



HAL
open science

Problèmes de fossilisation et d'interprétation des pollens d'un travertin actuel de Sidi-Masmoudi (Aurès - Algérie)

Jean-Louis Ballais, Jacqueline Cohen

► To cite this version:

Jean-Louis Ballais, Jacqueline Cohen. Problèmes de fossilisation et d'interprétation des pollens d'un travertin actuel de Sidi-Masmoudi (Aurès - Algérie). *Compte-Rendu des séances de la Société de Biogéographie*, 1985, 61 ((4)), pp.118-128. hal-01546321

HAL Id: hal-01546321

<https://amu.hal.science/hal-01546321>

Submitted on 23 Jun 2017

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.

PROBLÈMES DE FOSSILISATION ET D'INTERPRÉTATION DES POLLENS D'UN
TRAVERTIN ACTUEL DE SIDI-MASMOUDI (AURES - ALGÉRIE) *

J.-L. BALLAIS et J. COHEN **

ABSTRACT.- Pollinic analysis are made on "travertins" from Sidi-Masmoudi (Algérie) and on a ball of mosses situated near a inlaying spring. A comparison of their composition with the environmental vegetation formations shows that the majority of the pollens included in the contemporain "travertins" belong at living species in the nearest vegetal formations. In conclusion, it is possible with the pollinic studies of fossile "travertins" to have an idea on the paleofloristic and the regional paleoclimats.

RESUME.- Des analyses polliniques sont effectuées sur des travertins prélevés à Sidi-Masmoudi (Algérie) et sur une pelote de mousses située près d'une source incrustante. Une comparaison de leur composition avec les formations végétales environnantes montrent que la majorité des pollens inclus dans les travertins contemporains appartiennent à des espèces vivant dans les formations végétales les plus proches des lieux de prélèvements. Il est donc possible, par l'étude pollinique de travertins fossiles, d'avoir une idée des cortèges floristiques anciens et, en conséquence, des paléoclimats régionaux.

MOTS-CLES.- Fossilisation - pollens - travertins - Aurès - Algérie.

A l'occasion du travail de thèse de l'un de nous (BALLAIS, 1981), nous avons été conduits à rechercher des pollens contenus dans des travertins des Aurès, dans le but de préciser l'intérêt morphogénétique et paléoclimatique de ces formations (BALLAIS et COHEN, 1981). Il nous avait semblé que cette étude permettait de nuancer largement les critiques faites sur l'utilisation des pollens dans les zones arides (VAN CAMPO, 1975). Cependant, nous avons voulu conforter cette conclusion par de nouvelles analyses que nous présentons ici en comparant un travertin subactuel (Z 61), un travertin actuel (Z 91) et la "pelote" de mousse (Z 92 I et II) qui pousse dans la source incrustante.

* Séance n° 521 du 18 novembre 1982.

** Département de Géographie de l'Université de Caen et ERA 684 du C.N.R.S.; LA 141 et ERA 684 du C.N.R.S.

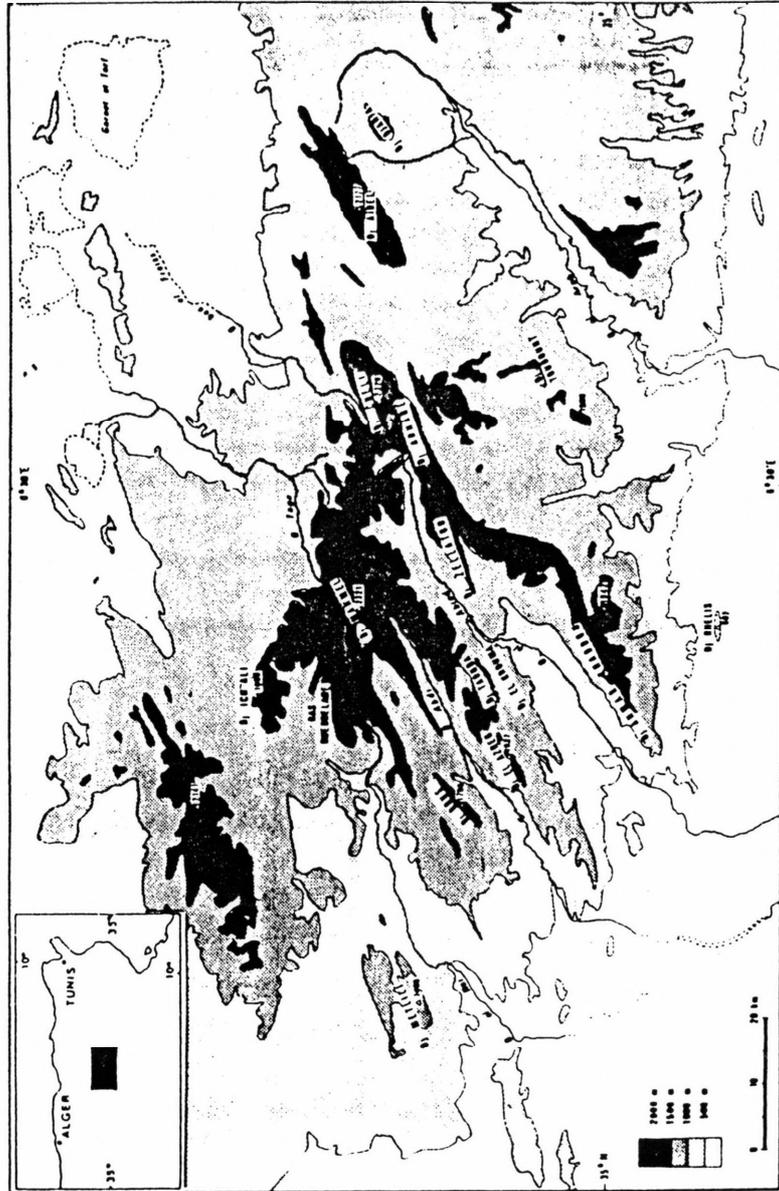


Fig. 1 - Le relief des Aurès

1 - LES ECHANTILLONS ET LEUR TRAITEMENT

1. Les caractéristiques des échantillons

Les échantillons ont été prélevés à Sidi-Masmoudi (34°51' N - 6°19' E) à 200 m d'altitude. Les suintements qui construisent le minuscule travertin actuel sortent des calcaires éocènes du versant sud du djebel Rheliss (602 m), dans la cluse de l'oued Grabia, quelques mètres au-dessus du lit majeur (fig. 1).

Nous avons prélevé successivement 4 échantillons : Z 61, Z 91, Z 92 I et Z 92 II. Le travertin subactuel, Z 61, prélevé le 11 août 1977, était blanc à beige-marron, parfois plus ou moins verdâtre en surface, de texture plutôt fine, déjà légèrement consolidé, mais encore malléable. Après séchage au laboratoire, l'échantillon, qui pesait 42 g en mars 1980, apparaissait craquelé et englobait des débris de racines.

L'échantillon de travertin actuel, Z 91, prélevé le 12 mai 1980, pèse 23 g. Il est constitué d'un dépôt moins consolidé que le précédent, argileux, de teinte verte, recouvert de mousses. Au laboratoire, il était encore humide en juillet 1980.

Z 92 I et II ont été également prélevés le 12 mai 1980. Il s'agit de la végétation qui pousse près de la source incrustante : une "pelote" de mousse et son substratum d'argile beige jaunâtre. Ce matériau n'étant pas homogène, n'a pas été pesé.

2. La technique d'extraction des pollens

On a utilisé la technique dite "classique" :

- addition d'eau au sédiment déjà pesé dans une boîte en plastique pour observer sa réaction : délitage, mise en évidence de graines, de racines ...;
- élimination du calcaire par addition d'HCl à 50 %, petit à petit (pour mieux maîtriser l'effervescence) et jusqu'à cessation de l'effervescence;
- décantation sous hotte et lavages à l'eau;
- attaque de la silice par HF à 70 % (sous hotte ventilée);
- lavages à l'eau et décantation;
- transformation des fluorures en chlorures par action de HCl pur à froid (sous hotte);
- lavages à l'eau et décantations successives;
- centrifugation et lavages à l'eau;
- alcalinisation du culot de centrifugation par KOH à 10 %;
- coloration à la fuchsine basique et observation au microscope de la préparation montée entre lame et lamelle.

Cette technique est préférable à celle des liqueurs lourdes dans le cas de sédiments pauvres comme les travertins des Aurès, car elle garantit la conservation de la totalité des pollens et spores dans le culot d'extraction.

Selon les échantillons, des variantes ont dû être apportées. Pour Z 61, après action de HCl à 50 %, il a fallu séparer l'échantillon en une fraction grossière et une fraction fine. Pour Z 92, il a fallu procéder autrement, compte tenu de sa richesse en matière organique. Après destruction du calcaire, lavages et ébullition dans KOH à 10 %, on a filtré le sédiment sur un tamis de 250 microns. Le filtrat (Z 92 I), lavé à plusieurs reprises, a été acidifié par HCl, puis traité comme les autres échantillons. Le lavage de la matière organique a fourni Z 92 II, qui a été centrifugé et coloré et dont on a compté deux lames avant le reste du culot.

II - LES ANALYSES POLLINIQUES

1. La conservation des pollens

Très généralement, les pollens sont en bon état puisque le nombre d'abimés indéterminables ne dépasse pas 8 % des pollens et spores déterminables. Cependant, on constate que ceux conservés sur la pelote sont tous déterminables.

La technique de traitement joue un rôle important sur la fossilisation artificielle des pollens et des spores. En effet, ceux des échantillons Z 61, Z 91 et Z 92 I apparaissent "fossilisés" au microscope et les sporanges éclatés sont très nombreux, libérant une quantité énorme de spores, bien que nous n'ayons pas utilisé l'acétolyse de G. ERDTMAN. Par contre, dans Z 92 II, avant action de HF à 70 %, on a observé que les pollens étaient encore pleins de leur contenu cytoplasmique et que de nombreux sporanges restaient entiers. On peut donc penser que HF à 70 % a une action "fossilisante" sur les pollens et les spores frais.

2. Différences qualitatives et quantitatives

Qualitativement, Z 61 est le plus riche, à la fois en genres (26) et en familles (18). A l'autre extrémité, Z 92 II ne compte que 7 genres et 6 familles : la bonne conservation des pollens s'accompagne d'un appauvrissement considérable du spectre. Somme toute, il apparaît un gradient dans le sens de la lapidification : plus le travertin est consolidé, plus les pollens y sont concentrés et variés.

A l'échelle des taxons les plus représentés, on constate que, soit *Artemisia* (Z 91, Z 92 I), soit les Amaranthacées-Chénopodiacées (Z 61, Z 92 II) constituent le plus gros contingent, suivies des Crucifères, sauf dans Z 61 où *Phoenix dactylifera* apparaît en deuxième position. A cette exception près, les ar-

bres n'apparaissent qu'en quatrième position, avec *Pinus sp.* (Z 91) ou *Olea europea* (Z 92 11).

Considérons maintenant les regroupements opérés dans le tableau ci-joint, en fonction du domaine d'origine des pollens. Les pollens allochtones restent très marginaux (de 0 à 0,5 %), et encore faut-il préciser que *Taxus baccata* pousse dans les Aurès. Les pollens méditerranéens représentent environ 10 % du total (8 à 11 %), sauf sur la pelote de végétation proche du travertin (Z 92 11). Les pollens méditerranéens pré-sahariens et saharo-montagnards représentent environ 50 % du total dans Z 91 et Z 92 1, mais beaucoup moins à la fois dans Z 91 (12 %) et dans Z 92 11 (21 %). Les pollens du Sahara central et du Nord-Sahara représentent entre 1/4 et 1/3 de l'ensemble (minimum dans Z 91 : 22 %). Les ubiquistes varient de 11 % (Z 91) à 21 % (Z 61) et les plantes cultivées de 1,5 à 12 % (Z 61).

3. Les causes des différences qualitatives et quantitatives

Sans même envisager les associations et formations végétales qui entourent le travertin, on peut penser que la période de floraison et la quantité de pollens émise dans l'atmosphère par chaque espèce végétale, d'une part, et le régime des vents, d'autre part, interviennent dans la pluie pollinique.

a - le rôle de la période de floraison

Les prélèvements Z 91 et Z 92 ayant été effectués à la mi-mai, on peut envisager une sur-représentation des plantes qui fleurissent au printemps. Parmi les arbres, c'est le cas de *Pinus halepensis*, de *P. pinaster*, des *Quercus*, d'*Olea europea*, des Juniperoïdés et de *Phoenix dactylifera*. On peut distinguer trois cas : celui des Juniperoïdés, celui d'*Olea europea* et celui de *Pinus halepensis* et *Phoenix dactylifera*. Les Juniperoïdés atteignent leur maximum absolu dans Z 92 1, montrant la nette influence de la période de floraison. *Olea europea* est beaucoup mieux représenté, en nombre absolu, dans Z 92 1 que dans Z 61, mais la proportion ramenée au total des pollens comptés est comparable. Dans le cas de *Pinus halepensis* et de *Phoenix dactylifera*, les proportions dans Z 92 1 sont inférieures à celles de Z 61. De la même façon, *Cedrus atlantica*, qui fleurit en automne, est aussi faiblement représenté dans Z 61 que dans Z 92 1. Donc l'influence de la période de floraison semble très faible en ce qui concerne les arbres, du moins dans ce cas.

b - le rôle du vent

Il est très difficile à apprécier, faute d'une connaissance précise des variations de son orientation et de son intensité au cours de l'année. A titre d'hypothèse, on peut envisager que, comme à Biskra, les vents de secteur NW sont dominants pendant l'année et surtout pendant la saison fraîche (octobre à

avril), alors qu'en été dominant les vents du Sud (BALLAIS et al., 1979). Cependant, l'influence des vents de NW doit être plus faible qu'à Biskra, en raison de l'obstacle orographique constitué par les Aurès. Dans ces conditions, on devrait s'attendre à une sur-représentation des pollens issus des formations et associations végétales septentrionales, particulièrement pour les espèces ou les genres qui fleurissent au printemps, et surtout dans les échantillons Z 91 et Z 92. Inversement, Z 61 pourrait se caractériser par une sur-représentation des espèces sahariennes, plus méridionales.

III - POLLENS, FORMATIONS ET ASSOCIATIONS VEGETALES ACTUELLES

1. Formations et associations proches du travertin

De la plus proche à la plus lointaine, on peut distinguer quatre associations végétales.

a - L'association du travertin et de ses abords

Elle pousse sur le travertin en cours de construction ou à quelques centimètres seulement. Elle est composée de mousses, de Graminées et d'une fougère. Cette dernière est représentée très abondamment par des spores (sauf dans Z 91) et aussi des sporanges (dans Z 92). Les Graminées sont présentes dans les quatre échantillons.

On peut donc considérer que la flore du travertin est bien représentée dans ce dernier.

b - L'association du bord de l'oued Grabia

A quelques mètres en contrebas des suintements, elle se caractérise par *Nerium oleander*, *Typha sp.*, *Juncus sp.* et *Ziziphus lotus*. Seuls *Typha sp.* (Z 61 et Z 91) et *Nerium oleander* (Z 91) ont fourni des pollens et en très faible quantité. On peut supposer que la plus grande partie des pollens de cette association a été entraînée par l'oued vers l'aval. D'autre part, la cluse de l'oued Grabia n'est pas favorable à des vents ascendants qui pourraient redistribuer ces pollens.

c - La steppe

Cette formation végétale s'étend sur toute la périphérie du travertin et assez largement dans toutes les directions, en particulier vers le Sud. Elle fournit les pollens les mieux représentés dans le travertin, en particulier *Artemisia sp.* et les Amaranthacées-Chénopodiacées dont le total varie de 33,7 % (Z 61) à 67 % (Z 91).

d - La palmeraie

Elle est distante de quelques centaines de mètres, vers le Sud, mais des palmiers poussent à proximité du travertin. Outre *Phoenix dactylifera*, sont cultivés des Rosacées (pêcher, abricotier), le figuier, l'oranger, le grenadier. Poussent également, dans les haies, *Opuntia sp.* et d'autres Rosacées (ronce, églantine). *Phoenix dactylifera* est représenté dans les quatre échantillons, mais très irrégulièrement (de 1 à 86 pollens); les autres genres ou familles sont absents. Une explication peut être avancée, en liaison avec le régime des vents : en août, les vents dominants viennent probablement du Sud, apportant des pollens abondants de *Phoenix dactylifera* (Z 61), alors qu'au mois de mai, au moment où le palmier fleurit, la prédominance des vents du Sud n'est pas encore établie et la pluie pollinique plus faible (Z 91, Z 92).

2 - Formations et associations éloignées

a - Le matorral

Situé à 3 ou 4 km, il couvre le piedmont des Aurès, au Nord de Sidi-Masmoudi. Outre *Ziziphus lotus* représenté déjà en bordure de l'oued Grabia, il se caractérise par *Juniperus phoenicea* et *Rhamnus sp.* Une Rhamnacée n'a fourni qu'un pollen dans Z 61, par contre, les Juniperofédés en ont fourni dans tous les échantillons, particulièrement dans Z 92 1.

b - Les forêts claires

- La forêt claire de l'Ahmar Khaddou et des Beni Imloul, 10 à 15 km au Nord de Sidi-Masmoudi (fig. 1), se distingue par la prédominance de *Pinus halepensis* accompagné de *Quercus ilex* et *Pistacia atlantica*. Le sous-bois comprend principalement *Rosmarinus (officinalis ?)*, *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba*.

En altitude, *Pinus halepensis* puis *Quercus ilex* et leur cortège disparaissent, remplacés, vers 1600 m, par *Juniperus thurifera* accompagné de *Bupleurum spinosum*.

Si *Pinus sp. (halepensis ?)* est bien représenté dans tous les échantillons, *Quercus sp.* et *Pistacia sp.* ont fourni très peu de pollens. N'ayant pas poussé la détermination des Labiées, Graminées, Umbellifères et Cupressacées au niveau des genres, nous ne savons pas si *Rosmarinus sp.*, *Stipa tenacissima*, *Bupleurum spinosum* et *Juniperus thurifera* participent effectivement à la flore pollinique du travertin étudié.

- La forêt claire de l'El Azreg, au NW, distante de 40 km, se caractérise surtout par l'association *Pinus halepensis* - *Quercus ilex* - *Cedrus atlantica*. Ce dernier est très peu représenté (1 pollen dans Z 61, 4 dans Z 92 1).

- Enfin, la forêt claire de l'Adel-Chenntgouma, distante de 80 km, au N-NE, a un faciès plus humide avec *Fraxinus xanthoxyloïdes*, *Phillyrea angustifolia*, *Acer monspessulanum*, *Cedrus atlantica* et *Taxus baccata*. Dans le sous-bois poussent *Evonymus europaeus*, *Hedera helix*, *Ruscus (aculeatus ?)*, peut-être des Ericacées et des Fougères. La participation de cette association aux pollens du travertin est très mineure : 2 pollens de *F. xanthoxyloïdes*, 4 de *Phillyrea* sp., 1 de *Taxus baccata*, 7 d'Ericacées.

3. Conclusions

Dans le milieu méditerranéen aride de Sidi-Masmoudi, ce sont les pollens de la steppe environnante qui se déposent préférentiellement dans le travertin en cours de dépôt. Les pollens et les spores des plantes participant à la construction du travertin sont bien représentés, en particulier les Fougères qui sont sur place et qui, par l'abondance de leurs sporanges, provoquent une sur-représentation des spores.

Par contre, les associations éloignées de quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres sont peu représentées, encore que leur présence doive beaucoup au régime probable des vents dominants de secteur Nord. Enfin, les pollens allochtones constituent un groupe infime.

En somme, la fiabilité des analyses polliniques pour la reconstruction des associations et formations végétales, d'une part, et pour celle des paléoclimats, d'autre part, est donc meilleure, dans un milieu méditerranéen aride comme celui de Sidi-Masmoudi, que dans le milieu hyperaride saharien (VAN CAMPO, 1975; COUR et DUZER, 1976). Cela confirme, en particulier, la validité des conclusions paléoclimatiques tirées dans des travaux antérieurs sur les associations caractéristiques de bioclimats plus humides que l'actuel au moment de la formation de glaciaires en Tunisie méridionale (BALLAIS, 1973) ou de terrasses dans les Aurès (BALLAIS et COHEN, 1981), dans des bioclimats actuellement arides. De ce point de vue, les spectres polliniques constituent un apport décisif à la connaissance des systèmes d'érosion biomorphoclimatiques quaternaires.

D'un autre côté, notre étude montre tout l'intérêt des travertins en tant que piège à pollens, ainsi que l'avait déjà montré COUTEAUX (1969) et, en particulier, que, à condition d'éliminer les travertins de cascades, leur cortège pollinique est un reflet fidèle des associations et formations végétales régionales. Enfin, la fiabilité des spectres polliniques provenant d'échantillons de mousses (HEIM, 1971) peut être étendue au milieu aride méditerranéen.

Cependant, et afin de permettre des conclusions plus affinées encore, il est nécessaire de poursuivre des recherches dans plusieurs directions, en particulier le régime des vents et la quantité de pollen produite par chaque genre ou espèce de plantes.

| | Z 61 | Z 91 | Z 92 I | Z 92 II |
|--|-------|------|--------|---------|
| <u>Pollens allochtones</u> | | | | |
| <i>Carpinus sp.</i> | | | 1 | |
| <i>Myrica sp.</i> | 1 | | | |
| <i>Alnus sp.</i> | | 1 | | |
| <i>Taxus baccata ?</i> | 1 | | | |
| <i>Hyphaene thebaïca</i> | 1 | | | |
| <u>Pollens méditerranéens</u> | | | | |
| <i>Pinus sp. (halepensis ?) (Abiétacées)</i> | 24 | 11 | 22 | 3 |
| cf. <i>Cedrus</i> (Abiétacées) | 1 | | 4 | |
| <i>Quercus sp.</i> (Fagacées) | 1 | 1 | 3 | |
| <i>Quercus</i> ("type <i>ilex-coccifera</i> ") | 1 | 1 | 4 | 1 |
| <i>Olea europea</i> (Oléacées) | 11 | | 27 | 5 |
| <i>Frasinus xanthoxyloides</i> (Oléacées) | | 1 | | 1 |
| <i>Phillyrea sp.</i> (Oléacées) | cf. 1 | 3 | | |
| <i>Salix sp.</i> (Salicacées) | | | 1 | |
| Oléacées | | | 6 | 1 |
| <i>Erica sp.</i> (Ericacées) | 3 | | 4 | |
| <u>Pollens méditerranéens présahariens et saharo-montagnards</u> | | | | |
| <i>Artemisia sp.</i> | 37 | 133 | 332 | 11 |
| Cupressacées (Juniperoïdées) | 6 | 3 | 26 | 1 |
| <i>Rhus sp.</i> (Anacardiacées) | 1 | 4 | 7 | |
| <i>Pistacia sp.</i> (Anacardiacées) | 1 | 1 | | |
| <i>Myrtus sp.</i> | | 1 | | |
| Myrtacées | 2 | | | |
| Rhamnacées | 1 | | | |
| <u>Pollens du Sahara central et du Nord-Sahara</u> | | | | |
| <i>Ephedra</i> (type " <i>fragilis-altissima</i> ") (Gnétacées) | 3 | 2 | 6 | 2 |
| Composées liguliflores | 4 | 5 | 12 | |
| <i>Moltkia ciliata</i> (Boraginacées) | 1 | | | |
| <i>Trichodesma sp.</i> | | 3 | | |
| <i>Echium sp.</i> | | 1 | | |
| Boraginacées | | | 1 | |
| <i>Tamarix sp.</i> (Tamaricacées) | 3 | | 1 | |
| <i>Plantago sp.</i> (Plantaginacées) | 14 | 6 | 17 | |
| <i>Rumex sp.</i> (Polygonacées) | 1 | | 2 | |

| | Z 61 | Z 91 | Z 92 I | Z 92 II |
|--|------|------|--------|---------|
| Plombaginacées | 1 | | | |
| <i>Asphodelus sp.</i> (Liliacées) | 1 | 1 | | |
| Malvacées | 1 | | | |
| <i>Helianthemum</i> (Cistacées) | 1 | | 2 | |
| <i>Cistus sp.</i> (Cistacées) | | | 3 | |
| Scrophulariacées | 4 | | | |
| <i>Ribes sp.</i> (Saxifragacées) | 1 | | | |
| Amar. - Chénopodiacées | 99 | 36 | 178 | 16 |
| Amar. - Caryophyllacées | 2 | | | |
| Orobanchacées | | | 1 | |
| <u>Pollens de plantes ubiquistes</u> | | | | |
| <u>(en Afrique du Nord)</u> | | | | |
| Graminées | 28 | 10 | 32 | 3 |
| Cypéracées | 2 | | 1 | |
| Crucifères | 21 | 12 | 69 | 7 |
| Composées tubuliflores | 16 | 3 | 17 | |
| Labiées | 1 | 3 | | |
| <i>Mercurialis sp.</i> (Euphorbiacées) | 2 | | 6 | |
| <i>Euphorbia sp.</i> | | | 1 | |
| Légumineuses (Papilionacées) | 1 | | 2 | 1 |
| <i>Eryngium</i> (Ombellifères) | 2 | | | |
| Ombellifères | 6 | | 5 | |
| Urticacées | 1 | | 1 | |
| <i>Lythrum sp.</i> (Lythracées) | 1 | | | |
| Caryophyllacées | 2 | | | |
| <i>Typha sp.</i> (Typhacées) | 1 | 1 | | |
| <i>Nerium oleander</i> (Apocynacées) | | 2 | | |
| <u>Pollens de plantes cultivées ?</u> | | | | |
| <i>Phoenix dactylifera</i> (Arécacées) | 84 | 1 | 26 | 2 |
| <u>Pollens indéterminés</u> | | | | |
| | 4 | 3 | 4 | 3 |
| <u>Nombre total de pollens déterminables comptés</u> | | | | |
| | 400 | 252 | 812 | 57 |
| <u>Spores de Ptéridophytes (spores trilètes)</u> | | | | |
| | 268 | | 2 183 | 145 |
| <u>Nombre total de pollens et spores</u> | | | | |
| <u>déterminables comptés</u> | 668 | 252 | 2 995 | 209 |
| <u>Pollens abimés indéterminables</u> | 39 | 22 | 58 | |

TABLEAU I - Spectres polliniques du travertin de Sidi-Masmoudi

BIBLIOGRAPHIE

- BALLAIS J.-L., 1973 - Données nouvelles sur le Pléistocène récent de la Tunisie méridionale. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, t. 64, fasc. 3 et 4, Alger, pp. 129-149.
- BALLAIS J.-L., 1981 - Recherches géomorphologiques dans les Aurès (Algérie). Thèse de Doctorat ès-Lettres, Paris I, A.N.R.T., 2 t., 626 p. + XIII cartes h.t.
- BALLAIS J.-L., MARRE A. et ROGNON P., 1979 - Périodes arides du Quaternaire récent et déplacement des sables éoliens dans les Zibans (Algérie). Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn., (2), vol. 21, fasc. 2, pp. 97-108.
- BALLAIS J.-L. et COHEN J., 1981 - Intérêt morphogénétique et paléoclimatique de travertins des Aurès (Algérie). Actes Colloque A.G.F., Formations carbonatées externes. Paris, Ass. Franç. de Karstologie, Mémoire n° 3, pp. 37-44.
- COUR P. et DUZER D., 1976 - Persistance d'un climat hyperaride au Sahara central et méridional au cours de l'Holocène. Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn. (2), vol. XVIII, fasc. 2-3, pp. 175-198.
- COUTEAUX M., 1969 - Formation et chronologie palynologique des tufs calcaires du Luxembourg belgo-grand-ducal. Bull. Ass. Franç. Etude Quat., pp. 179-206.
- HEIM J., 1971 - Etude statistique sur la validité des spectres polliniques provenant d'échantillons de mousses. Lejeunia, nouvelle série, n° 58, pp. 1-34.
- VAN CAMPO M., 1975 - Pollen analyses in the Sahara, in "Problems in Prehistory North Africa and the Levant", F. Wendorf and A.E. Marks edit., Southern Methodist Univ. Press, Dallas, pp. 45-64.