HAL
open science

Le paysage végétal littoral de Provence au Néolithique final, dynamique naturelle et gestion agro-sylvo-pastorale : apports de l'étude anthracologique de Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône)

Janet Battentier, Aline Durand, Xavier Margarit, Maxence Bailly, Isabelle Théry-Parisot, Claire Delhon

To cite this version:

Janet Battentier, Aline Durand, Xavier Margarit, Maxence Bailly, Isabelle Théry-Parisot, et al.. Le paysage végétal littoral de Provence au Néolithique final, dynamique naturelle et gestion agro-sylvo-pastorale : apports de l'étude anthracologique de Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône). Quaternaire, 2020, 31 (1), pp.45-70. 10.4000/quaternaire.13157 . halshs-02471038

HAL Id: halshs-02471038

https://shs.hal.science/halshs-02471038

Submitted on 22 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.

Quaternaire, **31**, (1), *2020*, p. XXX-XXX

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)

■

Janet BATTENTIER[1,2], Aline DURAND[3], Xavier MARGARIT[4], Maxence BAILLY[5], Isabelle THÉRY-PARISOT[1] & Claire DELHON[1]

RÉSUMÉ

L'habitat de plein air de Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône), localisé sur un plateau à 1 km de la mer Méditerranée, est principalement occupé au Néolithique final, entre 2900 et 2600/1800 ans cal BCE. Au cours des phases 3 et 4 qui ont fait l'objet de l'analyse anthracologique, l'occupation semble sub-permanente et l'habitat présente des espaces spécialisés (domestique, domestique et artisanal, parcage de troupeaux) et architecturés, avec des constructions en pierre pendant la phase 3 tandis que les constructions sur poteaux prédominent au cours de la phase 4. La dynamique locale de la végétation, potentiellement contrainte par des conditions naturellement contrastées (vent, régime des précipitations, incendies), est difficilement lisible. L'analyse des charbons de bois permet d'aborder, dans cette zone sensible, les incidences des variations de la fréquence des feux et des conditions édaphiques sur la dynamique du couvert végétal. L'impact sur la ressource ligneuse de la gestion agro-pastorale du territoire, ainsi que celui des stratégies de construction et d'organisation spatiale de la vie quotidienne sont également discutés. La dynamique observée montre que la garrigue très basse à cistes (*Cistus* sp.) et pistachiers (*Pistacia* sp.) qui prévaut pendant les phases 2 et 3 est ensuite colonisée par les pinèdes pendant la phase 4. L'abondance du pin à proximité du site pourrait avoir favorisé son utilisation pour la fabrication des poteaux qui caractérisent l'architecture au cours de la phase 4. La diminution du ciste suggère une diminution de la fréquence des incendies. Pendant la dernière phase d'occupation, une baisse de la pression pastorale dans un contexte climatique favorable à une diminution de la fréquence des incendies semble avoir permis une recolonisation par les pinèdes, formations au moins pré-forestières et probablement même para-climaciques dans cette zone.

Mots-clés : néolithique final, littoral méditerranéen, incendies, pastoralisme, pin d'Alep, ciste, bois de construction

ABSTRACT

THE VEGETAL LANDSCAPE OF COASTAL PROVENCE DURING THE LATE NEOLITHIC, NATURAL DYNAMIC AND AGRO-PASTORAL MANAGEMENT: ANTHRACOLOGICAL ANALYSIS OF PONTEAU (MARTIGUES, BOUCHES-DU-RHÔNE)

The open-air settlement of Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône) is located on a plateau at 1 km from the Mediterranean Sea. The occupation mainly took place during the Late Neolithic, from 2900 to 2600/1800 cal years BCE. During phase 3 and 4, which are concerned by the charcoal analysis, the occupation seems to be sub-permanent and the site presents various specialized area (domestic space, domestic and craft activities area, pen for the livestock) and remains of buildings, made of stones during phase 3 and characterized by posts during phase 4. The local vegetation dynamic is potentially constrained by the contrasted natural conditions (wind, irregular rainfall, fire) and thus is difficult to perceive. Charcoal analysis enables to discuss the implications of fire frequency and soil conditions on the vegetation dynamic. The impact on ligneous resources of the agro-pastoral management of the territory activities, of building techniques and of household and subsistence activities is also discussed. The observed dynamics shows that the cistus-pistachio tree shrubland that predominates during phases 2 and 3 is colonized by pine stands during phase 4. Pine abundance next to the site may have favoured its use as timber for making the posts that characterize the buildings during phase 4. The decrease of Cistus suggests a decrease of fire frequency. During the last occupation phase, a decrease of pastoral pressure in a climatic context favouring the decrease of fire frequency seem to have allowed a recolonization by pines, leading to a pre-forest vegetation stage which could be, in that area, para-climatic.

Keywords: Late Neolithic, Mediterranean shoreline, wildfire, pastoralism, Aleppo pine, Cistus, timber

[1] Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM, Campus Saint-Jean d'Angély 3, 24 avenue des Diables Bleus, FR-06300 NICE. *Courriels :* 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] Le Mans Université, CNRS, CReAAH, avenue Olivier Messiaen, FR-72085 LE MANS cedex 9. *Courriel* : aline.durand@univ-lemans.fr
[4] Ministère de la Culture, Université Aix-Marseille, CNRS, LAMPEA, Maison méditerranéenne des sciences de l'homme, 5 rue du Château de l'horloge, BP 647, FR-13094 AIX-EN-PROVENCE. *Courriel* : xavier.margarit@culture.gouv.fr
[5] Aix Marseille Université, CNRS, LAMPEA, Maison méditerranéenne des sciences de l'homme, 5 rue du Château de l'horloge, BP 647, FR-13094 AIX-EN-PROVENCE. *Courriel* : maxence.bailly@univ-amu.fr

Manuscrit reçu le XX/XX/20XX, accepté le XX/XX/20XX

1 - INTRODUCTION

L'étude anthracologique de l'habitat Néolithique final à occupations sub-permanentes et polyphasées de Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône), implanté sur la frange littorale de Provence occidentale (fig. 1), présente l'intérêt primordial de documenter le paysage végétal et son évolution sur un territoire anciennement néolithisé (Courtin *et al*., 1985 ; Binder *et al*., 2017) et exposé à l'érosion. L'anthracologie permet d'aborder, dans cette zone très peu documentée par la paléobotanique au Néolithique final, les incidences sur la dynamique de végétation des variations de la fréquence des feux, des conditions édaphiques ainsi que des activités agro-pastorales qui sont bien enregistrée sur le site. Cet habitat, qui présente des espaces architecturés et spécialisés (bergerie, espace domestique, espace artisanal), permet aussi d'approcher l'exploitation du couvert ligneux à travers différents aspects de son utilisation et de discuter l'existence d'une gestion différentielle des ressources végétales en fonction des différentes activités enregistrées sur le site.

2 - CADRE DE L'ÉTUDE

2.1 - CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE

Le site de Ponteau est un habitat de plein air principalement occupé au Néolithique final, entre 2900 et 2600/1800 ans cal BCE. Ce *terminus post quem sera précisé grâce à l'étude céramique actuellement en cours (O. Lemercier, ASM - UMR 5140). Les quinze campagnes de fouilles programmées menées, entre 1998 et 2014 sous la direction de X. Margarit (LAMPEA - UMR 7269), portent sur une superficie totale d'environ 4000* m$^{2.}$ Cette extension relativement vaste est rare pour les sites néolithiques de Provence. Les données concernant la saisonnalité, basées sur les profils d'abattages des jeunes caprinés, évoquent des occupations longues, probablement annuelles (Blaise, 2010), cohérentes avec l'abondance des vestiges architecturaux. Les occupations se succèdent en trois phases principales (phases 2 à 4 ; Margarit, 2011). La phase 1 est très mal documentée et reste, pour le moment, hypothétique. La phase 2 (datée vers 2900 ans cal BCE) (tab. 1) et la phase 3 (datée vers 2900-2800 ans cal BCE, et la mieux représentée sur le site), correspondent à une période entre la fin du Néolithique final 1 et la première moitié du Néolithique final 2 définis par Lemercier (2007). La phase 4 (provisoirement datée de 2600 à 1800 ans cal BCE), très érodée et encore mal cernée, pourrait être attribuée au Campaniforme, à l'Épicampaniforme (*i.e. Néolithique final 3 et 4 définis par Lemercier, 2007) et à l'âge du Bronze ancien. Par ailleurs, la datation plus précise de ces occupations pose problème en raison de la courbe de décroissance du radiocarbone qui présente un important plateau entre ca 2900 et 2200 ans cal BCE (dit « plateau du Néolithique final »).*

La particularité de cet habitat est de présenter, notamment au cours des phases 3 et 4, des espaces architecturés (figs 2 & 3) et spécialisés (fig. 4) rarement préservés sur les sites de plein air provençaux (Margarit *et al*., 2009). En zone 13, un espace structuré en petites pièces (*loci* ; fig. 4A) et contenant un grand récipient de stockage en céramique (fig. 4B) semble à vocation domestique (tab. 1). En zone 14, contre la façade ouest du mur MR127, une concentration de plusieurs milliers de graines de céréales carbonisées, dont 99% d'orge nue (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), est interprétée comme un accident de cuisson ou de grillage (Rousselet, 2011). Dans cette même zone, contre la façade est du mur MR127, un espace dédié au broyage de la calcite utilisée comme dégraissant, serait plutôt dédié aux activités associées à la production de céramique. Ainsi, la zone 14 caractérisée à la fois par des activités domestiques et artisanales est interprétée comme un espace d'activités mixtes (Margarit *et al*., 2011). En zone 6, un enclos de pierres sèches (fig. 4C) délimite une accumulation sédimentaire dont les analyses géoarchéologiques (Brochier, 2007) et chimiques (Garnier, 2012) signalent l'abondance des marqueurs de défécation d'herbivores domestiques. Cette zone, interprétée comme une aire de stabulation, serait dédiée au parcage des moutons (*Ovis aries*), des chèvres (*Capra hircus*) et des bovins (*Bos taurus*) d'après les résultats de l'étude archéozoologique (Blaise, 2010). La phase 3, à laquelle sont attribués les espaces architecturés des zones 6, 13 et 14 est caractérisée par des constructions en pierre, d'après les nombreux murs qui y sont rattachés (fig. 3A, 3A1), alors que la phase 4 est marquée par la prédominance de constructions sur poteaux (fig. 3B, 3B1) (Pelmoine, 2014 ; Pelmoine *et al*., 2018). Le diamètre des trous de poteaux atteint généralement 50 cm environ, bien que certains soient de moindres dimensions (Margarit, 2016). Les constructions en pierre comme les bâtiments sur poteaux seraient d'une faible superficie, comprise entre 10 et 20 m^2 environ (Pelmoine, 2014 ; Pelmoine *et al*., 2018).

2.2 - CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ACTUEL ET PASSÉ

Situé aux marges du massif calcaire de la Nerthe, à 1 km de la mer et 3 km de l'étang de Berre (fig. 1), sur un plateau à 39 m d'altitude, le site de Ponteau est soumis à des conditions climatiques méditerranéennes. Les précipitations annuelles, concentrées aux intersaisons, sont particulièrement faibles (moins de 600 mm pour les stations météorologiques les plus proches de Marignane et Istres, données Météo France) et la sécheresse estivale dure trois mois. En été, les températures élevées ainsi que l'aridité prononcée favorisent les incendies. Le dernier sur le plateau remonte à 1948 d'après M. Escalon de Fonton (Margarit, communication personnelle). À notre connaissance, aucun nouveau feu d'importance n'a été répertorié depuis, sans doute grâce à des mesures strictes de prévention. La violence des pluies et des vents (notamment le mistral) accroît également l'érodabilité des sols qui sont très peu développés. Dans cette zone de Provence

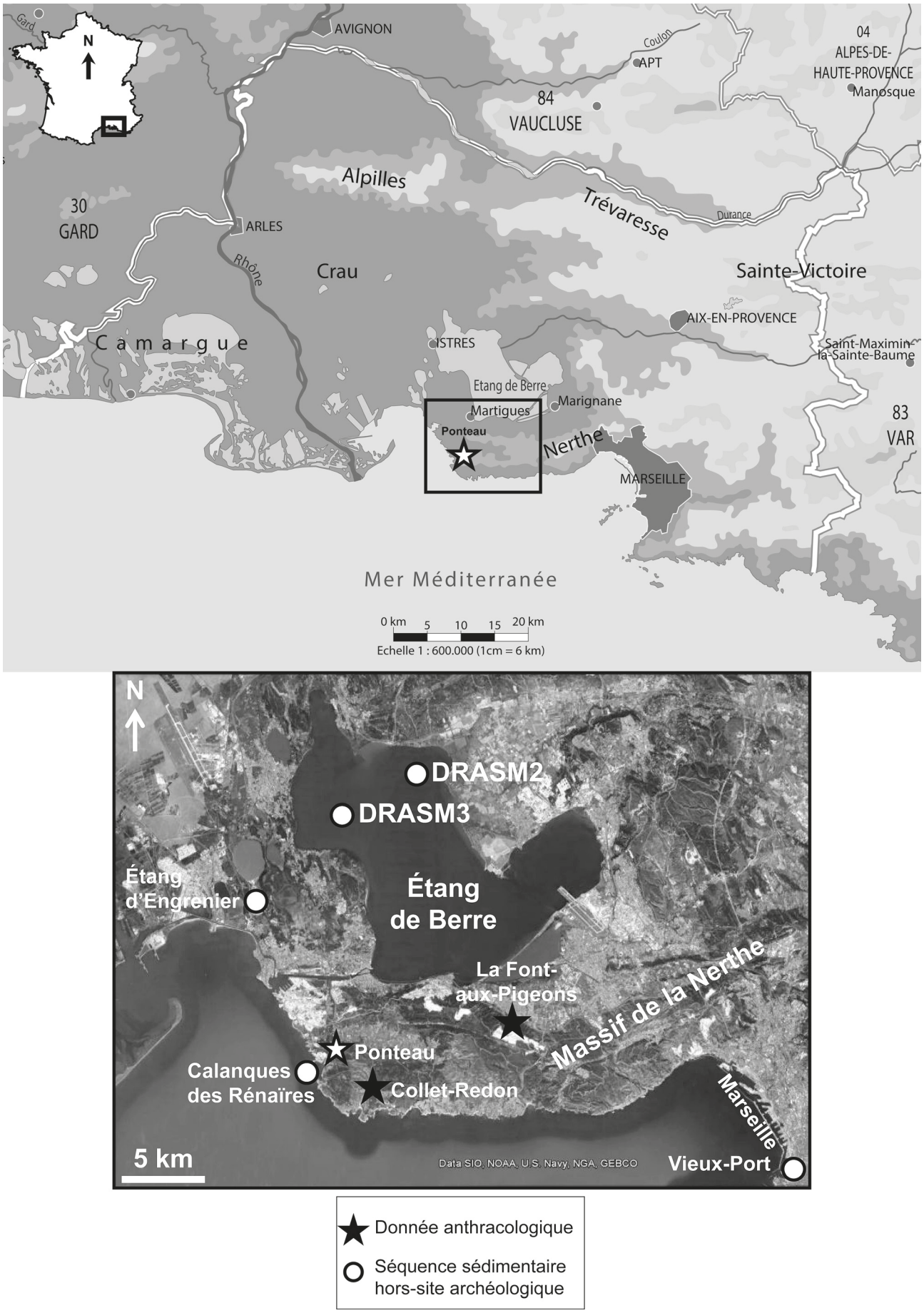

Fig. 1 : Localisation de Ponteau et des principaux sites et séquences sédimentaires horssite archéologiques mentionnés dans le texte (© GEBCO).
Fig. 1: Location of Ponteau and of the main archaeological and sedimentary sequences cited in the text (© GEBCO).

							Zones, activités enregistrées & caractéristiques architecturales		
PHASE	**Période chronologique (ans cal BCE)**	**Datation BP**	**Datation a cal BCE (2σ)**	**Référence**	**US datée**	**Matériau**	**Z6 PARCAGE**	**Z13 DOMESTIQUE**	**Z14 MIXTE : DOMESTIQUE & ARTISANALE**
4	2600-1800 estimation provisoire						architecture sur poteaux		
3	2900-2800	4160 ± 30	2880-2632	Ly-10379	394	graine carbonisée	espaces architecturés et spécialisés en pierre		
2	2900	4150 ± 30	2876-2628	Ly-10380	397	graine carbonisée	peu de données		

Tab. 1 : Tableau synthétique des datations (BP et calibrées BCE), des activités enregistrées (en majuscules) et des caractéristiques architecturales par zone et par phase. Courbe de calibration IntCal 13, sur le logiciel OxCal 4.3.2 (Bronk Ramsey, 2009 ; Reimer *et al*., 2013).
Tab. 1: Synthetic table of the dates (BP and calibrated BCE), the recorded activities (capital letter) and the architectural features per zone and per phase. Calibration curve IntCal 13, software OxCal 4.3.2 (Bronk Ramsey, 2009 ; Reimer et al., 2013).

occidentale, les conditions climatiques et édaphiques sont particulièrement rudes et la déprise agraire, bien que récente, est très prononcée (Douguedroit, 1976 ; Tatoni *et al.*, 1999). Ces caractéristiques marquent le paysage végétal que nous avons pu documenter par des relevés botaniques menés aux printemps 2011 et 2016. Celui-ci est principalement composé d'une pinède sub-continue à pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et, en moindre mesure, d'une garrigue basse principalement caractérisée par le chêne vert (*Quercus ilex*), le chêne kermès (*Quercus coccifera*), le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), le nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*) et les cistes, principalement cotonneux (*Cistus albidus*) (fig. 5). Du fait de l'aridité et de l'intensité des perturbations qui affectent la végétation locale, le climax de la succession végétale fait débat. La végétation autour du site est rattachée, sur la carte de végétation, à la série méditerranéenne du chêne vert (Dupias & Molinier, 1968). Cependant, on constate que sur la frange littorale ce taxon reste rare alors que les formations à pin d'Alep dominent largement.

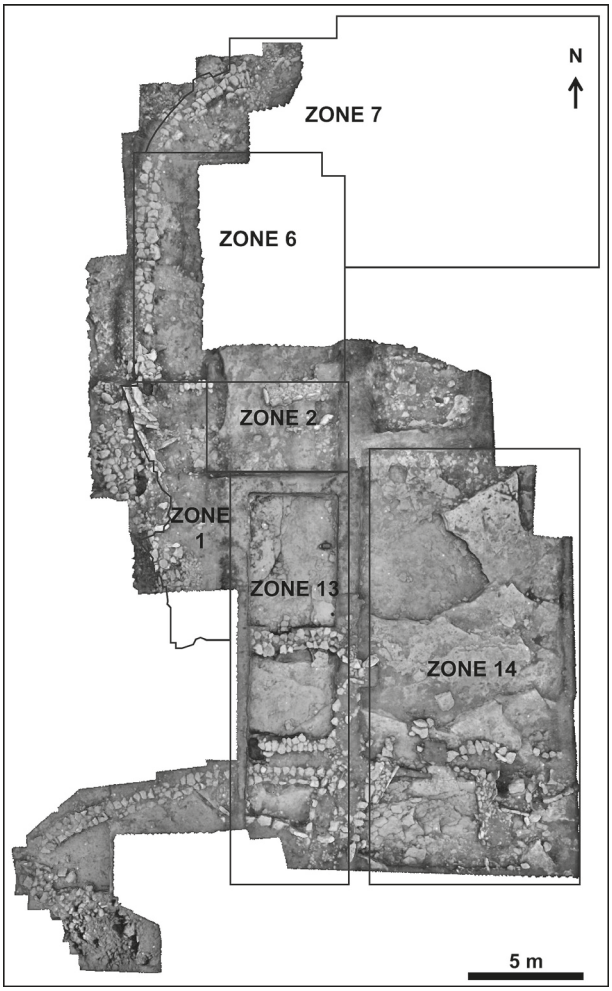

Fig. 2 : Orthophotographie zénitale des zones mentionnées dans le texte qui met en évidence de nombreuses structures architecturées en pierre (© A. Carlier).
Fig. 2: Vertical orthophotography of the areas cited in the text which highlights the architectural structures built of stone (© A. Carlier).

À l'heure actuelle, pour le Néolithique final, aucune séquence palynologique précisément datée n'est disponible en Provence occidentale littorale. Le couvert végétal au cours des occupations de Ponteau est documenté par la malacofaune du site, qui « *caractérise des milieux très ouverts, qui sont vraisemblablement très fortement anthropisés, étant donnée l'absence totale d'espèces à affinité plus forestière* » (Martin, 2004, p. 214). Cependant, l'abondance du pin associée à la rareté des chênes (tant caducifoliés que sempervirents) est enregistrée au Cardial ancien (5255-5150 ans cal BCE) sur le site archéologique proche de La Font-aux-Pigeons (Châteauneuf-les-Martigues, Bouches-du-Rhône *;* Battentier, 2018) situé *à 10* km à l'est de Ponteau (fig. 1). La mise en place des pinèdes alors que la pression anthropique était encore modérée et leur récurrence au cours du temps suggère l'existence au sein de l'*étage méso-méditerranéen inférieur d*'un sous-étage plus xérique. Le climax de ce dernier serait à pin d'Alep et non à chêne (Vernet, 1971 ; Bazile-Robert, 1984 ; Thiébault, 1995 ; Battentier, 2018). Le pin d'Alep semble également dominer au Néolithique final sur le site du Collet-Redon (La Couronne, Bouches-duRhône), à 3 km au sud-est de Ponteau, selon les résultats de l'*étude* d'une habitation attribuée au Couronnien (Bazile-Robert, 1984), *ca*. 2900-2650 ans cal BCE (Cauliez, 2011). Par ailleurs, dans le Vallon du Fou (Martigues), situés à 1,5 km au nord-est de Ponteau, la longue séquence de charbonnage enregistrée de l'âge du Fer au Moyen-Âge (entre *ca.* 800 BCE et 1300 AD) signale que les associations à bruyère (*Erica* sp.) pouvaient prévaloir lors de cette période de charbonnage quasi-continue (Durand *et al.*, 2010 ; Canut *et al.*, 2011).

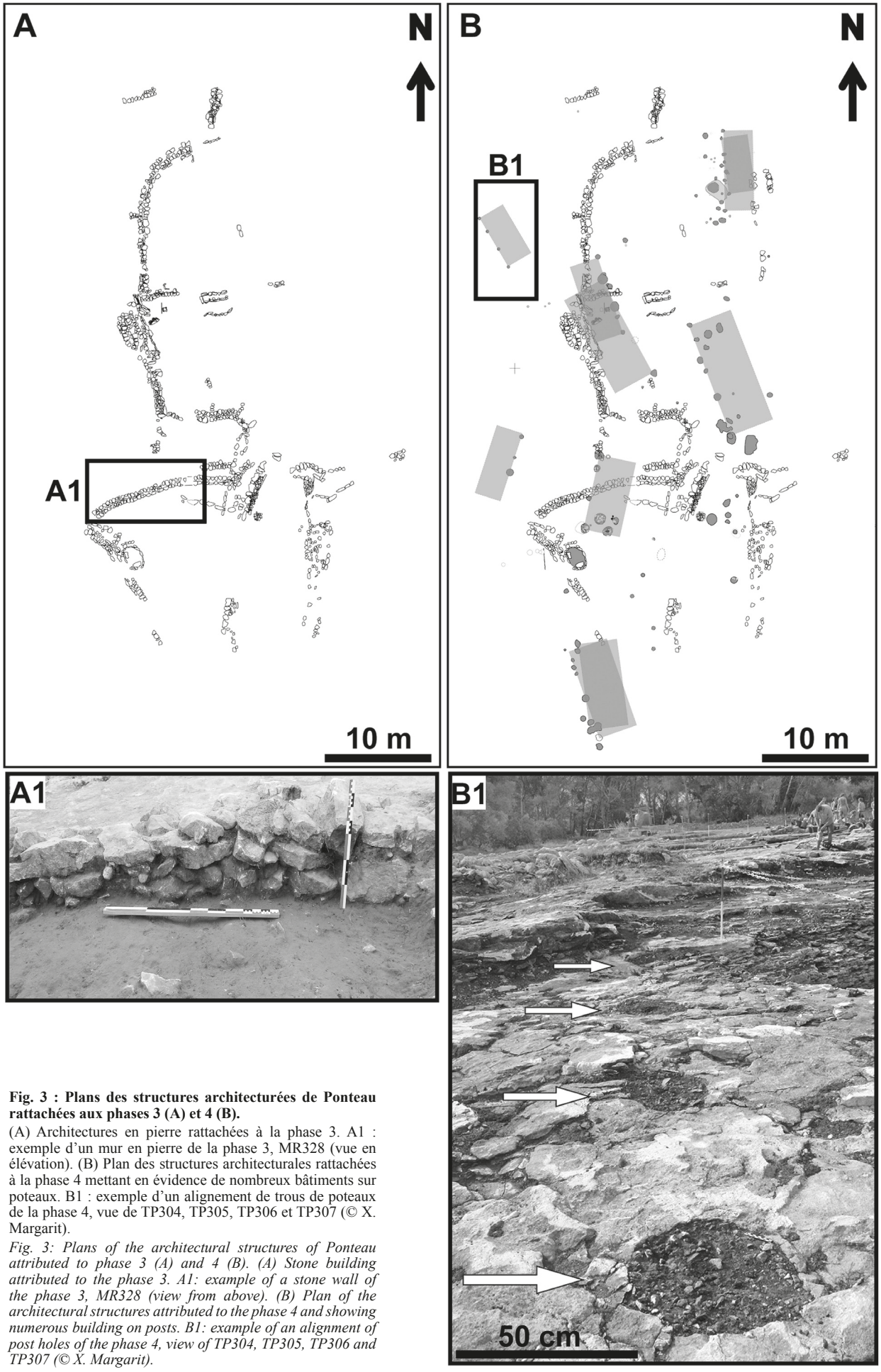

Fig. 3 : Plans des structures architecturées de Ponteau rattachées aux phases 3 (A) et 4 (B).

(A) Architectures en pierre rattachées à la phase 3. A1 : exemple d'un mur en pierre de la phase 3, MR328 (vue en élévation). (B) Plan des structures architecturales rattachées à la phase 4 mettant en évidence de nombreux bâtiments sur poteaux. B1 : exemple d'un alignement de trous de poteaux de la phase 4, vue de TP304, TP305, TP306 et TP307 (© X. Margarit).

Fig. 3: Plans of the architectural structures of Ponteau attributed to phase 3 (A) and 4 (B). (A) Stone building attributed to the phase 3. A1: example of a stone wall of the phase 3, MR328 (view from above). (B) Plan of the architectural structures attributed to the phase 4 and showing numerous building on posts. B1: example of an alignment of post holes of the phase 4, view of TP304, TP305, TP306 and TP307 (© X. Margarit).

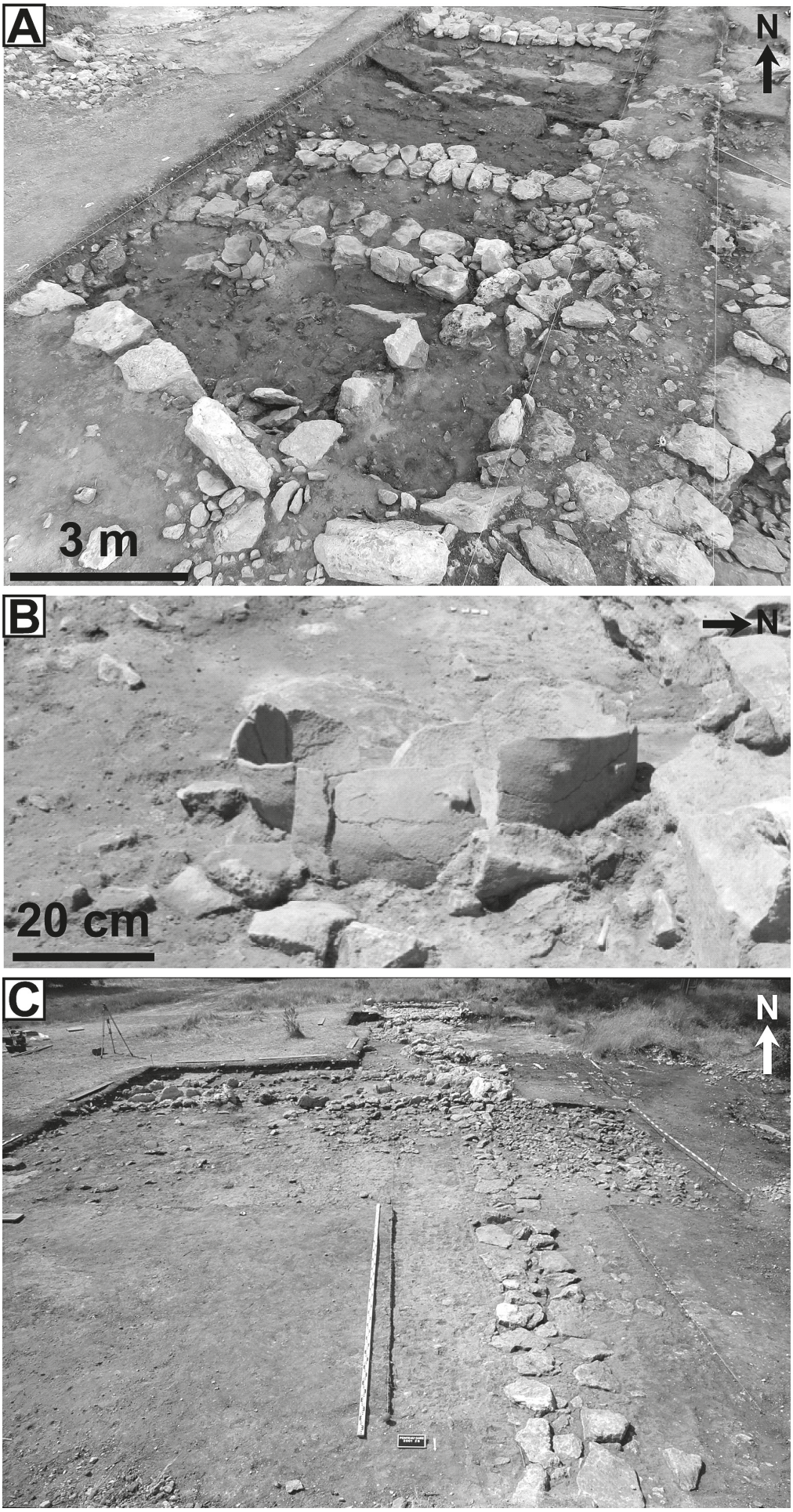

Fig. 4 : Photographies des zones 13 (A & B) et 6 (C).
(A) Murs délimitant de petits espaces dont l'un, qui contient un grand récipient de stockage en céramique (B), illustre les fonctions domestiques de la zone 13 (© X. Margarit). (C) Zone 6 : espace supposé de stabulation (vue en cours de fouille en 2001, © *X.* Margarit).

Fig. 4: Pictures of zones 13 (A & B) and 6 (C). (A) Walls delimiting reduced rooms, one of those including a storage ceramic vessel (B) that shows the domestic use of zone 13. (C) Zone 6: area assumed to be a flock pen (view during the excavation in 2001, © X. Margarit).

Fig. 5 : Paysage végétal de Ponteau en 2016.
En bordure de la pinède à pins d'Alep et à sous-bois de chênes verts, les cistes (en bas à droite) colonisent les espaces ouverts (© J. Battentier).
Fig. 5: Vegetal landscape of Ponteau in 2016. On the fringe of the Aleppo pine forest including understory with holm oak, Cistus bushes (below right) occupied the open area (© J. Battentier).

3 - MATÉRIEL ET MÉTHODES

À Ponteau, les prélèvements anthracologiques étudiés ont été réalisés à la fois dans les sols d'occupations et dans quelques structures (foyers, structures en creux). Ces deux types d'enregistrements ayant des significations différentes en termes d'activités et de temps d'occupation enregistré (cf. partie 3.1), le protocole de prélèvement a été adapté à chaque situation.

3.1 - LES CHARBONS CONCENTRÉS DANS LES FOYERS ET LES STRUCTURES EN CREUX

Quelques prélèvements concernent des charbons concentrés dans les foyers (FY19, FY33, FY35) ou les structures en creux (FS50, TP53) des zones 1, 2 et 7 (tab. 2 ; fig. 6). Ces charbons ayant été découverts avant la mise en place d'une collaboration avec des spécialistes, ils ont été prélevés manuellement, c'est-à-dire « à vue » sans tamisage des sédiments (Magarit *et al*., 2010). Il est démontré que la représentativité paléoenvironnementale des prélèvements « à vue » de charbons est partielle. Les essences les plus abondantes dans l'environnement fournissent la plupart des fragments visibles à l'œil nu. Par ailleurs, le corpus anthracologique des foyers résulte souvent seulement des dernières utilisations avant l'abandon de la structure. La diversité taxinomique et la représentativité paléoécologique sont souvent plus réduites dans des prélèvements de foyers que dans les prélèvements de charbons dispersés dans les sols (Chabal, 1997). Il en va de même pour les charbons concentrés dans les trous de poteaux qui peuvent résulter d'une accumulation rapide, notamment quand il s'agit d'un poteau incendié. Si ces structures en creux sont secondairement utilisées comme dépotoir, les vidanges de foyers issus d'un nombre réduit d'événements de combustion peuvent s'accumuler pendant plusieurs jours (voire plusieurs semaines) sur le sol d'occupation avant d'être rejetées dans un temps très bref, soit par colluvionnement, soit par l'action de l'homme.

Les foyers FY19, FY33 et FY35 présentent peu de fragments (respectivement 33, 70 et 6 fragments identifiés ; tab. 2). Le matériel de la fosse FS50, qui se réduit à 2 fragments, est peu exploitable.

Le trou de poteau TP53 qui mesure 70 cm par 45 cm et 60 cm de profondeur, est comblé par des pierres et deux dalles dressées en situation de calage de poteau. Il présente un nombre de fragments nettement supérieur à ceux des autres prélèvements de charbons concentrés (107 fragments identifiés ; tab. 2). Dispersée entre 1 et 17 mm, la taille médiane des fragments de TP53 est de 5 mm (1er quartile = 3 mm ; 3e quartile = 7 mm). Les charbons sont ainsi d'une taille globalement supérieure à celle du reste du corpus dont les dimensions se rapprochent plutôt de 2 mm. D'après ces différentes caractéristiques du remplissage de TP53, l'hypothèse que le facteur à l'origine de l'accumulation de ces charbons soit différent des autres prélèvements semble plausible.

N° de prélèvement	U.S.	Phase	Sous-phase	Carré	Zone	Protocole de prélèvement ou de tamisage	Type de prélèvement	Gramineae	*Quercus* f.c./sp.	*Euonymus europaeus*	Maloideae	*Pinus* type méditérranéen	*Cistus* sp.	*Pistacia cf. lentiscus*/sp.	*Erica arborea* /sp.	*Quercus* sempervirent	*Rosmarinus officinalis*/ Lamiaceae	*cf. Arbutus unedo*	*Phillyrea* sp./ *Rhamnus alaternus*	Gymnospermes	Total	Nb minimal de taxons
10	456	4	4b	Y7	13	2 mm + 500 µm	D					1	14	19							34	3
9	441	4	4a	XW6	13	2 mm + 500 µm	D		5			1	14	20							40	4
42	399	4	4a	F14	14	500 µm flottation	D					8	12	7				3			30	4
49	364	4	4b	H11	14	500 µm flottation	D						15	6							21	2
48	364	4	4b	H12	14	500 µm flottation	D	3	1				25	22							51	4
47	364	4	4b	I15	14	500 µm flottation	D					13	22	3							38	3
35	330	4	4b	V3	6	500 µm flottation	D					57	8	1			1				67	4
37	330	4	4b	W3	6	500 µm flottation	D					16	6				4				26	3
36	330	4	4b	W4	6	500 µm flottation	D					8	4	1	1		1				15	5
34	330	4	4b	X1	6	500 µm flottation	D					2	12		1						15	3
33	330	4	4b	Y1	6	500 µm flottation	D					211	1	1			4				217	4
74	73	4	4a	V21	2	prélèvement à vue	C (FY19)						6	27							33	2
11	388	3 ou 4		H6	14	2 mm + 500 µm	D							2						1	3	1
7	451	3	3b	V5	13	2 mm + 500 µm	D				1		10	6	1					1	19	4
5	440	3	3d	F5	14	500 µm flottation	D						3	1							4	2
3	440B	3	3d	F5	14	500 µm flottation	D	1					1							1	3	2
6	421	3	3b	H6	14	500 µm flottation	D					1	4	1			1			3	10	4
12	413	3	3d	H6	14	2 mm + 500 µm	D						6	6						1	13	2
46	394	3	3b	H15	14	500 µm flottation	D		1			20	28	21	2	2					74	6
8	394	3	3b	Y9	13	2 mm + 500 µm	D					1	26	20						1	48	3
4	390	3	3d	F5	14	500 µm flottation	D					1	6	1							8	3
28	380	3	3d	R5	6	500 µm flottation	D					1	14	1	5						21	4
50	380	3	3d	R5	6	500 µm flottation	D					25	42	9							76	3
27	380	3	3d	S3	6	500 µm flottation	D					12	9	13	3	1					38	5
51	380	3	3d	S3	6	500 µm flottation	D						9	7	1						17	3
53	380	3	3d	W3	6	500 µm flottation	D					15	3	4							22	3
54	380	3	3d	W4	6	500 µm flottation	D						13	6	1						20	3
32	380	3	3d	X2	6	500 µm flottation	D					10	14	8	2		2				36	5
30	380	3	3d	Y1	6	500 µm flottation	D					9	9	1	5	1					25	5
55	380	3	3d	Y1	6	500 µm flottation	D						4	7							11	2
31	380	3	3d	Y2	6	2 mm + 500 µm	D		2			5	27	7		4					45	5
56	380	3	3d	Y2	6	500 µm flottation	D					4	62	16							82	3
26	374b	3	3d	Q2	6	500 µm flottation	D					32	7	1	1						41	4
29	360	3	3d	S4	6	500 µm flottation	D					24	11	14	3		1				53	5
58	344	3	3d	R4	6	2 mm + 500 µm	D					12	25	28	7						72	4
25	344	3	3d	W4	6	500 µm flottation	D					5	6	24	2						37	4
24	344	3	3d	X2	6	500 µm flottation	D					4	34		5	1					44	4
23	335	3	3d	V3	6	2 mm + 500 µm	D					32	14	2			3				51	4
22	335	3	3d	V4	6	500 µm flottation	D					22	11	5		1					39	4
57	326	3	3d	R4	6	500 µm flottation	D					11	30	18	8		1				68	5
20	326	3	3d	R5	6	500 µm flottation	D					11	3		1		1				16	4
1	326	3	3d	V25	6	500 µm flottation	D						8	4							12	2
2	326	3	3d	W25	6	2 mm + 500 µm	D		3	1		12	23	14			3		1		57	7
21	326	3	3d	W3	6	500 µm flottation	D					53		2		19	3				77	4
52	326	3	3d	W3	6	500 µm flottation	D							1							1	1
40	51	3	3b	X12	13	500 µm flottation	D					11	57	29			2		1		100	5
39	51	3	3b	Y12	13	500 µm flottation	D					5	37	29			1				72	4
76	185	3	3a	PQ20	1	prélèvement à vue	C (FY33)						2	67			1				70	3
73	160	3	3b	PQ20	1	prélèvement à vue	C (PQ20)							43			1				44	2
44	400	2	2a	G15	14	500 µm flottation	D		1			3	56	10	1		1				72	6
43	400	2	2a	G16	14	500 µm flottation	D					2	11	6							19	3
41	397	2	2c	J16	14	500 µm flottation	D					8	44	12							64	3
13	329	2	2c	S3	6	500 µm flottation	D	1				9	23	2	2	1	1				39	7
14	329	2	2c	S4	6	500 µm flottation	D					4	3		1	1				4	13	4
15	329	2	2c	Y1	6	500 µm flottation	D					2	17							1	20	2
16	329	2	2c	Y2	6	500 µm flottation	D						21	1							22	2
45	320	2	2c	F20	14	500 µm flottation	D						14	32							46	2
18	242	2	2c	T1	6	500 µm flottation	D	1				5	11	1	1						19	5
19	242	2	2c	T1	6	500 µm flottation	D					3	6								9	2
17	242	2	2c	Y2	6	2 mm + 500 µm	D					4	15								19	2
38	100	2	2c	W12	13	500 µm flottation	D					6	28	18							52	3
72	193	2	2b/c	D9	7	prélèvement à vue	C (FS50)					2									2	1
75	167	2	2c	PQ20	1	prélèvement à vue	C (FY35)					6								7	13	1
70	2008	1 à 4		sondage		prélèvement à vue	C (FT2002)														0	0
71	2009	1 à 4		sondage		prélèvement à vue	C (FT2003)					1	6								7	2
77	198	1 à 4		E6	7	prélèvement à vue	C (TP53)					104			2		1				107	3
							Total	**6**	**13**	**1**	**1**	**814**	**952**	**607**	**56**	**31**	**33**	**3**	**2**	**20**	**2539**	**12**

Tab. 2 : Résultats de l'analyse anthracologique de Ponteau par prélèvement, en valeurs absolues.

« D » : prélèvements de charbons dispersés ; « C » : prélèvements de charbons concentrés. Certains taxons ont été regroupés : « *Quercus* f.c./sp.» rassemble le chêne à feuillage caduc et le chêne sans détermination plus précise (*Quercus* sp.*)* ; « *Cistus* sp. » regroupe les cistes (il n'est pas possible de différencier les différentes espèces) et les cistacées sans détermination plus précise (Cistaceae) ; « *Pistacia* cf. *lentiscus/*sp. » comprend les pistachiers sans détermination plus précise ou attribués avec une certaine incertitude au lentisque (*Pistacia* cf. *lentiscus)* et les anacardiacées sans détermination plus précise (Anacardiaceae : pistachiers ou *Cotinus coggygria*) ; « *Erica arborea/*sp. » regroupe la bruyère arborescente, identifiée de façon sûre ou probable (*Erica arborea* et *Erica* cf. *arborea)* et la bruyère indéterminée (*Erica* sp.).

Tab. 2: Results of the anthracological analysis of Ponteau in number of fragments. «D»: samples of charcoal fragments scattered in the soils; «C»: sample of charcoal from hearths and pits. Some taxa have been subsumed: « Quercus f.c./sp.» corresponds *to deciduous oak and oak without more precise determination (Quercus* sp.*); « Cistus* sp. » corresponds *to the genus Cistus and the cistaceae without more precise determination (Cistaceae) ; « Pistacia cf. lentiscus/*sp. » corresponds *the pistachio tree in general, including those that we attribute with a degree of uncertainty to mastic tree (Pistacia* cf. *lentiscus) and the anacardiaceae without more precise identification (Anacardiaceae: Pistacia or Cotinus coggygria) ; « Erica arborea/* sp. » correspond to tree heather (*Erica arborea and Erica* cf. *arborea) and heather without more precise identification (Erica* sp.*)*

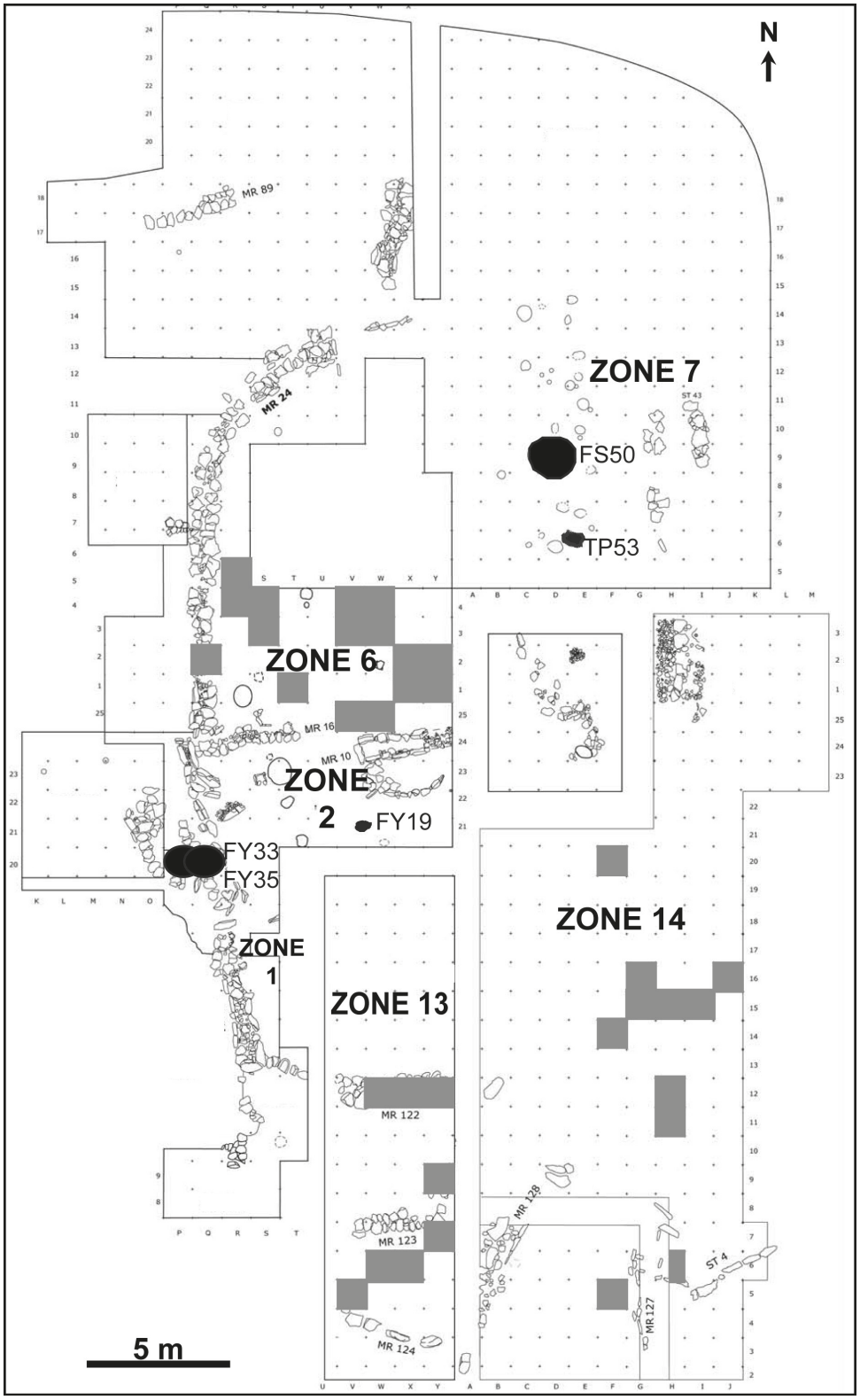

Fig. 6 : Répartition spatiale des prélèvements étudiés.
Les prélèvements de charbons dispersés sur les sols sont représentés en gris et les prélèvements de charbons concentrés dans les foyers et les structures en creux sont représentés en noir (DAO X. Margarit et J. Battentier).

Fig. 6: Spatial distribution of the analysed samples. Samples of charcoal fragments scattered in the soils are represented in grey and samples from hearths and pits are represented in black (DAO X. Margarit and J. Battentier).

La possibilité que les charbons de TP53 correspondent à du bois d'œuvre incendié sur place sera discutée.

Ainsi, les charbons dits « concentrés », issus des foyers et du trou de poteau TP53 vont permettre de comparer différents usages du bois. D'une part, les charbons issus des foyers documentent les usages du bois en tant que combustible, d'autre part, si les charbons de TP53 sont issus de la combustion du poteau *in situ* et non de charbons intrusifs, ils documentent les usages du bois en tant que matériau pour l'architecture.

3.2 - LES CHARBONS DISPERSÉS DANS LES SOLS D'OCCUPATION

La plupart des charbons *étudiés* ont été recueillis par flottation et tamisage systématique de 10 l. de sédiment par carré et par unité stratigraphique (US) dans les zones 6, 13 et 14 (fig. 6). La fraction du sédiment qui flottait a été tamisée à 0,5 mm, et la fraction lourde à 2 mm. Ces charbons, dispersés dans les sols d'occupation, correspondent à des résidus

accumulés sur une longue durée. Issus de plusieurs collectes de bois, ils sont supposés être représentatifs de la végétation ligneuse autour du site. Ils sont particulièrement appropriés pour les reconstructions paléoenvironnementales (Chabal, 1997).

Parmi la fraction flottante des prélèvements (tamisée à 0,5 mm), les charbons sont relativement abondants mais majoritairement mal conservés et très fragmentés. Afin d'éviter le biais éventuel de fragments « engorgés » de sédiments qui ne pourraient flotter, par précaution, la fraction lourde a également été tamisée à 2 mm et passée en revue. Les rares charbons retrouvés par ce biais dans quelques refus de tamis étaient majoritairement non identifiables. Cependant, cette opération nous a permis de lever le doute sur la représentativité des assemblages issus de la flottation dans ce contexte sédimentaire.

L'intégralité des fragments de chaque prélèvement a été étudiée. Dans la mesure du possible, plusieurs carrés ont été étudiés pour chaque US et plusieurs US par phase : 58 prélèvements de charbons dispersés appartenant à 25 US attribuées à une des trois principales phases chronoculturelles d'occupation ont fourni 2260 charbons identifiables (tab. 3). Les effectifs vont de 2 à 217 fragments par prélèvement et sont inférieurs à 50 fragments dans 70% des cas (tab. 2). Les effectifs cumulés sont très confortables statistiquement pour les phases 3 et 4 (respectivement 1312 et 554 charbons identifiés) et un peu plus limités pour la phase 2 (394 fragments identifiés). La subdivision en sous-phases chronoculturelles (2a, 2c,

			Gramineae	*Quercus* f.c./sp.	*Euonymus europaeus*	Maloideae	*Pinus* type méditerranéen	*Cistus* sp.	*Pistacia* cf. *lentiscus*/sp.	*Erica arborea* /sp.	*Quercus* sempervirent	*Rosmarinus officinalis*/ Lamiaceae	cf. *Arbutus unedo*	*Phillyrea* sp. / *Rhamnus alaternus*	Gymnospermes	Total	Nb minimal de taxons
Phase	**US par phase**	**Zone**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**Nb**	**Nb**
4	330	6					86,471	9,118	0,882	0,588		2,941				340	5
	441	13		12,5			2,5	35	50							40	4
	456	13					2,941	41,176	55,882							34	3
	364	14	2,727	0,909			11,818	56,364	28,182							110	5
	399	14					26,667	40	23,333				10			30	4
	Total phase 4		**0,5**	**1,1**			**57,220**	**24,007**	**14,440**	**0,4**		**1,805**	**0,5**			**554**	**8**
3	326	6		1,299	0,43		37,662	27,706	16,883	3,896	8,225	3,463		0,4		231	9
	335	6					60	27,778	7,778		1,111	3,333				90	5
	344	6					13,725	42,484	33,987	9,150	0,654					153	5
	360	6					45,283	20,755	26,415	5,660		1,887				53	5
	374b	6					78,049	17,073	2,439	2,439						41	4
	380	6		0,509			20,611	52,417	20,102	4,326	1,527	0,509				393	7
	51	13					9,302	54,651	33,721			1,744		0,581		172	5
	451	13				5,263		52,632	31,579	5,263					5,263	19	4
	390	14					12,5	75	12,5							8	3
	394	14		0,820			17,213	40,164	33,607	1,639	1,639				0,820	122	6
	413	14						46,154	46,154						7,692	13	2
	421	14					10	40	10			10			30	10	4
	440	14						75	25							4	2
	440B	14	33,333					33,333							33,333	3	2
	Total phase 3		**0,1**	**0,5**	**0,08**	**0,076**	**25,762**	**41,997**	**23,323**	**3,582**	**2,210**	**1,4**		**0,2**	**0,5**	**1312**	**11**
2	242	6	2				25,532	68,085	2,128	2,128						47	5
	329	6	1				15,957	68,085	3,191	3,191	2,128	1,064			5,319	94	7
	100	13					11,538	53,846	34,615							52	3
	320	14						30,435	69,565							46	2
	397	14					12,5	68,75	18,75							64	3
	400	14		1,099			5,495	73,626	17,582	1,099		1,099				91	6
	Total phase 2		**0,5**	**0,3**			**11,675**	**63,198**	**20,812**	**1,269**	**0,508**	**0,508**			**1,269**	**394**	**8**
Total général			0,3	0,575	0,04	0,044	31,018	41,283	20,708	2,389	1,372	1,327	0,1	0,1	0,531	2260	12

Tab. 3 : Résultats de l'analyse anthracologique des prélèvements de charbons dispersés, par phases, par zone et par US (pourcentages de fragments par taxon).

Tab. 3: Results per phase and stratigraphic level of the anthracological analysis of the samples of charcoal fragments scattered in the soils (percentage of fragments per taxon).

3b, 3d, 4a, 4b) n'a pas été retenue car leurs effectifs étaient trop disparates pour conduire à des interprétations (entre 70 et 989 fragments identifiés respectivement pour les phases 3a et 3d ; tab. 2).

Au cours de la phase 3, les zones 6, 13 et 14 renvoient à des fonctions distinctes. La zone 13 semble être dédiée à des activités domestiques. La zone 14 abrite des activités en lien avec la sphère domestique et avec la chaîne opératoire de la fabrication des récipients en céramique. Nous vérifierons si les spectres anthracologiques reflètent ou pas une spécialisation du combustible utilisé, c'est-à-dire si les taxons de bois de feu utilisés sur la zone d'activités mixtes (zone 14) diffèrent ou non de ceux de la zone plutôt domestique (zone 13), supposés choisi de façon aléatoire. Enfin, la zone 6 étant un espace de stabulation, il conviendra de s'interroger sur l'origine des charbons qui y sont retrouvés (liés aux activités pastorales ou à la vie domestique ?).

3.3 - MÉTHODE DE L'IDENTIFICATION TAXINOMIQUE DES CHARBONS DE BOIS

Chaque fragment de charbon de bois, préalablement fracturé à la main, est observé au microscope à réflexion (50 à 500 X) en coupes transversale, longitudinale tangentielle et longitudinale radiale. Les caractéristiques anatomiques des charbons archéologiques ont été comparées à celles publiées dans des atlas d'anatomie des bois (Schweingruber, 1990 ; Vernet *et al*., 2001) et à celles des charbons des collections de référence du Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée (LA3M) et du laboratoire Culture et Environnement, Préhistoire, Antiquité, Moyen-Âge (CEPAM). Ce travail conduit, selon le cas, à déterminer la famille, le genre, l'espèce ou le groupe d'espèces (par ex. les chênes à feuillage caduc ; *Quercus* f.c.) auxquels appartient le fragment.

4 - DISTRIBUTION SPATIALE DES RÉSULTATS

4.1 - LES CHARBONS CONCENTRÉS DANS LES FOYERS ET LES STRUCTURES EN CREUX

Le nombre de taxons identifiés parmi les prélèvements de charbons concentrés dans les foyers et les structures en creux est compris entre 1 et 3 (fig. 7). Cette faible diversité semble liée à la fois au nombre restreint de fragments contenus dans ces structures, à leur protocole de prélèvement « à vue » et à leur accumulation probablement lors d'une durée brève (Chabal, 1997). Dans les foyers, les taxons les mieux représentés sont les pistachiers - lentisque et/ou térébinthe (*Pistacia terebinthus*) -, le ciste (*Cistus* sp.) et un pin de type méditerranéen (fig. 7). D'après les critères anatomiques observés, il pourrait s'agir de pin parasol (*Pinus pinea*), de pin maritime (*Pinus pinaster*) ou de pin d'Alep (*Pinus halepensis*), sans possibilité de distinguer l'une de ces trois espèces. Le pin d'Alep est un taxon pionnier dont la reproduction vigoureuse et relativement précoce ainsi que les exigences écologiques modestes en font l'espèce expansionniste par excellence (Quézel & Barbero, 1992 ; Tatoni *et al*., 1999). Actuellement, en Provence occidentale (*i.e*. départements des Bouches-du-Rhône et du Var), parmi les espèces de pins de type méditerranéen, le pin d'Alep est l'espèce la plus répandue en raison des conditions édaphiques et climatiques difficiles et de la déprise agraire (Quézel & Barbero, 1992 ; Tatoni *et al*., 1999). Au cours du Néolithique, en France méridionale, l'essor des activités agro-pastorales est généralement considéré comme favorable au développement des séries de dégradation (Heinz & Thiébault, 1998), dont le pin d'Alep fait souvent partie (Thiébault, 1997 ; Battentier, 2018). Par ailleurs, en Provence, l'indigénat de ce taxon est moins sujet à discussion que celui du pin maritime et du pin parasol (Quézel & Médail, 2003). Nous considérons ainsi que, parmi les espèces de pins de type méditerranéen, le pin d'Alep est l'espèce la plus probable.

L'assemblage anthracologique du trou de poteau TP53 se compose presque exclusivement de charbons de pin de type méditerranéen, excepté 2 fragments de bruyère - probablement la bruyère arborescente (*Erica* cf. *arborea*) - et un fragment d'une labiée (Lamiaceae), probablement le romarin (cf. *Rosmarinus officinalis*) (fig. 7). La bruyère et la labiée n'ont pas été identifiées à l'espèce en raison de la rareté des critères anatomiques nettement observés.

4.2 - LES CHARBONS DISPERSÉS DANS LES SOLS D'OCCUPATION DES ZONES 6, 13 ET 14

La diversité par zone et par phase donne une valeur médiane de 6 taxons (tab. 3). La diversité par US est faible (médiane = 4 taxons). À l'échelle du site, la diversité de la végétation ligneuse semble convenablement enregistrée avec 12 taxons au minimum.

Les trois taxons qui dominent le spectre de chaque zone sont les mêmes que dans les prélèvements de charbons concentrés (par ordre décroissant d'importance) : le ciste, le pin de type méditerranéen et le pistachier (fig. 8). Ce trio est associé à d'autres taxons sclérophylles sempervirents (à feuilles coriaces et persistantes) identifiés plus ponctuellement comme la bruyère, les chênes sempervirents - vert et/ou kermès - (*Quercus* sempervirent), les labiées, l'arbousier (*Arbutus unedo*) et les filaires et/ou le nerprun alaterne (*Phillyrea* sp./*Rhamnus alaternus*). Quelques taxons caducifoliés sont très ponctuellement identifiés : le chêne caducifolié, probablement le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) dans cette région, le fusain (*Euonymus europaeus*) et les maloïdées (Maloideae), qui sont le groupe de rosacées où l'on retrouve par exemple les sorbiers (*Sorbus* sp.) et les aubépines (*Crataegus* sp.). Des tiges carbonisées de graminées (Poaceae) sont très rarement identifiées. Si leur détermination précise est impossible à partir de leur anatomie, leur diamètre (autour de 5 mm) évoque des graminées de grande taille comme la canne de Provence (*Arundo donax*) et le roseau (*Phragmites communis*). Contrairement à ce que son nom laisse supposer, la canne de Provence n'est pas indigène dans cette région où

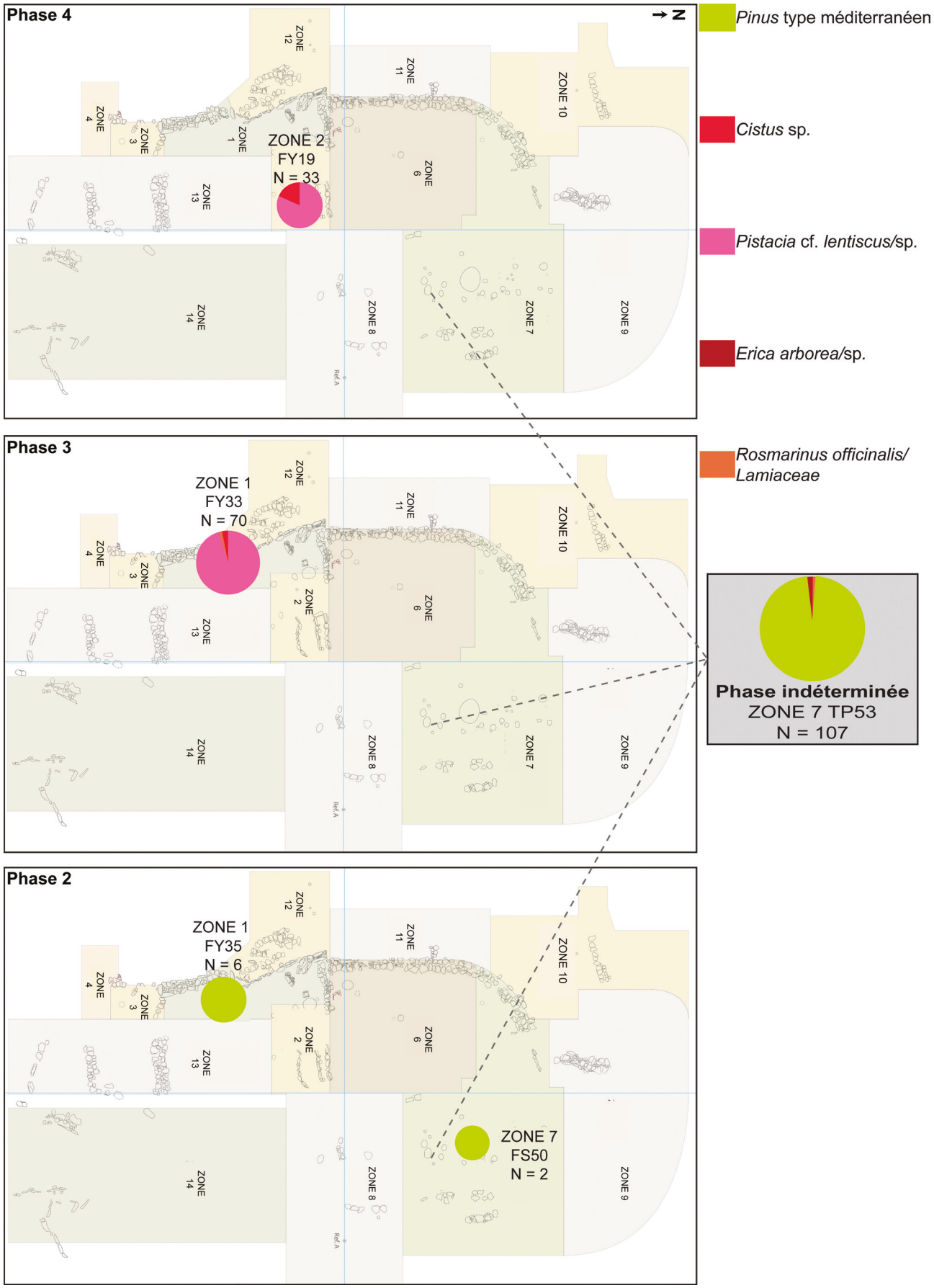

Fig. 7 : Résultats de l'analyse des prélèvements de charbons concentrés dans les foyers et les structures en creux, par phase et par zone.
La taille des diagrammes est proportionnelle à l'effectif de charbons identifiés (cf. tab. 2) (DAO X. Margarit et J. Battentier).
Fig. 7: Results of the analysis of charcoal from hearths and pits (DAO X. Margarit et J. Battentier). The size of the diagrams are proportional to the number of charcoals identified (cf. tab. 2).

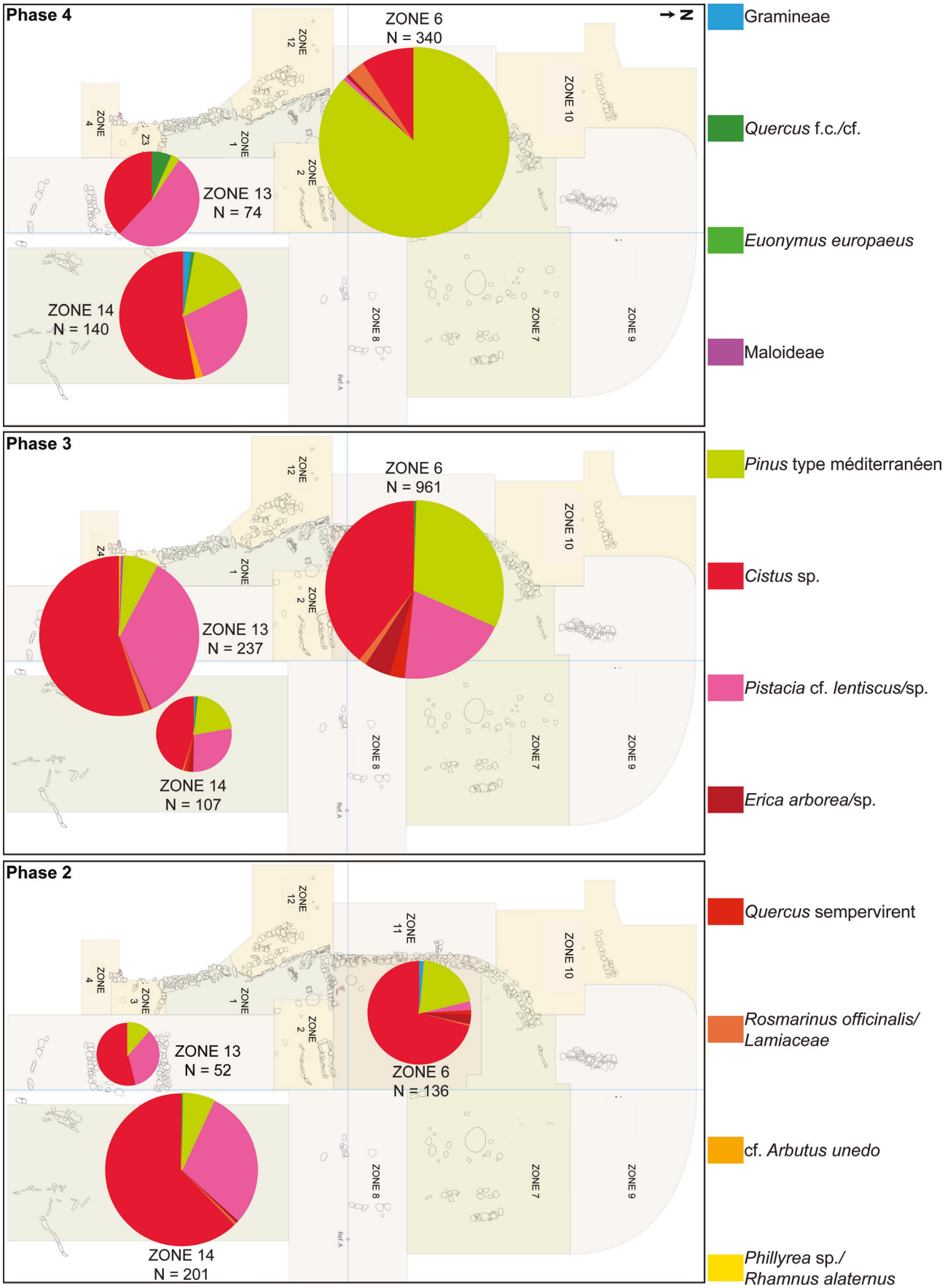

Fig. 8 : Résultats de l'analyse des charbons dispersés dans les sols, par phase et par zone.
La taille des diagrammes est proportionnelle à l'effectif de charbons identifiés (cf. tab. 2) (DAO X. Margarit et J. Battentier).
Fig. 8: Results the analysis of charcoal scattered in soils (DAO X. Margarit et J. Battentier). The size of the diagrams are proportional to the number of charcoal identified (cf. tab. 2).

elle arrive probablement aux alentours de l'âge du Fer (Hardion *et al*., 2014). Lors de l'occupation du site, il est probable que ces graminées de grande taille renvoient aux roseaux, ou à de gros spécimens d'une autre espèce de graminée.

Les résultats des différentes zones notamment ceux des zones 13 et 14 présentent beaucoup de similarités. La liste floristique ainsi que les proportions de chaque taxon y sont comparables à chaque phase. En revanche, les spectres anthracologiques de la zone 6 se singularisent au cours des phases 3 et 4 (fig. 8). Pendant la phase 3 c'est-à-dire pendant le fonctionnement de la zone 6 en tant qu'espace de stabulation, la diversité taxinomique y atteint son maximum (au moins 9 taxons différents), probablement en partie en raison du nombre de prélèvements (24) et de l'effectif de charbons (961) qui dépassent largement ceux des autres zones aux différentes phases (tab. 2). Au cours de la phase 4, les prélèvements de la zone 6 proviennent exclusivement de l'US 330, rattachée à la sous-phase 4b attribuée à l'*âge* du Bronze ancien, c'est-à-dire à la fin de l'occupation du site. Le pin de type méditerranéen (qui atteint sa représentation maximale avec 86% des fragments) y devance largement le ciste (qui atteint son minimum avec 9%) et le pistachier (moins de 1%) (tab. 3). L'originalité du spectre obtenu pourrait s'expliquer par la forte contribution (près de 2/3 des charbons ; 217 sur 340) d'un seul prélèvement, issu du carré Y1 (tab. 2), qui s'est révélé très riche en pin (211 fragments sur 217 identifiés). Les origines possibles de cette richesse en pin seront discutées plus bas (cf. parties 5.4 et 6.3).

Ces résultats signalent un approvisionnement en bois de feu semblable, en termes d'essences récoltées, pour les zones 13 (plutôt domestique) et 14 (domestique et artisanale). Leurs différences avec les résultats de la zone 6 (plutôt dévolue au parcage) pourraient provenir des pratiques à l'origine de ces enregistrements de charbons.

5 - INTERPRÉTATIONS

5.1 - RESTITUTION DU PAYSAGE VÉGÉTAL ET DE SA DYNAMIQUE

Le diagramme anthracologique synthétique (fig. 9A) représente les résultats par phases chronoculturelles. Seuls les assemblages de charbons dispersés ont été considérés pour l'approche paléoenvironnementale. Les taxons identifiés ont été groupés par affinités écologiques.

Tout au long de l'occupation, les taxons majoritaires sont le ciste, le pin de type méditerranéen et le pistachier. Le ciste, arbrisseau qui atteint au maximum 1 m de hauteur (Rameau *et al.*, 2008), est représenté dans des proportions importantes aux phases 2 à 3. Il culmine, avec 63% du spectre anthracologique, à la base de l'enregistrement (la phase 2) et atteint son minimum (24%) au sommet du diagramme (la phase 4). À l'inverse, le pin de type méditerranéen, taxon préforestier, est discret au cours de la phase 2 (12%) et progresse jusqu'à dominer le spectre, avec 57%, lors de la phase 4 et principalement dans l'US sommitale de celle-ci, l'US 330 (tab. 3 et fig. 9B). Le pistachier, dont les proportions totalisent entre 14 et 23% du spectre anthracologique, est globalement moins représenté que le ciste et le pin de type méditerranéen et présente une évolution moins dynamique. À ces taxons majoritaires, on peut associer d'autres ligneux sclérophylles sempervirents (en gris foncé sur la figure 9A) : les chênes sempervirents, les labiées et les filaires et/ou le nerprun alaterne, dans un cortège qui renvoie à la série méso-méditerranéenne. La bruyère et l'arbousier, qui poussent probablement sur des sols décarbonatés plus éloignés du site, s'ajoutent également à ce cortège. À part le pin et peut-être le chêne sempervirent *pro parte* (si toutefois il s'agit de chêne vert et non de chêne kermès, ce qui ne peut être affirmé à partir de l'anatomie du bois), 78% des fragments identifiés proviennent de taxons généralement bas ou très bas, arbrisseaux (morphologie buissonnante, hauteur inférieure à 4 m) ou arbustes (morphologie arborescente, hauteur inférieure à 7 ou 8 m). L'importance des ligneux bas dans ce spectre anthracologique révèle le caractère dégradé de la végétation. Dans ce cas de figure il est vraisemblable que les charbons de chêne sempervirent proviennent principalement de chênes kermès, arbrisseau plus frugal et plus résistant aux incendies et au pâturage (feuilles piquantes) que le chêne vert (Douguedroit, 1976 ; Lieutaghi, 2004 ; Colombaroli *et al*., 2007). Ainsi, le paysage végétal se composerait principalement d'une garrigue très basse et d'une pinède, en formation associée et/ou dissociée. Plus particulièrement, si l'augmentation du pin dans l'US sommitale de la phase 4 reflète bien un changement dans la végétation environnante et non une différence d'approvisionnement liée aux usages variés du bois, la dynamique de végétation caractérisée par l'évolution croisée du ciste et du pin renvoie, aux phases 2 et 3, à l'existence d'un paysage végétal ras de garrigue très basse qui évoluerait, en phase 4, vers un paysage pré-forestier de pinède, associée à une garrigue très basse. Cette dernière, composée de ligneux bas et de taxons sempervirents, adaptés à la sécheresse, suggère des sols peu développés, un milieu ouvert et des conditions climatiques méditerranéennes.

Le pin (que nous supposons d'Alep), le ciste et le pistachier, les trois taxons dominants, sont riches en huiles essentielles qui sont généralement épargnés par les ruminants (Bourbouze, 1982). Leur importance dans le spectre de Ponteau et la rareté des taxons plus appétents - comme la filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*) (Étienne, 2001) - renvoient à une végétation fréquemment pâturée (Quézel & Médail, 2003).

Par ailleurs, les pins et les cistes sont souvent considérés comme des pyrophytes, plantes dont la régénération ou le maintien sont favorisés par le passage d'incendies (Kuhnholtz-Lordat, 1938). Les chocs thermiques dynamisent la germination des graines de ciste (Trabaud, 1995 ; Pérez-García, 1997). Les cistaies produisent 10 à 20 fois plus de plantules sur un terrain incendié que sur un terrain non incendié ou uniquement défriché (Juhren, 1966 ; Arianoutsou & Margaris, 1982). Pour le pin d'Alep « l'*action des températures élevées n'entraîne pas de capacité germinative accrue* » mais « l'*action du feu provoquerait l'*éclatement des cônes

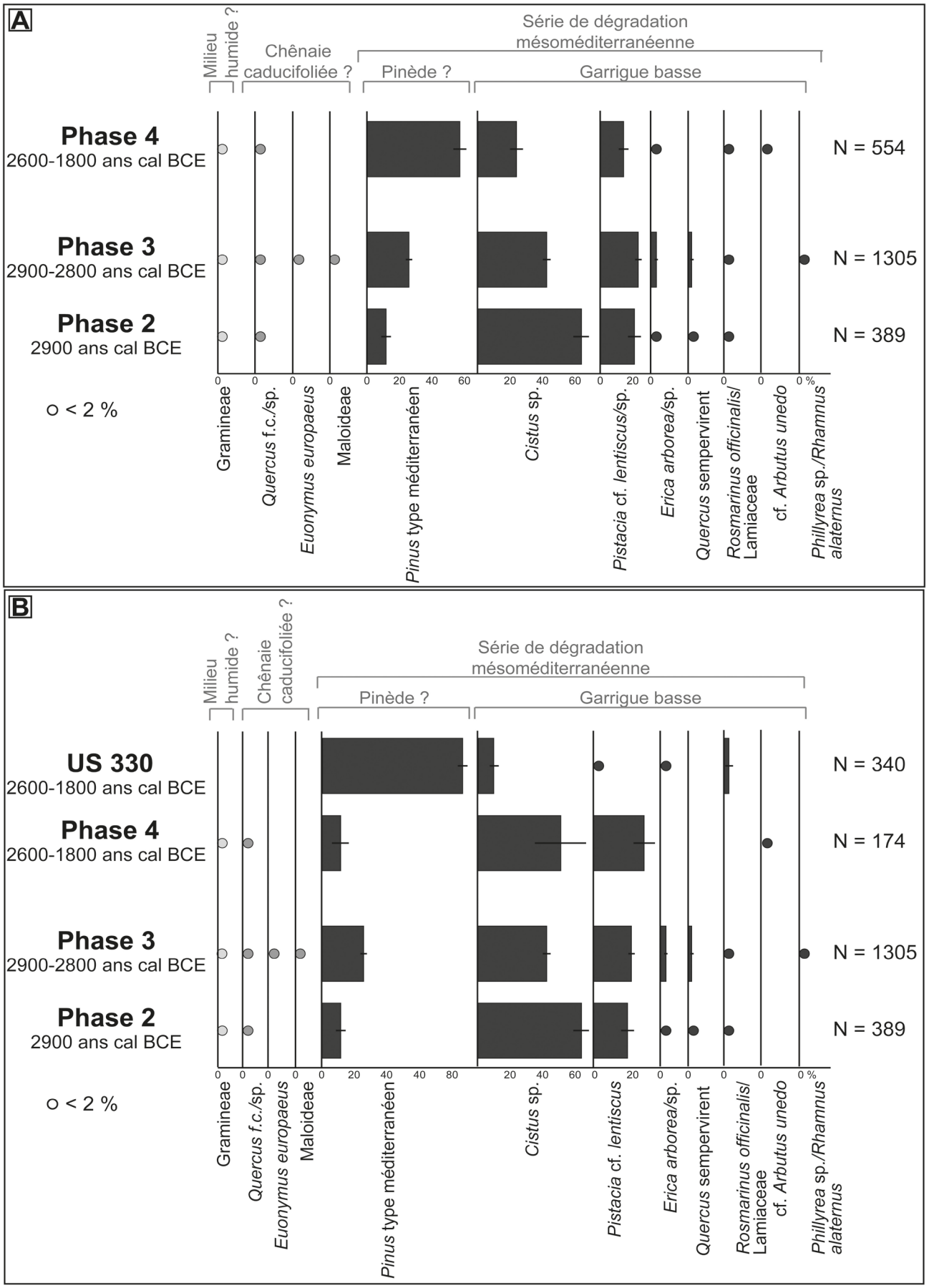

Fig. 9 : Diagramme anthracologique synthétique des prélèvements de charbons dispersés de Ponteau, avec l'US 330 intégrée à la phase 4 (A) ou isolée (B).
N : nombre de fragments identifiés, traits noirs : intervalle de confiance à 95%. Les fragments de gymnospermes sans détermination plus précise (N=13) ont été exclus des calculs et ne sont pas représentés.

Fig. 9: Synthetic anthracological diagram of Ponteau scattered charcoals, with stratigraphic unit 330 integrated into phase 4 (A) or isolated (B). N: number of identified fragments, black line: 95% confidence interval. The fragments of gymnosperm without more precise determination (N=13) are not represented and were excluded from calculations.

ou la fonte de la résine scellant les écailles, sous l'*effet des hautes températures, entraînant la chute des graines immédiatement après le passage de l'incendie, d'où une germination synchrone massive créant des peuplements quasi équiens* », c'est-à-dire composés d'arbres d'âges équivalents (Trabaud, 1995, p. 9-10). Ainsi, d'après l'étude des conditions de germinations des graines de ces taxons, L. Trabaud (1995, p. 11) considère que ce sont plutôt des héliophiles « *opportunistes capables d'envahir des terrains bouleversés en absence de compétiteurs agressifs* ». Dès lors, pour Kuhnholtz-Lordat (1938), le feu favorise directement le pin et le ciste tandis que pour Trabaud (1995), il les favorise de manière indirecte en dénudant le milieu et en éradiquant, au moins en surface (les souches sont parfois résistantes), les concurrents qui pourraient leur porter ombrage *stricto sensu*. Parmi les taxons minoritaires et sans doute plus éloignés du site, la bruyère comme l'arbousier rejettent très efficacement de souche après incendie (Lieutaghi, 2006 ; Rameau *et al*., 2008). Tous ces taxons sont héliophiles et pionniers. Dans l'assemblage anthracologique, la dominance des taxons de milieu ouvert questionne donc l'origine de cette physionomie de la végétation et plus particulièrement le rôle des perturbations anthropiques, et notamment des incendies, ce qui sera discuté plus bas (cf. partie 6.1).

Par ailleurs, les maloïdées et le fusain sont des arbustes à feuillage caduc généralement rattachés à la chênaie caducifoliée. Cependant, les proportions de ces taxons, ainsi que celles du chêne caducifolié, demeurent infimes pendant toutes les phases d'occupation. À Ponteau, compte tenu de leur rareté, les éléments de la chênaie caducifoliée étaient probablement épars dans la série de dégradation méso-méditérranéenne et/ou étaient récoltés dans une chênaie caducifoliée structurée mais localisée à plus grande distance du site, sur des sols plus développés, par exemple dans la plaine de Saint-Pierre.

Les graminées qui ont été identifiées très ponctuellement renvoient plutôt, d'après leur diamètre, à des espèces qui poussent préférentiellement sur les sols humides et les zones d'eau stagnante, douce ou légèrement salée, ce qui renvoie à un approvisionnement plus lointain (les bordures de l'étang de Berre sont envisageables). Ces tiges fines, légères, creuses et souples (Rameau *et al*., 2008) suggèrent une utilisation davantage comme matériau que comme combustible, qui pourrait justifier un apport depuis des zones assez éloignées.

La plupart des taxons, et notamment ceux successivement dominants (le ciste et le pin), étant compétitifs sur des sols peu développés et en conditions climatiques méditerranéennes et favorisés par les incendies et le pâturage, la dynamique de végétation du spectre anthracologique de Ponteau constitue un enregistrement des variations de ces différents facteurs que nous discuterons plus loin (cf. partie 6).

5.2 - UNE EXPLOITATION DE LA VÉGÉTATION LOCALE

L'abondance de taxons adaptés à des sols peu développés suggère une couverture pédologique très limitée. À la fouille, il a été noté que les éléments architecturaux du site étaient implantés directement sur le substrat, ou très près de ce dernier (par exemple fig. 3B1), ce qui suppose un très faible recouvrement pédologique et une roche mère souvent affleurante. Les occupants du site semblent donc s'*être installés dans une zone déjà très dénudée, caractérisée par des sols squelettiques et une végétation basse et clairsemée, dans laquelle ils se sont procuré*s leur combustible, ne recourant que très exceptionnellement et/ou pour des usages particuliers, aux zones plus humides et présentant des sols plus développés.

5.3 - LA GESTION DES TROUPEAUX

Dans la zone 6, les US 326 et 380, identifiées comme des niveaux de bergerie, ont fourni un abondant matériel anthracologique, aussi bien en nombre de prélèvements qu'en nombre de fragments ; les US 335 et 344, moins riches, ont également fourni des charbons. La diversité taxinomique des US 326 et 380 (9 et 7 taxons au minimum) dépasse celle de toutes les autres US étudiées (fig. 10A, tab. 3). Cette abondance des charbons et cette relative diversité taxinomique dans ces US posent la question de l'origine de ce bois brûlé, retrouvé dans un espace de stabulation. Quels sont les facteurs à l'origine de ces accumulations de charbons dans les niveaux de fumier de la zone 6 ? Diffèrent-ils des vecteurs d'accumulation des charbons des zones 13 et 14, dont les fonctions sont différentes ? Dans ces niveaux de fumier, la multiplication des prélèvements, qui est un bon moyen pour tendre à l'exhaustivité de la liste floristique, a sans doute joué sur la richesse du spectre. Toutefois, cette diversité s'exprime également au sein même de chaque prélèvement, par exemple le carré W25 de l'US 326 totalise 7 taxons au minimum pour un effectif, relativement faible, de 57 fragments identifiés (fig. 10B et tab. 2). Dans les accumulations sédimentaires de type niveaux de bergerie, on considère souvent que les charbons proviennent de foyers allumés sur, ou à proximité des fumiers et/ou du brûlage (pour des raisons sanitaires) de l'accumulation d'excréments, de litière et de résidus de fourrage lorsqu'elle atteint une certaine épaisseur (Brochier *et al*., 1992 ; Brochier *et al*., 1999 ; Brochier, 2006 ; Delhon *et al*., 2008 ; Battentier *et al*., 2016). À Ponteau, aucun foyer n'a été retrouvé dans ces niveaux et « *aucun indice ne plaide en faveur du brûlage des excréments* » (Brochier, 2007, p. 15). Étant donné que la fonction de la litière est de se mêler aux défécations afin d'en isoler les bêtes, de fait, il n'y a pas non plus de possibilité pour que la litière ait brûlé sur place. Les assemblages anthracologiques sont dominés par le ciste, le pin et le pistachier, qui sont des taxons peu appétés par les ruminants, bien qu'ils puissent être consommés - notamment par les caprins - en cas de nécessité (Bourbouze, 1982 ; de Simiane, 1987). Il semble donc que ces charbons ne soient pas issus de la combustion *in situ* des déjections animales, du fourrage ou de la litière. Outre une grande abondance de fragments et une diversité taxinomique plus élevée,

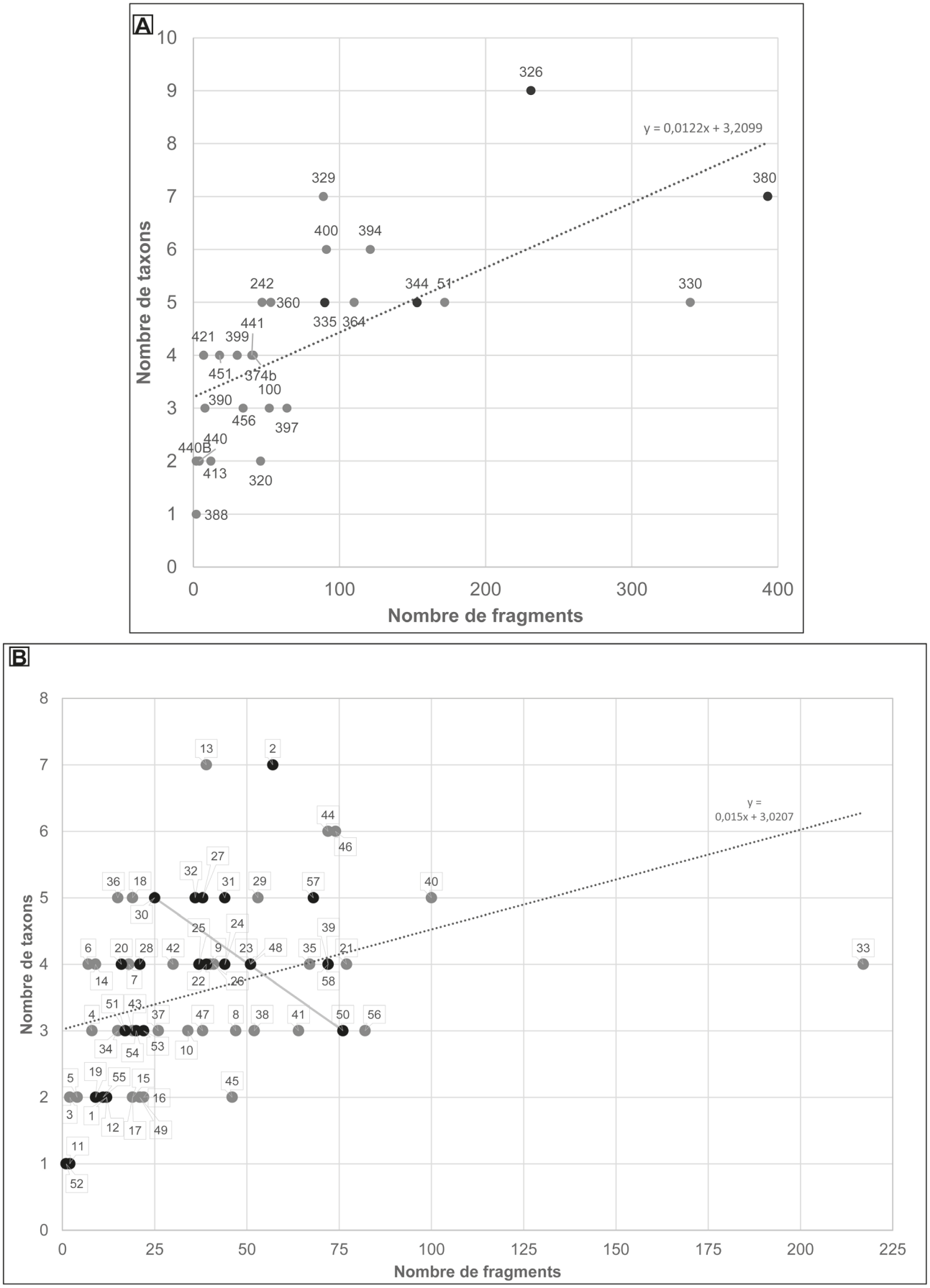

Fig. 10 : Nombre de taxons et de fragments identifiés par US (A) et par prélèvement (B) (charbons dispersés uniquement).

Les points noirs correspondent aux US/prélèvements de fumier, les points gris correspondent aux autres US/prélèvements. Se rapporter au tableau 3 pour le détail des effectifs et de l'attribution des prélèvements aux US et des US aux différentes phases.

Fig. 10: Number of taxa and of fragments identified in each stratigraphic level (A) and sample (B) (scattered charcoal only). The black dots correspond to stratigraphic level/sample from dung, the grey dots correspond to the others stratigraphic level/sample. See table 3 for details.

les spectres anthracologiques sont conformes à ceux des foyers et des charbons dispersés dans les autres US (figs. 7 & 8), ce qui pourrait évoquer une origine similaire : le bois de feu domestique. Ces fragments pourraient ainsi provenir d'épandages de vidanges de foyers sur le fumier, par commodité (rejeter au plus près les résidus des feux antérieurs) et/ou afin d'assainir les niveaux excrémentiels de l'enclos où étaient parqués les troupeaux. L'anatomie micro-vacuolaire des charbons de bois permet l'absorption de l'humidité et donc de limiter le développement de pathologies qui affectent le bétail. L'alternance de niveaux de fumier minéralisé et de couches charbonneuses qui pourraient provenir de la combustion du mélange de déjections et de litière accumulés pendant le parcage des troupeaux est bien documentée dès le Chasséen dans les sites pastoraux en grotte ou sous abri du Sud de la France (Beeching *et al*., 2000). Si cette interstratification régulière semble généralement résulter de la dispersion dans le fumier de charbons issus de foyers allumés à proximité (Nicod *et al*., 2010) et/ou de brûlages intentionnels des fumiers pendant les périodes (probablement saisonnières) de non-occupation, une combustion spontanée des fumiers n'est pas impossible (Brochier *et al*., 1992 ; Shahack-Gross, 2011). Contrairement à ces grottes-bergeries, l'habitat de Ponteau, dont l'occupation semble sub-permanente, n'offrirait pas (ou peu) de périodes de non-occupation de la bergerie permettant le séchage des fumiers puis leur combustion. Ainsi, les charbons auraient pu être répandus sciemment sur le fumier, après la vidange des foyers, et être un véritable composant de la litière, dans le cadre de pratiques liées aux soins du bétail. De nos jours, la Chambre d'Agriculture de Rhône-Alpes recommande toujours cette pratique aux éleveurs d'ovins et de caprins de la filière biologique (Nayet, 2013).

5.4 - BOIS DE CONSTRUCTION DES BÂTIMENTS SUR POTEAUX

Le trou de poteau TP53 (fig. 2), dont la largeur minimale est de 45 cm et l'attribution chronostratigrahique est encore imprécise, contenait des charbons plutôt gros et en plus grand nombre que les autres concentrations charbonneuses. L'analyse a révélé presque exclusivement du pin de type méditerranéen (tab. 2, fig. 7). La faible diversité anthracologique du trou de poteau TP53 pourrait procéder d'un comblement rapide (Chabal, 1997 ; Salavert, 2010), par exemple suite à la combustion du poteau contenu *in situ*, ce que suggère également la présence de matériel lithique en situation de calage de poteau.

Les taxons arborés dont le tronc pourrait atteindre plusieurs dizaines de centimètres de diamètre sont rares dans le spectre anthracologique de Ponteau, dominé par les ligneux bas à très bas. Le grand arbre abondant, dans le spectre anthracologique de Ponteau, est le pin. Compte tenu de l'intensité des perturbations, le chêne vert, s'il est présent, devait plutôt subsister sous la forme de bouquets d'individus plutôt bas (en taillis arbustif) que sous la forme de fût droits et de relativement grandes dimensions. Le chêne caducifolié, qui est encore plus rare dans le spectre, devait quant à lui être plus lointain et/ou très rare. Les maloïdées, le fusain, voire le nerprun alaterne, qui sont tous très rares dans le spectre, peuvent parfois avoir un port de petits arbres. Cependant, leurs dimensions sont loin de celles du pin. Il en va de même pour l'arbousier et la filaire à larges feuilles (*Phillyrea latifolia*), à la différence près que leur bois est dur et résistant et qu'ils présentent, plus souvent, un port d'arbuste ou de petit arbre (Rameau *et al*., 2008). Cependant, dans ce paysage ras et brouté, il est plus probable que ces taxons se rencontraient principalement à l'état de petits arbustes difficilement exploitables pour réaliser des poteaux.

Les peuplements de pins d'Alep qui poussent après incendie sont généralement relativement denses et d'âge homogène (cf. partie 5.1). La compétition pour l'accès à la lumière engendre ainsi des arbres au tronc haut et droit à condition qu'ils soient suffisamment abrités du vent (facteur déformant), ce qui est aussi favorisé par la densité de ces peuplements. À l'inverse, les formations de reconquête sont généralement plus tortueuses et branchues. En tant que bois d'œuvre, le pin d'Alep est actuellement relégué aux productions ordinaires (palettes, caisserie) notamment en raison de sa faible solidité et durabilité ainsi que de son abondante résine qui complique l'abattage et le travail du bois (Lieutaghi, 2006 ; Montibus, 2015). Dès lors, dans le spectre de Ponteau, le pin apparaît comme l'essence suffisamment abondante à faible distance et dont le fût, sous certaines conditions, présente la morphologie et les dimensions les moins défavorables à la réalisation de poteaux.

Par ailleurs, le trou de poteau TP53 est situé dans la zone 7, où de nombreux fragments de terre cuite accidentellement, évoquant de la terre à bâtir brûlée (Margarit & Piatscheck, 2006), font suspecter un incendie du bâtiment ou d'une partie de celui-ci. Ainsi, les charbons de TP53 pourraient provenir du poteau porteur, en pin, initialement calé dans ce trou de poteau.

Toutefois, l'analyse des charbons provenant vraisemblablement d'un seul poteau interdit de généraliser à l'ensemble du site l'usage du pin comme matière première architecturale. Des indices en ce sens sont donnés par l'analyse de l'US 330, qui clôt la phase 4, et qui est caractérisée par de nombreux trous de poteaux dont le diamètre avoisine souvent les 50 cm (fig. 3B, 3B1). Dans cette US, et de façon plus marquée encore dans le carré Y1 qui a fourni près de deux tiers des charbons, le pin est très abondant (tab. 2 & 3). Sachant que, parmi les taxons ligneux disponibles autour du site, le pin paraît le plus propice à la fabrication de poteaux, et que cet usage semble *évoqué* par les résultats anthracologiques du TP53, la combustion d'un ou plusieurs poteaux, caractéristiques de l'architecture de la phase 4, pourrait être à l'origine d'une surreprésentation du pin dans l'US terminale. Si rien n'a permis, lors de la fouille, de mettre en évidence une phase d'incendie de ces édifices, un tel évènement n'est pas exclu : l'US 330, qui affleure sous la surface du sol actuel, a pu être en partie lessivée. Ainsi, on ne peut écarter l'hypothèse que la meilleure

représentation du pin dans l'US 330, comparée aux US antérieures, soit liée à un enregistrement très ponctuel et/ou localisé et non à une évolution de la végétation ou à un changement dans les habitudes d'approvisionnement en bois de feu. En revanche, ce résultat appuie l'hypothèse d'une utilisation spécifique du pin pour le bois d'œuvre.

D'après la convergence des données anthracologiques du trou de poteau TP53 et des prélèvements de charbons dispersés de l'US 330 qui signalent la dominance du pin, il paraît vraisemblable, que ce taxon ait été privilégié pour la confection de poteaux, notamment pour les bâtiments de la phase 4. Bien que la représentativité, en termes de dynamique de végétation, du spectre de la phase 4 soit discutable, il est possible qu'une progression de la succession végétale vers un paysage pré-forestier de pinède ait pu influencer les choix des matériaux de construction au profit de bâtiments sur poteaux vraisemblablement en pin. En effet, au cours de la phase 3, caractérisée par un paysage très pelé, ce sont les constructions à structure principalement en pierre qui sont privilégiées. Le passage à un modèle architectural réclamant de nombreux poteaux a pu bénéficier d'une plus grande abondance du pin dans la végétation.

6 - DISCUSSION

L'absence de données rattachées à la phase 1 n'autorise pas à restituer l'aspect du paysage avant que les activités pastorales ne soient bien documentées sur le site. Par ailleurs, le pastoralisme, les incendies, l'aridité et l'érosion sont des facteurs plus ou moins imbriqués qui favorisent tous globalement les mêmes taxons : les espèces méditerranéennes, sclérophylles et sempervirentes. Celles-ci sont très compétitives car, grâce à certaines caractéristiques - comme leur feuillage coriace (limitant à la fois l'évapotranspiration et les attaques d'herbivores), leur forte teneur en huile essentielle (agissant comme un répulsif envers les végétaux concurrents et les herbivores) ainsi que leur vigueur à se régénérer - elles sont particulièrement résistantes à ces perturbations. Par conséquent, il est difficile d'évaluer les rôles respectifs du pastoralisme et des conditions édaphiques ou microclimatiques dans la mise en place de ce paysage de garrigue très basse. Cependant, cette problématique est documentée par les données anthracologiques de La Font-aux-Pigeons, située dans des conditions édaphiques et microclimatiques actuellement similaires. En effet, le spectre anthracologique de La Font-aux-Pigeons renvoie à l'existence d'une pinède - probablement à pin d'Alep - et d'une garrigue plutôt haute à filaires et/ou nerprun alaterne, dès les périodes du Cardial et du Postcardial, entre ca 5255 et 4700 ans cal BCE, c'est-à-dire quand l'environnement reste encore peu affecté par l'impact anthropique (Battentier, 2018). Ce point de comparaison permet de mieux appréhender, dans la dynamique de végétation de Ponteau, les rôles respectifs du pastoralisme, des incendies, des conditions édaphiques et microclimatiques et d'envisager de discuter l'évolution de leurs influences.

6.1 - PASTORALISME ET INCENDIES

6.1.1 - Fréquence des incendies

À partir des spectres de végétation, nous nous sommes d'abord interrogés sur le rôle possible des incendies dans la dynamique de végétation observée. Si les spectres de végétation suggèrent que les incendies ont pu jouer, très tôt, un rôle important dans le maintien des écosystèmes caractéristiques du plateau de la Nerthe, il est difficile d'évaluer la fréquence de ces évènements. Il est toutefois possible d'aborder cette question en considérant les modalités de reproduction des deux taxons successivement dominants dans le diagramme anthracologique. Les pins et les cistes sont des taxons qui se reproduisent uniquement par voie sexuée (graines). La germination des graines de ciste et de pin d'Alep est très largement améliorée par la pleine lumière et, dans certaines conditions, par le passage du feu. Après germination, vingt ans sont nécessaires aux jeunes pins d'Alep pour produire suffisamment de semences viables pour assurer la régénération du peuplement (Boudy, 1950) tandis que 3 ans suffisent aux cistes (Roy & Sonié, 1992 ; Trabaud, 1995). En outre, le ciste est un taxon généralement considéré comme à durée de vie brève, dont les plantes adultes, comme les plantules, s'étiolent dès qu'elles sont dissimulées sous le moindre couvert (Trabaud, 1995). Par conséquent, la durée différentielle du cycle reproductif de ces deux taxons induit qu'une fréquence des feux, comprise entre 3 et 20 ans, est plutôt défavorable aux pins, au profit des cistes. À l'inverse, une fréquence des feux supérieure à 20 ans favorise le développement des pins, au détriment de celui des cistes.

Au cours de la première moitié du Néolithique, le paysage végétal de La Font-aux-Pigeons renvoie à la dominance de peuplements pré-forestiers à pin d'Alep et à un impact anthropique très modéré (Battentier, 2018). Ce paysage boisé contraste avec l'image d'une végétation rase et anthropisée, donnée par l'analyse anthracologique des occupations du Néolithique final de Ponteau. Ainsi, les phases 2 et 3 de Ponteau montrent une grande importance du ciste et une extrême rareté du chêne caducifolié, essence particulièrement sensible aux perturbations (Fabre, 2005) qui pourrait renvoyer à une fréquence des feux relativement élevée ainsi qu'à une forte pression pastorale. Les proportions discrètes du pin, surtout pendant la phase 2, suggèrent un retour des feux inférieur à 20 ans, du moins sur une partie du territoire de collecte du bois de feu. Au cours de la phase 4, l'évolution croisée du ciste et du pin évoque une moindre fréquence des incendies, qui seraient alors espacés de plus de 20 ans. Par ailleurs, les résultats anthracologiques de la phase 2 montrent que le groupe a fondé l'établissement de Ponteau dans un environnement de garrigue basse, sans doute peu de temps après le passage d'un incendie, ce qui constitue un nouvel indice de préférence, au Néolithique, pour les milieux les plus ouverts (Nisbet, 2013 ; Battentier *et al*., 2015, 2018 ; Battentier, 2018).

Cependant, l'évolution de la fréquence des feux entre les phases 2 et 4 n'est pas sans lien avec le pastoralisme.

Toutefois, ce lien n'est pas unique et il est souvent difficile d'établir les relations de causalités entre pratiques pastorales et incendies.

6.1.2 - Liens entre le pastoralisme et fréquence des feux

Les incendies, souvent déclenchés par la foudre, sont une composante naturelle des écosystèmes méditerranéens, surtout dans les contextes secs et exposés aux vents comme la Provence occidentale. Cependant, le lien de causalité entre les incendies et le développement du système agro-pastoral est complexe et peu consensuel. En Provence, l'abondance des haches polies et des meules au Néolithique final (Lemercier *et al*., 2004), la multiplication des indices de l'utilisation de la traction animale (Blaise, 2010) et la progression des formations de substitution au détriment des forêts caducifoliées (Heinz & Thiébault, 1998) suggère l'augmentation des productions agro-pastorales (Heinz *et al*., 1993) qui pourraient être en lien avec une croissance démographique (Bouville, 1980 ; D'Anna, 1992, 1995 ; Caraglio, 2015). Ainsi, il apparaitrait vraisemblable que cette augmentation de la population, au Néolithique final, ait impliqué l'augmentation de l'utilisation du feu pour les activités domestiques et artisanales et, de fait, d'incendies causés par accident ou par négligence. Par ailleurs, l'hypothèse que la fréquence des feux soit accrue par certaines pratiques agro-pastorales, comme les brûlages pastoraux (Métailié, 1981 ; Pons & Thinon, 1987 ; Thiébault, 1995), ne peut être totalement écartée. Néanmoins, le pâturage des ovins et surtout des caprins, qui paissent davantage de ligneux (de Simiane, 1987 ; Acovitsioti-Hameau *et al*., 2000), amène à débroussailler le couvert végétal. En consommant, outre les herbacées, l'écorce, les feuilles et les jeunes pousses des ligneux, ces troupeaux créent des discontinuités défavorables à la propagation des incendies. Après un temps assez court (variable en fonction de la surface pâturée, de la durée de dépaissance, de la taille et de la composition du cheptel), on constate le dépérissement des taxons ligneux qui sont les moins armés contre les perturbations induites par le pâturage : la prédation mais aussi l'érosion, la compaction du sol et l'ouverture du milieu vecteur de diminution de l'humidité édaphique et atmosphérique. À l'inverse, les taxons à la fois moins appétents et plus résistants à ces perturbations sont favorisés (Étienne, 2001). Ainsi, les taxons riches en huiles essentielles (peu appréciés), les taxons sclérophylles (plus secs et plus coriaces donc moins appétents) et les taxons qui rejettent de souche (plus compétitifs) se substituent à la végétation initiale. Or, d'après différentes expérimentations en contexte méditerranéen, le temps d'inflammabilité et la hauteur de la flamme - qui sont les principaux facteurs d'éclosion, puis de propagation des incendies – atteignent des valeurs les plus favorables à un embrasement important précisément avec les taxons les plus riches en huiles essentielles, les plus secs et de plus faible calibre (Trabaud, 1976 ; El-Amine Henaoui *et al.*, 2013). Dès lors, le pâturage entraîne à la fois (i) une diminution de la biomasse disponible qui crée des discontinuités dans le couvert forestier, permettant d'éviter la propagation des incendies (Favre, 1992 ; Étienne, 2001) et (ii) le développement des taxons qui sont les plus inflammables et qui, une fois incendiés, transmettent le plus rapidement le feu aux végétaux voisins. Le lien de causalité entre le pastoralisme et la fréquence des feux paraît donc ambivalent.

Toutefois, le pâturage est généralement considéré comme un pare-feu efficace (Favre, 1992). En effet, en basse Provence, la déprise agricole et pastorale semble favoriser l'augmentation des incendies de grande ampleur depuis la seconde moitié du XXe siècle, via l'expansion du couvert forestier sur les terrains désormais abandonnés. Les pins d'Alep (Bonnet & Tatoni, 2003) qui présentent une inflammabilité et une combustibilité élevées, apparaissent particulièrement favorables à l'éclosion, ainsi qu'à la propagation des incendies (Alexandrian & Rigolot, 1992). À la lumière des données actuelles, l'effet pare-feu du pastoralisme semble plus direct et d'une mise en place plus rapide que son incidence favorable sur les végétations susceptibles de faire augmenter le risque d'incendie.

6.2 - LES CONDITIONS ÉDAPHIQUES : BILAN DES DONNÉES MICRO-RÉGIONALES

À l'échelle micro-régionale, des milieux favorables aux accumulations sédimentaires comme l'étang de Berre, les calanques des Rénaïres et le Vieux-Port de Marseille (fig. 1), documentent et datent des phénomènes érosifs, liés à une dégradation de la couverture végétale. Les activités pastorales et, dans une moindre mesure, les activités agricoles, par leur impact sur la végétation, sont des facteurs importants de déstabilisation des sols. Ainsi, l'histoire des phénomènes érosifs permet d'appréhender en partie celle du pastoralisme. En retour, la dégradation des couvertures pédologiques influence la dynamique de végétation et constitue un facteur important de mise en place et de maintien des séries régressives de végétation.

Les indices d'érosion restent rares dans les archives sédimentaires de la zone. Ils apparaissent à une période peu précisément datée, entre la fin du ive millénaire BCE et la fin du iiie millénaire BCE, dans les carottages DRASM2 et DRASM3 (fig. 1) de l'étang de Berre (Leveau & Provansal, 1991 ; Jorda, 1993). En contrebas de Ponteau, les carottages des calanques des Renaïres ne documentent pas de crise érosive au cours du iiie millénaire mais plus tôt, durant le ve millénaire BCE (entre 6923 ± 70 ans cal BP et jusqu'à 6017 ± 70 ans cal BP ; Canut & Vella, 2009). À l'extrémité opposée de la Nerthe, les carottages autour du Vieux-Port de Marseille ne signalent qu'une érosion modérée jusque *ca.* 2000 ans cal BCE (Morhange *et al*., 1996, 1998). Dans les spectres anthracologiques de Ponteau et de La Font-aux-Pigeons, la dominance des taxons xérophiles, adaptés aux sols squelettiques, renvoie au très faible développement des sols dans cette micro-région au cours de la Préhistoire récente. Ainsi, il est probable qu'au Néolithique final, la couverture pédologique était trop peu développée pour qu'une érosion soit possible ou, du moins, pour qu'elle

puisse être enregistrée. Dès lors, la rareté des indices d'érosion au Néolithique final ne signifie pas forcément une absence de pression anthropique sur les sols et pourrait être davantage en lien avec le développement insuffisant des couvertures pédologiques qui ne sont pas à même de fournir suffisamment de matériel érodable.

Cette hypothèse est appuyée par les données palynologiques du pourtour de l'étang de Berre (Triat-Laval, 1982). Celles-ci, bien que mal datées (par palynozones et/ou par des mesures radiocarbones entachées d'une importante marge d'erreur), car assez anciennes, évoquent, au Subboréal (*ca.* 3000-1000 ans cal BCE), la progression de l'impact anthropique sur la végétation à travers l'augmentation des essences pionnières plutôt mésophiles, comme le bouleau (*Betula* sp.) et l'aulne (*Alnus* sp.), interprétée comme des marqueurs d'éclaircissements (Triat-Laval, 1982). Cette interprétation est discutable car l'augmentation de l'aulne pourrait être liée aux variations eustatiques (Guillon, 2014) et celle du bouleau à des apports lointains. Cependant, le renforcement des taxons à la fois héliophiles et xérophiles, comme l'oleastre (*Olea* sp.), la bruyère et le pistachier, constitue un nouvel indice de dégradation du couvert forestier et des conditions édaphiques, qui vient appuyer cette hypothèse de défrichements.

6.3 - LE PIN EN ZONE LITTORALE : MARQUEUR CLIMATIQUE OU MARQUEUR ANTHROPIQUE ?

Compte tenu de l'imbrication des effets du pastoralisme, du passage des feux et de l'aridité, il est très complexe d'évaluer le rôle d'une éventuelle évolution des pratiques agro-pastorales dans la dynamique de végétation de Ponteau et de le dissocier de celui des facteurs climatiques locaux.

Actuellement la pinède à pin d'Alep est la végétation dominante aux alentours du site (fig. 5) où, d'après les archives photographiques de la zone (Margarit *et al.*, 2012 ; Battentier, 2018) et les inventaires forestiers (Quézel & Barbero, 1992) elles ont progressivement envahi les parcelles délaissées suite à la déprise agraire. Dans le spectre anthracologique de Ponteau, ce taxon augmente en fin de séquence, mais cela pourrait être un biais lié à l'incendie de bâtiments sur poteaux de pin. Toutefois, le passage entre 2800 et 2600 ans cal BCE d'une architecture en pierre (phase 3) à une architecture sur poteaux en pin (phase 4) semble signaler, si ce n'est une augmentation, au moins une bonne disponibilité de ce matériau à proximité du site.

À La Font-aux-Pigeons, au cours du Néolithique ancien Cardial, alors que la pression anthropique devait être encore modérée, la pinède semble être la végétation climacique (Vernet, 1971 ; Bazile-Robert, 1984 ; Thiébault, 1995 ; Battentier, 2018) ; c'est en tout cas la seule végétation haute, voire forestière, qui parvient à se développer. Cet élément de comparaison laisse envisager qu'à Ponteau la garrigue basse à ciste correspond à un faciès dégradé de cette pinède originelle. L'augmentation possible du pin dans l'US sommitale de la phase 4 renverrait alors à une recolonisation pré-forestière, dans un contexte de diminution des perturbations telles que le feu et/ou la pression pastorale. En effet, le fait que les temps de régénération par voie sexuée des cistes et des pins d'Alep diffèrent fortement (3 ans *versus* 20 ans) permet d'interpréter une progression du pin en termes de diminution de la fréquence des feux. Dans un tel contexte de feux moyennement fréquents, la progression de la succession végétale de la garrigue très basse vers des formations pré-forestières à pins pourrait marquer une certaine déprise pastorale. L'expansion du pin, même si les sous-bois des pinèdes sont plutôt clairs (Rameau *et al.*, 2008), aurait en retour défavorisé les taxons héliophiles de la garrigue et particulièrement le ciste. La baisse de la fréquence des feux, qui apparaît nécessaire, indépendamment de la pression du pâturage, pour expliquer un éventuel remplacement des formations à ciste par les formations à pin, peut résulter d'une modification de la gestion agro-pastorale du territoire exploité et/ou d'une modification du régime ou de l'intensité des précipitations.

À l'échelle régionale, l'hypothèse climatique pourrait être appuyée par plusieurs indices paléohydrologiques. L'intensification des crues à Arles (carottage d'Arles-Piton) après 2896-2580 ans cal BCE (LYON-1039 OXA : 4170 ± 65 BP) (Arnaud-Fassetta, 2004) et la hausse des niveaux des nappes phréatiques, en basse vallée du Rhône, entre 2471-2206 ans cal BCE et 751-401 ans cal BCE (soit entre 3875±45 BP et 2420±35 BP ; Provansal *et al.*, 2002) vont effectivement dans le sens d'une évolution du régime des précipitations vers plus d'humidité et/ou moins de contrastes saisonniers. L'élévation du niveau de l'étang d'Engrenier (fig. 1), attribuée au début du Subboréal (Provansal *et al.*, 1993), converge également vers cette hypothèse, bien qu'elle soit peu précisément datée (LGQ-609 : 4480 ± 280 BP soit vers 3937-2466 ans cal BCE). Dans la moyenne vallée du Rhône, les données anthracologiques (archéologiques et hors-site archéologiques) du TGV-Méditerranée (Delhon, 2005) mettent en évidence, entre *ca.* 2500 et 2200 cal BCE, la recrudescence du frêne (*Fraxinus* sp.). Les auteurs proposent que « *la conjonction d'une végétation ouverte (la place est libre) et de conditions édaphiques favorisées par une tendance climatique (augmentation de la pluviométrie moyenne et répartition sur l'année différente de l'actuelle)* [ait] *profité spécifiquement au frêne* » (Delhon, 2005, p. 657). Cette interprétation alimente l'hypothèse d'une période plus humide ou, au moins, de sècheresses moins marquées. Chacun de ces cas de figure serait favorable, à Ponteau, à l'abaissement de la fréquence des incendies donc à la progression de la succession végétale vers les pinèdes.

L'hypothèse d'une évolution des pratiques agro-pastorales est plus complexe à documenter, en partie à cause de difficultés à atteindre une chronologie très fine. La phase 4 en général et l'US 330 en particulier succèdent aux phases 2 et 3, datées du Néolithique final, où le plateau de la courbe du radiocarbone va

à l'encontre d'une attribution chronologique à haute résolution. Ainsi, il est possible que l'augmentation de l'essence de reconquête post-déprise qu'est le pin dans l'US 330 signale, antérieurement à celle-ci, une interruption de l'occupation du site ou de l'exploitation de son territoire que les datations radiocarbones, les attributions typochronologiques encore provisoires et la faible sédimentation ne permettent pas d'appréhender. Ainsi, dans cette région, à la transition entre le IIIe et le IIe millénaire, l'accès à une chronologie plus fine - qui actuellement fait défaut et qui semble difficile à atteindre sur la base des datations radiocarbones - serait nécessaire pour préciser les effets des variations de l'emprise agropastorale sur la succession végétale dans toute leur complexité.

7 - CONCLUSION

Bien que le corpus de charbons étudié puisse être affecté par des biais d'échantillonnage ou des effets de pourcentage, le spectre anthracologique renvoie à un environnement généralement très ouvert et dégradé, comparable à celui documenté par l'étude malacologique (Martin, 2004). Pour autant, on constate que cette dégradation et cet impact anthropique ne sont pas uniformément enregistrés par les données archéologiques (malacologiques et anthracologiques) et par les données hors-site archéologiques (palynologiques et sédimentaires). Parmi les séquences sédimentaires, les marqueurs d'érosion sont variables d'une séquence à l'autre et restent généralement modérés (fig. 11).

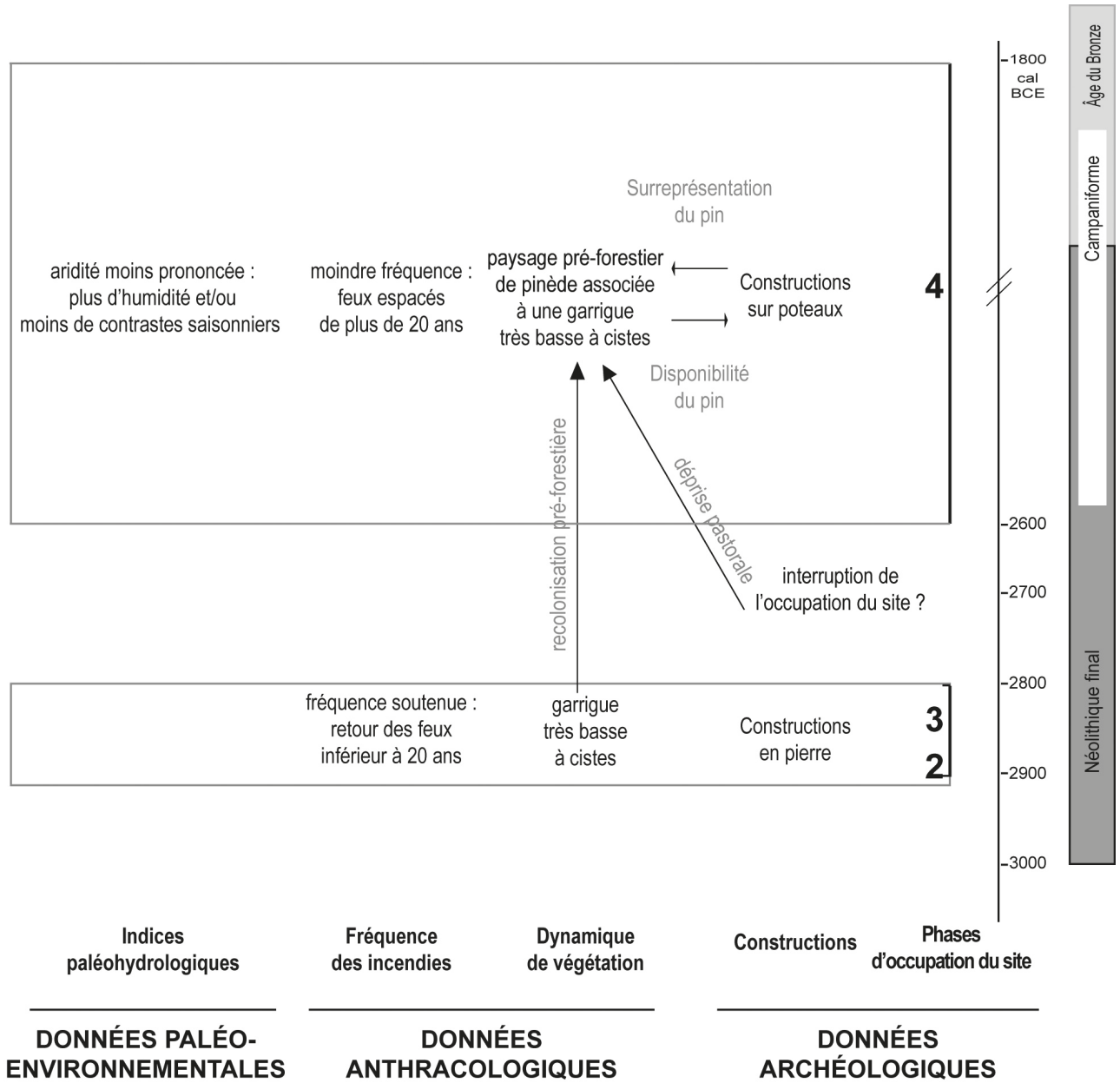

Fig. 11 : Représentation schématique des données paléoenvironnementales, anthracologiques et archéologiques considérées ainsi que des hypothèses proposées (en gris) pour interpréter la dynamique de végétation de Ponteau.
La fréquence des incendies est estimée sur la base de la dynamique des taxons pyrophiles.
Fig. 11: Schematic representation of the paleoenvironmental data, the anthracological data and the archaeological data considered and the hypotheses suggested (in grey) to understand the vegetation dynamic of Ponteau. The frequency of forest fires is estimated based on the dynamic of the fire-loving taxa.

Cela est probablement dû à la prédominance de sols superficiels dont l'érosion ne fournit que très peu d'apports sédimentaires dans les zones d'accumulation. Les séquences palynologiques, dont la résolution est étendue à la micro-région, signalent une dégradation anthropique du couvert végétal encore localisée et réversible. Les données anthracologiques de Ponteau, renvoient à un environnement local extrêmement peu forestier. Au cours des phases 2 et 3, on peut imaginer une végétation encore plus rase et clairsemée que de nos jours, puisque la déprise agraire favorise la reconquête par les pins d'Alep. À l'échelle du site ce constat souligne que même dans un environnement très fragile où l'aridité, le vent et les incendies érodent naturellement les sols, l'intensité des activités agro-pastorales pèse considérablement sur la dynamique de végétation.

L'augmentation du pin dans la dernière phase du spectre anthracologique de Ponteau pourrait, selon nous, résulter à la fois d'une progression de la succession végétale et du passage d'une architecture majoritairement en pierre (phase 3) à des constructions sur poteaux, lors de la phase 4. En effet, une progression de la succession végétale depuis une garrigue pelée vers une pinède suggère que les pins d'Alep, dont la morphologie permet (sous certaines conditions) de réaliser des poteaux, étaient mieux représentés dans les environs du site, et donc plus disponibles, que lors de la phase 3. Cette évolution du paysage végétal aurait pu aisément influencer les critères de choix des principaux matériaux de construction, au profit de bâtiments sur poteaux. Ainsi, même si elle est probablement liée à une forte contribution du bois d'œuvre au spectre anthracologique, la plus grande abondance du pin en fin de séquence, au détriment des espèces de la garrigue basse, pourrait signaler un regain de la dynamique de végétation à la faveur d'une période de déprise associée à une aridité moins prononcée. Une telle dynamique n'est pas sans évoquer l'embroussaillement par les frênes des sols alluviaux de la moyenne vallée du Rhône à la fin du IIIe millénaire (Delhon, 2005). Cet embroussaillement résulte d'une réorganisation des systèmes agro-pastoraux permettant l'existence de friches ; il est principalement le fait du frêne car ce taxon profite d'une meilleure répartition annuelle des précipitations (« événement de 4200 cal BP », Magny *et al*., 2003 ; Magny, 2004 ; Brisset *et al*., 2013). Dans le massif de la Nerthe, l'extension des pinèdes pourrait procéder du même mécanisme, lié à de semblables processus climatiques (diminution de la période de sécheresse et donc des incendies) et culturels (fin du Néolithique final, mise en place du complexe Campaniforme).

Enfin, l'importance du ciste dès la phase 2, en début de séquence, évoque une implantation des bergers dans un paysage déjà dégradé, probablement peu de temps après le passage d'un incendie, ce qui constitue un indice de préférence pour les milieux les plus ouverts. Plusieurs auteurs ont suggéré que ces espaces ont pu être privilégiés, au Néolithique, car ils facilitent la mobilité (Nisbet, 2013) ou les activités de subsistance (Berger & Guilaine, 2009 ; Battentier *et al*., 2015, 2018). Autour du site de Ponteau, l'assemblage floristique compatible avec un milieu fréquemment perturbé et la présence de taxons volontiers pyrophiles indiquent que les incendies de végétation devaient être un risque pour les populations dès le Néolithique. Les milieux ouverts, peut-être par des incendies antérieurs (d'après la présence de pyrophiles), et maintenus comme tels par les activités humaines, notamment pastorales, peuvent avoir été protecteurs contre le risque d'incendie (moins de végétation, moins de risque d'éclosion et de propagation des feux). La volonté de se prémunir de ce risque a pu être un critère important pour le choix d'un lieu d'implantation et expliquer l'attrait de certaines zones en dépit de leurs sols squelettiques et de leur végétation peu développée, qui apparaissent comme des avantages si l'on tient compte de ce critère.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Oriane Rousselet, carpologue (CBAE - UMR 5059) pour le tamisage et le tri des prélèvements étudiés ; J.E. Brochier, géoarchéologue (LAMPEA - UMR 7269) pour les résultats inédits de l'étude des niveaux de bergerie ainsi que les responsables de secteurs de Ponteau et tous les fouilleurs pour l'attention qu'ils ont portée au protocole des prélèvements anthracologiques. Le doctorat de Janet Battentier a été financé par l'Université Côte d'Azur. Nous adressons nos remerciements à l'Association Provence Archéologie ainsi qu'à l'Université de Genève (Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie) qui nous ont permis de mener à bien la publication de cette étude. Nous remercions également les relecteurs (A. Salavert et anonyme) pour leur aide à l'amélioration du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ACOVITSIOTI-HAMEAU A., BROCHIER J.E. & HAMEAU P., 2000 - Témoignages et marqueurs du pastoralisme actuel en Grèce : une ethnographie des gestes et des restes et les applications archéologiques corrélées. *Ethnologhia (Athīna)*, **6-7**, 93-135.

ALEXANDRIAN D. & RIGOLOT E., 1992 - Sensibilité du Pin d'Alep à l'incendie. *Forêt méditerranéenne*, **13** (3), 185-198.

ARIANOUTSOU M. & MARGARIS M.S., 1982 - Phryganic (east mediterranean) ecosystems and lire. *Ecologia Mediterranea*, **8**, 473-480.

ARNAUD-FASSETTA G., 2004 - The upper Rhône Delta sedimentary record in the Arles–Piton core: analysis of delta-plain subenvironments, avulsion frequency, aggradation rate and origin of sediment yield. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography*, **86** (4), 367-383.

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 (5800-2000 ans cal BCE). *Quaternaire*, **26** (4), 277-290.

BATTENTIER J., LEPÈRE C., THÉRY-PARISOT I., CARRÉ A. & DELHON C., 2016 - La grotte de Pertus II (Méailles, Alpes-de-Haute-Provence) : exploitation du couvert forestier au Chasséen récent (3850-3650 cal BC). *In* J. Cauliez, I. Sénépart, L. Jallot, P.-A de Labriffe, C. Gilabert & X. Gutherz (dir.), *De la tombe au territoire*, *actes des XIe Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente (Montpellier, 25-27 septembre 2014*). Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, 223-232.

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., 2018 - *Gestion des espaces forestiers provençaux et ligures au Néolithique : approche anthracologique.* Thèse de doctorat, Université Côte d'Azur, Nice, 432 p.

BAZILE-ROBERT E., 1984 - Flore et végétation autour de l'étang de Berre, de 12000 à 4000 B.P., d'après l'anthracoanalyse. *Cahiers Ligures de Préhistoire et de Protohistoire*, **1**, 211-219.

BEECHING A., BERGER J.-F., BROCHIER J.-L., FERBER F., HELMER D. & SIDI MAAMAR H., 2000 - Chasséens : agriculteurs ou éleveurs, sédentaires ou nomades ? Quels types de milieux, d'économies et de sociétés ? *In* M. Leduc, N. Valdeyron & J. Vaquer (dir.), *Sociétés et espaces*, *actes des IIIe Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente (Toulouse, 1998)*. Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, 59-79.

BERGER J.-F. & GUILAINE J., 2009 - The 8,200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition: a Mediterranean perspective. *Quaternary International*, **200** (1-2), 31-49.

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.

BLAISE E., 2010 - Économie animale et gestion des troupeaux au Néolithique final en Provence *: approche archéozoologique et contribution des analyses isotopiques de l'émail dentaire*. British Archaeological Reports International Series, **2080**. John & Erica Hedges, Oxford, 399 p.

BONNET V. & TATONI T., 2003 - Analyse spatiale et fonctionnelle de la réponse de la végétation après incendie en basse Provence calcaire. *Forêt Méditerranéenne*, **24** (4), 385-402.

BOUDY P., 1950 - *Économie forestière nord-africaine. Tome deuxième, Monographies et traitements des essences forestières*. Larose, Paris, 639-690.

BOURBOUZE A., 1982 - Utilisation de la végétation de type méditerranéenne par des caprins. *Fourrages*, **92**, 95-106.

BOUVILLE C., 1980 - La population préhistorique de Provence : aspect démographique du Chalcolithique. *Bulletin Archéologique de Provence*, **5-6**, 38-45.

BRISSET E., MIRAMONT C., GUITER F., ANTHONY E., TACHIKAWA K., POULENARD J., ARNAUD F., DELHON C., MEUNIER J.-D., BARD E. & SUMÉRA F., 2013 - Non-reversible geosystem destabilisation at 4200 cal BP: sedimentological, geochemical and botanical markers of soil erosion recorded in a Mediterranean Alpine Lake. *The Holocene*, **23** (12), 1863-1874.

BROCHIER J.-É., VILLA P. & GIACOMARRA M., 1992 - Shepherds and sediments: Geoethnoarchaeology of pastoral sites. *Journal of Anthropological Archaeology*, **11**, 47-102.

BROCHIER J.-L., BEECHING A., SIDI MAAMAR H. & VITAL J., 1999 - Les grottes bergeries des Préalpes et le pastoralisme alpin, durant la fin de la Préhistoire. *In* A. Beeching (dir.), *Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude.* Programme CIRCALP 1997-1998, Travaux du Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence. Agence Rhône-Alpes pour les Sciences Humaines, Valence, 77-114.

BROCHIER J.-É., 2006 - Des hommes et des bêtes : une approche naturaliste de l'histoire et des pratiques de l'élevage. *In* J. Guilaine (dir.), *Populations néolithiques et environnements*. Errance, Paris, 137-152.

BROCHIER J.-É., 2007 - Quelques observations géoarchéologiques. *In* X. Margarit, C. Piatscheck & R. Montolin (dir.), Martigues Ponteau-Gare (Bouches-du-Rhône), rapport intermédiaire 2007 de fouille archéologique programmée triennale, Ministère de la Culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte-D'azur, service archéologique de la ville de Martigues, UMR 6636 ESEP, Aix-en-Provence, 15.

BRONK RAMSEY C., 2009 – Bayesian analysis of radiocardon dates. *Radiocarbon*, **51** (1), 337-360.

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 (dir.), *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.

CANUT V., VELLA C., VASCHALDE C., MAGNIN F., DUVAL S. & DURAND A., 2011 - Le Vallon du Fou (Martigues, Bouches-du-Rhône) Dynamiques sédimentaires et mutations des paysages à l'Holocène. *Sud-Ouest européen*, **32**, 81-93.

CARAGLIO A. 2015 - *Temps, espaces, dynamique de peuplement : La fin du Néolithique provençal*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille I, Aix-en-Provence, 466 p.

CAULIEZ J., 2011 - Restitution des aires culturelles au Néolithique final dans le sud-est de la France. Dynamiques de formation et d'évolution des styles céramiques, *Gallia Préhistoire*, 53, 85-202.

CHABAL L., 1997 - *Forêt et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive), l'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Maison des Sciences de l'Homme (Documents d'Archéologie Française, 63), Paris, 189 p.

COLOMBAROLI D., MARCHETTO A. & TINNER W., 2007 - Long-term interactions between Mediterranean climate, vegetation and fire regime at Lago di Massaciuccoli (Tuscany, Italy). *Journal of Ecology*, **95** (4), 755-770.

COURTIN J., EVIN J. & THOMMERET Y. 1985 - Révision de la stratigraphie et de la chronologie absolue du site de Châteauneuf-lès-Martigues (Bouches-du-Rhône). *L'Anthropologie*, **89**, 543-556.

D'ANNA A., 1992 - Le peuplement préhistorique du massif de Sainte-Victoire. *Méditerranée*, **75**, 59-68.

D'ANNA A., 1995 - Le Néolithique final en Provence. *In* J.-L. Voruz (dir.), *Chronologies néolithiques. De 6000 à 2000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien.* Actes du Colloque d'Ambérieu-en-Bugey (1992). Documents du Département d'Anthropologie et d'Écologie de l'université de Genève (20) et Société Préhistorique Rhodanienne, Genève et Ambérieu-en-Bugey, 265-286.

DE SIMIANE M., 1987 - Composition botanique et valeur alimentaire de la ration ingérée par les petits ruminants. *In La forêt et l'élevage en région méditerranéenne française.* Fourrages, **Hors-série 0**. Institut national de la recherche agronomique, Versailles, 167-184.

DELHON C., 2005 - *Anthropisation et paléoclimats du Tardiglaciaire à l'Holocène en moyenne vallée du Rhône : étude pluridisciplinaire des spectres phytolithiques et pédo-anthracologiques de séquences naturelles et de sites archéologiques.* Thèse de Doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 845 p.

DELHON C., MARTIN L., ARGANT J. & THIÉBAULT S., 2008 - Shepherds and plants in the Alps : Multi-proxy archaeobotanical analysis of neolithic dung from «La Grande Rivoire» (Isère, France). *Journal of Archaeological Science*, **35** (11), 2937-2952.

DOUGUEDROIT A., 1976 - La notion de climax appliquée à la Basse Provence calcaire. *Méditerranée*, **2** (25), 55-71.

DUPIAS G. & MOLINIER R., 1968 - *Carte de la végétation de la France, feuille 73 : Montpellier*. CNRS Éditions, Toulouse.

DURAND A., DUVAL S. & VASCHALDE C., 2010 - Le charbonnage des Ericacées méditerranéennes : approches croisées archéologiques, anthracologiques et historiques. *In* C. Delhon, I. Thery-Parisot, S. Thiébault (dir.), *Des hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours*. XXXe Rencontres internationales d'histoire et d'archéologie d'Antibes (Antibes, Octobre 2009). Éditions APDCA, Juan-les-Pins, 323-331.

EL-AMINE HENAOUI S., BOUAZZA M. & HASSIBA S.M., 2013 - Inflammabilité et teneur en eau des communautés végétales à *Cistus* dans la région de Tlemcen (nord-ouest algerien). *European Scientific Journal*, **9** (35), 73-87.

ÉTIENNE M., 2001 - Protection de la forêt méditerranéenne contre les incendies et biodiversité. *Les Dossiers de l'Environnement de l'INRA*, **21**, 139-143.

FABRE L., 2005 - Charbons de bois et chrono-écologie des occupations du Puech Haut. *In* L. Carroza (dir.), *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.

GARNIER N., 2012 - Analyse organique de sols de la stabulation néolithique présumée. *In* X. Margarit, M. Orgeval, J. Mayca, M. Margail, T. Castin, J. Battentier & A. Caraglio (dir.), *Le site Néolithique final de Ponteau à Martigues (Bouches-du-Rhône)*. Rapport de synthèse 2012 de fouille archéologique programmée triennale. Ministère de la culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service archéologique de la ville de Martigues, UMR 6636 ESEP, Aix-en-Provence, 115-124.

GUILLON S., 2014 - Les facteurs de contrôle des paysages littoraux du Mésolithique récent et du Néolithique ancien dans le Sud-Est de la France: apport des données polliniques des plaines du Loup et de la Cagne (Alpes-Maritimes). *In* A. Henry, B. Marquebielle, L. Chesnaux & S. Michel (dir.), *Des techniques aux territoires : nouveaux regards sur les cultures mésolithiques.* Actes de la table-ronde (Toulouse, 22-23 novembre 2012). P@lethnologie, **6**. Maison de la recherche, Toulouse, 147-153.

HARDION L., VERLAQUE R., SALTONSTALL K., LERICHE A. & VILA B., 2014 - Origine of the invasive *Arundo donax* (*Poaceae*) : a trans-Asian expedition in herbaria. *Annals of Botany*, **114** (3), 455-462.

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 - Gestion et dégradation de la forêt préhistorique méditerranéenne. *In* J.-C. Blanchet, D. Mordant, A. Bulard, C. Constantin, J. Tarrete (dir.). Actes du XVIe colloque interrégional sur le Néolithique. Documents d'Archéologie Française, 39, Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1218.

JORDA M., 1993 - Détritisme holocène et anthropisation dans la région de l'Étang de Berre, interprétation morphosédimentaire de la carotte E3-DRASM. *In* P. Leveau & M. Provansal (dir.), *Archéologie et environnement de la Sainte-Victoire aux Alpilles.* Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 407-423.

JUHREN M.C., 1966 - Ecological observations on *Cistus* in the Mediterranean vegetation. *Forest Science*, **12**, 416-426.

KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1938 - *La terre incendiée. Essai d'agronomie comparée*. Maison Carrée, Nîmes, 361 p.

LEMERCIER O., 2007 - La fin du Néolithique dans le Sud-Est de la France. Concepts techniques, culturels et chronologiques. *In* J. Évin (dir.), *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire*. Actes du XXVIe congrès préhistorique de France (Avignon, 2004). Société préhistorique française, Paris, 485-500.

LEMERCIER O., BLAISE E., CAULIEZ J., FURESTIER R., GILABERT C., LAZARD N., PINET L. & PROVENZANO N., 2004 - La fin des temps néolithiques. *In* A. Guilcher, J. Buisson-Catil, C. Hussy, M. Pagni, M. Olive (dir.). *Vaucluse Préhistorique. Le territoire, les hommes, les cultures et les sites*. Éditions A. Barthélemy, Le Pontet, 195-246.

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.

LIEUTAGHI P., 2004 - *Le Livre des Arbres, Arbustes & Arbrisseaux*, nouvelle édition. Actes Sud, Arles, 1322 p.

LIEUTAGHI P., 2006 - *Petite ethnobotanique méditerranéenne*. Actes Sud, Arles, 334 p.

MAGNY M., BÉGEOT C., GUIOT J. & PEYRON O., 2003 - *Contrasting patterns* of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases. *Quaternary Science Reviews*, **22**, 1589-1596.

MAGNY M., 2004 - Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, **113** (1), 65-79.

MARGARIT X., 2011 - Le Couronnien n'est plus ce qu'il était. Nouveaux regards sur la céramique couronnienne, de la réactualisation du site de Martigues Ponteau-Gare à la recomposition du Néolithique final en Provence. *In* I. Sénépart, T. Perrin, É. Thirault & S. Bonnardin (dir.), *Marges, frontières et transgressions* : A*ctualité de la recherche.* Actes des 8e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Marseille (13) - 7 & 8 novembre 2008. Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, 61-73.

MARGARIT X., 2016 - Ponteau, village du Néolithique en Provence. *In* A. Fourès, L. del Furia & X. Margarit (dir.), *Dans la matière du temps, une archéologie à Ponteau, photographies Anne Fourès*. Silvana Editoriale, Milan & Musée Ziem, Martigues, 104 p.

MARGARIT X. & PIATSCHECK C., 2006 - *Martigues Ponteau-Gare (Bouches-du-Rhône).* Rapport de synthèse de fouille archéologique programmée triennal, Ministère de la culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte-D'azur, service archéologique de la ville de Martigues, UMR 6636 ESEP, Aix-en-Provence, 255 p.

MARGARIT X., DURRENMATH G. & GILABERT C., 2009 - L'architecture en pierre de l'habitat néolithique final de Martigues «Ponteau-Gare» (Bouches-du-Rhône). *In* A. Beeching & I. Sénépart (dir.), *De la maison au village : L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen.* Actes de la table ronde des 23 et 24 mai 2003, Marseille/Musée d'Histoire de la ville de Marseille (Séance de la Société préhistorique française). Mémoire (Société Préhistorique Française) **48**. Société Préhistorique Française, Paris, 277-283.

MARGARIT X., ORGEVAL M., ROUSSELET O., ROUX P. & NEGRONI S., 2010 - *Martigues Ponteau-Gare (Bouches-du-Rhône).* Rapport intermédiaire 2010 de fouille archéologique programmée triennale, rapport final de synthèse, Ministère de la Culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service archéologique de la Ville de Martigues, UMR 6636 ESEP, Aix-en-Provence, 123 p.

MARGARIT X., ORGEVAL M., MARGAIL M., CASTIN T. & ROUSSELET O., 2011 - *Le site néolithique final de Ponteau à Martigues (Bouches-du-Rhône).* Rapport intermédiaire 2011 de fouille archéologique programmée triennale, Ministère de la Culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service archéologique de la Ville de Martigues, UMR 6636 ESEP, Aix-en-Provence, 113 p.

MARGARIT X., ORGEVAL M., MAYCA J., MARGAIL M., CASTIN T., BATTENTIER J. & CARAGLIO A., 2012 - *Le site néolithique final de Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône).* Rapport de synthèse 2012 de fouille archéologique programmée triennale, Ministère de la Culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service archéologique de la Ville de Martigues, UMR 6636 ESEP, Aix-en-Provence, 244 p.

MARTIN S., 2004 - *Caractérisation de l'anthropisation à l'Holocène en Provence et en Languedoc oriental, par les mollusques terrestres*. Thèse de Doctorat, Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, Paris, 429 p.

MÉTAILIÉ J.-P. 1981 - Le Feu pastoral dans les Pyrénées centrales (Barousse, Oueil, Larboust). Éditions du CNRS, Paris, 195 p.

MONTIBUS M., 2015 - Détermination de la durabilité et de l'imprégnabilité du Pin d'Alep. *FCBA INFO*, décembre 2015, 1-7.

MORHANGE C., HESNARD A. & BOUIRON M., 1996 - 5000 ans de dégradation du milieu naturel sur les rives du Lacydon de Marseille. *In* P. Baudot, D. Bley, B. Brun, H. Pagezy & N. Vernazza-Licht (dir.), *Impact de l'Homme sur les milieux naturels, perceptions et mesures.* Éditions de Bergier, Châteauneuf de Grasse, 83-104.

MORHANGE C., VELLA C., PROVANSAL M., HESNARD A. & LABOREL J., 1998 - Human impact and natural characteristics of the ancient ports of Marseille and Fos in Provence, Southern France. *In* P. Leveau, K. Walsh, F. Trement & G. Barker (dir.), *Environmental reconstruction in Mediterranean landscape archeology*. Oxbow, Oxford, 145-153.

NAYET C., 2013 - *La gestion des mouches en élevage caprin et ovin bio*, fiche thématique. Chambre d'Agriculture de Rhône-Alpes, 10 p.

NICOD P.-Y., PICAVET R., ARGANT J., BROCHIER J.-L., CHAIX L., DELHON C., MARTIN L., MOULIN B., SORDOILLET D. & THIÉBAULT S., 2010 - Une économie pastorale dans le nord du Vercors : analyse pluridisciplinaire des «fumiers» néolithiques et protohistoriques de la Grande Rivoire (Sassenage, Isère). *In* A. Beeching, E. Thirault & J. Vital (dir.), *Économie et société à la fin de la Préhistoire : Actualité de la recherche.* Actes des 7e Rencontres méridionales de Préhistoire récente tenues à Bron (Rhône), les 3 et 4 novembre 2006. Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes et Auvergne, **34**. Association de Liaison pour le Patrimoine et l'Archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne et Lyon & Publications de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Lyon, 69-86.

NISBET R., 2013 - Rapid rivers, slow forests: Early Neolithic charcoal from Northern Italy. *In* E. Starnini (ed.), *Unconformist Archaeology, Papers in honour of Paolo Biagi*. British Archaeological Reports, International Series, **2528**. Archaeopress, Oxford, 3-13.

PELMOINE T., 2014 - *L'architecture vernaculaire en pierre du site Néolithique final de Ponteau (Martigues, 13) : essai de caractérisation par les méthodes de l'archéologie du bâti*. Mémoire de Master 2, Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence, 282 p.

PELMOINE T., MARGARIT X., BLANC F. & BAILLY M., 2018 - Archéologie des élévations domestiques au Néolithique final : expériences et réflexions sur la caractérisation des structures en élévation de Ponteau (Martigues, 13). *In* O. Lemercier, I. Sénépart, M. Besse & C. Mordant (dir.), *Habitations et habitat du Néolithique à l'âge du Bronze en France et régions voisines.* Actes des 2e Rencontres Nord-Sud de Préhistoire Récente (Dijon, novembre 2015). Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, 361-364.

PÉREZ-GARCÍA F., 1997 - Germination of *Cistus ladanifer* seeds in relation to parent material. *Plant Ecology*, **133**, 57-62.

PONS A. & THINON M., 1987 - The role of fire from palaeoecological data. *Ecologia Mediterranea*, **13** (4), 3-11.

PROVANSAL M., BERTUCCHI L. & PELISSIER M., 1993 - Les milieux palustres de Provence occidentale, indicateurs de la morphogenèse holocène. *In* P. Leveau & M. Provansal (dir.), *Archéologie et environnement. De la montagne Sainte-Victoire aux Alpilles.* Publication de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 249-266.

PROVANSAL P., BRUNETON H., VELLA C., ARNAUD-FASSETTA G., BALLAIS J.-L. & LEVEAU P., 2002 - Paléohydrologie holocène dans la basse vallée du Rhône, d'Orange à la mer. *In* J.-P. Bravard & M. Magny (dir.), *Les fleuves ont une histoire, paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*. Errance, Paris, 251-259.

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 M*éditerranéenne, **13** (3), 158-170.

QUÉZEL P. & MÉDAIL F., 2003 - Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Collection Environnement. Elsevier, 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., HATTŽ 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.

ROUSSELET O., 2011 - Première approche paléo-carpologique. *In* X. Margarit, M. Orgeval, M. Margail, T. Castin & O. Rousselet (dir.), *Le site néolithique final de Ponteau à Martigues (Bouches-du-Rhône)*. Rapport intermédiaire 2011 de fouille archéologique programmée triennal, Ministère de la Culture, DRAC-SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service archéologique de la Ville de Martigues, UMR 6636 ESEP, Aix-en-Provence, 60-63.

ROY J. & SONIÉ L., 1992 - Germination and population dynamics of *Cistus* species in relation to fire. *Journal Applied Ecology*, **29**, 647-655.

SALAVERT A., 2010 - *Apport de l'archéobotanique à la compréhension des sociétés néolithiques. Analyses anthracologiques et carpologiques de neuf sites rubanés de Moyenne-Belgique (5200-5000 av. J.-C.).* Thèse de Doctorat, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 301 p.

SCHWEINGRUBER F.H., 1990 - *Anatomie europaïscher Hölzer* (Anatomy of European woods). Verlag Paul Haup, Bern & Stuttgart, 800 p.

SHAHACK-GROSS R., 2011 - Herbivorous livestock dung: formation, taphonomy, methods for identification, and archaeological significance. *Journal of Archaeological Science*, **38** (2), 205-218.

TATONI T., BARBERO M. & GACHET S., 1999 - *Dynamique des boisements naturels en Provence*. CEMAGREF édition (Ingénierie Eau, Agriculture, Territoire, hors-série Boisements naturels des espaces agricoles en déprise), Paris, 49-57.

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 XVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 20-22 octobre 1994. Éditions APDCA, Juan-les-Pins, 185-194.

THIÉBAULT S., 1997 - Holocene vegetation and human relationships in central Provence area: charcoal analysis of Baume de Fontbrégoua (Var, France). *The Holocene*, **7** (3), 341-347.

TRABAUD L., 1976 - Inflammabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne. *Acta Oecologica. Oecologica Plantarum*, **11**, 117-136.

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., 1982 - Pollen-analyse des sédiments quaternaires 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., 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.