



HAL
open science

Intérêt morphogénétique et paléoclimatique des travertins des Aurès (Algérie)

Jean-Louis Ballais, Jacqueline Cohen

► **To cite this version:**

Jean-Louis Ballais, Jacqueline Cohen. Intérêt morphogénétique et paléoclimatique des travertins des Aurès (Algérie). Formations carbonatées externes, tufs et travertins, 1981, Paris, France. pp.23-34. hal-01543274

HAL Id: hal-01543274

<https://amu.hal.science/hal-01543274>

Submitted on 20 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.

INTERET MORPHOGENETIQUE ET PALEOCLIMATIQUE
DES TRAVERTINS DES AURES (ALGERIE)

par J.L. BALLAIS* et J. COHEN**

Abstract : "MORPHOGENETIC AND PALEOCLIMATIC INTEREST OF THE TRAVERTINES OF AURES MOUNTAINS (ALGERIA).

Travertines can occupy two different positions, in succession of forms and formations which appear during a morphoclimatic sequence on the southern side of Aurès mountains (Algeria).

Travertines are placed either at the base of the major accumulation (terrace, alluvial fan), it means, after a major cutting, or, like calcareous crusts, they mould a minor cutting grown hollow at the expense of a pediment, at the end of the accumulation.

Studies of paleo fauna and especially paleo flora (prints of leaves and principally pollen grains) which are present in these travertines permit to imagine that the conditions of their deposition were little more humid than in the present.

It seems, with the combination both of morphogenetic and paleoclimatic indications, that the travertines of Aurès mountains had been formed at the end of the small cutting of Catapluvial and particularly at the end of the major cutting of the Arid, during the Anapluvial.

Très peu nombreux et couvrant des étendues très faibles, les travertins se localisent surtout sur le versant méridional du massif. Au Nord, il faut atteindre le piémont méridional du Kef Gouriret, au-delà de la Garaet et Tarf (fig.1), pour en retrouver. Leur principal intérêt réside, d'une part, dans leurs rapports avec les terrasses et les glacis et, d'autre part, dans les paléoflores et paléofaunes qu'ils contiennent.

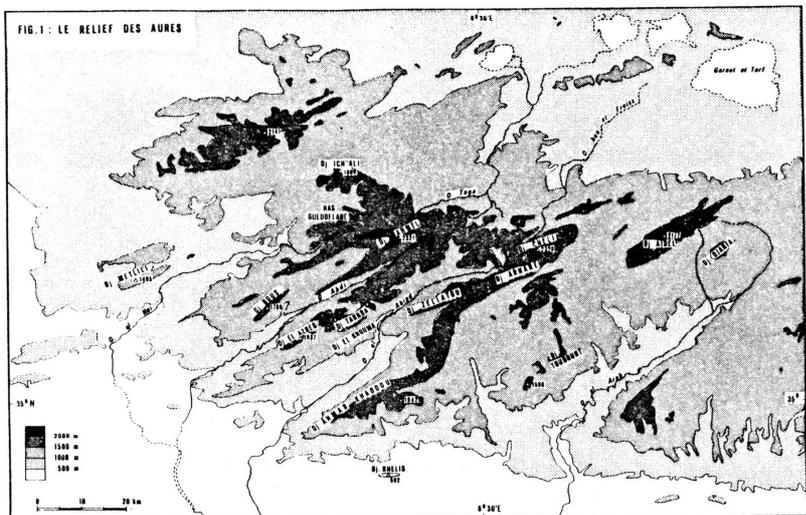
I - TRAVERTINS, TERRASSES ET GLACIS :

1 - Position des travertins par rapport aux terrasses :

a - A El Barania, cote 365, au Sud du bassin de Djemorah, en bordure de l'oued el Kenitra (x = 777,5, y = 198,9), la coupe est la suivante (fig.2), de bas en haut :

* Département de Géographie de l'Université de Caen et E.R.A. 684 du C.N.R.S.

** L.A. 141 et E.R.A. 684 du C.N.R.S.



- . (1) argiles, grès et conglomérats miocènes, rouges, à pendage Nord,
- . (2) argiles sableuses grises, contenant quelques coquilles de *Leucochroa candidissima* et *Rumina decollata* (épaisseur : 1,50 m),
- . (3) travertin gris-brun-noirâtre, finement lité, à empreintes de tiges et de racines, surmonté de concrétions calcaires globuleuses gris-souris, peu denses, à nombreux petits conduits. (épaisseur : 0,20 à 0,30 m),
- . (4) argiles sableuses gris-noir, riches en matière organique, contenant un fragment d'os long et des coquilles de *Rumina decollata* (épaisseur : 1,50 m),
- . (5) travertin beige-brun, cohérent, vacuolaire (épaisseur : 0,20 m),
- . (6) galets à patine beige, en vrac ou en lentilles, dans une matrice sablo-limo-neuse beige (épaisseur : 0 à 0,50 m).

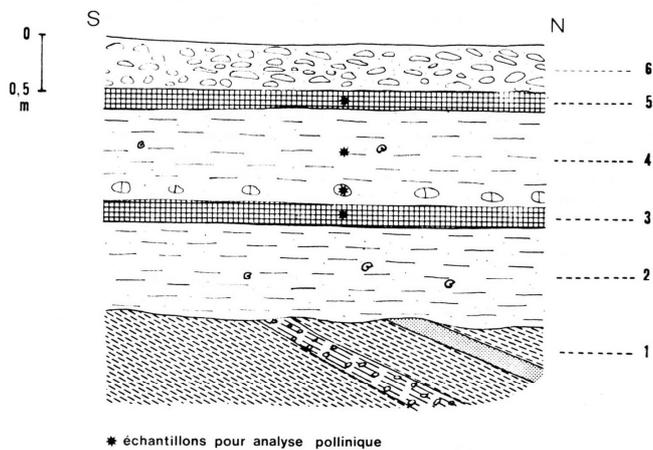


Fig. 2 - Coupe des dépôts palustres et travertins d'El Barania.

Quelques dizaines de mètres à l'amont, les dépôts 4, 5 et 6 reposent directement sur le substratum (1).

Les dépôts travertineux et palustres, ces derniers particulièrement développés, se situent donc à la base de la terrasse, qui est la seconde au-dessus du lit majeur.

b - Un autre cas fort intéressant est représenté sur le piémont Nord du dj. Aslef (x = 806,7, y = 205,2), vers 1 000 m d'altitude, juste à l'amont de la water-gap par laquelle l'oued qui draine Tafrinnt franchit une barre de calcaire céno-manien. Là, s'est développé un cône de déjection qui montre la coupe suivante :

- à la base, des travertins à niveaux hydromorphiques, fins, brun-noir, et lentilles de galets, ainsi que fragments de coquilles brisées de Gastéropodes (épaisseur : 2 m),
- au-dessus, des limons orangés à lentilles de galets, surtout abondantes au sommet (épaisseur : 12 à 15 m).

Cette coupe montre que, de même qu'à El Barania, le travertin est contemporain du début de l'accumulation. Comme l'étude des rapports entre les cônes alluviaux-cônes de déjection et les terrasses montre la simultanéité des apports latéraux et longitudinaux, il se confirme que le travertin est contemporain du début de l'élaboration d'une terrasse.

c - Dans d'autres cas, les rapports paraissent moins nets. Ainsi, à l'aval d'Aïn Bou Madjar (piémont Est du djebel Djahfa, altitude : 1 400 m), de nombreux travertins persistent, dont un qui enrobe les blocs et galets faiblement lités d'une terrasse et est recouvert d'un éboulis presque openwork.

2 - Position des travertins par rapport aux glacis :

Le seul cas où cette position a été observée se situe à Hammam Salahine (x = 771,5, y = 180) où les travertins sont connus depuis longtemps (G. Rolland, 1890, p. 126). Ils se situent en plein centre de la combe du djebel Bou Rhezal, vers 160 m d'altitude, au Nord-Ouest de Biskra. Ils s'étendent autour de l'ancien établissement de bains, en particulier au Nord et à l'Est, en gros parallèlement au crêt septentrional (M.F. Davie, A. Marre, 1977).

- Au Nord, la coupe synthétique est la suivante (fig. 3), de haut en bas, sur le substratum (1) de marnes jaunes (épaisseur : 3-4 m) :

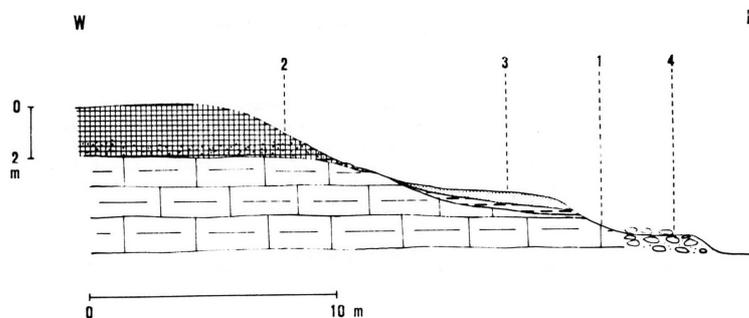


Fig. 3 - Coupe synthétique du travertin supérieur d'Hammam Salahine.

- . (2) travertin à patine noire, gréseux à la base, compact au milieu et riche en tubulures et empreintes de racines au sommet (épaisseur : 2 m),
- . (3) grès calcaire meuble sur un horizon à nodules calcaires (épaisseur : 0,50 m),
- . (4) lit majeur à galets grossiers ou efflorescences salines et joncs.

Ce travertin, au sommet, semble à une altitude intermédiaire entre celles des glaciers I et II et, parfois, un dépôt de galets anguleux s'est plaqué contre son versant Sud. Mais, vers l'aval, il s'est étendu sur la pente de raccord avec le replat à grès calcaire meuble. Plus à l'Est, il moule nettement les creux de la topographie d'un glacier. A d'autres endroits, il descend jusque dans les bas-fonds où il est recouvert d'efflorescences salines.

- Une autre coupe (fig. 4), avec un autre travertin, montre bien que ce type de formation occupe des entailles, des paléo-vallons entaillés dans les glacis, comme au Kef Sefiane (Y. Bellion, J.S. Magagnosc, 1980) :

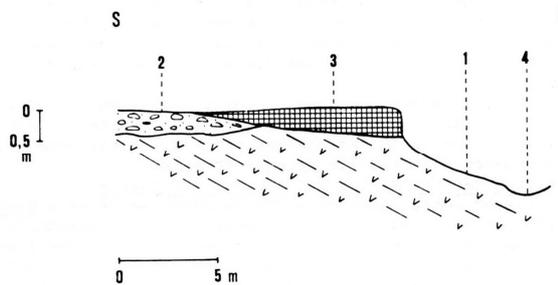


Fig. 4 - Rapports travertin-glacis à Hammam Salahine.

- . (1) à la base, argiles rouges gypseuses miocènes,
- . (2) couverture de glacis,
- . (3) travertin,
- . (4) oued actuel.

Conclusion : Dans la succession des formes et formations qu'on peut mettre en évidence lors d'une séquence morphoclimatique sur le versant méridional des Aurès, les travertins peuvent occuper deux positions différentes. Ou bien ils se placent à la base de l'accumulation majeure (terrasse, cône alluvial), c'est à dire après une entaille majeure, ou bien, comme les croûtes et encroûtements calcaires, ils moulent une entaille mineure creusée, aux dépens d'un glacis, à la fin de l'accumulation.

II - Paléoflores et paléofaunes des travertins :

Des recherches de pollens ont été effectuées dans les travertins et dépôts palustres de la terrasse II de l'oued el Kenitra (El Barania) ainsi que dans les travertins de Beni Ferah.

1 - Les travertins de Beni Ferah :

R. Laffitte (1939, p. 351-352) a, le premier, signalé l'existence de travertins dans le massif lui-même, en particulier à Beni Ferah, vers 890 m d'altitude. Une description sommaire en a été donnée (R. Guiraud, J-L. Ballais, 1975), mais il convient de la préciser.

En fait, ils sont formés de deux ensembles distincts. Sur le gigantesque bloc faillé ou glissé, constitué de calcaires maestrichtiens, où est construit Beni Ferah (Aïn Zaatout), on observe, à l'aval d'Aïn Foughala, 4 m de travertins horizontaux à empreintes de mousses et de racines, interstratifiés avec des niveaux hydromorphiques noirs, argileux, à traînées couleur rouille et coquilles d'Hélicidés très minces, très fragiles.

En dessous, sur une trentaine de mètres de dénivellation, les travertins se sont déposés sur quelques décimètres d'épaisseur sur le flanc du canyon de l'oued Tarhit-Guecha, en particulier au-dessus d'Aïn Mazert qui sourd dans le lit majeur. Cependant, ils s'arrêtent à environ 1 m au-dessus du lit de l'oued. C'est là que sont conservées les nombreuses empreintes de feuilles signalées par R. Laffitte (1939, p. 351). Compte-tenu de leur position, ces travertins peuvent dater du Pléistocène supérieur-Holocène. Ils seraient ainsi plus récents que ceux d'El Barania, ce que confirme l'allure de l'exine des pollens.

Deux prélèvements dans les travertins déposés sur les flancs du canyon ont donné quelques pollens (tableau I), après traitement de quantités considérables de matériel (190 g pour la prise 1, déterminations R. Bonnefille, Laboratoire de Géologie du Quaternaire du CNRS et 109 g pour la prise 2, déterminations J. Cohen) confirmant les variations considérables de concentration des pollens dans ce type de formation (J. Maley et al., 1970).

Tableau I - Pollens des travertins de Beni Ferah.

	Prise 1	Prise 2
<u>Pollens méditerranéens</u>		
Quercus sp. (Fagacées)	1 (?)	cf. 4
Quercus ("type <i>alex-coccifera</i> ")	-	1
Oléacées (non déterminées)	9	2
<i>Olea europea</i> (Oléacées)	-	18
<i>Ficus</i> sp.	1	-
<u>Pollens méditerranéens présahariens et saharo-montagnards</u>		
<i>Artemisia</i> sp.	1	16
Cupressacées (Juniperoïdées)	-	4
<i>Pistacia</i> sp. (Anacardiacées)	15	103 (au moins 2 espèces)
Réséacées	-	5
<u>Pollens du Sahara central et du Nord-Sahara</u>		
Composées liguliflores	-	4
<i>Echinum</i> sp. (Boraginacées)	-	1
<i>Tamarix</i> sp. (Tamaricacées)	-	cf. 2
<i>Plantago</i> sp. (Plantaginacées)	-	13
<i>Rumex</i> sp. (Polygonacées)	-	2
<i>Oryza sativa</i> (Convolvulacées)	-	1
<i>Cuscuta</i> sp. (Convolvulacées)	-	1
<i>Helianthemum</i> sp. (Cistacées)	-	2
Amar.-Chenopodiacées	3	18
Amar.-Caryophyllacées	-	1
<u>Pollens de plantes ubiquistes (en Afrique du Nord)</u>		
Graminées	5	7
Liliacées (genres non précisés)	-	2
Crucifères	-	4
Composées (tubuliflores)	1	7
<i>Mercurialis</i> sp. (Euphorbiacées)	-	1
<i>Lotus</i> sp. (Papilionacées)	-	3
<i>Elyngium</i> sp. (Ombellifères)	-	1
Ombellifères (genres non précisés)	-	1
Urticacées	-	7
<i>Capparis</i> sp.	-	1
<i>Asperugo</i> sp. (Boraginacées)	-	1
Caryophyllacées	-	2
cf. <i>Impatiens</i> sp. ? (Balsaminacées)	-	1
<u>Pollens indéterminés</u>	3	3
<u>Nombre total de pollens déterminables comptés</u>	40	239
<u>Spores de Pteridophytes (spores trilètes)</u>		
	-	1
<u>Nombre total de pollens et spores déterminables comptés</u>	40	240
<u>Pollens abimés indéterminables</u>		18

Ces échantillons apparaissent riches en pollens d'arbres, Pistacia principalement, mais aussi des Oléacées, un Ficus, des Quercus, un cf. Tamarix. Les Cupressacées sont aussi représentées. Par contre, Artemisia est peu abondante, surtout dans la prise 1, de même que les Graminées.

Parmi les empreintes de feuilles, trois ont pu être déterminées (par C. Ginieis, Laboratoire de Paléobotanique, Muséum National d'Histoire Naturelle) : une de Corylus avellana (presque certaine), une d'Hedera (peut-être Hedera helix) et peut-être une d'Acer.

Dans les travertins horizontaux, les prélèvements pour analyse pollinique sont restés stériles, mais un niveau de sable et de graviers contenait une M3 de Gazella sp. voisine, par sa taille, de Gazella tingitana ARAMBOURG ou de Gazella rufina THOMAS (détermination H. Thomas, Laboratoire de Paléontologie, Muséum National d'Histoire Naturelle). Ils contiennent aussi une faune malacologique d'Otala punica, Leucochroa candidissima forme cf. typica, Ferussacia eremiophila et, surtout, Helix aspersa (déterminations H. Chevallier, Laboratoire de Malacologie, Muséum National d'Histoire Naturelle), ainsi que Rumina decollata et Helicella sp.

La flore indiquée par les pollens suppose des conditions un peu plus humides que l'Actuel, en particulier, les arbres (Pistacia et Quercus surtout) supposent des précipitations de l'ordre de 350 à 400 mm (S. Djebaili, 1978, p. 178-181). Or, actuellement, Beni Ferah se trouve à la limite de la steppe à Artemisia et Stipa tenacissima et du matorral à Juniperus phoenicea, Stipa tenacissima, Rosmarinus et Thymus. Plus haut, vers 100 - 150 m, apparaissent, en position d'abri, quelques Pistacia atlantica. Il faut monter à 200 m pour trouver une forêt claire de Pistacia atlantica et Quercus ilex, avec une strate arbustive de Juniperus phoenicea et oxycedrus, et une strate buissonnante d'Erinacea pungens et Bupleurum spinosum sous laquelle poussent la Mauve et le Lamier. La composition floristique de cette forêt, à l'exception des Oléacées qui pourraient indiquer un climat assez doux, paraît très comparable à la palynoflore des travertins. On pourrait donc imaginer à Beni Ferah, au moment du dépôt de ces travertins, des précipitations de l'ordre de 400 mm/an, c'est à dire celles qui tombent actuellement vers 100 m d'altitude, contre 270 mm à 900 m, soit un climat subhumide à hivers doux à la place du climat aride actuel, selon la classification de L. Emberger (1971). La présence de genres steppiques, d'Artemisia en particulier, pourrait indiquer l'existence d'une steppe dans le val d'El Kantara, le gradient pluviométrique étant plus fort qu'actuellement. On pourrait objecter que l'image donnée par la pluie pollinique n'est pas celle de la végétation en place, mais d'autres recherches menées sur le même versant méridional des Aurès montrent qu'il n'en est rien (J-L. Ballais, J. Cohen, sous presse).

Les empreintes de feuilles indiquent un climat plus franchement tempéré (C. Ginieis, in litteris). La contradiction apparente provient de la localisation étroite des arbres représentés, à proximité immédiate des travertins en cours d'édification, par opposition à la pluie pollinique qui donne une image plus fidèle de l'ensemble de la végétation de la combe de Beni-Ferah. On peut imaginer ces espèces, exigeantes en humidité, voire en ombre, juste au bord des sources, en position d'abri dans le canyon. Elles indiquent, cependant, une augmentation forte de l'humidité et, probablement, une diminution de la température par rapport à l'Actuel.

La malacofaune fossile présente moins d'intérêt car toutes les espèces représentées vivent encore à Beni Ferah et, d'autre part, on sait que l'utilisation de ce type de faune reste délicate (L. Ginsburg, 1973). Cependant, Helix aspersa, le "petit gris", est un bon indicateur d'une forte humidité locale (D. Lubell et al., 1975). D'après les observations de l'un de nous (J-L. B.), aussi bien dans les Aurès que dans les Nementchas, ce serait le cas aussi, à un moindre degré, de Rumina decollata.

Enfin, si la Gazelle représentée est *Gazella tingitana*, ce serait une indication supplémentaire du caractère forestier du milieu (C. Arambourg, 1969-1970).

2 - Les travertins de la terrasse II de l'oued el Kenitra (El Barania) : De tous les échantillons prélevés (fig. 2), seul celui du travertin supérieur contient des pollens (tableau II).

<u>Pollens alloctones</u>	
<i>Aesculus hippocastanum</i> (Hippocastanacées)	1
<u>Pollens méditerranéens</u>	
<i>Pinus</i> sp. (<i>halensis</i> ?) (Abiétacées)	13
cf. <i>Cedrus</i> (Abiétacées)	1
<i>Quercus</i> sp. (Fagacées)	4
<i>Quercus</i> ("type <i>ilex cocciifera</i> ")	3
<i>Olea europea</i> (Oléacées)	10
<i>Phillyrea</i> sp. (Oléacées)	3
<i>Erica</i> sp. (Ericacées)	1
<u>Pollens méditerranéens présahariens et saharo-montagnards</u>	
<i>Artemisia</i> sp.	94
Cupressacées (Juniperoïdées)	17
Cupressacées (non déterminées)	1
<u>Pollens du Sahara central et du Nord-Sahara</u>	
<i>Ephedra</i> (type " <i>fragilis-altissima</i> ") (Gnetacées)	4
<i>Ephedra</i> (type " <i>dilatata</i> ")	1
Composées liguliflores	8
<i>Echium</i> sp. (Boraginacées)	1
<i>Tamarix</i> sp. (Tamaricacées)	1
<i>Plantago</i> sp. (Plantaginacées)	18
<i>Rumex</i> sp. (Polygonacées)	3
Amar-Chénopodiacées	68
<u>Pollens de plantes ubiquistes (en Afrique du Nord)</u>	
Graminées	8
Cypéracées	1
Crucifères	6
Composées tubuliflores	17
Légumineuses (Papilionacées)	1
<i>Eryngium</i> sp. (Ombellifères)	1
Ombellifères (genres non précisés)	1
Renonculacées	1
<u>Pollens de plantes cultivées (?)</u>	
<i>Phoenix dactylifera</i>	1
Papavéracées	2
<u>Nombre total de pollens déterminables comptés</u>	291
<u>Spores de Bryophytes</u>	
<i>Lycopodium</i> sp.	8
<u>Nombre total de pollens et spores déterminables comptés</u>	299
<u>Pollens abimés indéterminables</u>	106

Tableau II - Pollens de la terrasse II de l'oued el Kenitra (El Barania).

Si la proportion d'arbres méditerranéens reste comparable à celle de la prise 2 de Beni Ferah, par contre, *Pistacia* disparaît. Surtout, les proportions d'*Artemisia* (38%) et des Amaranthacées-Chénopodiacées (23%) indiquent l'existence d'une steppe. La végétation actuelle est aussi une steppe mais très rase, avec *Nerium oleander* et *Phoenix dactylifera* dans les oueds, et plus sèche que celle indiquée par l'ensemble des pollens. On peut donc penser que, au moment où la terrasse II allait se former, le climat était un peu plus humide qu'actuellement. En particulier, la forêt de *Pinus halepensis*, *Quercus ilex* et *Cedrus atlantica* du djebel el Azreg, aujourd'hui à 20 km du site et 1 000 à 1 200 m d'altitude au minimum, devait s'étendre plus bas et plus au Sud.

Conclusion : Les principaux travertins du versant méridional des Aurès se sont donc déposés dans des conditions un peu plus humides que l'Actuel, même si quelques rares et minuscules amas se constituent actuellement, par exemple à Sidi Mas-moudi (J-L. Ballais, J. Cohen, sous presse).

En combinant les indications morphogénétiques et paléoclimatiques, on peut

donc penser que les travertins des Aurès se sont formés à la fin de la petite entaille du Catapluvial et, surtout, à la fin de la grande entaille de l'Aride, lors de l'Anapluvial.

Bibliographie :

- ARAMBOURG C. (1969-1970) : Les vertébrés du Pléistocène de l'Afrique du Nord. Arch. Muséum Nat. Hist. Nat., 7ème série, t. X, p. 1-126.
- BELLION Y., MAGAGNOSC J.S. (1980) : Les travertins du Kaf Safiana, extrémité occidentale des Monts de Batna-Bellazma. Position et signification dans le contexte morphogénétique régional. Sous presse.
- BRUN A. (1979) : Recherches palynologiques sur les sédiments du Golfe de Gabès : résultats préliminaires. Géol. Médit., t. VI, n° 1, p. 247-264.
- COUR P., 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, p. 175-198.
- DAVIE M.F., MARRE A. (1977) : Le piémont Sud du djebel Bou Rhezal (Observations et levé de reconnaissance géomorphologiques). Dépt. Géogr. Tech., Univ. de Constantine, 10 p., multigr.
- DJERAILI S. (1978) : Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des Hautes Plaines stéppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Sc., Montpellier, 229 p., multigr.
- EMBERGER L. (1971) : La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. In "Travaux botaniques et écologiques", CNRS, Masson, p. 25-50.
- GINSBURG L. (1973) : Sur la signification des faunes de Mollusques continentaux. C.-R. somm. Soc. géol. Fr., suppl. t. XV, n° 1, fasc. 1, p. 27.
- GEURTS M.A. (1976) : Genèse et stratigraphie des travertins de fond de vallée en Belgique. Acta Geogr. Low., 16, 70 p.
- GUIRAUD R., BALLAIS J.-L. (1975) : Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000 El Kantara. Serv. Carte géol. Alg., sous presse.
- LAFFITTE R. (1939) : Etude géologique de l'Aurès. Thèse Sc., Bull. Serv. Carte géol. Alg., 2ème série, n° 15, 484 p.
- LUBELL D., BALLAIS J.-L., GAUTIER A., HASSAN F.A. (1977) : The prehistoric cultural ecology of Capéian escargotières. Libya, Alger, 1975, t. XXIII, p. 83-121.
- MALEY J., COHEN J., FAURE H., ROGNON P., VINCENT P.M. (1970) : Quelques formations lacustres et fluviales associées à différentes phases de volcanisme au Tibesti (Nord du Tchad). Cahiers ORSTOM, série géol., II, 1, p. 127-152.
- ROLLAND G. (1890) : Rapport hydrologique, statistique et météorologique. In "Chemin de fer transsaharien - Documents relatifs à la Mission dirigée au Sud de l'Algérie par M.A. Choisy", Paris, 3ème vol., p. 1-455.
- ROSSIGNOL-STRIK M., DUZER D. (1979) : Late Quaternary pollen and dinoflagellate cysts in marine cores of West Africa. "Meteor", Forsch. Ergebnisse, Reihe C, n° 30, Seite 1-14, Berlin-Stuttgart.
- VAN CAMPO M., GUINET P., COHEN J. (1968) : Fossil pollen from late Tertiary and Middle Pleistocene Deposits of the Kurkur Oasis. In "Desert and River in Nubia: Geomorphology and prehistoric environments at the Aswan Reservoir", The University of Wisconsin Press, Madison, Milwaukee and London, 1 vol, 562 p.