

Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 50 (1997)
Heft: 1: Archives des Sciences

Artikel: Transition palynologique Tardiglaciaire/Holocène : dans un site de Tunisie méridionale
Autor: Medus, Jacques / Laval, Hélène
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740263>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.03.2025

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

TRANSITION PALYNOLOGIQUE TARDIGLACIAIRE/HOLOCENE DANS UN SITE DE TUNISIE MÉRIDIONALE.

Jacques MEDUS* & Hélène LAVAL*

(Ms reçu le 30.9.1996, accepté après révision le 5.2.1997)

ABSTRACT

A pollen-analytical Late Glacial/Holocene transition in a Southern Tunisian site. – Pollen analyses, supported by ^{14}C AMS datations, reflect the successive set in of new environmental conditions at the Late Glacial/Holocene transition ca. 10,500–10,000, within the paleosabkha sediments of Kasserine, southern Tunisia. In the pollen sequence, an herbaceous floristic unusual phase with no clear indications of a possible drastic Younger Dryas event driven changes, reflects the delayed transition from Late Pleniglacial steppic assemblages to Holocene arboreal pollen associations.

The record of a mediterranean arboreal pollen assemblage before the arid-humid transition in this site and a poorly defined Younger Dryas biozone, introduce the double folded question, either about the validity of our understanding of the Western Mediterranean vegetation of the Late Pleniglacial, or about the actual consequences of the Younger Dryas climatic event on the Late-Glacial vegetation of these regions.

Key-words: Tunisia, Palynological, Late Glacial, Holocene, Transition.

INTRODUCTION

La nature globale de l'événement froid du Dryas récent (KUNDRASS *et al.* 1991) paraît si évidente que l'absence de son enregistrement pourrait être considérée comme résultant d'une lacune. Dans la région méditerranéenne occidentale, en particulier dans les séquences polliniques de Provence les effets du changement climatique du Dryas récent sur la végétation sont enregistrés de diverses façons. Comme cela a d'ailleurs été observé dans l'analyse d'un transect depuis le Plateau suisse jusqu'aux Alpes du sud (AMMANN *et al.* 1993), en Provence rhodanienne, la signature du Dryas récent apparaît parfois assez nettement (LAVAL *et al.* 1991), alors que dans certains sites elle est seulement marquée par un fléchissement de la courbe des pollens d'arbres (TRIAT LAVAL 1979, LAVAL *et al.* 1992).

La possibilité pour l'Europe d'un gradient W–E à partir de l'océan (WATTS 1980, TURNER & HANNON 1988) était une approche nouvelle dans l'interprétation de telles

* Faculté des Sciences et Techniques St Jérôme, Palynologie, C 451, F-13397 Marseille cedex 20.

situations; mais, les résultats obtenus dans le nord des Apennins (LOWE 1992) compliquent ce schéma puisqu'ils reposent la question de l'interprétation d'un signal faible ou absent du Dryas récent dans certains sites d'altitude. Vis à vis de ces problèmes, l'intérêt du site de Kasserine présenté ici est double. D'abord, il fournit des données polliniques sur une région peu riche en documents palynologiques pour la période considérée (voir in DAMBLON 1989); ensuite, il se trouve dans une zone d'équilibre instable des végétations méditerranéennes de forêts de pins et chênes et des matorrals de la Tunisie steppique (LE HOUÉROU 1969). Pour ces raisons nous présentons les résultats polliniques obtenus sur la coupe de la paléosebkha de Kasserine et ensuite les interprétations auxquelles ils conduisent dans l'état actuel de nos connaissances.

SITUATION GÉOGRAPHIQUE, MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Kasserine (Fig. 1) est située à une altitude de 689 m, en Tunisie méridionale au climat semi-aride avec environ 400–600 mm de pluie (LE HOUÉROU 1989). La végétation actuelle de la région est celle des associations de steppes à *Artemisia herba alba-Centaurea acaulis* avec *Stipa parviflora* et *Broterroa amethystina* et sur les sols halomorphes mal drainés, *Sālsola*, *Atriplex*, *Sueda*. La steppe à *alba* domine sur les versants et les hauts glacis. Sur les montagnes (Djebel Chambi Dj. Selloum et Semamma), dans un bioclimat subhumide, se trouve une forêt dégradée de *Pinus halepensis* (*Pinus halepensis* et *Quercus ilex* sont notés sur le Dj. Selloum par Le Houérou en 1969 et sur le Chambi en 1979 par Bannour & Bouallagui) dont le cortège floristique pourrait être le vestige de la série du chêne vert (Le Houérou en 1969, p. 115).

Les sédiments analysés proviennent d'une coupe effectuée par l'Oued el Hatab dans une paléo-sebkha (Fig. 1) située au voisinage de la ville de Kasserine (35°N–9°E). La section de la sebkha constituée par 2 m d'une alternance de lits de gypse et de marnes gris-bleu repose sur un niveau de marnes massives vert-brun sur lequel court le lit de l'oued. Elle est recouverte par les sables gypseux d'une lunette recoupée par les sédiments d'une terrasse (Fig. 2a). Celle-ci a fourni des os humains datés de 3,700±700 ans BP (BANNOUR & BOUALLAGUI 1979) et, dans la partie supérieure de la lunette des fragments de coquilles d'autruche ont été récoltés avec des restes de gastéropodes (*Leucochroa candidissima* et *Helix melanostoma*) ainsi que des silex caractéristiques de l'industrie capsienne datée dans la région de 8.500–6.500 ans BP (Rognon *et al.* 1983, Ballais 1992). Les échantillons analysés ont été prélevés (Fig. 2b) dans le niveau marneux de la base (1–6), dans tous les inter-lits plus marneux des sédiments de la sebkha (7–20), la lunette (21) et la terrasse (22).

Les échantillons ont été préparés par la technique de Assarson et Granlund (FAEGRI & IVERSEN 1964). Les pourcentages des divers taxons sont calculés par rapport à la somme de la flore continentale. La somme pollinique varie de 123 (22) à 333 (moyenne 222). L'échantillon 21 (lunette) n'a pas été favorable à l'analyse pollinique; il était stérile aux techniques de préparation utilisées.

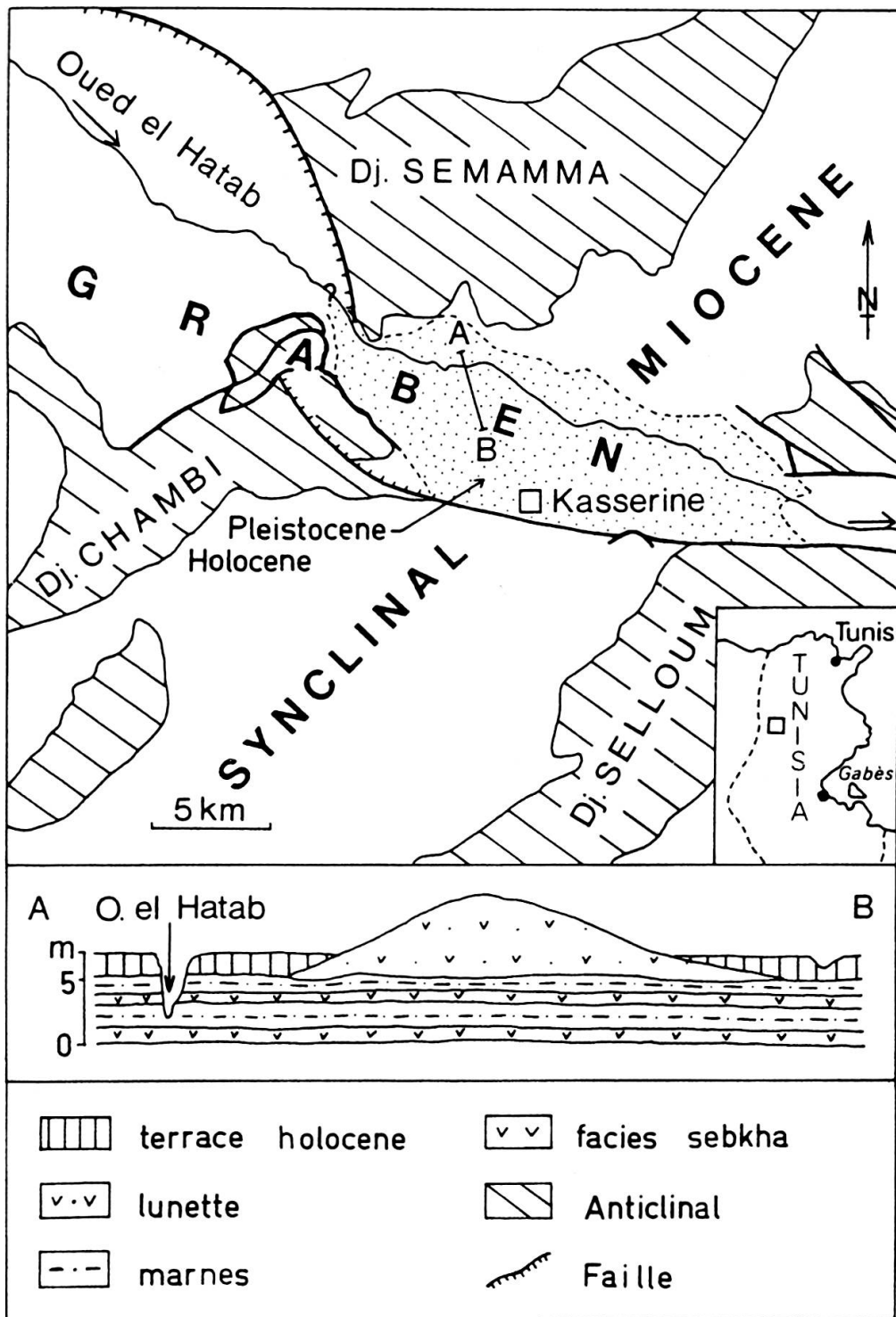


FIG. 1.

Localisation de la paléosebkha de Kasserine en Tunisie centrale et la section schématique des différentes unités quaternaires (d'après BANNOUR & BOUALLAGUI 1979; simplifié).

FIG. 1.

Location of the paleosabkha of Kasserine in Central Tunisia and schematic cross-section of the different Quaternary units (after BANNOUR & BOUALLAGUI 1979; simplified).

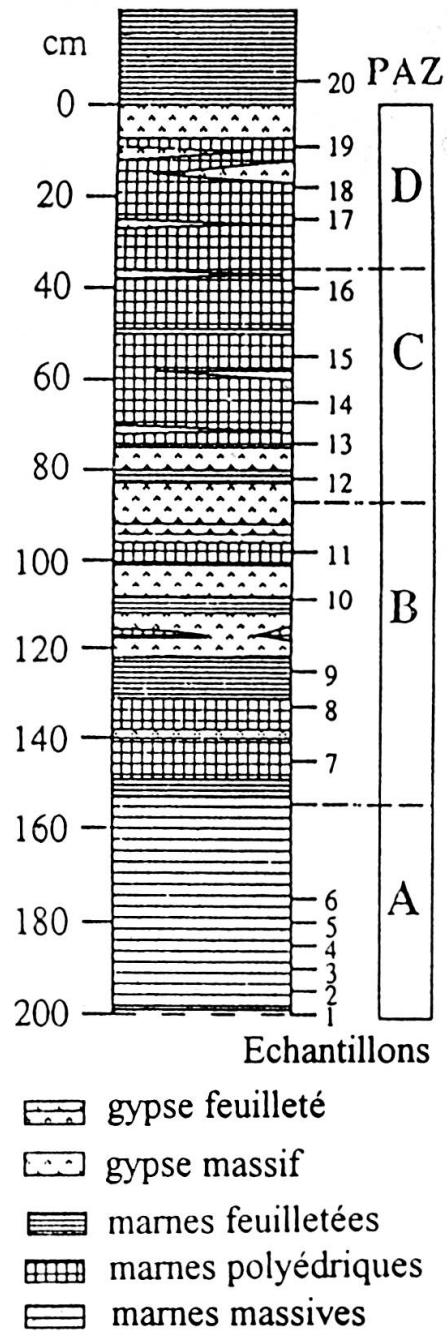


FIG. 2.

Colonne lithologique des sédiments de la sabkha. Les lettres A-D se rapportent aux 4 zones d'assemblage pollinique discutées dans le texte.

FIG. 2.

Lithological column of the sabkha sediments. A-D refer to the 4 pollen assemblage zones (PAZ) discussed in the text.

RÉSULTATS

La matière organique végétale des niveaux 8 et 10 a été datée par AMS respectivement de $10,030 \pm 75$ (AA 16440) et de $10,500 \pm 95$ ans BP (AA 12157). La datation du niveau 9 obtenue par la mesure du ^{14}C minéral par AMS a donné $11,490 \pm 90$ ans BP (ETH 7774). Les dates de $17,860 \pm 390$ (Ly 5681) et 10300 ± 120 ans BP (Ly 5682) des niveaux 7 et 11 ont été données par dosage conventionnel du ^{14}C minéral de la roche totale.

Dans le diagramme palynologique, le rapport des pourcentages des pollen d'arbres (AP) à ceux des pollen d'herbacées (NAP) sépare nettement deux parties (Fig. 3). Chacune de ces parties peut être subdivisée en deux zones sur la base de la variation de *Artemisia*, des Poaceae, Chenopodiaceae et de *Pinus*; quatre zones d'association pollinique locale (PAZ) ont donc été distinguées.

PAZ A (1–6) correspond au niveau marneux de base. Elle est caractérisée par des pourcentages faibles de AP et élevés de *Artemisia* et Chenopodiaceae. Dans les AP, les Cupressaceae sont caractéristiques: la reconnaissance de *Arceuthobium* (*A. oxycedri*?) détermine la présence de *Juniperus*. *Pinus*, et *Quercus* sont en faibles pourcentages. Il faut noter que les pics de pourcentages de *Artemisia* et des Chenopodiaceae alternent.

PAZ B (7–11) englobe des marnes interstratifiées de niveaux gypseux puis les niveaux gypseux interstratifiés de lits marneux. Elle est caractérisée par les Chenopodiaceae qui ont légèrement augmenté avec les Poaceae. *Plantago* a des pourcentages (8–10%) continus et les Cyperaceae qui étaient présentes précédemment sont en augmentation. *Artemisia* a baissé brutalement et les Cupressaceae ont disparu. A partir du niveau 9 de nombreuses gyrogonites de *Chara*, *C. cf. aspera*, ont été observées.

PAZ C (12–16) correspond à la partie de la section où dominent les marnes (Fig. 2b). Dès le niveau 12, *Pinus* augmente et *Quercus* est devenu constant à partir de 10 en même temps qu'apparaissent des grains de *Corylus* et *Alnus*. *Erica* était apparu à partir de 7. Dans NAP, il y a une baisse des Poaceae et Chenopodiaceae.

PAZ D (17–20). A partir de la base *Pinus* et les Poaceae baissent; les Chenopodiaceae sont à leurs pourcentages minimum avant d'amorcer une augmentation dans le niveau de marnes terminal.

INTERPRÉTATION

La palynozone A présente une association de plaine steppique à *Artemisia* et Chenopodiaceae dans laquelle se trouve le reflet des juniperaies piquetées de pins et chênes des djebels voisins. Le diagramme pollinique représente de fait, l'enregistrement des végétations de la sebkha et de son environnement et celui des montagnes avoisinantes.

Dans cette zone, les pics des pourcentages de *Artemisia* et Chenopodiaceae alternent et cela signifie que les *Artemisia* étaient relayées, de façon cyclique, par des Chenopodiaceae lors des périodes d'assèchement relatif du site par l'arrivée de nappes (éoliennes?) de détritiques quartzeux. De plus, la courbe de *Pinus* même faible et la

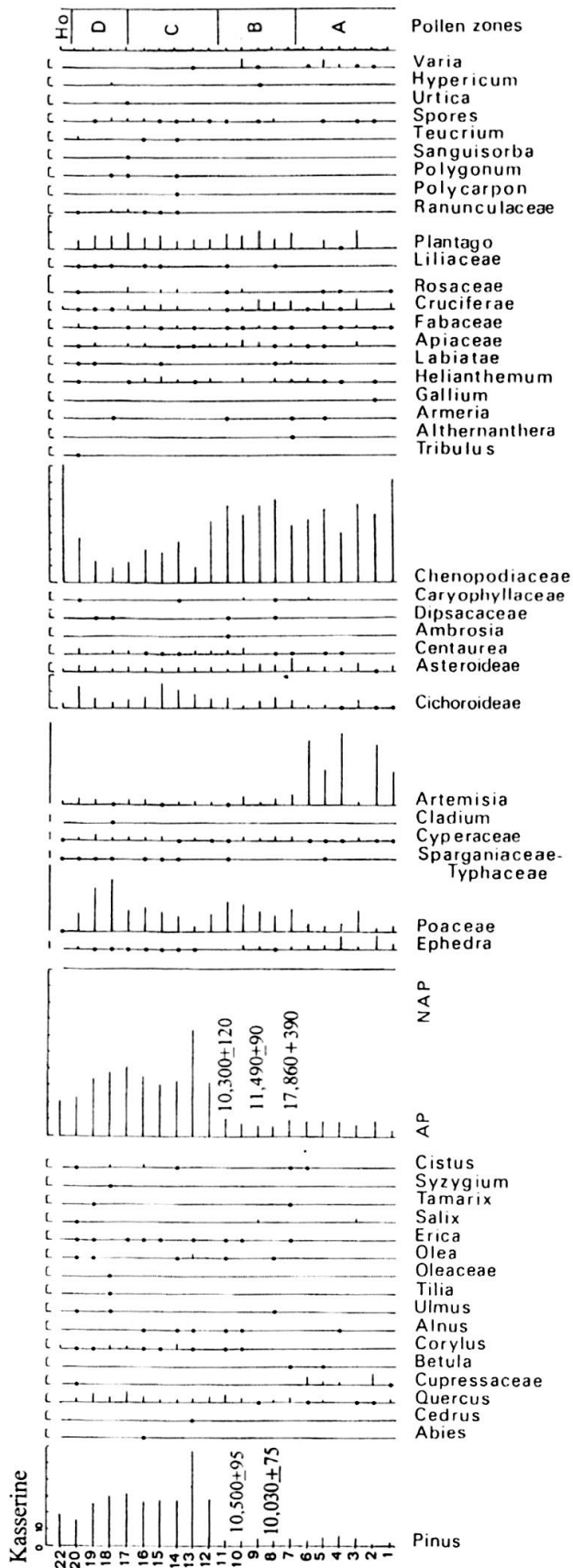


FIG. 3. - Diagramme pollinique. Les taxa arborés sont sur la partie gauche du rapport AP/NAP (Arboreal Pollen/Non Arboreal Pollen). Les taxa herbacés (NAP) sont à droite. Les zones d'assemblage pollinique sont également figurées. Les points représentent moins de 1.5%, l'échelle des hauteurs n'est pas respectée.

FIG. 3. - Pollen diagram. Arboreal taxa are figured on the left side of the AP/NAP ratio (Arboreal Pollen/Non Arboreal Pollen). Herbaceous taxa (NAP) occur on the right side. Pollen Assemblage Zone (PAZ) are also indicated. Black points represent less than 1.5%, vertical scale is not respected.

présence sub-continue de *Quercus* observées dans cette zone, doivent être mis en relation avec des conditions climatiques minimales nécessaires à la vie de ces taxons en altitude; c'est-à-dire l'isohyète 250 mm pour le pin d'Alep par exemple (Le Houérou, 1969). Ainsi, la présence continue d'une certaine humidité locale dans un paysage de plaine steppique s'explique par l'environnement montagnard du site et sa situation sur l'Oued el Hatab au bas des Djebels Chambi (1500 m) et Semamma (1300 m).

C'est par cette persistance d'une certaine humidité sur les Djebels voisins que peut s'expliquer la présence faible, mais réelle de pins et de chênes dans l'enregistrement. La présence de feuillus a déjà été enregistrée dans une séquence du Würm et du Tardiglaciaire de Provence (LAVAL TRIAT 1986, LAVAL *et al.* 1992). Et Lowe (1992) a remarqué que les pourcentages élevés de AP dans les dépôts du Tardiglaciaire du profil de Prato Spilla en Italie, dans les Apennins ne pouvaient plus être attribués à des apports lointains et qu'il fallait considérer l'existence d'arbres au voisinage du site. Or, dans les environs de Kasserine, les zones altitudinales de 13–1500 m ont constitué le réservoir hydrologique de la plaine pendant au moins le Tardiglaciaire comme le montre le fonctionnement de ce site.

La date de $17,860 \pm 390$ ans BP de l'échantillon 7 correspond à l'âge du début de la déglaciation admis généralement (FAIRBANKS 1989), de plus, les caractéristiques floristiques de la transition PAZ A/B sont conformes à celles résultant du réchauffement du climat et de l'augmentation de la pluviosité observés en région méditerranéenne après ca. 18,000 (FRANK 1969 et FRANKUS *et al.* 1993, FLORSCHUTZ *et al.* 1971, WATTS 1985, 1986, ALESSIO *et al.* 1986, EMERY-BARBIER 1988, FOLLIERI *et al.* 1988, CHEDDADI *et al.* 1991, CARRION 1991, CARRION & SANCHEZ-GOMEZ 1992). Elles pourraient ainsi être mises en corrélation avec celles du passage PAZ Ic/II daté de $21,260 \pm 480$ ans BP dans le sondage K103 du golfe de Gabès (BRUN 1979) ce qui suppose que la limite A/B résulte de l'augmentation des températures et de la pluviosité et vraisemblablement de l'atténuation des vents sahariens après ca. 17,000 ans BP (SARNTHEIN 1978). Mais alors, il y a soit une lacune ou/et une condensation sédimentologique (que peut refléter le banc de gypse interstratifié), dans les 10 cm environ qui séparent le niveau 7 ($17,860 \pm 390$) du 8 ($10,030 \pm 75$) soit, la datation du niveau 7 est erronée par l'intervention de carbonate détritique.

La disparition des Cupressaceae et la brutale réduction de *Artemisia*, caractéristiques de la limite A/B sont les premiers indices polliniques d'une augmentation des températures et de l'humidité. Augmentation de l'humidité à l'origine d'un approvisionnement plus élevé du site en eau parce que l'élévation du niveau de la nappe écarte *Artemisia* normalement cantonnée de nos jours dans ces régions aux bas fonds et, augmentation des températures, parce que l'expression pollinique des Cupressaceae cède et que le dépôt de gypse apparaît. Au-dessus, les faibles augmentations des Poaceae, Chenopodiaceae et *Plantago* à partir du niveau 9, pourraient indiquer une possible extension locale de la sécheresse. L'abondance de *Chara*, de l'espèce *C. aspera* à partir du même niveau signale par ailleurs une fluctuation saisonnière de la salinité de la nappe ($\geq 7-24\%$) et sa variation de hauteur (*in* PETIT-MAIRE & RISER 1981) ce qui

suppose sur le site un régime hydrique avec une succession, approvisionnement-évaporation.

La transition A/B marque donc le passage localement d'un fonctionnement du bassin selon la séquence approvisionnement-comblement de la zone A à un régime approvisionnement-évaporation au-dessus.

La suite des données polliniques et minéralogiques: augmentation de *Pinus*, courbe continue de *Quercus*, baisse simultanée des *Chenopodiaceae* et *Poaceae* et augmentation du taux de gypse au passage B/C, confirment l'efficacité de l'amélioration climatique sur la végétation et le caractère contrasté de cette amélioration.

Les datations des niveaux 8, 9, 10 et 11 indiquent que la PAZ B, d'ailleurs absente dans le sondage K 103 (Brun 1979), correspond, partiellement au moins au Dryas récent d'Europe (Zone III de Firbas: Lotter 1991). C'est une phase de prairie qui précède les associations arborées de l'Holocène (PAZ C). Le fait que les dates sont généralement centrées sur 10,000 ans BP et leur incohérence montrent qu'elles se placent dans la période de plateau ^{14}C des 10,000 (LOTTER & ZBINDEN 1989, AMMANN & LOTTER 1989). Cette situation confirme l'ambiguïté chronologique de la transition Younger Dryas/PréBoréal et par conséquent l'impossibilité d'une connaissance précise de l'âge de cette transition et de la durée du Dryas récent dans de nombreux sites (cf. HAJDAS 1995). Elle conduit de plus à supposer que la transition climatique aride-humide s'est produite dans la région de Kasserine avant 10.5–10 ka BP avec, comme dans la séquence de l'oued el Akarit située une centaine de kilomètres au SE vers la côte tunisienne, une augmentation de l'approvisionnement hydrologique dans le bassin ca. 10.5 ka B.P. (FONTES & GASSE 1991).

La phase B, représente quoiqu'il en soit une transition où se superposent un environnement de prairie et un paysage de forêts claires d'altitude à pins et chênes. Mais elle correspond également au laps de temps nécessaire à la dominance de ces formations arborées sur les Djebels. L'incertitude qui pèse ici sur les datages, ne permet pas de déterminer la durée de cette période. Tout au plus peut-on supposer qu'elle est bien inférieure à ca. 700 ^{14}C ans qui est le temps obtenu pour la durée du Dryas récent par le décompte des varves dans un lac suisse (LOTTER 1991).

RÉSUMÉ

L'analyse palynologique, confortée par les datations ^{14}C AMS, reflète la mise en place successive de nouvelles conditions environnementales à la transition Tardiglaciaire/Holocène, ca. 10,500–10,000, dans les sédiments de la paléosebkha de Kasserine en Tunisie méridionale. Dans cette section, le passage des associations steppiques du fini-Würm aux ensembles arborés de l'Holocène est différé. Il est enregistré par une phase floristique herbacée inhabituelle, sans indications claires de changements provoqués par l'événement du Dryas récent.

La présence dans ce site d'une association méditerranéenne arborée avant la transition aride/humide et, d'une biozone Dryas récent peu marquée introduit la double

question de la validité de notre conception de la végétation de la région méditerranéenne occidentale au fini-Würm, ou/et sur les effets de l'événement climatique du Dryas récent sur la végétation Tardiglaciaire de ces régions.

Mots clés: Tunisie, Palynologie, Tardiglaciaire, Holocène, Transition.

RÉFÉRENCES

- ALESSIO, M., ALLEGRI, L., BELLA, F., CALDERONI, G., CORTESI, C., DAI PRA, G., DE RITA, D., ESU, D., FOLLIERI, M., IMPROTA, S., MAGRI, D., NARCISI, B., PETRONE, V. & SADORI, L., 1986. ^{14}C dating, geochemical feature, faunistic and pollen analyses of the uppermost 10 m core from Valle di Castiglione (Roma, Italy). *Geologica Rom.* 25: 287–308.
- AMMANN, B. & LOTTER, A.F., 1989. Late-Glacial radiocarbon- and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. *Boreas* 18: 109–126.
- AMMANN, B., BIRKS, H.J.B., DRESCHER-SCHNEIDER, R., JUGGINS, S., LANG, G. & LOTTER, A.F., 1993. Patterns of variation in Late-Glacial pollen stratigraphy along a Northwest-Southeast transect through Switzerland — A numerical analysis. *Quaternary Science Reviews* 12: 277–286.
- BALLAIS, J.L., 1992. Sables éoliens quaternaires entre les chaînes de Gafsa et du Cherb (Sud tunisien). *Z. Geomorph. N.F. Suppl.* 84: 89–99.
- BANNOUR, H. & BOUALLAGUI, H., 1979. Le Djebel Chambi et ses piedmonts (Tunisie centrale). *Aspect du milieu naturel. Géomorphologie, morphodynamique, végétation*. Thèse Doct., Univ. Strasbourg.
- BRUN, A., 1979. Recherches palynologiques sur les sédiments du Golfe de Gabès: résultats préliminaires. *Géologie méditerranéenne — la mer pélagienne* 6: 247–264.
- CARRION, J.S., 1991. Desarrollo de vegetaciones mediterraneas durante el Pleistoceno superior en el sureste ibérico. Nuevos datos polinicos. *Anales de Biología, Murcia* 17 (Biol. Veget. 6): 109–131.
- CARRION, J.S. & SANCHEZ-GOMEZ, P., 1992. Palynological data in support of the survival of walnut (*Juglans regia* L.) in the western Mediterranean area during last glacial times. *J. Biogeography* 19: 623–630.
- CHEDDADI, R., ROSSIGNOL-STRICK, M. & FONTUGNE, M., 1991. Eastern Mediterranean paleoclimates from 26 to 5 ka B.P. documented by pollen and isotopic analysis of a core in the anoxic Bannock Basin. *Marine Geology* 100: 53–66.
- DAMBLON, F., 1989. Les recherches palynologiques au Maroc: état et perspectives. *Premier Symposium de Palynologie Africaine, Rabat, Agence de coopération culturelle et technique*, pp. 46.
- EMERY-BARBIER, A., 1988. Analyses polliniques du Quaternaire supérieur en Jordanie méridionale. *Paléorient* 14: 111–118.
- FAEGRI, K., & IVERSEN, J., 1964. Textbook of pollen analysis, 2nd edn. Munksgaard, Copenhagen.
- FAIRBANKS, R.G., 1989. A 17,000 year glacio-eustatic sea-level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature* 342: 637–642.
- FLORSCHUTZ, F., MENENDEZ AMOR, J. & WIJMSTRA, T.A., 1971. Palynology of a thick Quaternary succession in southern Spain. *Review of Palaeobot. Palynol.* 10: 233–264.
- FOLLIERI, M., MAGRI, D. & SADORI, L. 1988. 250,000-year pollen record from Valle di Castiglione (Roma). *Pollen et Spores* 30: 329–356.
- FONTES, J.C. & GASSE, F., 1991. Palhydraf (Palaeoecology in Africa) program: objectif, methods, major results. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 84: 191–215.
- FRANCUS, P., LEROY, S., MERGEAI, I., SERET, G. & WANSARD, G., 1993. A multidisciplinary study of the Vico Maar sequence (Latium, Italy): part of the Last Cycle in the Mediterranean Area. Preliminary results. In: *Lecture Notes in Earth Sciences*, J.F.W. Negendank & B. Zolitschka (eds) *Paleolimnology of European Maar Lakes*, Springer-Verlag, pp. 289–304.

- FRANK, A.H.E., 1969. Pollen stratigraphy of the lake of Vico (Central Italy). *Palaeogeography, Palaeoclim. Palaeoecol.* 6: 67–85.
- GASSE, F., TÉHET, R., DURAND, A., GIBERT, E. & FONTES, J.C., 1990. The arid-humid transition in the Sahara and the Sahel during the last deglaciation. *Nature* 346: 141–146.
- HAJDAS, I., 1995. Radiocarbon and absolute dating of the Younger Dryas climatic event. *In: PAGES, News of the International Paleoscience Community* 3(1) March.
- KUNDRASS, H.R., ERLLENKEUSER, H., VOLLBRECHT, R. & WEISS, W., 1991. Global nature of the Younger Dryas cooling event inferred from oxygen isotope data from Sulu sea cores. *Nature* 349: 406–409.
- LAVAL TRIAT, H., 1986. Une végétation de type interstadaire würmien, antérieure à 40 000 B.P. en basse Provence (Bouches-du-Rhône, France). *C. R. Ac. Sci. Paris*, 302, Sér. 2, n° 17: 1117–1120.
- LAVAL, H., EICHER, U. & MÉDUS, J., 1991. Réaction de la végétation à l'événement climatique quaternaire supérieur du Dryas récent en Provence. *C. R. Ac. Sci. Paris*, 313, Sér. 2: 267–272.
- LAVAL, H., MÉDUS, J., PARRON, C., SIMONNET, J.P. & TREMENT, P., 1992. Lateglacial and Holocene climate and soil erosion in southeastern France: a case study from Etang du Pourra, Provence. *J. Quaternary Sci.* 7: 235–245.
- LE HOUÉROU, H.N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique. *Annales de L'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie* 42, pp. 622.
- LE HOUÉROU, H.N., 1989. Classification écoclimatique des zones arides (s. l.) de l'Afrique du Nord. *Ecologia Mediterranea* 15: 95–144.
- LOTTER, A.F., 1991. Absolute dating of the Late-Glacial Period in Switzerland using annually laminated sediments. *Quaternary research* 35: 321–330.
- LOTTER, A.F. & ZBINDEN, H., 1989. Late-Glacial pollen analysis, oxygen isotope record, and radiocarbon stratigraphy from Rotsee (Lucerne), Central Swiss Plateau. *Ecologiae geol. Helv.* 82: 191–202.
- LOTTER, A.F., EICHER, U., SIEGENTHALER, U. & BIRKS, H.J.B., 1992. Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments. *Journal of Quaternary Science* 7: 187–204.
- LOWE, J.J., 1992. Lateglacial and early Holocene lake sediments from the northern Apennines, Italy — pollen stratigraphy and radiocarbon dating. *Boreas* 21: 193–208.
- PETIT-MAIRE, N. & RISER, J., 1981. Holocene lake deposits and palaeoenvironments in Central Sahara, Northeastern Mali. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35: 45–61.
- ROGNON, P., LEVY, A., BALLAIS, J.L., GOUDE, G. & RISER, J., 1983. Essai d'interprétation des coupes du Quaternaire récent de l'Oued el Akarit (Sud tunisien). *Géol. Méditerranéenne* 10: 71–91.
- SARNTHEIN, M., 1978. Sand deserts during glacial maximum and climatic optimum. *Nature* 272: 43–46.
- TRIAAT-LAVAL, H., 1979. Contribution pollénanalytique à l'histoire tardi- et post-glaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône. Thèse, Univ. Aix-Marseille 3, pp. 343.
- TURNER, C. & HANNON, G.E., 1988. Vegetation evidence for late Quaternary climatic changes in southwest Europe in relation to the influence of the North Atlantic Ocean. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B, 318: 451–485.
- WATTS, W.A., 1980. Regional variation in the response of vegetation to Lateglacial climatic events in Europe. *In* Lowe, J.J., Gray, J.M. & Robinson, J.E. (eds.): *Studies in the Lateglacial of Northwest Europe*, 1–22, Pergamon, Oxford.
- WATTS, W.A., 1985. A long pollen record from Laghi di Monticchio, southern Italy: a preliminary account. *J. geol. Soc. London* 142: 491–499.
- WATTS, W.A., 1986. Stages of climatic change from Full Glacial to Holocene in Northwest Spain, Southern France and Italy: A comparison of the Atlantic Coast and the Mediterranean Basin. *In*: A. Ghazi & R. Fantechi (eds), *Current Issues in Climate Research*, 1986, Proc. EC Climatology Programme Symposium, Sophia Antipolis, France, pp. 101–112. D. Reidel Publ. Dordrecht.