Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 47 (1994)

Heft: 2: Archives des Sciences

Artikel: Une séquence pollinique subboréal-subatlantique dans la Vallée des Baux : changements de végétation, climatiques et anthropogéniques de l'âge du Bronze à celui du Fer en Provence

Autor: Laval, Hélène / Medus, Jacques

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-740175

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Archs Sci. Genève	Vol. 47	Fasc. 2	pp. 83-94	Septembre 1994

UNE SÉQUENCE POLLINIQUE SUBBORÉAL-SUBATLANTIQUE DANS LA VALLÉE DES BAUX:

Changements de végétation, climatiques et anthropogéniques de l'âge du Bronze à celui du Fer en Provence

ETH ZÜRICH
24. Okt. 1994
BIBLIOTHEK

PAR

Hélène LAVAL & Jacques MEDUS*

(Ms reçu le 28.9.1993, accepté après révision le 18.11.1993)

ABSTRACT

Pollen sequence in the Baux Valley: vegetation, climatic and anthropogenic changes from Bronze to Iron Age in Provence.- Two sections excavated at the western edge of the marsh of the Baux Valley near the roman water-mill ruins at Barbegal have allowed to sample for the pollen analysis. Three ^{14}C measures obtained from the organic matter date the pollen sequence from ca. 4000 to 2000 years BP. The sequence recorded by the pollen diagrams supports the succession yet known from this region. A West-East comparison of the sites now known points to an early and long deforestation of the slopes and hills. Moreover, it appears that in this south slope of the Alpilles Mountain cereals precede the roman olive development.

INTRODUCTION

Le site a été choisi pour tenter en relation avec les recherches archéologiques (P. Leveau, 1992) une reconstitution des paysages contemporains de la meunerie. De plus, les premiers résultats obtenus dans cette vallée sur le site "Les Baux" avaient posé quelques difficultés en raison de leur décalage chronologique vis-à-vis d'un schéma pollenanalytique général de l'Holocène de la basse vallée du Rhône (Triat Laval, 1979). Il y avait donc dans cette rencontre la possibilité de compléter des documents déjà disponibles et peut-être de modifier certaines hypothèses.

DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE ET LITHOLOGIQUE

Située à sept kilomètres à l'Est du Rhône, la dépression des anciens marais des Baux s'étend sur le versant sud des Alpilles, des environs d'Arles jusqu'au voisinage de Mouriès. A son extrémité occidentale, des chaînons de calcaires, parallèles à la chaîne

* Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (IMEP), U.R.A. CNRS 1152, Palynologie, C.451, Fac. Sci. St. Jérôme F-13397 Marseille Cedex 20.

des Alpilles, produisent un retrécissement de la dépression. Les moulins hydrauliques antiques sont implantés sur la pente sud de l'un de ces chaînons: celui de la Pène. Les excavations ont été creusées au droit des ruines (Fig. 1).

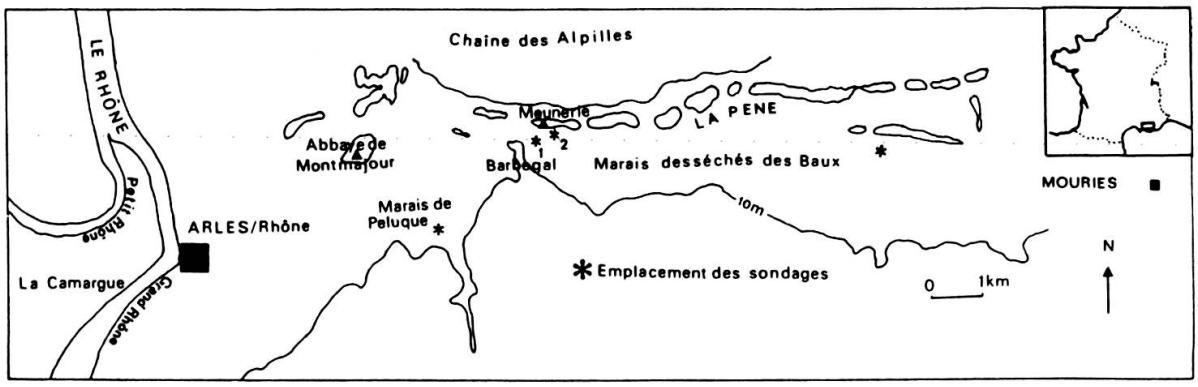

FIG. 1.

Schéma géographique de localisation des sites
Geographic sketch map of localization of the studied sites

La succession lithologique observée sur 1.66 m de profondeur dans l'excavation 1 est illustrée sur la figure 2.

Elle comporte:

1 - à la base des argiles sableuses (0.40 m) gris clair à jaune pâle qui passent progressivement à des argiles (0.30 m) gris puis gris foncé ou bleuté en coupe fraîche vers le haut avec dans les 0.20 m supérieurs quelques coquilles (niveau 09-16);

2 - limons sableux (0.30 m) marron clair à paille à nombreuses coquilles et traces ferrugineuses — racines? — (17-22);

3 - un niveau (0.06 m) organique noir avec des coquilles (23);

4 - sables limoneux (0.10 m) clairs avec des coquilles et des intercalations organiques noires;

5 - un limon brun à gris foncé (0.10 m);

6 - id. 4 sur 0.17 m;

7 - limons bruns (0.03 m),

8 - la zone pédologique.

Cette succession correspond à celle d'un remplissage lacustre. Les lacunes sédimentaires peuvent apparaître aux changements de facies, en particulier à la transition argiles/limons.

Au voisinage des ruines mais encore dans la dépression les prélèvements ont été effectués dans l'excavation 2 jusqu'à 1.10 m.

La série comporte des limons clairs passant vers le haut (à 1.04 m) à des argiles limoneuses (0.75 m) gris foncé contenant de rares coquilles de gastéropodes, puis un niveau riche en éléments détritiques anguleux et fragments de tegulae sous la zone pédologique

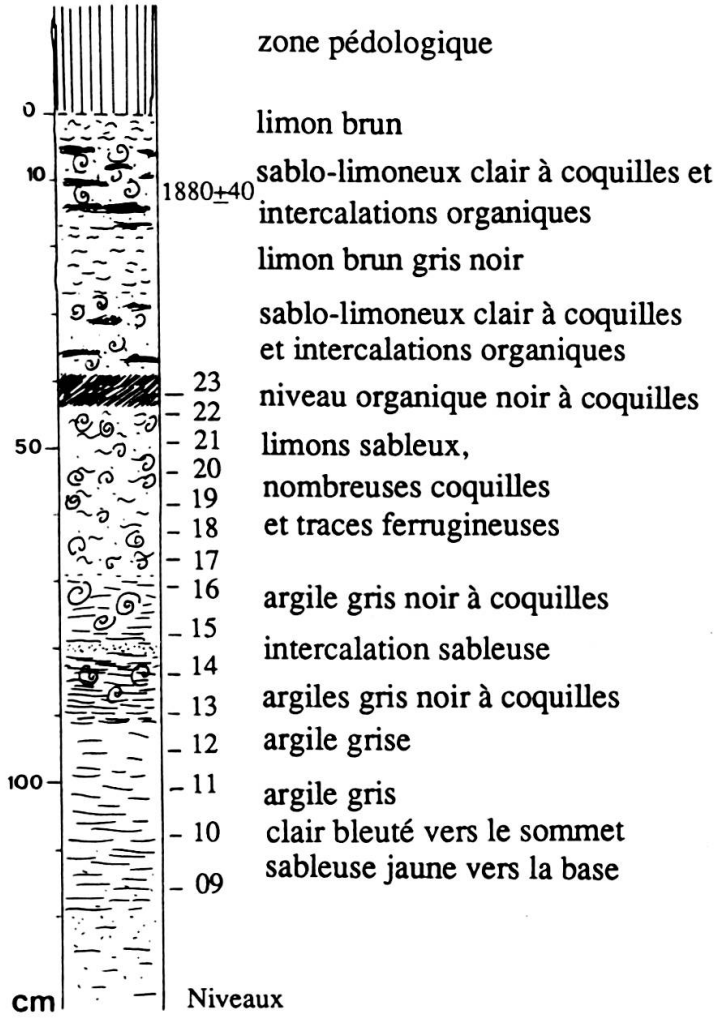

FIG. 2.

Colonne lithologique de la coupe 1.
Lithologic column of section 1.

RÉSULTATS

Dans la coupe 1, les prélèvements palynologiques ont été effectués jusqu'au niveau 3 à cause de la présence d'un canal de drainage au voisinage.

Les échantillons ont été préparés selon une méthode d'enrichissement standard utilisant la liqueur de Thoulet. Mais quelques échantillons ont fourni peu de grains de pollen (voir diagrammes).

Les fréquences relatives sont calculées par rapport à la palynoflore continentale. Varia, remaniés (principalement Tertiaires mais quelquefois des formes du Sénonien *i.e.* Crétacé supérieur) et les algues (*Pediastrum* et *Chara*) sont calculés par rapport à la somme totale.

Les datations ^{14}C effectuées donnent pour la base du niveau 2 de l'excavation 1, 3930±45 ans BP et le sommet du niveau 6, 1880±40 ans BP (Comm. J.L. Ballais, *in litteris*).

Dans l'excavation 2, la date AMS de l'échantillon palynologique 16 donne 2470±90 ans BP (UTC 1888) ou 793-405 calBC (Stuiver, 1986).

Le diagramme 1 (Fig. 3)

Il débute à la base du niveau des argiles gris à gris foncé mais les échantillons non-productifs 11 et 12 apportent une lacune d'observation; il en est de même des échantillons 1 à 8 dans les argiles sableuses gris clair à jaune de la base de la série.

Les variations majeures des taxons arborés (AP) et de certaines herbacés (NAP): Typhaceae-Sparganiaceae, Cyperaceae, *Artemisia*, montrent deux zones d'assemblage pollinique.

La première, BARBl, de la base au niveau 15, comporte peu d'arbres autres que *Pinus*; quelques feuillus sont présents à la base et les fréquences de *Abies* sont assez élevées dans les niveaux supérieurs. De forts pourcentages de Chicoraceae et de remaniés caractérisent aussi cette zone.

La seconde, BARB2, du niveau 16 au sommet, est caractérisée par la chute des fréquences de *Pinus* ainsi que de celles de *Abies*; celles de *Quercus* type *pubescens* augmentent suivies par *Q.* type *ilex*. Les Cupressaceae ainsi que plusieurs feuillus, *Corylus*, *Ulmus*. *Alnus*, *Betula*, *Fagus* et *Tilia* déjà présents dans la zone inférieure deviennent plus constants. Dans cette zone des pourcentages parfois élevés de Cyperaceae, Typha-Sparganiaceae, de céréales, *Artemisia* et Chenopodiaceae sont à noter; *Pediastrum* et *Chara* sont présents alors que les remaniés sont rares.

A partir du niveau 19 l'augmentation des Ericaceae puis celle de *Q.* type *ilex* puis de *Olea*, qui atteint presque 10%, au niveau 23 permet une subdivision de cette zone en deux sous-zones, BARB2.1 et 2.2.

Le diagramme 2 (Fig. 4).

Dans la coupe 2, les seules préparations favorables à l'analyse pollinique proviennent des prélèvements récoltés dans les 0.50 m inférieurs des argiles limoneuses gris foncé. Dans le diagramme correspondant, la baisse rapide des fréquences de *Pinus* et celle (plus faible) de *Abies* dès la base, autant que la forme de la courbe des Cyperaceae indiquent que ce diagramme reflète des phénomènes comparables à ceux observés au passage à la zone supérieure, BARB2, du diagramme 1). Cependant les autres arbres sont sporadiques. Parmi les herbacées (NAP), l'augmentation des fréquences de Chicoraceae est évidente; les Typha-Spargniaceae sont rares. Enfin, les remaniés sont constants.

INTERPRÉTATION

La date de 3930±45 ans BP donnée pour la base du niveau 2 de la coupe 1 — échantillons 17-18 — précise l'âge de la baisse des fréquences de *Abies* dans le diagramme 1). Elle est cohérente avec celles données pour le déclin de cette essence dans d'autres sites provencaux (Triat Laval, 1979). De plus, la végétation arborée que reflète la zone d'assemblage BARB2 correspond bien aux ensembles contemporains du

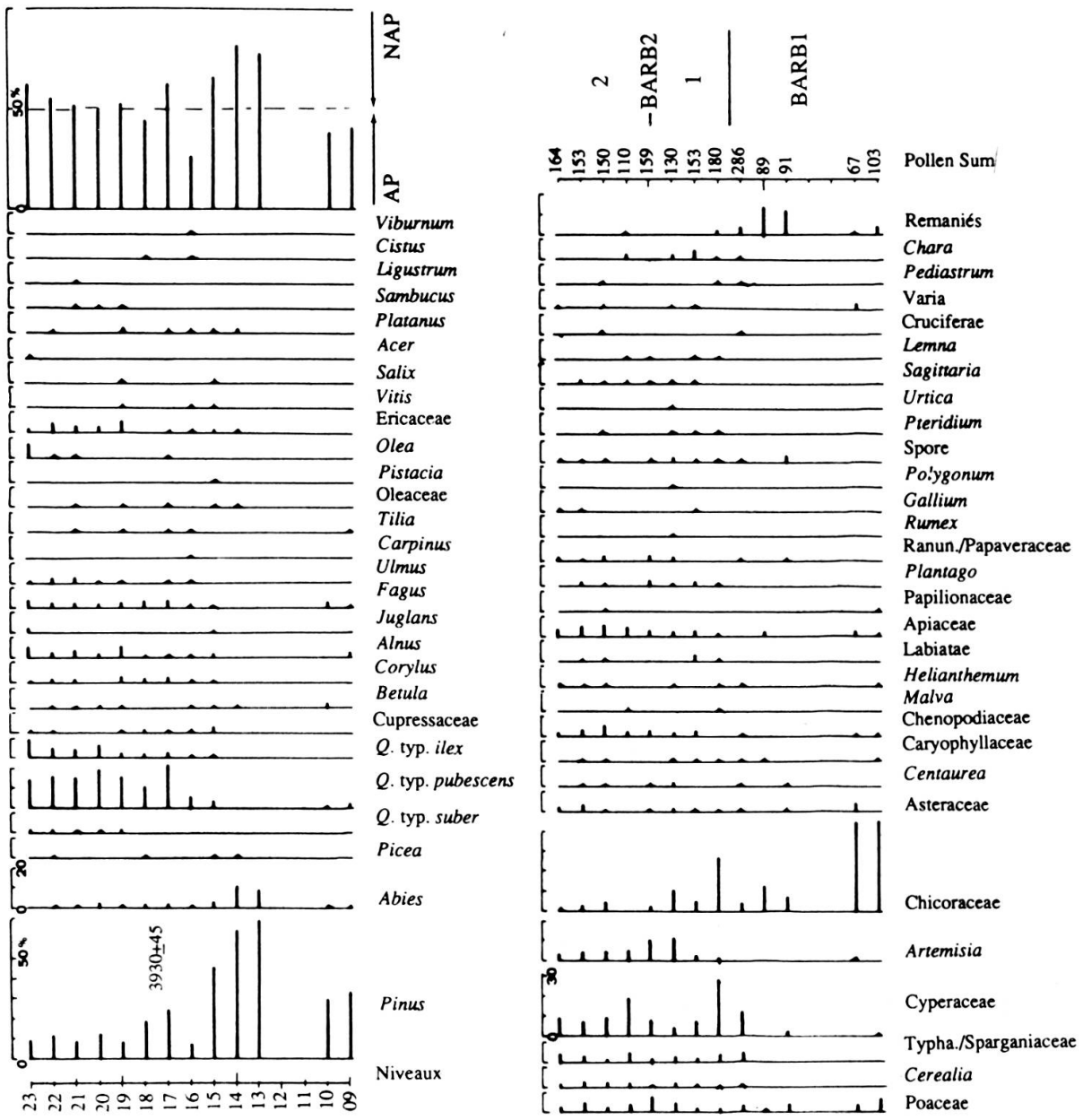

Fig. 3.

Diagramme pollinique des taxons arborés et non arborés de la section 1.
Arboreal and Non Arboreal Pollen diagram of section 1.

Subboreal de Provence. Cette date montre le caractère général de la limite des palynozones 3/4, aussi repérée dans les diagrammes de l'Etang de Berre (Laval *et al.* 1991a, Laval *et al.* 1992).

La diminution des remaniés au passage des zones BARB 1/2 reflète un changement hydrologique qui apparaît également dans le passage de la sédimentation lacustre argilo-sableuse aux limons organiques. L'augmentation ou l'arrivée de mésophytes, Cyperaceae,Typhaceae-Sparganiaceae ou de plantes plus franchement hygrophytes tels *Chara*,

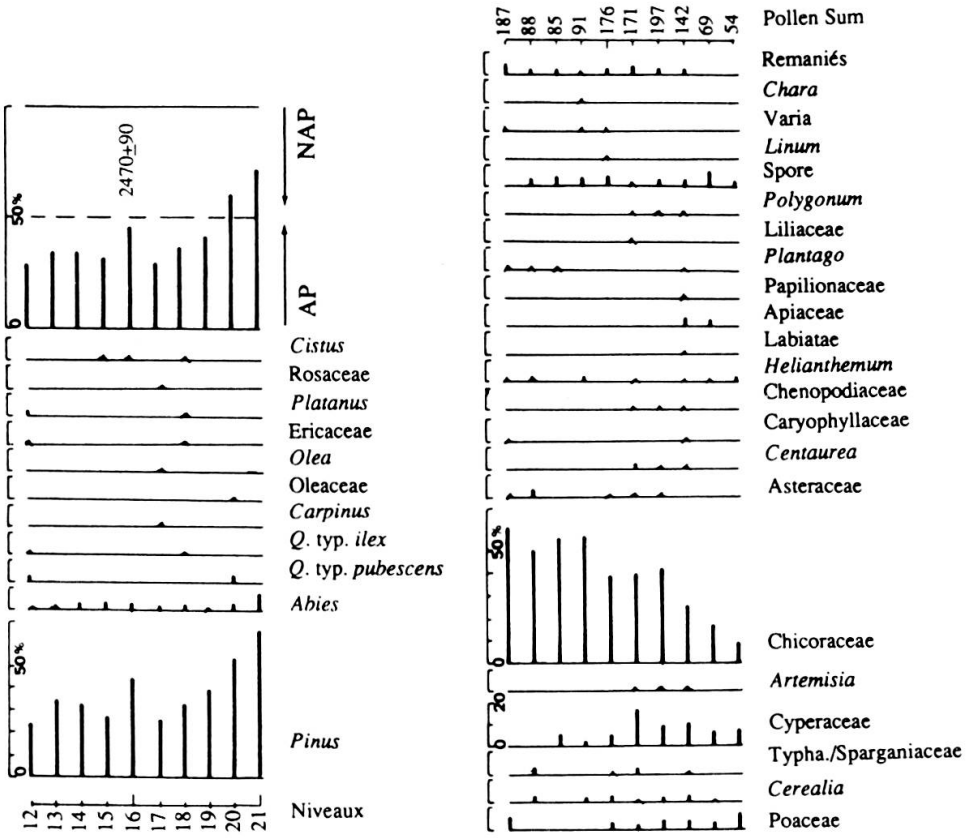

FIG. 4.

Diagramme pollinique des taxons arborés et non arborés de la section 2.
Arboreal and Non Arboreal Pollen diagram of section 2.

Pediastrum, *Lemna* indique l'établissement d'un environnement palustre à l'endroit de la coupe. En même temps, l'augmentation des Chenopodiaceae, de *Artemisia* et des feuillus de sol profond et/ou de ripisylve (*Q.* type *pubescens*, *Fagus*, *Alnus*, *Corylus*) correspondrait dans ce contexte à l'extension de terres exondées au voisinage de la coupe. Cette réduction des apports hydriques enregistrée à partir de ca. 4000 ans BP jusqu'à l'Age du Fer est nécessairement la conséquence d'une modification de la pluviosité.

La succession pollinique, Ericaceae, *Q.* type *ilex*, *Olea*, qui caractérise la sous-zone supérieure (BARB2.2) signale une nouvelle dynamique *i.e.*, une intervention humaine sur la végétation pour aboutir à la culture de l'olivier.

Dans le diagramme 2), il a déjà été noté que les fluctuations de plusieurs taxons (*Pinus*, *Abies*, Cyperaceae) sont très comparables à celles apparaissant dans la zone BARB2 du diagramme 1). La date ^{14}C donnée dans la coupe 2 par l'échantillon 16, 2470±90 ans BP, est en accord avec cette corrélation. Celle-ci est confortée par 1° la date de 1880±40 ans BP obtenue dans la coupe 1 pour la partie supérieure des limons

organiques et 2° l'augmentation de *Olea* au sommet de BARB2.2 qui correspondrait au pic qui apparaît ca. 2000 BP en Provence (Laval *et al.* 1991b).

Mais il y a des différences par rapport au diagramme 1). Celles-ci concernent la très faible représentation des arbres autres que *Pinus*, la domination des Chicoraceae sur les herbacées en particulier quand les Cyperaceae diminuent et la présence continue de remaniés. Celle-ci peut être reliée aux faibles pourcentages des herbacées autres que les Chicoraceae et des arbres autres que *Pinus*; c'est-à-dire à une végétation très ouverte qui facilite l'érosion par ruissellement. Le remplacement des Cyperaceae par les Chicoraceae dans la partie supérieure indique l'assèchement alentour du site.

Le diagramme du site 2, sur le bord du marais, au voisinage de la colline reflète donc aussi le phénomène d'assèchement décrit vers la partie centrale de la dépression par la zone palynologique BARB2.2. Mais, l'environnement du site 2 apparaît complètement déboisé contrairement au site 1 où l'on observe l'essor des feuillus et la persistance de *Fagus*. Cette différence importante du taux de AP pourrait faire admettre que le diagramme 1) reflète un paysage plus récent que la sous-zone BARB2.2; mais la similitude d'évolution du milieu entre les deux sites et la date de l'échantillon 16, s'opposerait à une telle vue. Ces données permettent d'admettre que le diagramme 2) débute vers le sommet de la zone BARBl du diagramme 1).

La différence du taux de AP entre les deux diagrammes proviendrait de différences entre les sources des apports polliniques. L'excavation 1 est assez éloignée du bord de la zone inondée pour recevoir l'influence des collines voisines par dessus l'influence dominante des végétations riveraines et locales. L'excavation 2 au contraire, en bordure du marais et contre la colline en reflète le paysage. La comparaison des deux diagrammes montre que la déforestation de l'étage collinaire au Subatlantique peut avoir été totale en certains endroits activant le ruissellement et l'érosion. Les pourcentages continus de céréales et ceux de *Plantago* enregistrés à la base de BARB2 du diagramme 1) montrent d'ailleurs que la culture des céréales a précédé celle de l'olivier. L'augmentation des Chicoraceae qui apparaît dans les deux diagrammes pourrait ainsi correspondre à des stades postculturaux; la chénaie sclérophylle pouvant ensuite profiter de la tendance plus sèche du climat et du substrat calcaire des collines érodées.

D'un autre côté, la baisse progressive de la nappe peut expliquer le développement des arbres de la chénaie caducifoliée et de la ripisylve par une extension des terres disponibles. Cependant, le caractère général de ce phénomène à partir de ca. 4.000 ans BP dans bien des sites (Laval *et al.* 1991a, 1992) implique aussi une modification des températures.

Le hêtre de la région méditerranéenne exige une certaine humidité (atmosphérique et/ou édaphique), des sols bruns limoneux et des températures maximale et minimale moyennes situées entre 10° et 4°C (Braun-Blanquet, 1952; Gruber, 1993 et comm. pers.). L'olivier est une caractéristique surtout des contrées chaudes, semi-arides, de la région méditerranéenne (Braun-Blanquet, *ibid.*). Même si l'augmentation des pourcentages de *Olea* est le fait d'une "extension" de sa culture celle-ci n'a été

possible que dans un contexte climatique favorable et il faut envisager une augmentation de la température moyenne.

DISCUSSION, CONCLUSION

Ainsi, en parallèle avec la succession lithologique, la séquence pollinique de la vallée des Baux enregistre a) l'assèchement d'une zone humide et son atterrissement, b) le déboisement de certaines collines et c) le passage de forêts claires de feuillus et de chênes à un paysage où les oliveraies augmentent.

Cette augmentation est enregistrée ici comme dans plusieurs autres sites de Provence ca. 2000 ans BP (cf. supra); c'est-à-dire à l'époque romaine (Leveau *et al.* 1991). De plus, compte tenu des différences entre datations radiométriques et archéologiques, l'"extension" de l'olivier pourrait coïncider — ou être très proche — avec la construction vers le IIe s. AD. de l'un des ouvrages hydrauliques majeur de basse Provence (voir Leveau, 1992). Comme le but de la construction du réseau d'aqueducs qui enserrent les Alpilles était le captage des multiples sources qu'elles comportent (Leveau, *ibid.*) pour le transfert de l'eau aux cultures et aux cités, il est tentant de conclure que le changement de l'économie agricole observé ci-dessus, résulte de l'implantation romaine et de sa maîtrise de l'eau en milieu sec.

L'analyse géomorphologique de sites archéologiques de l'Age du Bronze et des VII-VIe S et II-Ie S av. JC situés près de Mouriès avait déjà démontré un déplacement de l'habitat vers l'axe du vallon. Mis en relation avec la diminution du détritisme, ce déplacement suppose une baisse de la nappe au cours de l'Age du Fer; c'est-à-dire, une modification de la pluviosité (Jorda *et al.* 1990).

Le tableau 1 résume la position chronostratigraphique (Chronozone de Mangerud *et al.* 1974) de l'arrivée de *Abies* et *Fagus*, l'augmentation de *Quercus* et *Olea* et la baisse de *Pinus* dans les diagrammes de l'Etang de Berre (Laval *et al.* 1991a), de Barbegal et ceux qui encadrent ce site à l'Est (Les Baux) et à l'ouest (Marais de Peluque dit Barbegal in Triat Laval, 1979) vis-à-vis des avancées des glaciers des Alpes autrichiennes et suisses depuis 5000 ans BP jusqu'à l'époque historique (Bortenschlager, 1982; Zoller, 1966,1967).

Quelques corrélations majeures, particulières à la région apparaissent ainsi:

1) Les "pics" de *Olea* sont situés dans les intervalles plus chauds du Subatlantique.

2) Le caractère général déjà souligné de l'arrivée de *Abies* puis de *Fagus* après la baisse de *Pinus* ca 4000 apparaît lié à la fin de l'avancée de Piora sauf dans le site de Barbegal.

3) Dans cette succession, *Quercus* — et principalement *Q.* t *pubescens* — viennent relayer *Abies* puis *Fagus* ou se placent en situation intermédiaire.

L'installation du sapin et du hêtre signale certes comme en Languedoc l'existence d'une phase humide (Planchais *et al.* 1984) que reflète aussi en basse Provence la

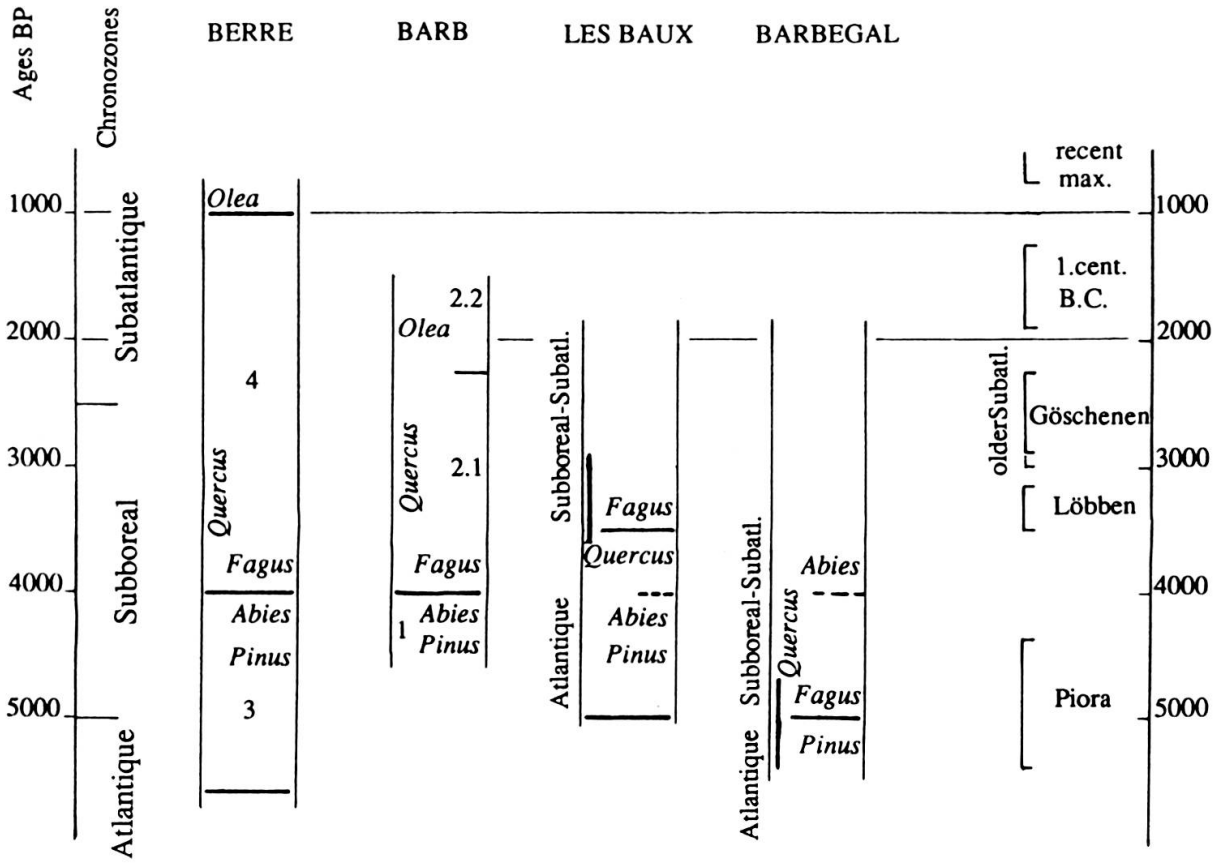

TABLEAU 1.

Tableau de corrélation du début des courbes continues de *Abies*, *Fagus* et *Quercus*, de la baisse de *Pinus* et des "pics" de *Olea* dans les diagrammes de l'Etang de Berre, de Barbegal et des Baux vis-à-vis des phases des avancées des glaciers suisses et autrichiens. Le trait vertical sur *Quercus* dans les sites des Baux et Barbegal indique que le genre a des fréquences assez élevées plus haut ou plus bas que l'endroit où il est indiqué à son optimum.

Correlation chart of the start of the continuous curves of Abies, Fagus *and* Quercus, *decrease of* Pinus *and* Olea *"peaks" in Etang de Berre, Barbegal and Baux pollen diagrams front to the Swiss and Austrian Alps glacial readvancement. The vertical bar on Quercus in Barbegal and Baux sites shows that the taxa has high percents above or beneath the position of its optimum as indicated in the column.*

végétation édaphique (Laval *et al.* 1989). De plus, l'arrivée de *Fagus* à "Barbegal" lors de l'épisode de Piora et l'optimum atteint par ces deux genres ca. 2500-3000 ans BP, en général lors du maximum Subatlantique froid indiquent que l'abaissement de la température consécutif de l'avancée glaciaire dans les Alpes suisses et autrichiennes, a effectivement été la condition de leur venue (Triat Laval, 1979). Mais, de plus ces optimums des fréquences de *Abies* et de *Fagus*, se suivent de peu dans tous ces sites, y compris celui de Barbegal et se produisent en relation avec une période de dépôts de limons organiques ou de sédiments pédogénétiques (cf. aussi le Pourra in Laval *et al.* 1992). Aussi est-il probable que les conditions pédologiques sont

intervenues avec le froid et l'humidité dans l'extension de ces taxa dans la région. Elles expliquent certainement les différences observées dans la colonisalion des sites d'une même région (Triat Laval, 1979, p. 242 *et sq.*)

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent de très vifs remerciements à H. Zoller (Prof. Dr. Institut Botanique, Bâle) pour ses fructueuses critiques.

RÉSUMÉ

Deux excavations pratiquées dans la vallée des Baux, sur la bordure occidentale du marais, au voisinage des ruines d'une antique meunerie (Moulins de Barbegal) ont permis d'effectuer une série de prélèvements pour analyse pollinique. Des datages ^{14}C obtenus sur ces mêmes prélèvements datent la séquence palynologique de ca 4000 à 2000 ans BP environ. La succession des évènements polliniques majeurs qui apparaît dans les diagrammes est conforme à celle déjà mise en évidence plus à l'est et la comparaison Est-Ouest des différents sites maintenant connus dans cette vallée montre une déforestation précoce et durable des collines. Il apparaît de plus que dans cette région du sud des Alpilles, la culture des céréales précéderait celle de l'olivier vraisemblablement contemporaine des établissements romains.

RÉFÉRENCES

BRAUN-BLANQUET, J. 1952. *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. C.N.R.S., Imp. Macabet Frères, Vaison-La-Romaine, 297 p.

BORTENSCHLAGER, S. 1982. Chronostratigraphic Subdivisions of the Holocene in the Alps. *In:* Chronostratigraphic subdivision of the Holocene (MANGERUD, J., BIRKS, H.J.B., AND JAGER, KD., eds) *Striae*, 16, 75-79.

GRUBER, M. 1993. Hêtraies des Pyrénées. In: *Monografia de los hayedos de Europa occidental*. Inst. Nat. Invest. Agri., Madrid, Espana.

JORDA, M., PROVANSAL, M. & ROVET, R. 1990. L'histoire "naturelle" d'un site de l'Age du Fer sur le piémont méridional des Alpilles: le domaine de Servanne (Mouriès). *Gallia*, 47, 57-76.

LAVAL, H. & MEDUS, J. 1989. Analyse pollinique de sédiments du Quaternaire récent de l'Etang de Berre (Bouches-du-Rhône, France). *C. R. Ac. Sci. Paris*, 309, 2135-2141.

LAVAL, H., MEDUS, J. & ROUX, M. 1991*a*. Palynological and sedimentological records of Holocene human impact from the Etang de Berre, southeastern France. *The Holocene*, 1, 269-272.

LAVAL, H., LEVEAU, P., MARINVAL, P. & MEDUS, J. 1991*b*. L'olivier et sa culture en Provence. Données historiques, palynologiques et carpologiques. *Ecologia Mediterranea*, 16, 427-435.

LAVAL, H., PARRON, C., TREMENT, P., SIMONET, J.P. & MEDUS, J. 1992. Lateglacial and Holocene climate and soil erosion in southeastern France: a case study from Etang du Pourra, Provence. *Journal of Quaternary Science*, 7, 235-245.

LEVEAU, P. 1992. Le territoire agricole d'Arles dans l'Antiquité. Relecture de l'histoire économique d'une cité antique à la lumière d'une histoire du milieu. *In: Archeologia del Paesaggio, M. Bernardi ed. IV Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia Certosa di Pontignano (Siena), 14-26 gennaio 1991*, vol. 2, 597-636. Imp. All'Insegna del Giglio, Firenze.

LEVEAU, P., HEINZ, C., LAVAL, H., MARINVAL, P. & MEDUS, J. 1991. Les origines de l'oléiculture en Gaule du Sud. Données historiques, archéologiques et botaniques. *Revue d'Archéométrie*, 15, 83-94.

MANGERUD, J., ANDERSEN, S .T., BERGLUND, B .E. & DONNER, J.J. 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas*, 3, 109-128.

PLANCHAIS, N. & PARRA VERGARA I. 1984. Analyses polliniques de sédiments lagunaires et côtiers en Languedoc, en Roussillon et dans la province de Castellon (Espagne); Bioclimatologie. *Bull. Soc. bot. Fr., Actual. bot.*, 131, 97-105.

STUIVER, M. & KRA, R. Eds. 1986. 12th International Radiocarbon Conference. Calibration issue. *Radiocarbon*, 28, 2B.

TRIAT LAVAL, H. 1979. *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi- & postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône*. Thèse Dr. ès Sci. Aix-Marseille, 343 pp.

ZOLLER, H. 1966. Postglaziale Klimaschwankungen und Gletscherstande im Gotthardgebiet und Vorderrheintal. *Verhandl. Naturforsch. Ges. Basel*, 76.

ZOLLER, H. 1967. Holocene fluctuations of cold climate in the Swiss Alps. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 2, 267-269.