithiques*. Édition du CNRS, Paris (24^e supplément à Gallia Préhistoire), 205 p.
- BINDER D., 1995** - Éléments pour la chronologie du Néolithique ancien à céramique imprimée dans le Midi. In J.-L. Voruz (ed.), *Chronologies néolithiques. De 6000 à 2000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien, Actes du Colloque d'Ambérieu-en-Bugey (1992)*. Société Préhistorique Rhodanienne, Ambérieu-en-Bugey (Documents du Département d'Anthropologie et d'Écologie de l'Université de Genève, **20**), 55-66.
- BINDER D. & MAGGI R., 2001** - Le Néolithique ancien de l'arc liguro-provençal. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, **98**, 411-422.
- BINDER D., BATTENTIER J., DELHON C. & SÉNÉPART I., 2017** - In pursuit of a missing transition: the Mesolithic and Neolithic radiocarbon chronology at La Font-aux-Pigeons rockshelter. *Antiquity*, **91** (357), 605-620.
- BRONK RAMSEY C., 2009** - Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51** (1), 337-360.
- CALAMASSI R., FALUSI M. & TOCCI A., 1984** - Effets de la température de germination et de la stratification sur la germination de *Pinus halepensis* Mill. *Silvae Genetica*, **33**, 133-139.
- CANUT V. & VELLA C., 2009** - Histoire sédimentaire du bassin de Saint-Pierre : une approche pluridisciplinaire. Rapport préliminaire. In X. Margarit, C. Piatscheck, S. Negroni, A. Boichut & B. Vappereau (ed.), *Le site néolithique final de Ponteau-Gare à Martigues (Bouches-du-Rhône)*, rapport de synthèse de fouille archéologique programmée triennale 2007, 2008, 2009, Ministère de la Culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service archéologique de la Ville de Martigues, UMR 6636 LAMPEA, Aix-en-Provence, 22-27.
- CHABAL L., 1997** - *Forêt et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive), l'anthracologie, méthode et paléocologie*. Maison des Sciences de l'Homme, Paris (Documents d'Archéologie Française, **63**), 189 p.
- CHABAL L., 2003** - Le contexte forestier des Vautes au III^e millénaire av. n. è. : étude anthracologique. In J. Guilaïne & G. Escallon (ed.), *Les Vautes (Saint-Gély-du-Fesc, Hérault) et le Néolithique final du Languedoc oriental. Recherche Archéologiques Préventives 2*. Éditions Centre d'Anthropologie et Institut National de Recherches Archéologiques Préventives, Toulouse, 137-143.
- COURTIN J., EVIN J. & THOMMERET Y., 1985** - Révision de la stratigraphie et de la chronologie absolue du site de Châteauneuf-les-Martigues (Bouches-du-Rhône). *L'Anthropologie*, **89**, 543-556.
- COURTIN J., 2000** - *Les premiers paysans du Midi : Histoire de la France préhistorique de - 6000 à - 4500 ans*. La maison des roches, Paris, 126 p.
- COTTE C. & COTTE J., 1903** - Note sur l'ancienneté du Pin d'Alep en Provence. *Compte Rendu séances hebdomadaire de la Société de Biologie*, **95**, 559-561.
- DELEUIL G., 1958** - Chêne vert et Pin d'Alep en Basse Provence occidentale. *Compte rendu du 83^e Congrès des Sociétés savantes section Sciences (Aix-en-Provence)*. Gauthiers-Villars, Paris, 363-370.
- DELHON C., THIÉBAULT S., BROCHIER J. L. & BERGER J.-F., 2010** - Dynamiques de végétation au Tardiglaciaire et à l'Holocène ancien en moyenne vallée du Rhône d'après les données anthracologiques. *Quaternaire*, **21** (3), 281-293.
- DUBAR M. & ROSCIAN S., 2001** - Scénario climatique holocène et développement de l'agropastoralisme. Néolithique en Provence et en Ligurie occidentale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, **98** (3), 391-398.
- DUCHAUFOR P., 1977** - *Pédologie, t. I, Pédogenèse et classification*. Masson, Paris, 477 p.
- DUCOS P., (1958)** - Le gisement de Châteauneuf-les-Martigues (Bouches-du-Rhône) : les mammifères et le problème de la domestication. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, **5**, 119-133.
- DURAND P. & DUTIL P., 1972** - Contribution à l'étude de l'évolution des sols en milieu calcimagnésique. *Science du sol*, **1**, 25-36.
- DUTOIT T., HENRY F. & SAATKAMP A., 2008** - Dynamique de la végétation dans une interface forêt - terre de parcours : rôles du pâturage. *Revue Forestière Française*, **60** (5), 615-622.
- ERKTAN A., 2013** - *Interactions entre composition fonctionnelle de communautés végétales et formation des sols sans des lits de ravines en cours de restauration écologique*. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 345 p.
- ESCALON DE FONTON M., 1956** - Préhistoire de la Basse-Provence. *Préhistoire*, **12**, 1-162.
- ESCALON DE FONTON M., 1971** - Les phénomènes de Néolithisation dans le Midi de la France. *Die Anfänge des Neolithikums vom Orient bis Nordeuropa*, **5** (1), 122-139.
- ESCALON DE FONTON M., 1976** - *Abri de Châteauneuf-les-Martigues*. In H. de Lumley (ed.), *Livret de l'excursion C2, IX^e Congrès U.I.S.P.P. (Nice)*, 60.
- FABRE L., 2005** - Charbons de bois et chrono-écologie des occupations du Puech Haut. In L. Carroza (ed.), *La fin du Néolithique et les débuts de la métallurgie en Languedoc central. Les habitats de la colline du Puech Haut à Paulhan, Hérault*. Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, 533-543.
- FAVRE P., 1992** - Feux et forêts. *Forêt Méditerranéenne*, **13** (1), 31-40.
- GRATANI L., & AMADORI M., 1991** - Post-fire resprouting of shrubby species in Mediterranean maquis. *Vegetatio*, **96**, 137-143.
- GUILAÏNE J., 1976** - *Premiers bergers et paysans de l'Occident méditerranéen*. Mouton, Paris, 286 p.
- HEINZ C., 1990** - Méthodologie et paléocologie du gisement préhistorique de l'Abeurador (Hérault) au passage Mésolithique/Néolithique, d'après l'analyse des charbons de bols : premiers résultats. In T. Hackens, Munaut A. & Till C. (ed.), *First European Conference on Wood and Archaeology (Louvain-la-Neuve, 1987)*. *Pact*, **22**, 219-229.
- HEINZ C. & THIÉBAULT S., 1998** - Characterization and Palaeoecological Significance of Archaeological Charcoal Assemblages during Late and Post-Glacial Phases in Southern France. *Quaternary Research*, **50**, 56-68.
- HEINZ C., THIÉBAULT S. & VERNET J.-L., 1993** - Systématique du bois et archéologie. *Biosystema*, **8**, 17-35.
- JALLOT L. & GUTHERZ X., 2014** - Le Néolithique final en Languedoc oriental et marges : 20 ans après Ambérieu-en-Bugey. In I. Sénépart, F. Léandri, J. Cauliez, T. Perrin & E. Thirault (eds.), *Chronologie de la Préhistoire récente dans le Sud de la France, Actualité de la recherche, Actes des 10^e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente (18-22 octobre 2012, Porticcio, Corse)*. Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, 137-158.
- JORDA M., 1993** - Détritisme holocène et anthropisation dans la région de l'Étang de Berre, interprétation morphosédimentaire de la carotte E3-DRASM. In Ph. Leveau & M. Provansal (eds.), *Archéologie et environnement de la Sainte-Victoire aux Alpilles*. Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 407-423.
- JORDA M., PARRON C., PROVANSAL M. & ROUX M. R., 1993** - Érosion et détritisme holocène en Basse Provence calcaire. L'impact de l'anthropisation. In Ph. Leveau & M. Provansal (eds.), *Archéologie et environnement de la Sainte-Victoire aux Alpilles*. Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 225-234.
- KOBASHI T., SEVERINGHAUS J.P., BROOKE E.J., BAMOLA J.-M. & GRACHEV A.M., 2007** - Precise timing and characterization of abrupt climate change 8200 years ago from air trapped in polar ice. *Quaternary Science Reviews*, **26** (9-10), 1212-1222.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1938** - *La terre incendiée. Essai d'agronomie comparée*. Maison Carrée, Nîmes, 361 p.
- LEVEAU P. & PROVANSAL M., 1991** - Construction deltaïque et histoire des systèmes agricoles, le cas d'un petit delta : l'Arc, Étang de Berre. *Revue archéologique de Narbonnaise*, **24**, 111-131.
- LOISEL R., 1971** - Séries de végétation propres en Provence aux massifs des Maures et de l'Estérel. *Bulletin de la Société Botanique de France*, **118** (3-4), 203-236.
- MARINVAL P., 1988** - *Cueillette, agriculture et alimentation végétale de l'Épipaléolithique jusqu'au 2^eème âge du Fer en France méridionale. Apports paléothnographiques de la carpologie*. Thèse de doctorat, EHESS, Paris, 2 vol., 458 p.
- MARINVAL P., 1993** - Économie végétale entre montagne Sainte-Victoire et Alpilles, du Mésolithique à l'âge du Fer. In Ph. Leveau & M. Provansal (eds.), *Archéologie et environnement de la Sainte-Victoire aux Alpilles*. Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 75-82.
- MARION A. F., 1891** - *Flore pliocène des environs de Marseille*. A.F.A.S., Marseille, 230 p.
- MOLINIER R., ARCHILOQUE A., BOREL L., DEVAUX J.-P., LAVAGNE A. & MOUTTE P., 1976** - *Feuille de Marseille à 1/200 000. Carte de la végétation de la France*, 74. Éditions du CNRS, Toulouse.
- NISBET R., 2008** - Environment and agriculture in the Early Neolithic of the Arene Candide (Liguria). *British Archaeological Reports International Series*, **1807**, 193-198.
- NISBET R., 2013** - Rapid rivers, slow forests: Early Neolithic charcoal from Northern Italy. *British Archaeological Reports International Series*, **2528**, 3-13.

- PERRIN T., 2013** - Potentialités de contacts entre Mésolithiques et Néolithiques dans le sud de la France. In J. Jaubert, N. Fourment & P. Depaepe (eds.), *Transitions, Ruptures et Continuité durant la Préhistoire, actes du 27^e Congrès Préhistorique de France (Bordeaux - Les Eyzies, 2010)*. Société Préhistorique Française, Paris, 357-372.
- QUÉZEL P., & BARBERO M., 1992** - Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, **13** (3), 158-170.
- QUÉZEL P., & MÉDAIL F., 2003** - Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier (collection Environnement), Paris, 573 p.
- RAMEAU J.-C., MANSION D., DUMÉ G. & GAUBERVILLE C., 2008** - Flore forestière française : guide écologique illustré. 3. Région méditerranéenne. Institut pour le développement forestier, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Direction de l'Espace Rural et de la Forêt & École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Paris, 2426 p.
- REIMER P. J., BARD E., BAYLISS A., BECK J. W., BLACKWELL P. G., BRONK RAMSEY C., GROOTES P. M., GUILDERSON T. P., HAFLIDASON H., HAJDAS I., HATTZ C., HEATON T. J., HOFFMANN D. L., HOGG A. G., HUGHEN K. A., KAISER K. F., KROMER B., MANNING S. W., NIU M., REIMER R. W., RICHARDS D. A., SCOTT E. M., SOUTHON J. R., STAFF R. A., TURNEY C. S. M. & VAN DER PLICHT J., 2013** - IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **55** (4), 1869-1887.
- RENAULT-MISKOVSKY J., 1971** - Analyse pollinique des sédiments post-glaciaires de l'abri de Châteauneuf-les-Martigues (Bouches du Rhône). *Bulletin de l'A.F.E.O.*, **26** (1), 33-42.
- ROUDAUT F., AUSSIBAL G., BEYLIER B., GARDE L. & GAUTIER D., 2007** - La broussaille, un atout pour le pâturage. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **14**, 161-163.
- SCHWEINGRUBER F.H., 1990** - *Anatomie europäischer Hölzer (Anatomy of European woods)*. Verlag Paul Haupt, Bern & Stuttgart, 800 p.
- SIRKOU D., ALADOS C.L., PAPANASTASIS V.P., VRAHNAKIS M.S., IOVI K., GINER M. L. & ISPIKOU DIS I., 2002** - Assessment of grazing effects on Mediterranean shrubs *Phillyrea latifolia* L. and *Cistus monspeliensis* L. with developmental instability and fractal dimension. *Journal of Mediterranean Ecology*, **3** (4), 19-29.
- TATONI T., BARBERO M. & GACHET S., 1999** - *Dynamique des boisements naturels en Provence*. CEMAGREF édition, Paris (Ingénierie Eau, Agriculture, Territoire, hors-série Boisements naturels des espaces agricoles en déprise), 49-57.
- THANOS C. A. & SKORDILIS A., 1987** - The effect of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *P. brutia* seeds. *Seed Science Technology*, **15**, 163-174.
- THIÉBAULT S., 1991** - La végétation passée - Faits techniques et Exploitation du Milieu. In D. Binder (ed.), *Une Économie de chasse au Néolithique ancien - La grotte Lombard à Saint-Vallier de Thieu (Alpes-Maritimes)*. Éditions du CNRS, Paris (Monographies du Centre de Recherches Archeologiques), **5**, 169-174.
- THIÉBAULT S., 1995** - Dégradation et/ou substitution du milieu végétal au Néolithique en Provence. In S. Van der Leeuw (ed.), *L'homme et la dégradation de l'Environnement, actes des XV^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Éditions APDCA, Sophia-Antipolis, 185-194.
- THIÉBAULT S., 1997** - Early-Holocene vegetation and human relationships in central Provence area: charcoal analysis of Baume de Fontbrégoua (Var, France). *The Holocene*, **7** (3), 343-349.
- THIÉBAULT S., 1999** - *Dynamique des paysages et intervention humaine, du Tardiglaciaire à l'Holocène, de la Méditerranée aux Préalpes sud-occidentales - apport de l'analyse anthracologique*. Rapport de synthèse HDR, Université Paris I, Paris, 278 p.
- THOMAS E.R., WOLFFE W., MULVANEY R., STEFFENSEN J.P., JOHNSEN S.J., ARROWSMITH C., WHITE J.W.C., VAUGHN B. & POPP T., 2007** - The 8.2 ka event from Greenland ice cores. *Quaternary Science Reviews*, **26** (1-2), 70-81.
- TOMASSO A., NAUDINOT N., BINDER D. & GRIMALDI S., 2014** - Unité et diversité dans l'Épigravettien récent de l'arc liguro-provençal. In Langlais M., Naudinot N. & Peresani M. (ed.), *Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique, Actes de la séance de la Société préhistorique française de Bordeaux, 24-25 mai 2012*. Société Préhistorique Française, Paris (Séances de la Société Préhistorique Française), **3**, 155-184.
- TRABAUD L., 1995** - Modalités de germination des cistes et des pins méditerranéens et colonisation des sites perturbés. *Revue d'Écologie*, **50** (1), 3-14.
- TRIAT-LAVAL H., 1978** - *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi- et postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, Marseille, 343 p.
- TRIAT-LAVAL H., 1979** - Histoire de la forêt provençale depuis 15 000 ans d'après l'analyse pollinique. *Forêt méditerranéenne*, **1** (1), 19-24.
- TRIAT-LAVAL H., 1980** - Formations végétales et pollens (Pollens and contemporaneous vegetation). *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, **466-467**, 33-37.
- TRIAT-LAVAL H., 1982** - Pollenanalyse des sédiments quaternaire récents du pourtour de l'Étang de Berre. *Ecologia Mediterranea*, **8** (4), 197-115.
- VERNET J.-L., 1971** - Analyse de charbons de bois des niveaux boréal et atlantique de l'abri de Châteauneuf-les-Martigues (Bouches du Rhône). *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille*, **31**, 97-103.
- VERNET J.-L. & THIÉBAULT S., 1987** - An approach to northwestern Mediterranean recent prehistoric vegetation and ecologic implications. *Journal of Biogeography*, **14** (2), 117-127.
- VERNET J.-L., THIÉBAULT S. & HEINZ C. 1987** - Nouvelles données sur la végétation préhistorique postglaciaire méditerranéenne d'après l'analyse anthracologique. In J. Guilaine, J. Courtin, J.-L. Roudil & Vernet J.-L. (eds.), *Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale. Actes du colloque international du CNRS, Montpellier, 26-29 avril 1983*. Édition du CNRS, Paris, 87-94.
- VERNET J.-L., OGEREAU P., FIGUEIRAL I., MACHADO 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 Éditions, Paris, 395 p.
- ZOHARY M., 1973** - *Geobotanical Foundations of the Middle East*. Fischer, Stuttgart, 2 vols, 739 p.