

L'ARIDITÉ SAHARIENNE

Thème 3: les marqueurs de l'aridité

M. ICOLÉ *, J.Y. GAC **, J. MONTEILLET *** et H. FAURE *

MARQUEURS BIOGÉOCHIMIQUES D'ARIDITÉ DANS L'ESTUAIRE DU SÉNÉGAL ET LE MANGA NIGÉRIEN

(BIOGEOCHEMICAL PROVES OF ARIDITY IN THE SENEGAL ESTUARY
AND THE NIGERIAN MANGA PLAIN)

RÉSUMÉ. – *Dans le Manga nigérien (Nord-Ouest du lac Tchad) les dépressions interdunaires gardent la trace de variations sensibles de la nappe phréatique liées au climat avec la succession des événements suivants : mise en place des diatomites, concrétionnement silicaté sodique, évacuation du sodium des silicates. – Dans la vallée du fleuve Sénégal, les faunes saumâtres de Mollusques sont à rapporter à des périodes suffisamment arides pour que la remontée saline annuelle ait atteint une ampleur, une durée dans l'année et une répétition d'une année à l'autre suffisantes, ainsi que le montre l'analyse hydrologique et climatique des 80 dernières années.*

ABSTRACT. – *In the Manga of Niger (North-West of Lake Chad), the depressions between dunes have kept the mark of water table fluctuation related to climate. The succession of events is: sedimentation of diatomite, nodulation of concretions of sodium silicates, leaching of sodium from silicates. – In the Senegal valley, brackish water mollusc extention are related to marine water invasion. They indicate repeated arid years as shown by hydrologic and climatic survey of the last 80 years.*

Mots clés : *Sénégal (fleuve), Lac Tchad, évaporites.*

L'aridité provoque souvent le développement de milieux géochimiques spécifiques. Les eaux et les solutions des sols chargés d'ions peuvent alors laisser une empreinte dans les sédiments et les sols. Deux cas sont examinés; ils concernent, d'une part un milieu endoréique intracontinental, d'autre part un milieu ouvert sur la mer.

* Laboratoire de Géologie du Quaternaire (C.N.R.S.), Case 907 – Luminy – 13288 MARSEILLE Cedex 9 – France.

** Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.), B.P. 1386 – DAKAR – Sénégal.

*** Institut fondamental d'Afrique Noire (I.F.A.N.), B.P. 206 – DAKAR – Sénégal.



En milieu fermé endoréique, les évaporites se déposent par concentration des eaux à la suite de l'évaporation. Ces minéralisations sont généralement labiles de sorte qu'elles disparaissent lorsque le milieu redevient humide. Il faut donc des conditions fort particulières pour que des évaporites soient conservées dans les séries sédimentaires. Il arrive néanmoins que la paragénoise évaporitique renferme, en plus des sels habituels, des minéraux néoformés nettement plus stables: ce sont en particulier des silicates de sodium ainsi que leurs descendants siliceux. Ces concentrations minérales dans les sédiments anciens sont alors des enregistreurs de paléoenvironnements; – environnement lors de la formation; – environnement lors de l'évolution ultérieure sous l'effet en particulier du lessivage par les eaux météoriques.

Comme l'a établi MAGLIONE (1974), les salines carbonatées sodiques du Kanem (bordure Nord-Est du Tchad) sont des milieux générateurs (actuels ou récents) de silicates sodiques: magadiite et kanémite. Quand la saline cesse de fonctionner en système évaporatoire à la suite de l'abaissement des nappes superficielles, les évaporites S.S. sont rapidement dissoutes par les eaux douces pluviales et les silicates sodiques se transforment en raison de l'exportation du sodium: la kanémite en magadiite et ce dernier minéral en chert (silexite), la kényaite pouvant correspondre à un stade intermédiaire de cette évolution selon EUGSTER (1967).

L'étude de concrétions silicatées sodiques recueillies à la base de diatomites affleurant au fond de dépressions interdunaires à nappe aquifère profonde du Manga nigérien (Nord-Ouest du lac Tchad), révèle:

1. Une phase ancienne de hauts niveaux piézométriques. L'enneigement des cuvettes interdunaires par la nappe permet l'établissement de mares pérennes et la mise en place des diatomites.

2. Une évolution vers la sécheresse marquée par l'abaissement des nappes. Les cuvettes fonctionnent bientôt en salines avec formation concomitante des dépôts d'évaporites et des silicates sodiques.

3. L'accentuation de l'aridification. Aujourd'hui la nappe est à une profondeur, variable avec les endroits, entre 10 et 30 m. C'est le temps des lixiviations: disparition des sels et transformation des silicates de sodium.

A cet égard, contrairement à l'hypothèse d'EUGSTER, il a été noté que la magadiite et la kényaite se forment concurremment au sein des diatomites. Le cortex des concrétions est toujours formé exclusivement de magadiite, une magadiite néanmoins appauvrie en ions Na^+ . Parfois même la magadiite corticale est complètement dénatronisée, il apparaît un acide silicique cristallisé qui, en milieu sodique, peut redonner la magadiite initiale. Au Manga, il n'a pas été observé le développement d'une nouvelle phase siliceuse arrangée d'un point de vue cristallographique sur le mode du quartz.

Ainsi à partir de l'implication de faits relevés autour des cuvettes interdunaires du Manga (diatomites, diverses concrétions silicatées sodiques), l'histoire paléoclimatique de la région peut être esquissée.

En milieu ouvert sur la mer, les minéralisations évaporitiques sont encore plus fugaces qu'en milieu fermé. Les sédiments fluviatiles renferment de ce fait peu de traces géochimiques des périodes arides. Il arrive cependant, en période de déficit pluviométrique, que des estuaires comme celui du Sénégal, soient envahis par les eaux marines. Cette « transgression » d'eaux saumâtres modifie le biotope et permet le développement d'une flore et d'une faune propre à ces milieux salins. Ces organismes conservés par les sédiments peuvent constituer des marqueurs d'aridité.

En milieu estuarien les sols salés accroissent leur surface en périodes de basses eaux que ces périodes soient saisonnières, pluri-annuelles ou séculaires. En période de crue, les sols déposés antérieurement sont lessivés, ce qui efface les traces d'aridité, à moins que ces seuls *pro-parte* ne soient piégés au sein d'un ancien aquifère superficiel plus ou moins lenticulaire.

En première approximation, pour un même estuaire de la zone inter-tropicale à saison contrastée, plus l'aridité est accentuée, plus le débit du fleuve est faible, plus la pénétration du front salé progresse en direction de l'amont du fleuve. Cette remontée peut alors être corrélée à la pluviosité par l'intermédiaire d'un modèle établi à partir de mesures.

– Plus précisément pour le fleuve Sénégal, la remontée saline dépend de deux paramètres :

- la plus ou moins grande précocité du tarissement de la crue du fleuve : la remontée saline ne se déclenche que lorsque le débit descend en dessous de $600 \text{ m}^3/\text{s}$,
- la durée de la période d'étiage pendant laquelle le débit devient inférieur à $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ces deux paramètres sont étroitement liés aux hauteurs de précipitations annuelles et à la distribution des pluies dans l'année.

Pour le développement d'organismes spécifiques des milieux saumâtres, la durée de séjour des eaux marines dans l'estuaire est aussi un paramètre important à prendre en compte. La connaissance de l'influence respective de tous ces paramètres permet d'interpréter sur le plan des paléoenvironnements les dépôts fossilifères.

A partir de ces documents, l'histoire paléoclimatique de la région peut être retracée, une fois déduit les mouvements propres du niveau marin.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- EUGSTER H.P. (1967). – Hydrous sodium silicates from lake Magadi Kenya: precursors of bedded cherts. *Science* 157, pp. 1177-1180.
- GAC J.Y. (1979). – *Géochimie du lac Tchad. Bilan de l'altération, de l'érosion et de la sédimentation*. Thèse Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 249 p. Travaux et Documents, O.R.S.T.O.M. Paris, n° 123, 251 p.
- GAC J.Y., MONTEILLET J. et FAURE H. (1981). – *Les lignes de rivages dans les estuaires : indications de paléoprécipitations*. Symposium on variations in the global water budget, Oxford U.K., 9-15 août 1981, session 6 (sous presse).

- ICOLE M., PÉRINET G., LAFONT R. et DURAND A. – *Les silicates de sodium du Manga nigérien (W. du lac Tchad). marqueurs de paléoenvironnement* (sous presse).
- MAGLIONE G. (1974). – *Géochimie des évaporites et silicates néoformées en milieu continental confiné*. Trav. Doc. O.R.S.T.O.M., Paris, 50, 335 p.
- MONTEILLET J., ROSSO J.C. (1977). – Répartition de la faune testacée annuelle (Mollusques et Crustacées Cirripèdes) dans la basse vallée et le delta du Sénégal. *Bulletin I.F.A.N.*, t. 39, série A, n° 4, pp. 788-820.

Monique MAINGUET *

L'ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS SABLEUX ÉOLIENS EST-ELLE UN INDICATEUR D'ARIDITÉ ?

(IS THE THICKNESS OF THE SANDY AEOLIAN DEPOSITS A PROOF OF ARIDITY ?)

RÉSUMÉ. – *Les régions les plus arides du Sahara sont les plus pauvres en sable. Les couvertures sableuses les plus épaisses se trouvent dans le Sahel au sud du Sahara. Les ergs épais et continus riches en sable sont l'indication d'un climat peu sec. Les ergs très discontinus à dunes d'érosion sont corrélatifs de l'aridité et de l'hyperaridité.*

ABSTRACT. – *The most arid saharian regions are the poorest in sand. The thickest sand sheets are in the Sahel. The most continuous sand seas are indicators of not very dry climates. On the other hand ergs with sandridges or dunes of erosion are correlative of aridity and hyperaridity.*

Mots clés: Sahara, aridité, sables éoliens.

Les dépôts sableux, dunes et ergs, sont souvent attribués à des phases arides du climat. L'examen de la richesse en sable des ergs ou champs de dunes au Sahara et sur ses marges conduit à rejeter catégoriquement une telle corrélation. Pour étayer cette position, seront analysés l'ensablement actuel et les causes de l'absence de sable dans certains secteurs privilégiés.

HÉTÉROGÉNÉITÉ DE L'ÉPAISSEUR DES COUVERTURES SABLEUSES ET BILAN D'ALIMENTATION

Le Sahara est pauvre en sable ; moins de 20 % de sa surface en sont couverts. Par contre, sur les marges sahéliennes méridionales, l'ensablement dépasse 40 %. Le critère « épaisseur de la couverture sableuse »

* Université de Reims, 57, rue P. Taittinger, 51100 REIMS.