

GÉOCHIMIE DE LA SURFACE. — *Néoformation pédogénétique d'une zéolite, la mordénite, associée aux carbonates de sodium dans une dépression interdunaire des bords du lac Tchad.* Note (\*) de MM. Gilbert Maglione et Yves Tardy, présentée par M. Marcel Roubault.

Dans une dépression interdunaire de la bordure septentrionale du lac Tchad, une zéolite fibreuse et sodique, la mordénite, a été trouvée. Ce minéral est néoformé dans les fractions fines des sédiments situés dans la partie centrale de la saline où se concentrent par remontée capillaire les carbonates de sodium.

Dans les dépressions interdunaires de la bordure septentrionale du lac Tchad, les sédiments argileux et diatomitiques de l'Holocène lacustre (1) constituent l'aquifère d'une nappé phréatique carbonatée sodique dont la profondeur maximale ne dépasse pas deux mètres. Les conditions climatiques de la région sont caractérisées par les moyennes annuelles suivantes : pluviosité, 300 mm ; température, 28 °C ; humidité relative, 32 % ; évaporation potentielle, 2 200 mm. L'aridité du climat favorise un régime hydraulique de type capillaire qui concentre latéralement et verticalement les solutions. Une série de sels comme calcite, gaylussite, nahcolite, trona, halite, natron, thermonatrite, gypse, mirabilite et thenardite ainsi que des silicates comme la magadiite et la kanémite [(2), (3), (4)] sont distribués en fonction de leurs solubilités dans les paysages des salines du Kanem.

L'étude minéralogique de quarante échantillons récoltés dans une séquence de la saline de Liwa, considérée comme représentative de la région, a montré que la fraction de treize d'entre eux contenait de la mordénite. Ce minéral est une zéolite sodique (5)  $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca}) (\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}) (7 \text{H}_2\text{O})$  et se trouve ici associée à la magadiite  $(\text{NaSi}_7\text{O}_{13}, \text{OH}_3, 3 \text{H}_2\text{O})$  [(3), (6) (7)] et aux minéraux carbonatés sodiques en majeure partie constitués de trona  $(\text{NaHCO}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3, 2 \text{H}_2\text{O})$ .

DÉTERMINATION PAR DIFFRACTION DES RAYONS X. — Les diagrammes de diffraction des rayons X obtenus sur poudre < 2  $\mu$  désorientée montrent les pics caractéristiques de la mordénite (en Å : 9,1 ; 6,6 ; 6,38 ; 6,10 ; 5,79 ; 4,53 ; 4,0 ; 3,84 ; 3,76 ; 3,48 ; 3,39 ; 3,22 ; 2,89 ; 2,56). Les pics situés entre 4,53 Å et 2,89 Å sont souvent surimposés à ceux de la magadiite. Mais un chauffage à 250 °C pendant 5 h suffit à faire disparaître les réflexions de ce minéral pour ne laisser subsister que celles de la mordénite qui est alors aisément déterminée.

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE. — Dans les échantillons étudiés, les cristaux fibreux de mordénite se distinguent très bien des cristaux plats et lamellaires de magadiite.

MODE DE GISEMENT. — Sur la figure ci-jointe on a représenté une coupe schématique de la séquence étudiée à Liwa. La mordénite apparaît dans la partie médiane, précisément là où les eaux de la nappe sont les plus concentrées ( $\text{SiO}_2 \geq 2 \text{ g/l}$  ;  $\text{Na}^+ = 130 \text{ g/l}$  ;  $\text{K}^+ = 8 \text{ g/l}$  ;  $\text{CO}_3^{=} + \text{HCO}_3^- = 145 \text{ g/l}$  ;  $\text{SO}_4^{=} = 10 \text{ g/l}$  ;

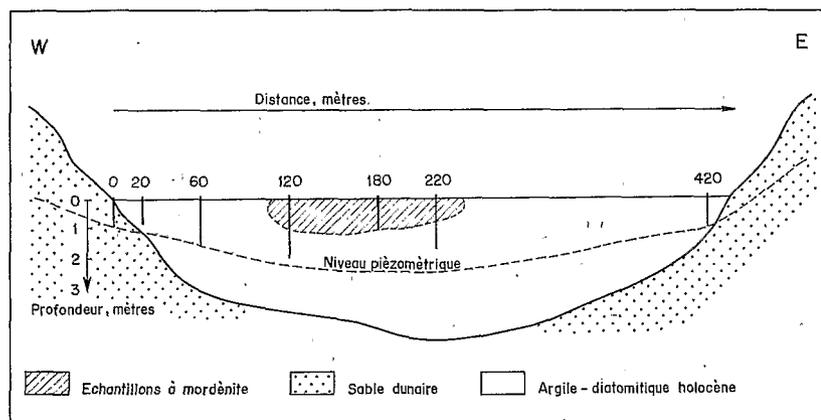
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 4707

15 JUIN 1971

$\text{Cl}^- = 35,5 \text{ g/l}$  ; densité = 1,280 ; pH = 10,30). La présence de mordénite semble donc liée aux conditions pédogénétiques particulières qui affectent la partie centrale de la séquence étudiée.



Coupe schématique de la saline de Liwa

INTERPRÉTATIONS. — De nombreux travaux ont fait état de la présence de zéolites dans les formations sédimentaires. Plusieurs auteurs décrivent ces minéraux associés à des faciès évaporitiques alcalins [(<sup>8</sup>), (<sup>9</sup>), (<sup>10</sup>)] et généralement on les considère comme liés à la transformation d'un matériel volcanique (<sup>11</sup>).

Dans les sols, plusieurs auteurs ont montré la néoformation de l'analcime [(<sup>8</sup>), (<sup>12</sup>), (<sup>13</sup>)], de la chabasite, de la natrolite (<sup>8</sup>) et enfin de la clinoptilolite (<sup>14</sup>). Dans certains cas la présence d'un volcanisme est reconnu, mais dans les autres cas aucune manifestation volcanique n'est décelée [(<sup>12</sup>), (<sup>14</sup>)]. Mais tous les auteurs s'accordent à reconnaître l'influence actuelle ou passée d'un milieu concentré en carbonate de sodium. De façon plus précise, Frankart et Herbillon (<sup>13</sup>) ont montré que l'analcime était absente des milieux sulfatés sodiques, mais apparaissait, chaque fois, liée à la présence des carbonates de sodium.

Dans le cas présent, les manifestations volcaniques provenant du Tibesti ne semblent pas avoir atteint cette partie méridionale de la cuvette tchadienne et les sédiments des dépressions interdunaires ne sont constitués que d'argiles diatomitiques mêlées à des sables d'origine éolienne. De plus, la mordénite est ici associée à la magadiïte et au trona ; sa présence dans les tailles fines et sa position privilégiée dans la chaîne sont autant d'arguments qui militent en faveur d'une origine pédogénétique.

Le mécanisme de la néoformation de la mordénite nous semble être lié aux phénomènes de remontée capillaire qui distribue dans les profils les différents sels en fonction de leur solubilité. Ici, comme pour la magadiïte (<sup>3</sup>), deux hypothèses sont à retenir. Ou bien la mordénite se forme par précipitation directe à partir des ions en solution qui remontent par capillarité dans les profils. Ou bien, comme pour l'analcime de la vallée de la basse Ruzizi (<sup>13</sup>), la silice et l'aluminium sont fournis par l'hy-

drolyse des argiles en pH très basique et se recombinent avec le sodium des carbonates qui s'accumulent au sein des horizons des sols.

CONCLUSION. — 1. La découverte de la mordénite dans la saline de Liwa prolonge la liste des zéolites qui peuvent naître dans les conditions géochimiques de la surface.

2. La mordénite est néoformée en milieu carbonaté sodique par le jeu de la pédogenèse qui affecte des sédiments argileux et diatomitiques d'où tout produit d'origine volcanique semble absent.

3. La présence de cette zéolite sodique complète l'inventaire des paragenèses salines qui caractérisent le faciès géochimique régional de la bordure septentrionale du lac Tchad.

4. Dans les derniers stades de la chromatographie des ions dans les paysages<sup>(15)</sup>, le calcium se fixe dans les carbonates, le sodium est piégé en partie dans les carbonates, en partie dans les silicates.

5. Si la magadiite n'utilise que la silice et le sodium, la mordénite est un des termes de cette paragenèse où l'aluminium est aussi retenu avec ces deux éléments.

(\*) Séance du 25 janvier 1971.

(1) M. SERVANT et S. SERVANT, *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, 12, 12, 1970, p. 63-75.

(2) G. MAGLIONE, *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.*, 91, 1968, p. 388-395.

(3) G. MAGLIONE, *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 23, 4, 1970 (à paraître).

(4) G. MAGLIONE et Z. JOHAN, *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.* (à paraître).

(5) W. H. MEIER, *Zeit. Krist.*, 115, 1961, p. 439-450.

(6) H. P. EUGSTER, *Science*, 157, 1967, p. 1177-1180.

(7) H. P. EUGSTER, *Contr. Mineral. Petrol.*, 22, 1969, p. 1-31.

(8) R. L. HAY, *Geol. Soc. Amer., Spec. Pap.*, 85, 1966, 130 pages.

(9) R. A. SHEPPARD et A. J. GUDE, *Geol. Surv. Prof. Paper*, 597, 1968, 38 pages.

(10) R. L. HAY et R. J. MOIOLA, *Sedimentology*, 2, 1963, p. 312-332.

(11) A. PACQUET, *Thèse Fac. Sc. Strasbourg*, 1969, 221 pages.

(12) M. A. BALDAR et L. D. WHITTIG, *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.*, 32, 1968, p. 235-238.

(13) R. FRANKART et A. J. HERBILLON, *Bull. Gr. Fr. Argiles*, 22, 1, 1970 (à paraître).

(14) D. SMALE, *Transac. Geol. Soc. South Africa*, 71, 2, 1968, p. 147-152.

(15) Y. TARDY, *Thèse Fac. Sc. Strasbourg*, 1969, 274 pages ; *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.* (à paraître).

[Centre O. R. S. T. O. M., B. P. n° 65, Fort-Lamy, Tchad ;  
Department of Earth and Planetary Sciences, The Johns Hopkins University,  
Baltimore 21218, Maryland, U. S. A. ;  
Centre de Sédimentologie et de Géochimie de la Surface (C. N. R. S.),  
1, rue Blessig, 67-Strasbourg, Bas-Rhin.]