

LA GROTTTE DU BOQUETE DE ZAFARRAYA

Málaga, Andalousie

sous la direction de
Cecilio Barroso Ruiz et Henry de Lumley



14. ÉTUDE PALYNOLOGIQUE DU REMPLISSAGE DE LA GROTTÉ DU BOQUETE DE ZAFARRAYA

*Vincent LEBRETON**

*Josette RENAULT-MISKOVSKY**

*José Sebastian CARRION GARCIA***

*Michele DUPRÉ****

RÉSUMÉ

Les résultats de la palynologie, obtenus sur les différentes coupes de la grotte du Boquete de Zafarraya, peuvent être traduits en termes de paysages et de climats, par ensembles stratigraphiques et culturels.

La série P300 a permis de mettre en évidence, pour l'ensemble stratigraphique II (Moustérien), un paysage où des Pins interrompent de larges formations ouvertes à herbacées (Astéracées et Poacées). Les arbres caducifoliés bordent la ripisylve ; quelques taxons méditerranéens sont présents. Ce couvert végétal a du s'établir sous un climat méditerranéen, froid et relativement sec.

Les séries P500 (Moustérien), P600 (Moustérien), P900 (Moustérien et Paléolithique supérieur) et P400 (Moustérien et Paléolithique supérieur) montrent, pour l'ensemble stratigraphique I (Moustérien et Paléolithique supérieur), un paysage très ouvert et à caractère steppique au sein duquel régresse la pinède. La ripisylve à caducifoliés persiste et les taxons méditerranéens sont toujours présents. Ce couvert végétal caractérise un climat méditerranéen, mais froid et très sec.

Aucune variation de paysage, et donc de climat, n'est enregistrée entre la fin du Moustérien et le Paléolithique supérieur.

Le paysage entourant la grotte du Boquete de Zafarraya apparaît donc relativement uniforme pour cette période du Pléistocène (Paléolithique moyen et supérieur). Il se présente en mosaïque. Les pentes rocheuses conduisant au site conservent toujours un caractère steppique, avec une végétation plus ou moins xérique. Elles sont parsemées de bouquets épars de Conifères (Pins et Genévriers). Une frange étroite d'arbres caducifoliés forme une ripisylve qui souligne la vallée. Il faut imaginer les taxons méditerranéens en refuge sur les pentes ensoleillées.

ABSTRACT. PALYNOLOGICAL STUDY OF THE ARCHEOLOGICAL SEDIMENTS OF THE BOQUETE DE ZAFARRAYA CAVE

The results of the palynological study conducted on the various stratigraphic sections of the cave may be interpreted as landscapes and climates by stratigraphic and cultural complex.

* Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 6569 du Centre National de la Recherche Scientifique, Institut de Paléontologie Humaine, *Fondation Albert 1er Prince de Monaco*, 1, rue René Panhard, 75013 Paris, France.

** Universidad de Murcia, Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología, Campus Universitario de Espinardo, 30100 Murcia, Espagne.

*** Universidad de Valencia, Facultad de Geografía e Historia, Departamento de Geografía, apartado 22060, 46080 Valencia, Espagne.

Section P300 reveals, for stratigraphic ensemble II (Mousterian), a landscape where Pines intercept border large open herbaceous formations (Asteraceae and Poaceae). Deciduous trees are found along the riverside in the valley ; few Mediterranean taxa are present. This vegetation cover developed probably during a cold and relatively dry Mediterranean climate.

Section P500 (Mousterian), P600 (Mousterian), P900 (Mousterian and Upper Palaeolithic) and P400 (Mousterian and Upper Palaeolithic) show, for stratigraphic ensemble I (Mousterian and Upper Palaeolithic), a very open and steppic landscape where the Pine forest regresses. Deciduous trees persist along the riverside in the valley. This vegetation cover characterizes a cold and very dry Mediterranean climate.

No landscape change, and thus climate, is recorded between the end of the Mousterian and the Upper Palaeolithic periods.

The mosaic landscape surrounding the cave during this Pleistocene period (Middle and Upper Palaeolithic) appears to be uniform. The rocky slopes leading to the site keep their steppic character, with a more or less xeric vegetation. They are sprinkled with scattered coniferous clusters (Pines and Junipers). A narrow fringe of deciduous trees along the riverside below the cave emphasizes the valley. One may imagine shelters of Mediterranean taxa on the sunny slopes.

RESUMEN. ESTUDIO PALINOLÓGICO DEL RELLENO DE LA CUEVA DEL BOQUETE DE ZAFARRAYA

Los resultados de la palinología, obtenidos de las diferentes capas de la Cueva del Boquete de Zafarraya, pueden ser traducidos en términos de paisajes y de climas, por los conjuntos estratigráficos y culturales.

La serie P300 ha permitido poner de manifiesto, para el conjunto estratigráfico II (Musteriense), un paisaje donde los pinos interrumpen largas formaciones abiertas de herbáceas (Asteraceas y Poáceas). Los árboles caducifolios bordean la ripisylve : algunos taxones mediterráneos están presentes. Esta cubierta vegetal ha debido establecerse bajo un clima mediterráneo frío y relativamente seco.

Las series P500 (Musteriense), P600 (Musteriense), P900 (Musteriense y techo del Paleolítico Superior), y P400 (Musteriense y Paleolítico Superior), muestran para el conjunto estratigráfico I (Musteriense y Paleolítico Superior) un paisaje muy abierto y con carácter estepario en el seno del cual regresa el pinar. La ripisylva con caducifolias persiste y los taxones mediterráneos están siempre presentes. Esta cubierta vegetal caracteriza un clima mediterráneo, pero frío y muy seco.

Ninguna variación del paisaje y por lo tanto del clima, está registrada entre el fin del Musteriense y el Paleolítico superior.

El paisaje que rodea a la Cueva del Boquete de Zafarraya aparece pues relativamente uniforme para este periodo del Pleistoceno (Paleolítico Medio y Superior). Se presenta en mosaico. Las pendientes rocosas que conducen al yacimiento conservan aún un carácter estepario, con una vegetación más o menos xérica. Está sembrado de ramilletes dispersos de coníferas (pinos y enebros). Una franja estrecha de arboles caducifolios forman una ripisylve que circundan el valle. Hay que imaginarse a los taxones mediterráneos refugiándose en las pendientes soleadas.

INTRODUCTION

GÉNÉRALITÉS

La campagne de prélèvements entreprise par l'équipe du Professeur Henry de Lumley, Cecilio Barroso Ruiz et ses collaborateurs en novembre 1996, dans la grotte du Boquete de Zafarraya (Málaga, Espagne) a permis un échantillonnage en vue d'une étude palynologique.

LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS SUR LES COUPES

Neuf séries de prélèvements regroupant 146 échantillons sont réparties sur toute la surface de la fouille et recourent tout le remplissage de la grotte.

Nous les présentons par rapport au plan de la grotte (fig. 1) et selon leur place, de bas en haut, dans la stratigraphie du remplissage sédimentaire (fig. 2) :

- Dans l'ensemble stratigraphique II

- * Série P700 ; Coupe longitudinale ouest du puits, projetée sur la coupe transversale 11/12,
 - 7 prélèvements numérotés de P700 à P706,
 - Z= -480 à -310 cm.

Cette série de prélèvements a été réalisée à la demande de Cecilio Barroso Ruíz dans des niveaux concrétionnés qui constitueraient la base du remplissage archéologique au-dessus des argiles. Les prélèvements ont été exceptionnellement effectués du haut vers le bas en même temps que ceux destinés à la sédimentologie en raison de l'accès très difficile en surplomb de cette coupe naturelle.

- * Série P600' ; Coupe transversale 11/12 au niveau du puits
 - 39 prélèvements numérotés de P600' à P638'
 - Z= -670 à -250 cm.

Les échantillons P600' à P630' sont prélevés avec une maille de 10 cm dans les niveaux argileux de la base du puits. Vers le sommet, les échantillons P631' à P638' sont prélevés dans des niveaux concrétionnés à cailloux immédiatement superposés aux niveaux argileux.

Mais il a été démontré que les échantillons argileux de la base du puits concernaient des niveaux remaniés ; par conséquent seuls les échantillons P631' à P638' intéressent l'analyse palynologique (Z= -302 à -250 cm).

- * Série P300 ; Coupe longitudinale P/Q en 17 (carré de la mandibule)
 - 2 prélèvements numérotés P300 et P301
 - Z= -250 à -240 cm.

Les échantillons P300 et P301 sont prélevés derrière la carotte micromorphologique M300.

- Dans l'ensemble stratigraphique I

- * Série P200 ; Coupe transversale 18/19
 - 2 prélèvements numérotés P200 et P201 ;
 - Z= -220 à -210 cm.

Les échantillons P200 et P201 sont prélevés derrière la carotte M200.

- * Série P500 ; Coupe transversale 14/15
 - 10 prélèvements numérotés de P500 à P509
 - Z= -218 à -165 cm.

Les échantillons sont prélevés derrière la carotte M500.

- * Série P600 ; Coupe transversale 11/12
 - 24 prélèvements numérotés de P600 à P623
 - Z= -218 à -100 cm.

Les échantillons P600 à P620 sont prélevés derrière les carottes M602 et M603 et les échantillons P621 à P623 derrière M601.

- * Série P100 ; Coupe transversale 19/20
 - 24 prélèvements numérotés de P100 à P123 ;
 - Z= -200 à -95 cm.

Les échantillons P100 à P108 sont prélevés derrière la carotte micromorphologique M103 et les échantillons P109 à P123 derrière M102 et M101.

- * Série P900 ; Coupe transversale 9/10 en P
 - 13 prélèvements numérotés de P901 à P913,
 - Z= -190 à -74 cm.

Cette série de prélèvements détaille finement le passage entre les niveaux paléolithiques moyens et paléolithiques supérieurs.

- * Série P400 ; Coupe transversale 13/14
 - 25 prélèvements numérotés de P400 à P424
 - Z= -170 à -70 cm.

Les échantillons sont prélevés derrière les carottes M400, M401 et M402.

N.B. : La série P800 n'existe pas.

MÉTHODOLOGIE

Prélèvement des échantillons

Les coupes mises au jour ayant préalablement été profondément et soigneusement rafraichies, les échantillons ont été prélevés sur chaque coupe, de bas en haut (exception faite de la série P700), avec une maille variant entre 3 et 10 cm, selon la nature plus ou moins caillouteuse du sédiment.

Traitement chimique des échantillons

A partir d'une masse connue de sédiment voisine de 10 grammes, le protocole de traitement chimique en vue de l'extraction du matériel sporo-pollinique suit, dans ses grandes lignes, celui développé par M. Girard et J. Renault-Miskovsky (1969).

- Les étapes sont les suivantes :
 - attaque à froid par l'acide chlorhydrique à 50 % jusqu'à élimination totale de la phase carbonatée du sédiment ; puis élimination du liquide surnageant par centrifugation (3 000 tr/min),
 - attaques à froid par l'acide fluorhydrique à 70 % pendant 24 h puis pendant 12 h. Cette opération permet la formation de fluorosilicates. Le surnageant est éliminé par centrifugation (3.000 tr/min),
 - attaques à chaud à l'acide chlorhydrique à 50 % pendant 10 minutes pour éliminer les fluorosilicates, puis centrifugation à 3.000 tr/min. L'opération est répétée jusqu'à ce que le surnageant soit limpide après centrifugation. Plusieurs rinçages à l'eau distillée suivent avec centrifugations à 3.000 tr/min,
 - attaques à chaud à l'hydroxyde de potassium à 10 % pendant 10 minutes afin de détruire la matière organique, centrifugation à 3 000 tr/min, rinçages à l'eau distillée et centrifugations tant que le surnageant n'est pas limpide,

- séchage du dernier culot dans un tube conique,
- concentration du matériel sporo-pollinique par liqueur dense (chlorure de zinc de densité $d=2$). Le surnageant récupéré dans un autre tube conique est rincé à l'acide chlorhydrique à 10 %, puis centrifugé (3 000 tr/min), et lavé une dernière fois à l'eau distillée,
- séchage du culot et ajout de glycérol afin d'obtenir une dilution de 10 % (1/10ème culot, 9/10ème glycérol).
- Les attaques ont donc conduit à l'élimination successive :
 - des carbonates par l'acide chlorhydrique à froid,
 - des silicates par l'acide fluorhydrique à froid et l'acide chlorhydrique à chaud,
 - de la matière organique par l'hydroxyde de potassium à chaud.

Présentation des résultats

Chaque série dont l'analyse a permis d'établir des spectres polliniques est figurée par un diagramme pollinique détaillé et un diagramme pollinique synthétique.

Un tableau synthétique résume les principaux résultats de la palynologie sur tout le remplissage.

Les diagrammes polliniques présentent plusieurs colonnes de la gauche vers la droite : l'altitude des échantillons en cm sous le plan 0, le log et les ensembles stratigraphiques du remplissage et les cultures préhistoriques.

- Les *diagrammes polliniques détaillés* rassemblent ensuite les pourcentages de chaque taxon avec de la gauche vers la droite :
 - les variations des A.P. (Arboreal Pollen), N.A.P. (Non Arboreal Pollen), Filicales (somme des spores monolètes et trilètes) et Varia (somme des pollens indéterminables et indéterminés),
 - les gymnospermes,
 - les angiospermes arborées,
 - les angiospermes herbacées,
 - la somme de base, soit le nombre de pollens arborés et herbacés,
 - les spores monolètes, les spores trilètes, les pollens indéterminables et les pollens indéterminés,
 - le nombre de grains (spores et pollens) par niveau,
 - le nombre de taxons par niveau,
 - la courbe de la variation de la concentration sporo-pollinique.

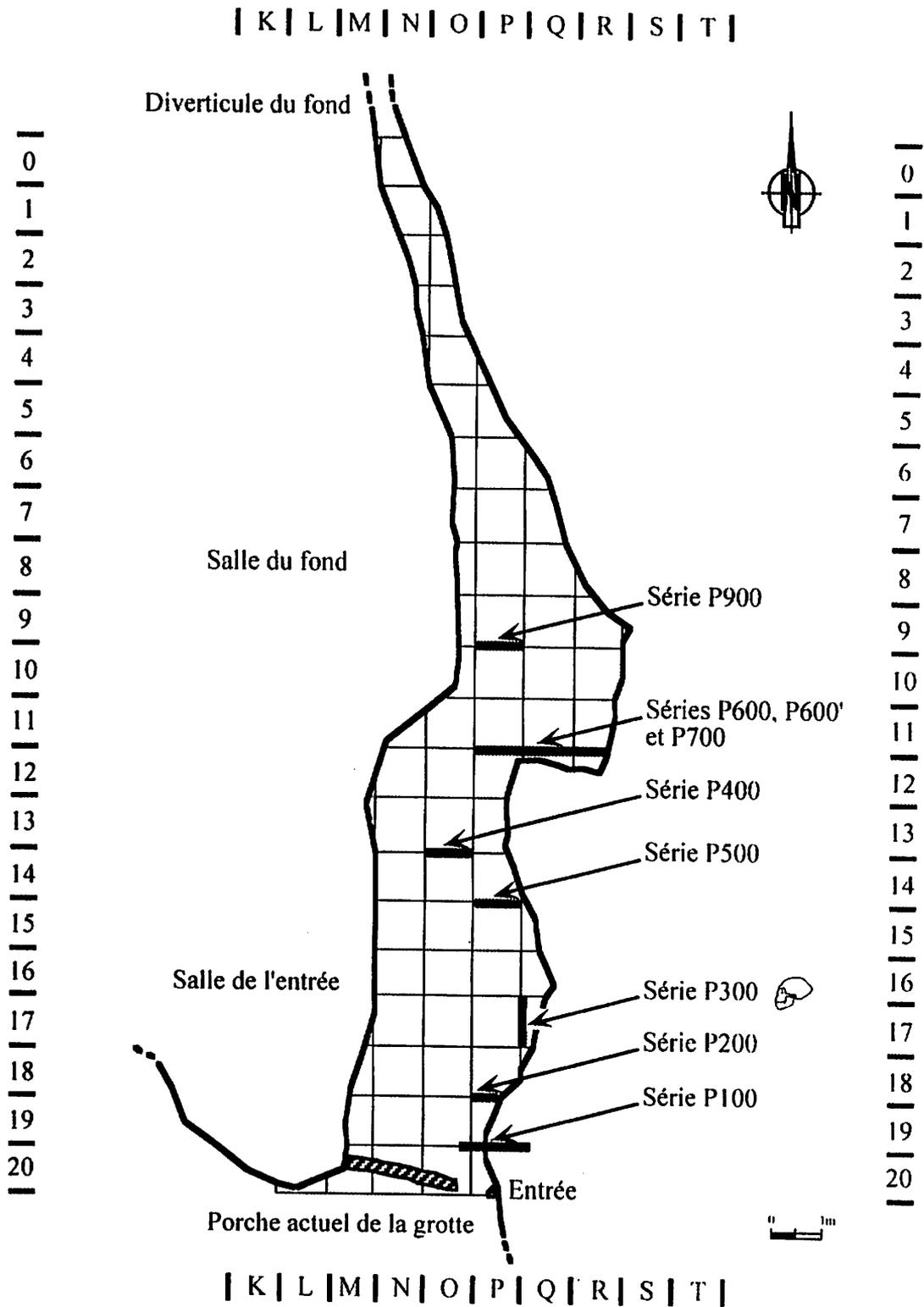


Fig. 1. Localisation des prélèvements palynologiques sur le plan de la grotte.

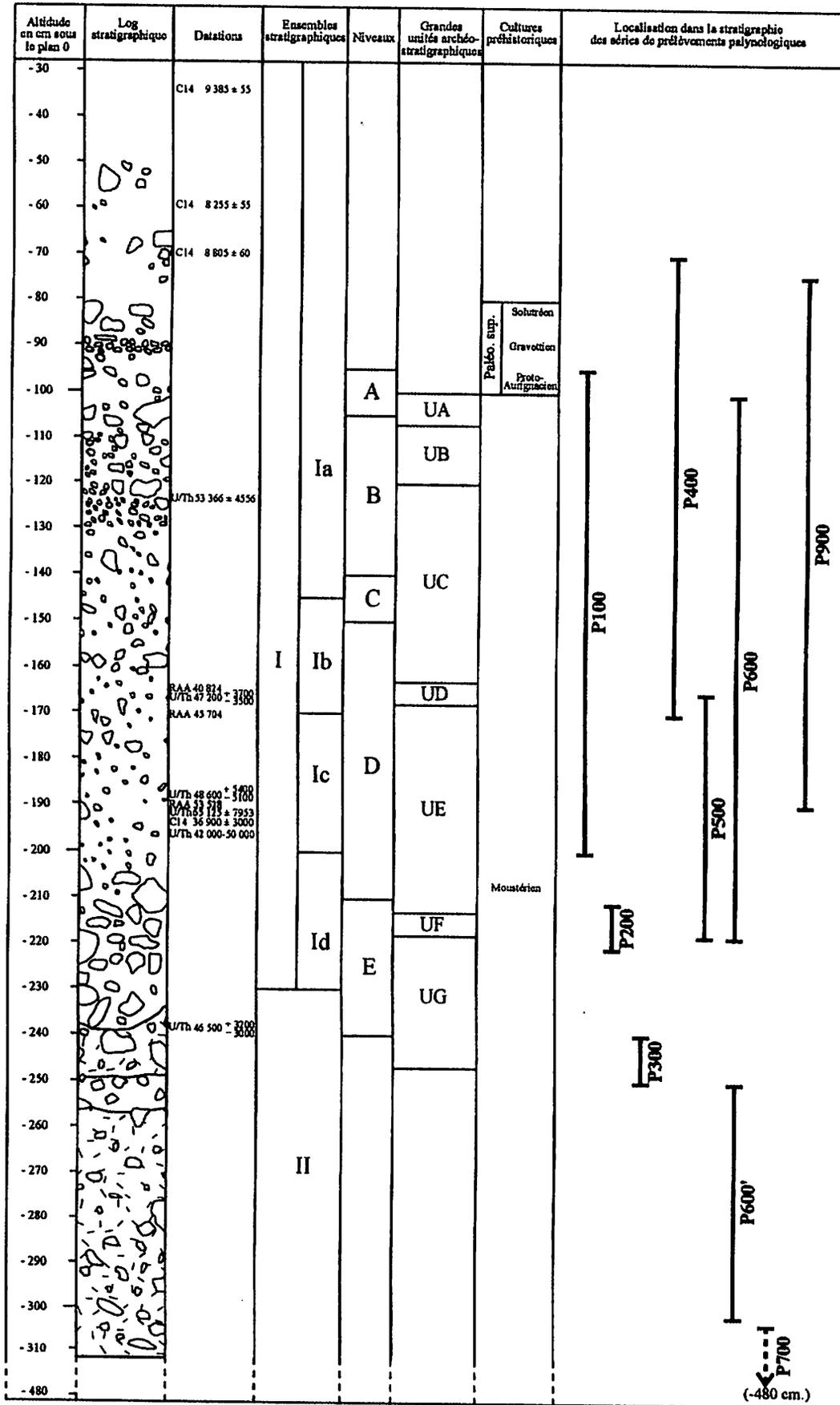


Fig. 2. Localisation des prélèvements palynologiques dans la stratigraphie du remplissage.

• Les *diagrammes syntbétiques* regroupent les taxons présentant une écologie similaire ou isolent les taxons les plus significatifs au sein des spectres :

- *Pinus* auquel nous ajoutons les Cupressaceae et *Abies* dont les faibles pourcentages ne justifient pas leur isolement dans des groupes particuliers,
- les arbres caducifoliés (*Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Quercus* t. *faginea*, *Fraxinus*, *Salix*),
- les taxons steppiques et/ou xérophiles (Asteroïdeae = Asteraceae t. échinulé = Anthemidae, Cichorioïdeae = Asteraceae t. fenestré, *Centaurea*, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Poaceae) parmi lesquels nous isolons *Artemisia* et *Ephedra*,
- *Polygonum*,
- les taxons ubiquistes (Apiaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Cypé-raceae, Dipsacaceae, t. *Knautia*, Scabiosae, Ericaceae, Euphorbiaceae, *Mercurialis*, Fabaceae, Lamiaceae, Liliaceae, *Plantago*, Plumbaginaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Rubiaceae).

Les essences méditerranéennes déterminées lors de l'analyse pollinique (*Quercus* t. *ilex/coccifera*, *Olea*) ne sont pas représentées car la somme des pourcentages des taxons n'atteint pas des valeurs significatives.

VÉGÉTATION, CLIMAT ET PLUIE POLLINIQUE ACTUELS

La végétation et le climat actuels

La grotte du Boquete de Zafarraya s'ouvre à 1 022 m. d'altitude. La grande richesse floristique de la zone peut être attribuée à une orographie très complexe, ainsi qu'à une grande diversité lithologique auxquelles s'ajoutent les processus paléogéographiques.

Selon les théories phytosociologiques (J.M. Martinez Parras et M. Peinado Lorca, 1987), la végétation potentielle est une chênaie bétique, basophile, associée au bioclimat mésoméditerranéen (*Paenion / Querceto rotundifoliae*). La limite altitudinale de cette végétation se trouve à 1 400 m. Le couvert arboréen est formé par *Quercus rotundifolia*, accompagné par *Quercus faginea* dans les zones plus humides et ombragées. Le sous bois est riche en arbustes et lianes et l'on y trouve fréquemment *Rubia pergrina*, *Crataegus monogyna*, *Juniperus oxycedrus*, *Lonicera implexa* et *Daphne gnidium*.

Dans l'étage thermoméditerranéen, *Pistacia lentiscus* et *Ephedra fragilis* sont plus abondants, surtout dans les biotopes plus secs. Dans les sols dégradés, et lorsque les précipitations sont inférieures à 350-400 mm, se développent des formations arbustives de Genêts (*Genista speciosa*, *Retama sphaerocarpa*), et le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) est remplacé par le Chêne kermès (*Quercus coccifera*) et le Plumet (*Stipa tenacissima*).

L'agriculture domine dans la région. L'Olivier, l'Amandier, la Vigne, les Céréales, les Légumineuses, etc. y sont cultivés. L'aridification et la perte de sols forestiers ont favorisé le développement de grandes surfaces de communautés de chaméphytes¹, dominées par les Labiées (*Thymus*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Lavandula*, *Satureja*, etc.), les Légumineuses (*Ulex*) et les Cistacées (*Cistus*, *Fumana*, *Helianthemum*).

Dans l'étage bioclimatique supraméditerranéen se développent aussi les bois de Chênes verts, sur sols calcaires ou siliceux. Les formations relictées de *Pinus sylvestris* et *Pinus nigra* sont fréquentes dans l'étage oroméditerranéen.

¹ Plantes basses, plus ou moins ligneuses, dont les bourgeons hivernent au ras du sol

Les relevés de S. Rivas Martinez (1982, 1987) autorisent par ailleurs à chiffrer les principaux paramètres météorologiques :

- la température moyenne annuelle, $T = 13$ à 17 °C,
- la moyenne des minima du mois le plus froid, $m = -1$ à -4 °C,
- la moyenne des maxima du mois le plus froid, $M = 9$ à 14 °C,
- la température moyenne du mois le plus froid, $t_m < 9$ °C,
- les mois au cours desquels des gelées sont possibles, $H =$ octobre - avril.

La pluie pollinique actuelle

• Prélèvement de mousses

Un prélèvement de mousses sur le talus extérieur de la grotte permet de recueillir la pluie pollinique actuelle autour du site % établis sur 298 grains (tableau 1 et fig. 3).

Le résultat de l'analyse pollinique évoque un couvert semi-arbustif avec un peu plus de 46 % d'arbres. A côté du Pin, les essences méditerranéennes se développent avec une présence bien marquée de l'Olivier. Parmi les herbacées, les Asteracées dont l'Armoise, les Chenopodiacées et les Renonculacées sont bien représentées.

Nous avons vu que la grotte du Boquete de Zafarraya s'ouvre à une altitude de 1 022 m, dans l'étage bioclimatique mésoméditerranéen. La présence de l'Olivier traduit donc la remontée des pollens des essences thermoméditerranéennes jusqu'au niveau de la grotte.

Le diagramme synthétique (fig. 3) rend compte très clairement de l'importance, à part égale, des taxons méditerranéens et des gymnospermes et herbacées steppiques et / ou xérophiles, auxquels il convient d'ajouter *Artemisia* et *Ephedra*.

Il traduit donc relativement bien l'image de la végétation régionale mais reste assez loin de celle des alentours immédiats de la grotte.

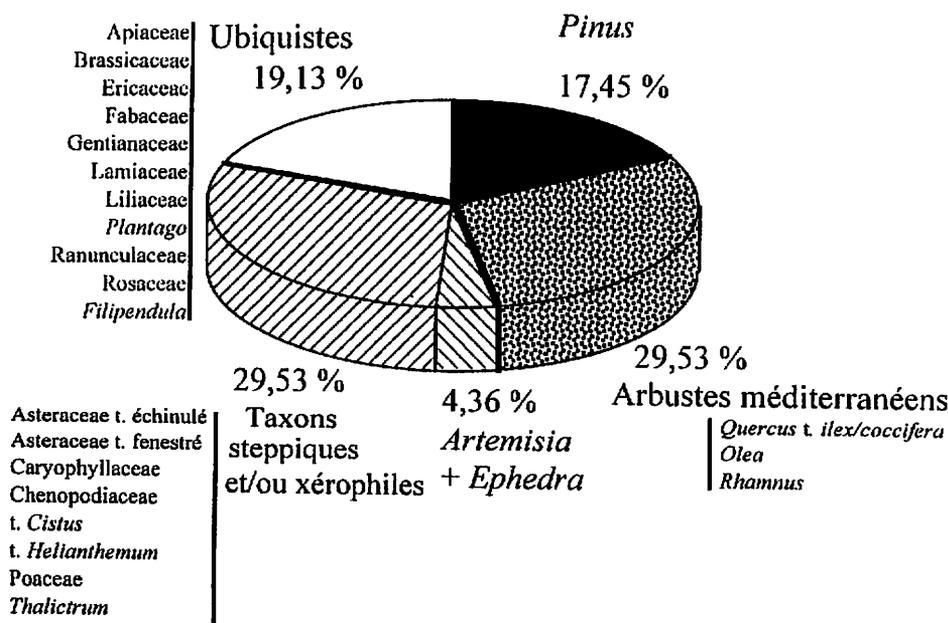


Fig. 3. La pluie pollinique actuelle dans un prélèvement de mousse : résultats numériques et diagramme synthétique.

| A.P. % | | N.A.P. % | | FILICALES % | |
|------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------|-------------|
| <i>Ephedra</i> | 1,01 | Apiaceae | 0,67 | Monoletès lisses | 2,92 |
| <i>Pinus</i> | 17,45 | Asteraceae t. échinulé | 4,70 | | |
| <i>Quercus</i> t. | 3,02 | Asteraceae t. fenestré | 6,38 | | |
| <i>illex/coccifera</i> | | <i>Artemisia</i> | 3,36 | | |
| <i>Olea</i> | 26,17 | Brassicaceae | 3,36 | | |
| <i>Rhamnus</i> | 0,34 | Caryophyllaceae | 1,68 | | |
| | | Chenopodiaceae | 4,36 | | |
| | | t. <i>Cistus</i> | 1,34 | | |
| | | t. <i>Helianthemum</i> | 1,01 | | |
| | | Ericaceae | 0,34 | | |
| | | Fabaceae | 0,67 | | |
| | | Gentianaceae | 0,34 | | |
| | | Lamiaceae | 0,36 | | |
| | | Liliaceae | 0,34 | | |
| | | <i>Plantago</i> | 3,02 | | |
| | | Poaceae | 9,04 | | |
| | | Ranunculaceae | 5,03 | | |
| | | <i>Thalictrum</i> | 0,67 | | |
| | | Rosaceae | 2,01 | | |
| | | <i>Filipendula</i> | 0,34 | | |
| Total A.P. | 46,43 | Total N.A.P. | 50,65 | Filicales | 2,92 |

Tableau 1. Pourcentages des taxons déterminés dans le prélèvement des mousses

- *Coprolithes de chèvre*

Les coprolithes de chèvre se sont malheureusement révélés stériles. Cela tient vraisemblablement au fait qu'ils ont été récoltés en hiver. L'expérience devrait être renouvelée avec des coprolithes de printemps. Elle permettrait une comparaison intéressante avec la pluie pollinique recueillie sur les mousses et une discussion, à propos d'une végétation potentielle par rapport à un couvert végétal actuel dégradé par anthropisation.

RÉSULTATS

Les résultats de la palynologie, sont présentés dans l'ordre stratigraphique, à savoir les diagrammes détaillés puis synthétiques des séries P300, P500, P600, P900 et P400. Les échantillons des séries P700, P600, P200 et P100 se sont révélés trop pauvres en matériel sporo-pollinique ou totalement stériles.

1. Résultats de la série P300 (Ensemble stratigraphique II, Moustérien)

- 1. a. Le diagramme pollinique détaillé de la série P300 (fig. 4)

Le nombre de spores et de grains de pollen comptés dans les deux échantillons situés entre -247 et -242 cm est respectivement de 517 et 585 et le nombre de taxons inventoriés est de 17 (à -247 cm) et 20 (à -242 cm), ce qui est pauvre. Pourtant l'état de conservation des grains est remarquable dans ces échantillons fortement concrétionnés et riches en calcite.

Les deux spectres sont homogènes. A.P. voisin de 50 % est presque exclusivement dominé par le Pin ; il faut y ajouter quelques grains de Cupressacées, *Ephedra* et *Abies*, la présence des taxons arborés caducifoliés que sont *Alnus*, *Betula*, *Corylus* et un taxon méditerranéen, *Quercus* type *ilex-coccifera*. La strate herbacée est dominée par les Astéracées (Astéracées t. échinulé ou Anthémidées, Astéracées t. fenestré ou Cichoriées et *Artemisia*) et les Poacées. Ce couvert végétal est accompagné par un lot important de Filicales (le taux des spores monolètes lisses évolue de 30 à près de 50 %). Le genre *Polygonum* est présent mais reste discret. Les autres herbacées sont pour la plupart des ubiquistes.

• 1. b. *Le diagramme pollinique synthétique de la série P300* (fig. 5)

Ce diagramme résume bien les caractéristiques du couvert végétal :

- développement du Pin,
- rareté des arbres caducifoliés,
- importance des herbacées xérophiles et/ou steppiques, dont *Artemisia* accompagnés de *Ephedra*,
- extension des Filicales,
- présence de *Polygonum*.

2. Résultats de la série P500 (Ensemble stratigraphique I, Moustérien)

• 2.a. *Le diagramme pollinique détaillé de la série P500* (fig. 6)

Sur les 5 échantillons analysés (entre -215 cm et -172 cm), deux sont stériles (à -206 cm et -193 cm). Le nombre de spores et de grains de pollen comptés dans les prélèvements fossilères varie de 313 à 387 et le nombre de taxons inventoriés est 20 (à -215 cm), 14 (à -183 cm) et 17 (à -172 cm) ; la richesse pollinique est faible. Ces caractéristiques sont le fait d'une altération du matériel sporo-pollinique qui a entraîné une conservation dite "différentielle", les grains les plus résistants étant les mieux représentés.

A.P. reste bas (de 11 à 20 %). Il est essentiellement représenté par le Pin ; seuls quelques grains de *Ephedra*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus* t. *faginea* et *Olea* l'accompagnent.

Le reste du couvert végétal est herbacé avec les Astéracées dominantes (Anthémidées, Cichoriées et *Artemisia*), suivies d'autres xérophiles et/ou steppiques (Poacées et Chénopodiacées) et des ubiquistes.

Les Filicales se sont effacées ; par contre le genre *Polygonum* se développe jusqu'à osciller autour de 10 %.

• 2.b. *Le diagramme pollinique synthétique de la série P500* (fig. 7)

Il résume les caractéristiques du couvert végétal :

- relative importance du Pin,
- rareté des arbres caducifoliés,
- importance des herbacées xérophiles et/ou steppiques dont *Artemisia* accompagnées de *Ephedra*,
- extinction des Filicales,
- développement du *Polygonum*.

3. Résultats de la série P600 (ensemble stratigraphique I, Moustérien et début du Paléolithique supérieur)

• 3.a. Le diagramme pollinique détaillé de la série P600 (fig. 8)

Dans la série d'échantillons P600, prélevée de -215 cm à -110cm, seuls deux échantillons situés à -192 cm et -186 cm et appartenant à l'ensemble stratigraphique I, Moustérien, ont livré des spectres cohérents avec respectivement 362 et 183 grains ; signalons cependant que le nombre de taxons inventoriés (15 et 14) est insuffisant et que la richesse pollinique est faible, pour les raisons déjà évoquées (pour la série P500).

A.P. est toujours bas, entre 10 et 14 % ; il est seulement représenté par le Pin (avec un grain de pollen de Bouleau). La strate herbacée est dominée tout à fait exceptionnellement par le genre *Polygonum* qui atteint près de 40 %, suivi par les Astéracées (Anthémidées, Cichoriées, et *Artemisia*), les Lamiacées, les Rosacées, les Chenopodiacées, les Brassicacées et les Poacées. Les Filicales ont quasiment disparu.

• 3.b. Le diagramme pollinique synthétique de la série P600 (fig. 9)

Il fait clairement apparaître :

- la faible place occupée par les arbres, presque restreints au seul genre *Pinus*,
- la rareté des arbres caducifoliés,
- l'importance du genre *Polygonum* dans la strate herbacée, partagée entre les xérophiles et/ou steppiques et les ubiquistes.

4. Résultats de la série P900 (ensemble stratigraphique I, Moustérien et sommet du Paléolithique supérieur)

• 4.a. Le diagramme pollinique détaillé de la série P900 (fig. 10)

De l'échantillon de base (à -188 cm), au sommet de la coupe (à -78 cm), seuls 3 prélèvements situés à -188 cm (ensemble stratigraphique I, Moustérien), -184 cm (ensemble stratigraphique I, Moustérien) et -95 cm (ensemble stratigraphique I, au dessus du Paléolithique supérieur) ont livré des spectres polliniques valables avec respectivement 347, 345 et 334 grains, mais un nombre de taxons (17, 15 et 16) encore insuffisant et une richesse pollinique toujours faible.

A.P. ne dépasse pas 11 % et n'est presque représenté que par le Pin, auquel il faut ajouter quelques grains sporadiques de Cupressacées, *Ephedra*, *Alnus* et *Corylus*. Les herbacées sont toujours dominées par les familles xérophiles et/ou steppiques : Astéracées (Anthémidées, Cichoriées et *Artemisia*), Poacées, Chenopodiacées, Caryophyllacées ; quelques ubiquistes les accompagnent. *Polygonum* occupe encore près de 20 % des comptages dans les deux échantillons de base mais diminue au sommet de la séquence. Les Filicales sont sporadiques ou lacunaires.

• 4.b. Le diagramme synthétique de la série P900 (fig. 11)

Il fait clairement apparaître :

- le faible couvert végétal arboré représenté par le Pin,
- la rareté des arbres caducifoliés,

- la suprématie des herbacées xérophiiles et/ou steppiques (dont *Artemisia*) associées à *Ephedra*,
- la régression du genre *Polygonum* de la base au sommet de la séquence.

5. Résultats de la série P400 (ensemble stratigraphique I, Moustérien, Paléolithique supérieur : Protoaurignacien, Gravettien, Solutrén et sommet du remplissage)

• 5.a. Le diagramme pollinique détaillé de la série P400 (fig. 12)

Il couvre une série continue d'échantillons prélevés régulièrement entre -168 cm et -82 cm, concerne la fin du Moustérien et traverse la courte séquence du Paléolithique supérieur.

Le nombre de spores et de grains de pollen comptés dans chaque échantillon est assez élevé et voisin de 300 (entre 269 et 355) ; par contre, le nombre de taxons inventoriés est encore relativement bas (le plus souvent inférieur à 20) et la richesse pollinique toujours faible. Les caractéristiques de ces résultats sont, nous l'avons vu, le fait d'une altération du matériel sporo-pollinique qui a entraîné une conservation dite "différentielle".

Néanmoins les spectres sont très homogènes. A.P. est toujours bas ; il oscille entre 7 et 19 % et est presque exclusivement représenté par le Pin. Les autres taxons arborés, qu'ils soient xérophiiles (*Cupressacées*, *Ephedra*) ou tempérés (*Alnus*, *Betula*, *Quercus t. faginea*, *Fraxinus*, *Salix*) ne sont que sporadiquement représentés ; c'est dire que le paysage est presque totalement découvert. Le territoire est envahi par une strate herbacée largement dominée par les Astéracées (*Anthémidiées*, *Cichoriées*, *Artemisia*, *Centaurea*) suivies par les Chénopodiées, les Poacées et le genre *Polygonum* exceptionnellement ici rencontré en *courbe continue* et avec des fréquences encore relativement élevées, mais qui régresse de 27 à 5 %.

La représentation des Lamiacées est faible mais régulière ; elle renforce l'indice d'aridité déjà mis en évidence par les Chénopodiées et *Artemisia*.

Les autres familles herbacées ne sont que faiblement représentées et de façon très lacunaire.

• 5.b. Le diagramme synthétique de la série P400 (fig. 13)

Sont représentés sur ce schéma :

- *Pinus* (qui dessine les A.P.) et les *Cupressacées*,
- les rares arbres caducifoliés,
- les taxons steppiques et/ou xérophiiles dont *Artemisia* et *Ephedra*,
- *Polygonum*,
- les herbacées ubiquistes.

Ce diagramme synthétique illustre bien les conclusions déjà avancées, à savoir que :

- le couvert arboré est quasi-inexistant avec la seule présence du Pin et de quelques rares *Cupressacées* et mésophiles,
- le paysage découvert est presque entièrement envahi par le cortège des plantes steppiques,

Le *Polygonum* occupe encore une large place au sein de la strate herbacée.

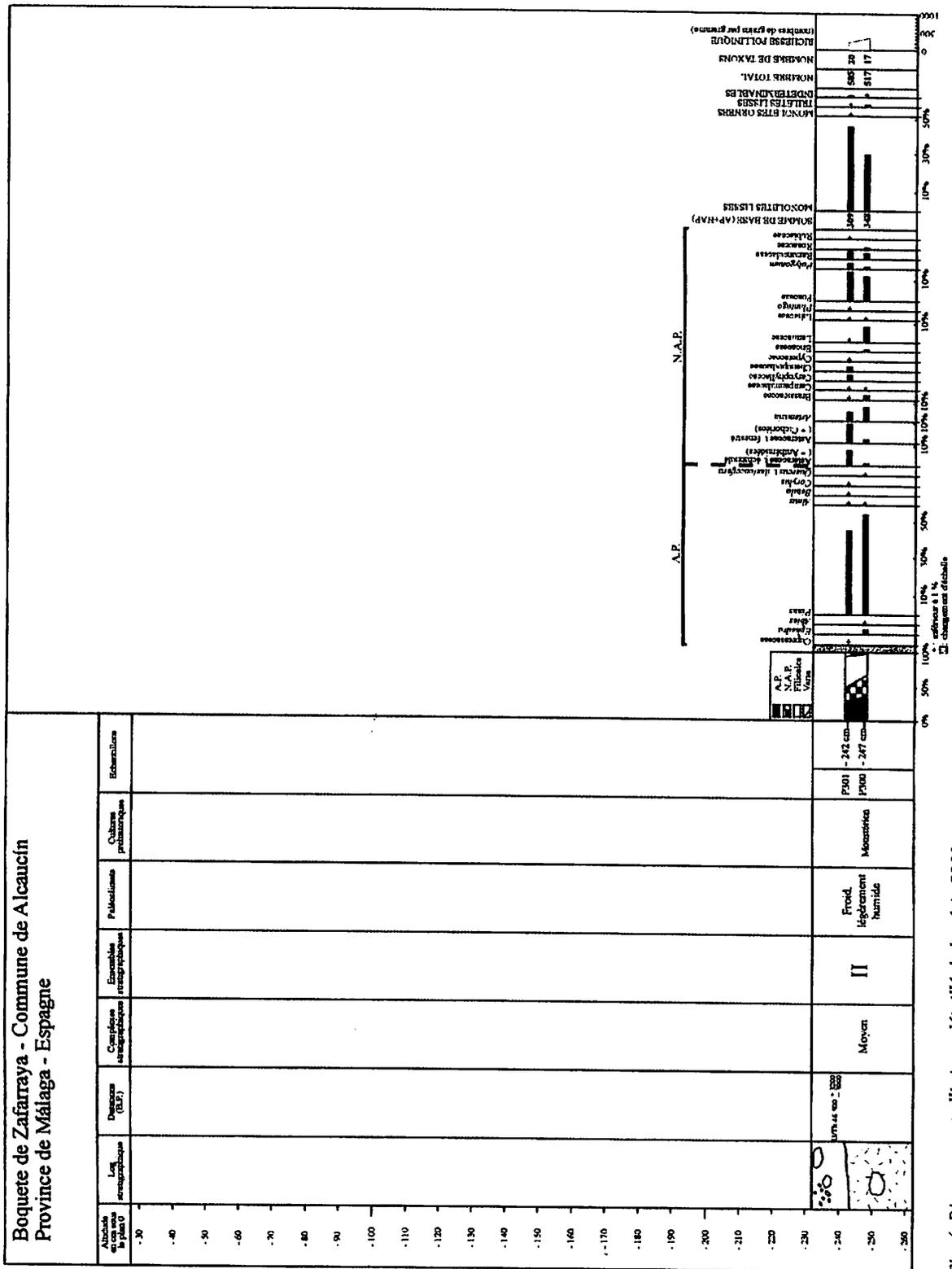


Fig. 4. Diagramme pollinique détaillé de la série P300.

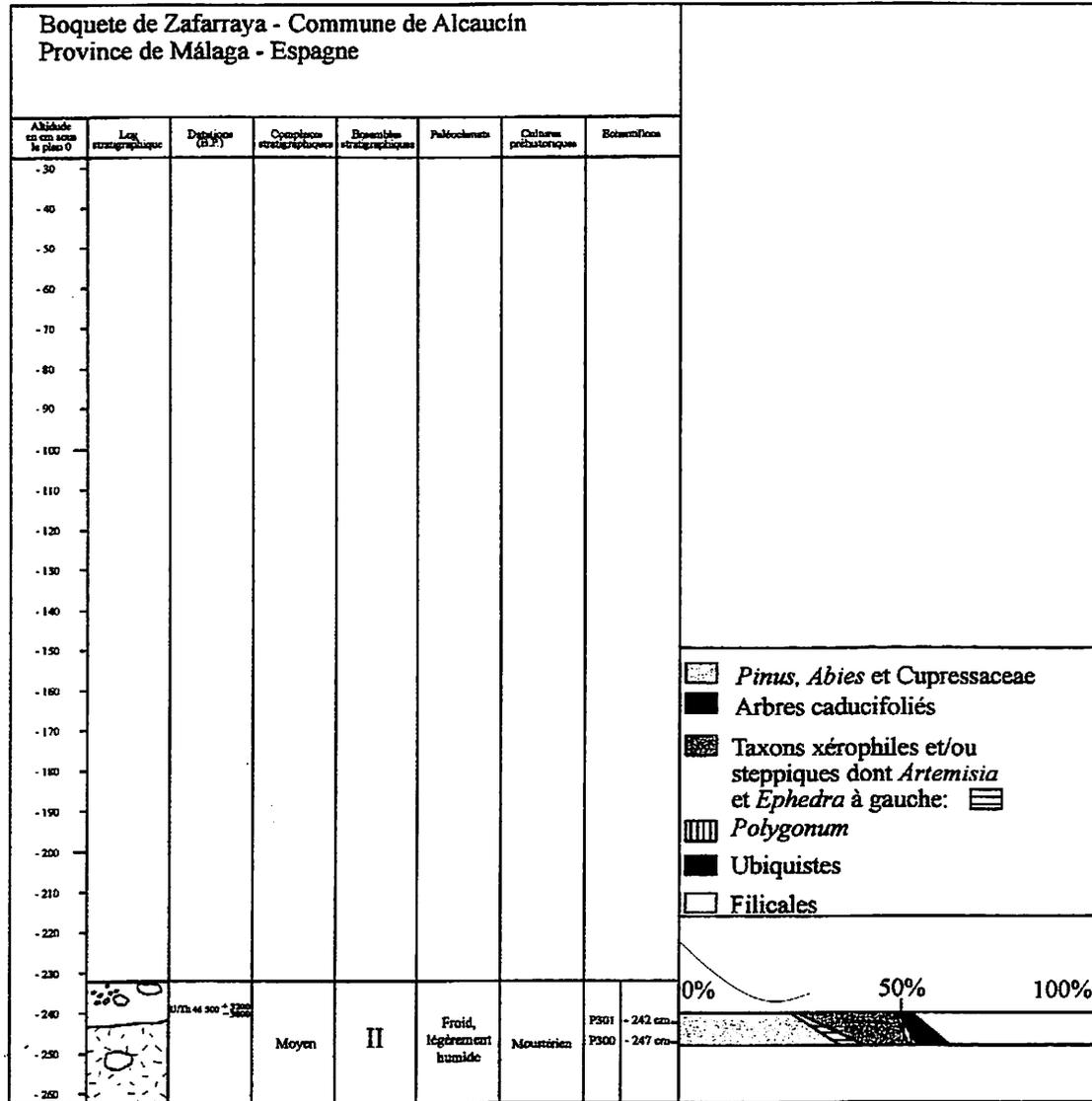


Fig. 5. Diagramme pollinique synthétique de la série P300.

Boquete de Zafarraya - Commune de Alcaucín
Province de Málaga - Espagne

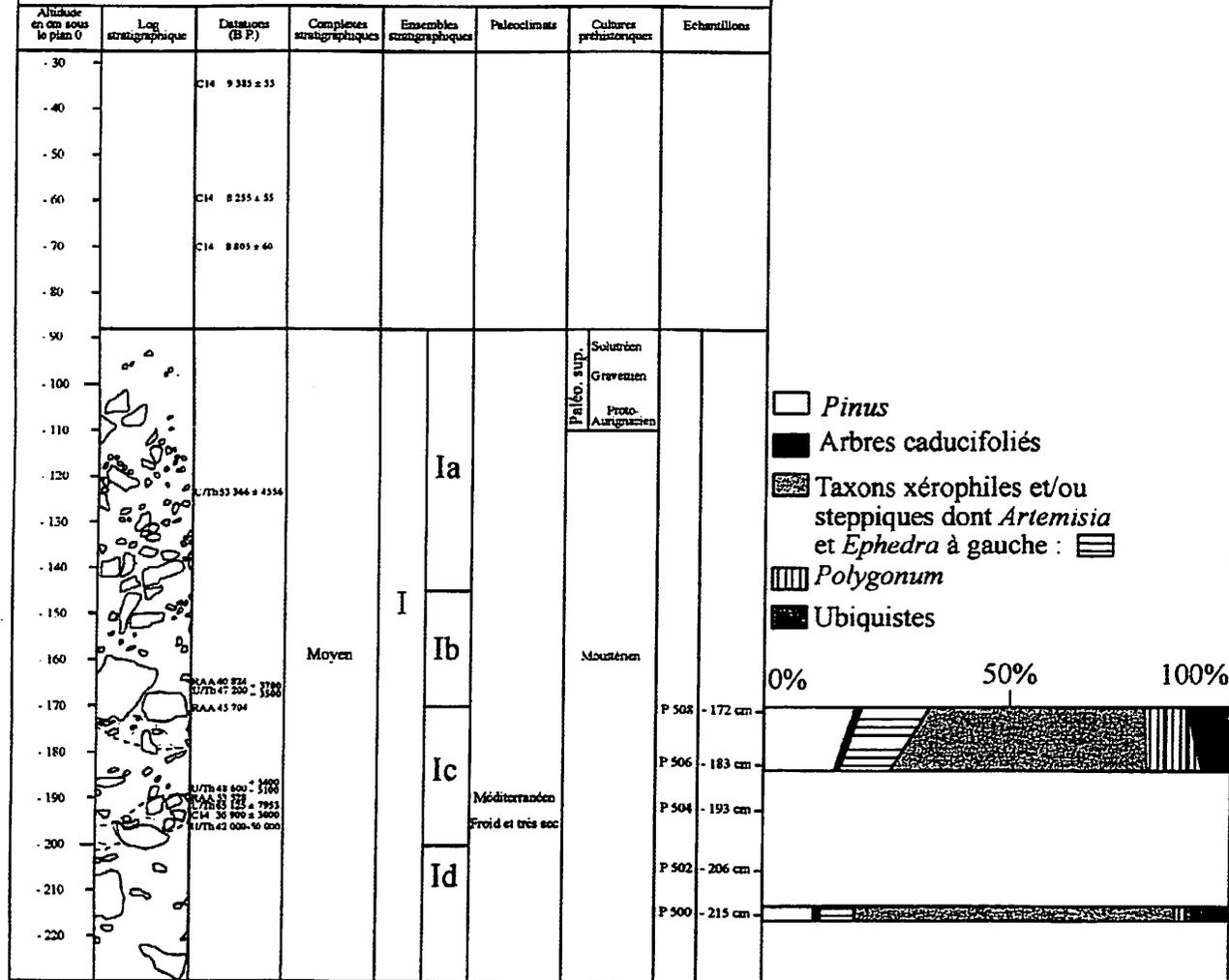


Fig. 7. Diagramme pollinique synthétique de la série P500.

Boquete de Zafaraya - Commune de Alcaucin
Province de Málaga - Espagne

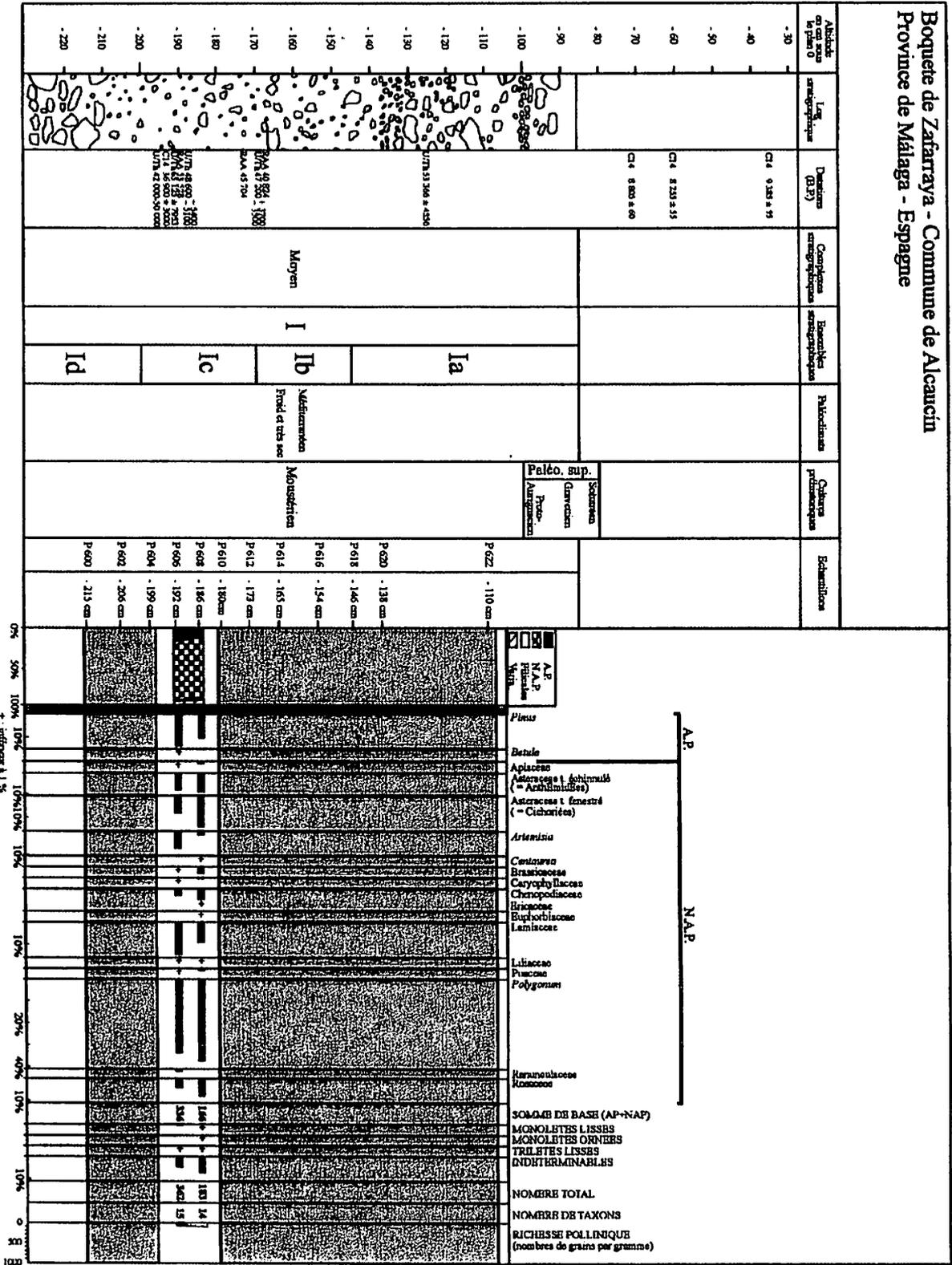


Fig. 8. Diagramme pollinique détaillé de la série P600.

Boquete de Zafarraya - Commune de Alcaucín
Province de Málaga - Espagne

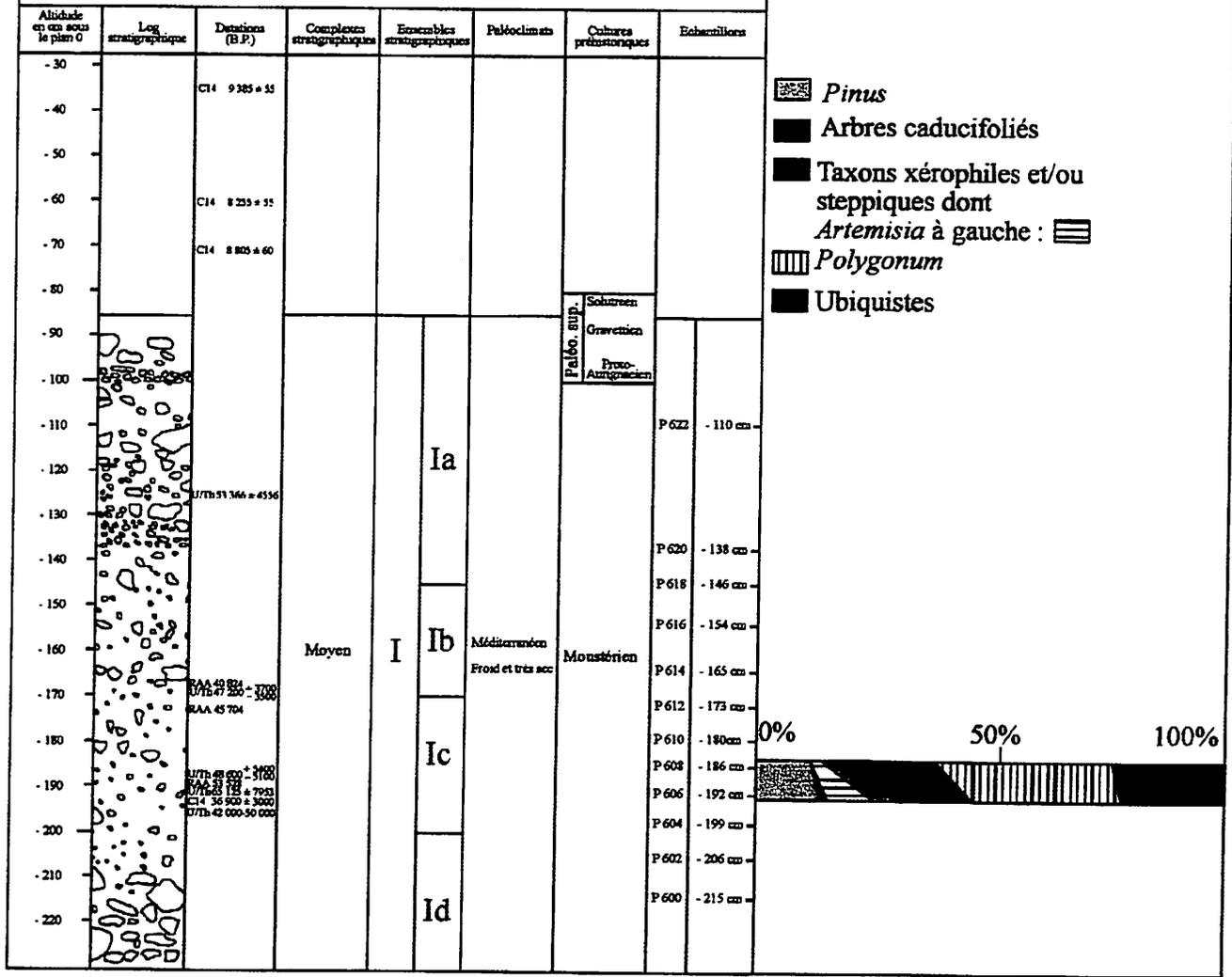


Fig. 9. Diagramme pollinique synthétique de la série P600.

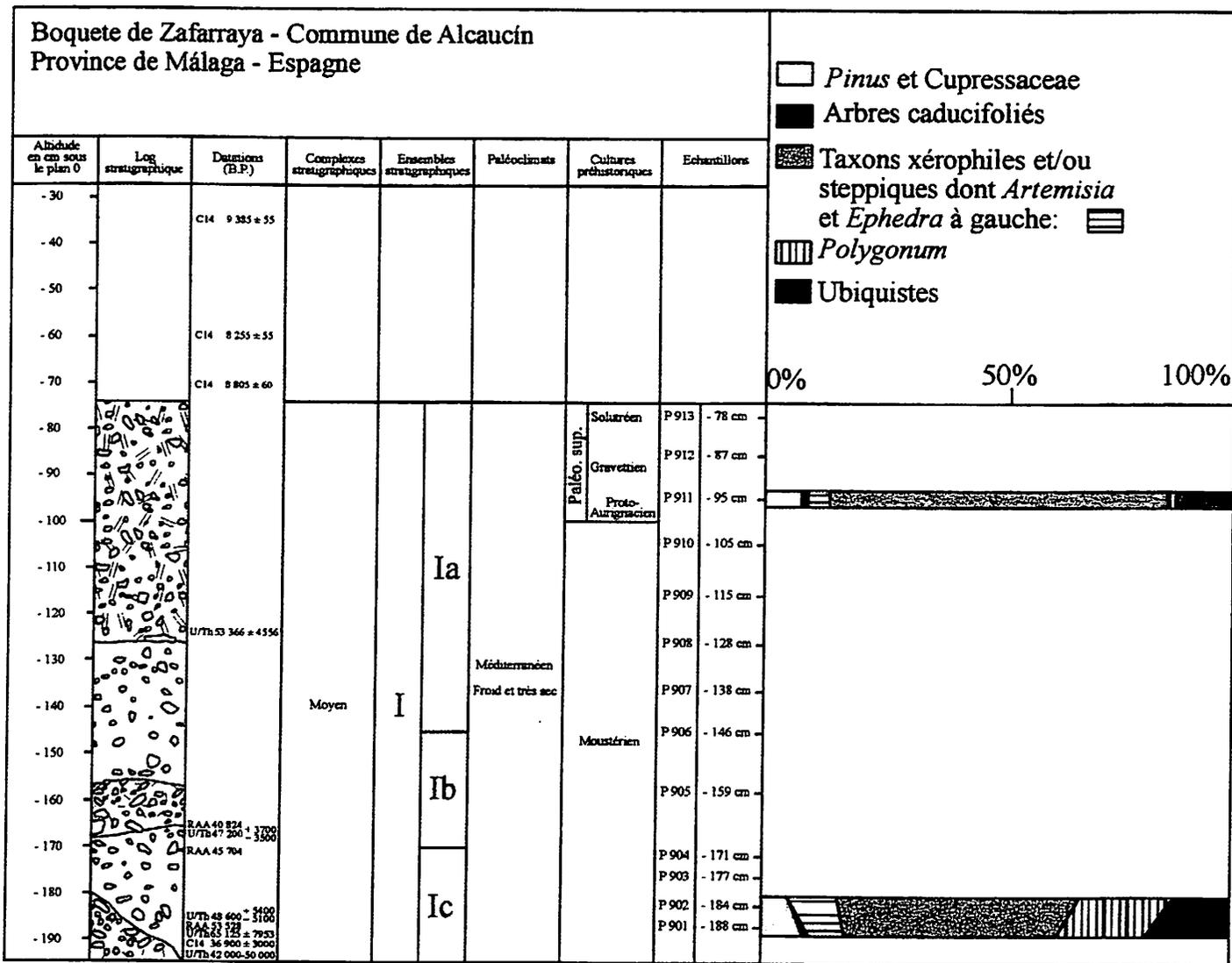


Fig. 11. Diagramme pollinique synthétique de la série P900.

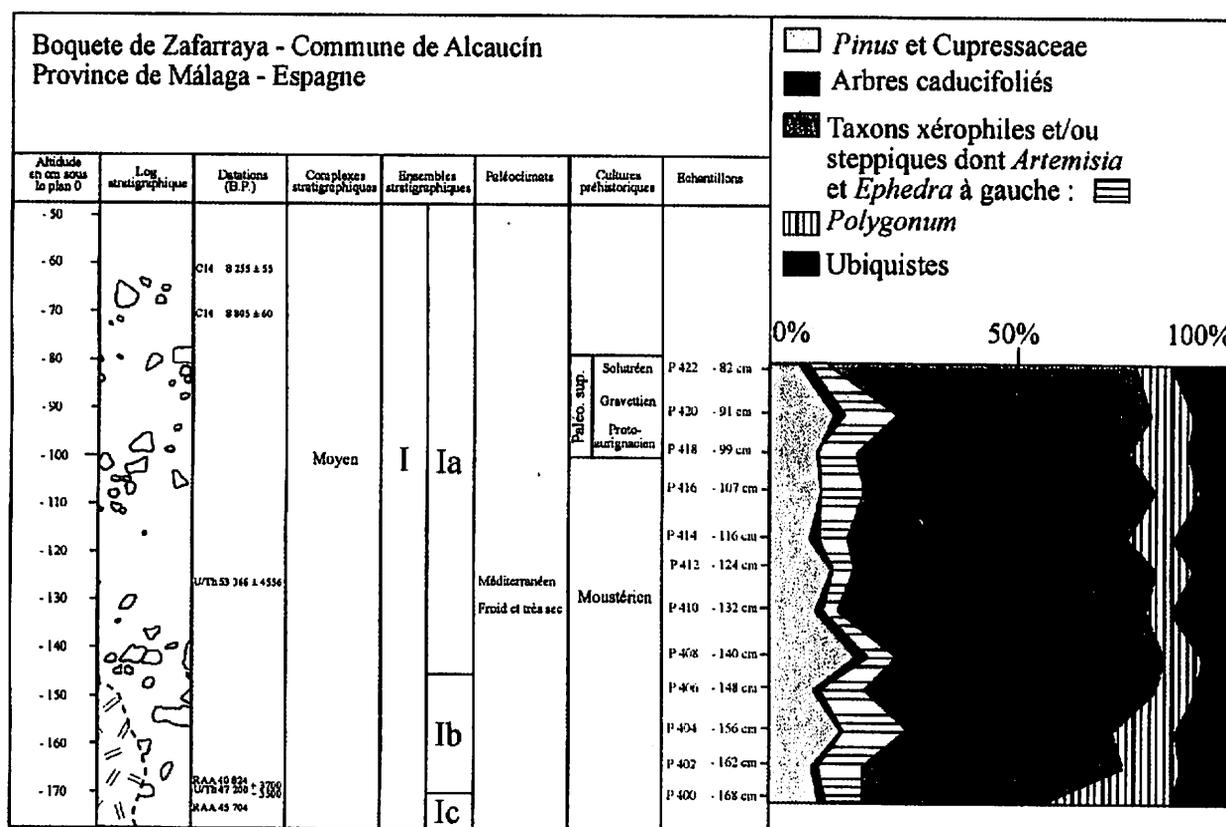


Fig. 13. Diagramme pollinique synthétique de la série P400.

INTERPRÉTATIONS

1. Remarques générales

• 1.a. Validité des résultats

L'observation de tous les diagrammes conduit à une constatation générale à propos de la concentration pollinique qui est toujours faible et qui varie peu d'un niveau à l'autre. Il faut noter également la monotonie de la gamme des genres et des familles rencontrés dans chaque spectre, même si le nombre des grains comptés est statistiquement suffisant. Nous avons naturellement incriminé la nature du remplissage sédimentaire peu propice à la bonne conservation du matériel sporo-pollinique puisque nous avons constaté que les grains résistants, à la faveur d'un sporoderme épais, étaient toujours les mieux représentés (Pins, Astéracées, Poacées, Caryophyllacées, Chénopodiacées...).

Nous devons cependant prendre en compte le contexte paléoclimatique, que ce soit durant le Moustérien ou le Paléolithique supérieur dont le froid et la sécheresse ont d'emblée fait périr un grand nombre de taxons, notamment les arbres fragiles et les familles herbacées peu résistantes au gel. La végétation de départ est donc appauvrie. De plus, l'image de cette végétation régionale est déformée du fait de la conservation différentielle des spores et grains de pollen fossiles.

• 2.b. A propos de quelques taxons

Le Pin

Le Pin est le seul taxon arboré régulièrement présent dans les spectres polliniques ; il est reconnu que son grain de pollen à ballonnets est "un bon voilier" et peut être transporté par le vent loin de son lieu d'origine. Il est donc difficile de savoir si cet arbre faisait partie du paysage ou non. Du fait du peu d'exigence à la fois édaphique et écologique de cette essence, qui ne semble pas non plus en compétition avec un autre arbre montagnard formant "écran", nous avons admis qu'il pouvait se trouver, à l'état plus ou moins dispersé, autour du site et sur les pentes y conduisant.

Le Chêne

Le Chêne, très sporadique dans les spectres polliniques, se présente néanmoins sous deux types morphologiques différents : le type que nous avons nommé "*pedunculata*" pour désigner le taxon subordonné à un climat tempéré et le type *ilex/coccifera* adapté au climat méditerranéen.

Actuellement, c'est *Quercus faginea* qui occupe la chênaie du sud de l'Espagne ; nous pouvons donc admettre que le Chêne de type pédonculé que nous avons déterminé s'identifie à *Quercus t. faginea*.

La Renouée (Polygonacée)

Le genre *Polygonum*, régulièrement représenté dans les spectres polliniques en courbe continue, constitue un des caractères intéressant de l'association.

L'absence du taxon dans le spectre de la pluie pollinique actuelle nous a permis d'écarter l'hypothèse d'une percolation. Nous avons alors pensé que le genre *Polygonum*, aujourd'hui considéré comme une plante rudérale poussant de préférence sur les terrains piétinés, pouvait être mis en relation avec le couvert herbacé parcouru par les nombreux Capridés s'étant réfugiés à intervalles réguliers dans le site. Il est possible que les grains de pollen du *Polygonum* aient été stockés parmi les produits de digestion des Hyènes ou autres Carnivores ayant fréquenté la grotte après avoir chassé et mangé des Capridés. Les pollens contenus dans les déjections de ces animaux, auraient ensuite été mêlés aux sédiments du remplissage.

Il semble néanmoins difficile de mettre en parallèle les échantillons ayant livré des pollens de *Polygonum* et les niveaux d'occupations successives de la grotte par des animaux différents. Aussi, nous resterons prudents sur la validité des hypothèses avancées.

2. Evolution des paysages et des paléoclimats d'après les résultats de l'étude palynologique

Si nous résumons les résultats de la palynologie obtenus sur les différentes coupes et par ensembles stratigraphiques, nous pouvons les traduire en termes de paysages successifs et d'évolution climatique (fig. 14).

• *2.a. Ensemble stratigraphique II (Moustérien)*

Le résumé des résultats palynologiques de la série P300 souligne les points suivants :

- importance du Pin (jusqu'à la fréquence de 40 %),
- strate herbacée dominée par les Astéracées et les Poacées, télescopée par l'abondance des Filicales,
- taxons steppiques peu développés,
- *Polygonum* discret.

Le paysage semble en mosaïque avec prédominance du Pin et des formations ouvertes herbacées à Astéracées et Poacées dominantes. La ripisylve à caducifoliés est perceptible. Les taxons méditerranéens sont présents.

Ce couvert végétal a dû s'établir sous un climat méditerranéen froid et relativement sec.

• *2.b. Ensemble stratigraphique I (Moustérien et Paléolithique supérieur)*

Les résultats palynologiques des séries P500 (Moustérien), P600 (Moustérien), P900 (Moustérien et Paléolithique supérieur) et P400 (Moustérien et Paléolithique supérieur) se résument ainsi :

- présence quasi unique du Pin (autour de 10 %)
- strate herbacée steppique dominée par les Astéracées (Cichoriées, Anthémidées et *Artemisia*), les Chénopodiacées, les Poacées,
- essor puis régression de *Polygonum*.

Le paysage est caractérisé par une régression de la Pinède ; il est très ouvert à caractère steppique. La ripisylve à caducifoliés persiste et les taxons méditerranéens sont toujours présents. Nous constatons une bonne corrélation entre le sommet de P500 et la base de P400, mais aucune variation n'est enregistrée dans les unités supérieures où ont été découvertes des pièces lithiques du Paléolithique supérieur.

Cet ensemble de végétation n'a pu se mettre en place que sous un climat méditerranéen, mais froid et très sec.

COMPARAISONS DES RÉSULTATS DE LA PALYNOLOGIE AVEC LES AUTRES RÉSULTATS OBTENUS SUR LE SITE DU BOQUETE DE ZAFARRAYA

A la lecture des tableaux chronologiques rassemblant l'ensemble des données obtenues sur le site du Boquete de Zafarraya, nous constatons :

- une corrélation possible avec les conclusions des études sédimentologiques qui enregistrent un taux d'humidité plus important à la base du remplissage dans l'ensemble stratigraphique II,
- un accord relativement plausible avec les éléments de la grande faune qui dessinent "un paysage montagneux découvert avec forêt à proximité",
- des éléments positifs dans l'étude anthracologique qui met en évidence l'utilisation de ligneux dont on retrouve les grains de pollen dans les spectres polliniques (*Olea*, *Juniperus*, *Quercus ilex*). Les charbons regroupés en anthracozones sont caractéristiques d'un climat méditerranéen semi-aride frais à froid, coupé par une amélioration plus humide (-140 à -160), qui n'a pas été décelée par l'interprétation palynologique.

Par contre il est très difficile de mettre en relation, l'uniformité des spectres polliniques, des paysages et des climats correspondants avec les variations climatiques enregistrées par les études de la malacofaune terrestre, des amphibiens et des reptiles, des chiroptères, des insectivores et des rongeurs. Le seul point commun à toutes les conclusions est la mise en évidence quasi unanime, tout au long de la séquence, d'un climat à caractère méditerranéen.

COMPARAISONS AVEC LES SÉQUENCES RÉGIONALES ET CONTEMPORAINES

Il est difficile de comparer le site de Zafarraya avec d'autres séquences régionales contemporaines, étant donné le peu de datations absolues dont nous disposons. Actuellement, trois études sur sédiments en grottes apportent néanmoins des données intéressantes.

La séquence de Carihuela (Piñar, Grenade) offre un registre pollinique qui va de la fin du dernier interglaciaire éémien au Tardiglaciaire (J.S. Carrión, 1992a ; J.S. Carrión et *al.*, 1998). D'importantes variations de la courbe A.P./N.A.P. sont enregistrées (fig. 15). L'arbre principal est *Pinus* et les phases stadières ressemblent beaucoup à celles de Zafarraya, avec *Artemisia*, les Poacées et les Asteracées. Il faut signaler la présence d'*Ephedra distachya* soulignant les phases arides des zones Z, S et N-M. L'interpléniglaciaire est marqué par la présence de taxons thermophiles, mais sans arriver à former des courbes polliniques. La phase moustérienne, qui pourrait être contemporaine de Zafarraya (de la zone

O à la zone J), présente des fluctuations internes, avec généralement une nette tendance à des conditions steppiques. Ceci est confirmé par la sédimentologie et l'apparition de faunes cryophiles (J.S. Carrión *et al.*, 1998). La tourbière de Padul (A. Pons et M. Reille, 1988) et d'autres études, en Italie (W.A. Watts *et al.*, 2000) et au nord de l'Afrique (H. Le Houérou, 1992), montrent un paléoenvironnement semblable. Le début du Paléolithique supérieur d'autres régions coïncide, dans la continuité du Moustérien, à un milieu aride et probablement froid.

La séquence de Cova Beneito (Agres, Alicante) enregistre une expansion interpléniglaciaire de *Quercus* et des Oléacées, absentes à Carihuela et Zafarraya (J.S. Carrión, 1992b ; J.S. Carrión et M. Munuera, 1997). Cette évolution méditerranéenne du paysage (fig. 16) implique la proximité de refuges de végétation à fort cachet méditerranéen. Ensuite, le paysage devient steppique ; les fréquences des taxons mésothermophiles diminuent et l'on observe une prédominance des Poacées, Chénopodiacées et *Artemisia*, comme à Zafarraya et Carihuela. Ce phénomène est contemporain des industries aurignacienne, gravettienne et solutréenne et est en accord avec les données polliniques contemporaines de Malladetes (M. Dupré, 1988). Les Chénopodiacées sont ici plus abondantes qu'à Zafarraya ou Carihuela, ce qui pourrait être dû à un phénomène local.

Le diagramme de Pernerás (Lorca, Murcie) réunit des niveaux moustériens et paléolithiques supérieurs (J.S. Carrión *et al.*, 1995). Le plus étonnant est la persistance de *Quercus* et des Oléacées en courbe pollinique continue (fig. 17). Ceci met en évidence l'existence, *in situ*, d'un refuge littoral de flore thermophile avec des éléments ibéro-nordafricains, méditerranéens et holarctiques. Pour les premiers, il faut souligner la présence de *Ruta*, *Periploca angustifolia*, *Witbania frutescens* et *Osyris quadripartita*. Le diagramme de Pernerás présente un hiatus entre les deux épisodes culturels et il n'est pas possible de le corréliser avec les données polliniques de Zafarraya, ni avec celles de la séquence marine de la côte almerienne (I. Parra, 1994 ; J. Targarona *et al.*, 1996), ni avec celles des dépôts lagunaires de San Rafael ou Roquetas (J. Pantaleón Cano *et al.*, 1996). Les caractéristiques phytogéographiques et bioclimatiques particulières des côtes de Murcie et d'Almeria doivent jouer un rôle important dans les différences observées. Mais lorsque l'on compare avec les séquences marines ou lacustres, le problème est taphonomique étant donné que la plupart des taxons régionaux indicateurs de refuges glaciaires sont nettement entomophiles.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les résultats de la palynologie obtenus sur les différentes coupes de la grotte du Boquete de Zafarraya ont donc mis en évidence un paysage relativement uniforme pour toute la période du Pléistocène concernée, au Paléolithique moyen comme au Paléolithique supérieur. Il se présente en mosaïque. Les pentes rocheuses conduisant au site conservent toujours un caractère steppique, avec une végétation plus ou moins xérique, parsemée de bouquets épars de Pins et de Genévriers. La vallée est soulignée par une frange étroite d'arbres caducifoliés. Quant aux taxons méditerranéens, il faut les imaginer dans des zones de refuge sur les pentes ensoleillées.

Ce couvert végétal a dû se mettre en place sous un climat froid et sec, qui conserve néanmoins toujours un cachet méditerranéen.

Ces données nouvelles pour le Sud de l'Espagne sont tout à fait en accord, nous l'avons vu, avec les résultats régionaux déjà obtenus par J.S. Carrión (1992a, 1992b ; J.S. Carrión et M. Munuera (1997) ; J.S. Carrión *et al.*, 1995, 1998) et M. Dupré (1988). Ils confirment en outre les conclusions déjà émises pour le Sud-Est de la France (J. Renault-Miskovsky, 1972), le Nord de l'Italie, la Grèce (L. Cattani et J. Renault-Miskovsky, 1989 ; V. Lebreton, 1997) et d'une façon générale tout le bassin occidental de la Méditerranée (J. Renault-Miskovsky, 1991). Il est bien perçu également, à travers la palynologie de la

CARIHUELA (PINAR, GRANADA)

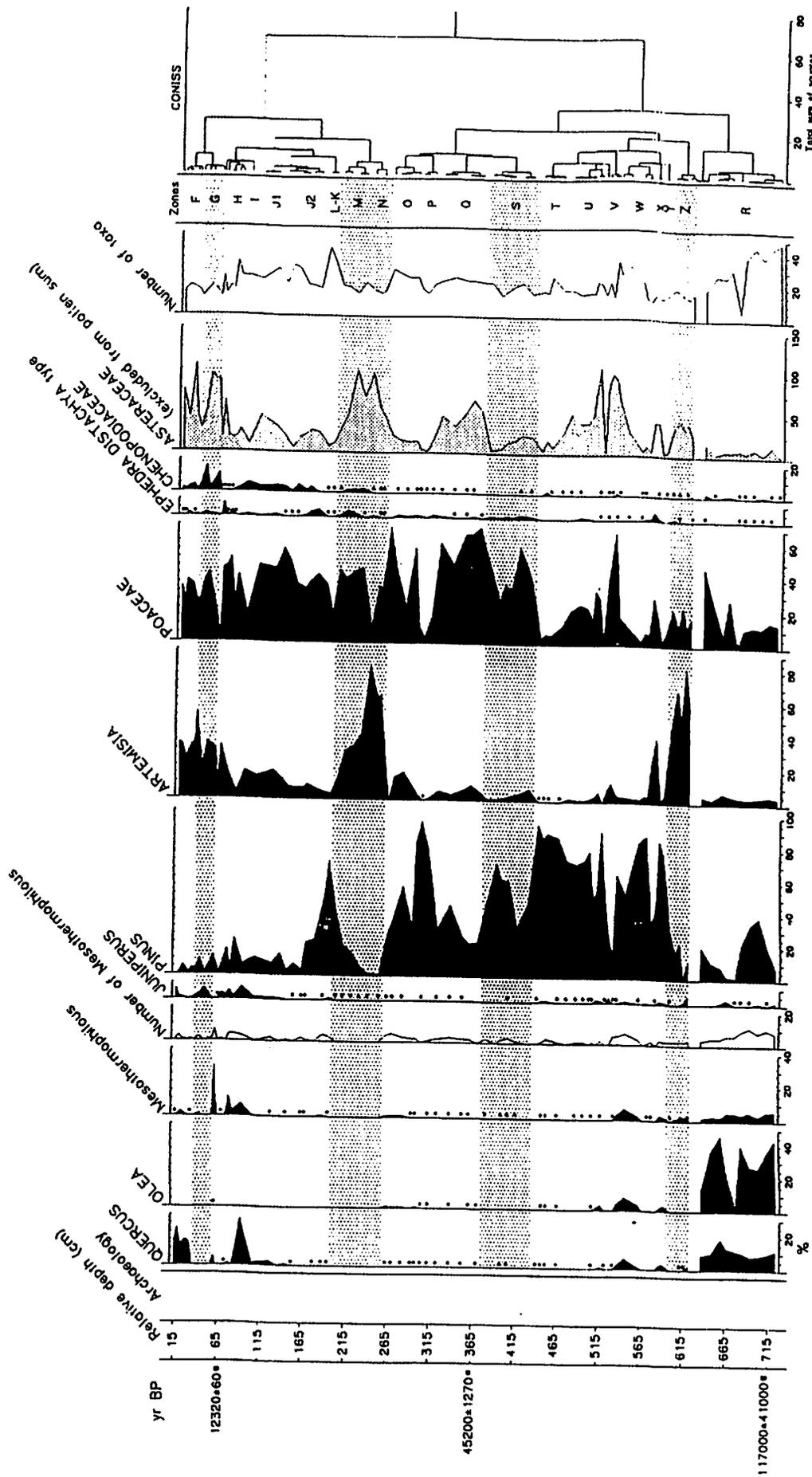


Fig. 15. Diagramme pollinique synthétique de la grotte de Carihuela (Pinar, Grenade). (a) Oleaceae : Olea, Phillyrea, Fraxinus. (b) Autres taxons mésothermophiles : Alnus, Corylus, Juglans, Ulmus, Salix, Castanea, Myrtus, Rhamnus, Pistacia, Buxus, Lonicera, Cistus, t. Ononis (J.S. Carrion, 1992a).

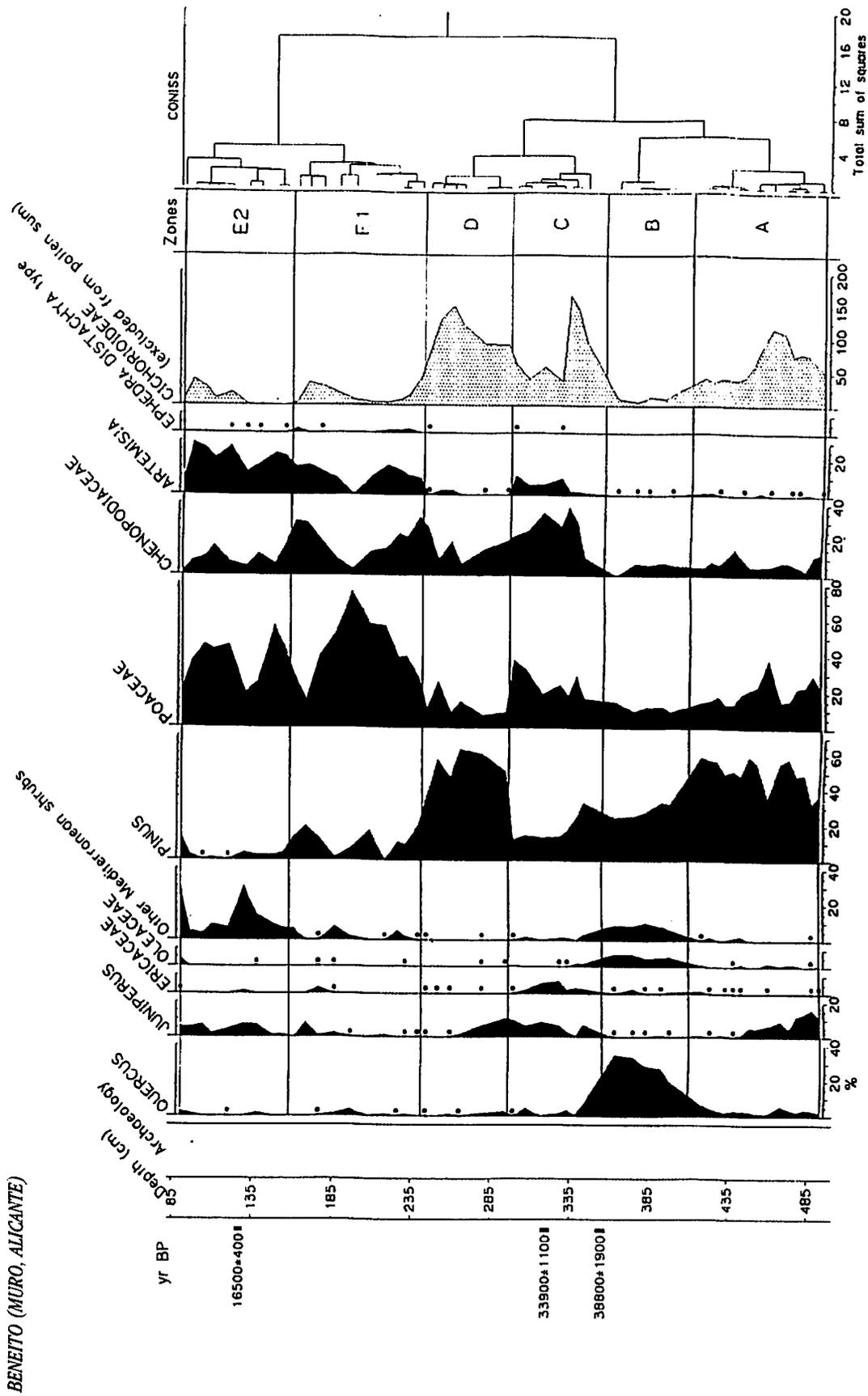


Fig. 16. Diagramme pollinique synthétique de la grotte de Beneito (Aguas, Alicante). (a) Oleaceae : Olea, Phillyrea, Fraxinus. (b) Autres taxons mésothermophiles : Corylus, Myrtus, Rhamnus, Lonicera, Cistus, t. Ononis (J.S. Carrion, 1992b).

PERNERAS (LORCA, MURCIA)

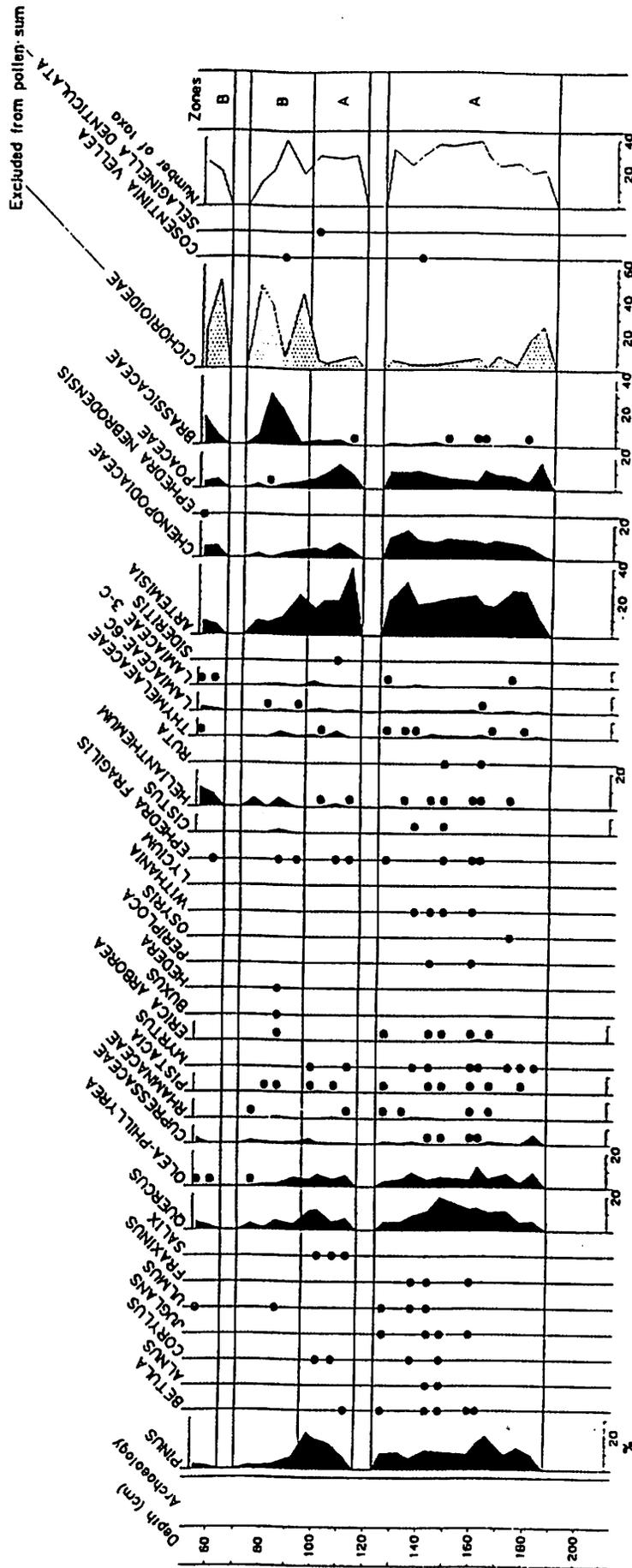


Fig. 17. Diagramme pollinique synthétique de la grotte de Perneras (Lorca, Murcia). (a) Oleaceae : Olea, Phillyrea, Fraxinus. (b) Arbres mésothermophiles : Alnus, Corylus, Juglans, Ulmus, Salix. (c) Autres arbustes méditerranéens : Rhamnaceae, Pistacia, Myrtus, t. Erica arborea, Buxus, Hedera, Periploca, Ostrya, t. Withania, t. Lycium, Ephedra fragilis, t. Genista, t. Ononis, t. Cistus, t. Helianthemum, Ruta, Thymelaeaceae, Lamiaceae à 3 sillons, Lamiaceae, t. Paronychia, Caryophyllaceae, Apiaceae, t. Rumex crispus, Polygonaceae, t. Lotus, t. Lathyrus, Fabaceae, Dipsacaceae, Allium, Asphodelus, Liliaceae, Campanulaceae, Malva parviflora, Polygalaceae, Reseda, Thalictrum, Fumaria, Sanguisorba, Nuphar (J.S. Carrión et al., 1995).

BIBLIOGRAPHIE

- CARRIÓN José Sebastián, 1992a.- Late Quaternary pollen sequence from Carihuela Cave, southeastern Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 71, p. 37-77, 12 fig.
- CARRIÓN José Sebastián, 1992b. - A palaeoecological study in the western Mediterranean area. The Upper Pleistocene pollen record from Cova Beneito (Alicante, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 92, p. 1-14, 3 fig.
- CARRIÓN José Sebastián et MUNUERA Manuel, 1997.- Upper Pleistocene palaeoenvironmental change in eastern Spain : New pollen - analytical data from Cova Beneito (Alicante). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 128, p. 287-299, 6 fig.
- CARRIÓN José Sebastián, MUNUERA Manuel et NAVARRO Cristina (1998).- The palaeoenvironment of Carihuela Cave (Granada, Spain) : a reconstruction on the basis of palynological investigations of cave sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology* (99) 3-4 (1998), p. 317-340, 11 fig., 2 pl. phot.
- CARRIÓN José Sebastián, DUPRE Michèle, FUMANAL M. Pilar et MONTES Ricardo, 1995.- A palaeoenvironmental study in semi-arid southeastern Spain : the palynological and sedimentological sequence at Perneras Cave (Lorca, Murcia). *Journal of Archaeological Science*, 22, p. 355-367, 9 fig. dont 2 pl. phot.
- CATTANI Laura et RENAULT-MISKOVSKY Josette, 1989.- La réponse des végétations aux variations climatiques quaternaires autour des sites archéologiques du Sud de la France et du Nord-Est de l'Italie. *II Quaternaria*, 2, n° 2, Rome, p. 147-170.
- DUPRE Martine, 1988.- *Palinología y Paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias*. Trabajos Varios n°84, Diputación Provincial de Valencia, 160 p.
- GIRARD Michel et RENAULT-MISKOVSKY Josette, 1969.- Nouvelles techniques de préparation en palynologie appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres, Bouches-du-Rhône). *Bulletin de l'A.F.E.Q.*, 1969-4, p. 275-284.
- LE HOUÉROU N.H., 1992.- Outline of the biological history of the Sahara. *Journal of Arid Environments*, 22, p. 3-30, 4 fig., 2 tabl.
- LEBRETON Vincent, 1997.- Etudes palynologiques des remplissages pléistocènes supérieurs de l'Abri Mochi (Baoussé Rousse - Grimaldi - Ligurie italienne) et de la grotte de Kalamakia (Areopolis - Grèce). *Mém. D.E.A. Quaternaire*, Institut de Paléontologie Humaine, 60 p.
- MARTINEZ PARRAS J. M. et PEINADO LORCA M., 1987.- Andalucía oriental. In : Peinado Lorca M. et Rivas Martinez S., *La vegetación de España*, Universidad de Alcalá de Henares, p. 231-255.
- PANTALEON CANO José, YLL. Errikarta-Imanol, PEREZ OBIOL Ramon et ROURE Joan Maria, 1996.- Las concentraciones polínicas en medios semiáridos. Su importancia en la interpretación de la evolución del paisaje. En : Ramil P., Fernández C. & Rodríguez M. (eds.), *Biogeografía pleistocena-holocena de la Península Ibérica*. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, p. 215-226.
- PARRA Igor, 1994.- *Quantification des précipitations à partir des spectres polliniques actuels et fossiles : du Tardiglaciaire à l'Holocène Supérieur de la côte méditerranéenne espagnole*. Thèse de l'Université de Montpellier, 217 p.

- PONS Armand et REILLE Maurice, 1988.- The Holocene and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain) : a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66, p. 243-263, 5 fig.
- RENAULT-MISKOVSKY Josette, 1972.- Contribution à la paléoclimatologie du Midi méditerranéen pendant la dernière glaciation et le Post-Glaciaire, d'après l'étude palynologique du remplissage des grottes et abris sous-roche. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, n° 18, p. 145-210, 7 fig., 11 tabl.
- RENAULT-MISKOVSKY Josette, 1991.- *L'environnement au temps de la Préhistoire. Méthodes et modèles*. Editions Masson, 2ème éd., Paris, 200 p, 68 fig.
- RIVAS MARTINEZ Salvador, 1982.- Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétations de l'Espagne méditerranéenne. *Ecología Mediterranea*, 8 (1-2), p. 275-288, 2 cartes, 1 schéma.
- RIVAS MARTINEZ Salvador, 1987.- *Memoria del mapa de series de vegetación de España*, 1/40 000, éd. Icona, 268 p, 29 cartes.
- TARGARONA J., ALONSO B., CACHO I., CANALS M. et LOPEZ-SAEZ J. A., 1996.- Climatic changes during the Late Quaternary in south east Spain : implications for the establishment of the Murciano-Almeriense bioprovince. In : Ruiz-Zapata B. (eds.), *Estudios palinológicos*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, p. 119-123.
- WATTS William A., ALLEN Judy R.M. et HUNTLEY Brian, 2000.- Palaeoecology of three interstadial events during oxygen-isotope stages 3 and 4 : a lacustrine record from Lago Grande di Monticchio, southern Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (155), 1-2, p. 83-93, 5 fig., 1 tabl.

PONS Armand et REILLE Maurice, 1988.- The Holocene and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain) : a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66, p. 243-263, 5 fig.

RENAULT-MISKOVSKY Josette, 1972.- Contribution à la paléoclimatologie du Midi méditerranéen pendant la dernière glaciation et le Post-Glaciaire, d'après l'étude palynologique du remplissage des grottes et abris sous-roche. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, n° 18, p. 145-210, 7 fig., 11 tabl.

RENAULT-MISKOVSKY Josette, 1991.- *L'environnement au temps de la Préhistoire. Méthodes et modèles*. Editions Masson, 2ème éd., Paris, 200 p, 68 fig.

RIVAS MARTINEZ Salvador, 1982.- Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétations de l'Espagne méditerranéenne. *Ecología Mediterranea*, 8 (1-2), p. 275-288, 2 cartes, 1 schéma.

RIVAS MARTINEZ Salvador, 1987.- *Memoria del mapa de series de vegetación de España*, 1/40 000, éd. Icona, 268 p, 29 cartes.

TARGARONA J., ALONSO B., CACHO I., CANALS M. et LOPEZ-SAEZ J. A., 1996.- Climatic changes during the Late Quaternary in south east Spain : implications for the establishment of the Murciano-Almeriense bioprovince. In : Ruiz-Zapata B. (eds.), *Estudios palinológicos*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, p. 119-123.

WATTS William A., ALLEN Judy R.M. et HUNTLEY Brian, 2000.- Palaeoecology of three interstadial events during oxygen-isotope stages 3 and 4 : a lacustrine record from Lago Grande di Monticchio, southern Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (155), 1-2, p. 83-93, 5 fig., 1 tabl.