

**GÉOCHIMIE DE LA SURFACE.** — *Présence de northupite dans une dépression interdunaire du Kanem (littoral septentrional du lac Tchad) ; ses implications géochimiques.* Note (\*) de M. Gilbert Maglione, présentée par M. Théodore Monod.

La northupite ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 \cdot \text{NaCl}$ ) a été mise en évidence par diffractométrie des rayons X dans la paragenèse évaporitique actuelle du Tchad, associée à la halite, la thénardite et la nahcolite. Les observations de terrain et les données de laboratoire permettent de penser que la northupite correspond à un produit de réaction entre un précurseur dolomitique et des eaux carbonatées et chlorurées sodiques.

Les dépressions interdunaires du Kanem (littoral septentrional du lac Tchad) sont actuellement le siège d'une sédimentation évaporitique qualifiable de *diagénétique précoce*, due à une évaporation capillaire jouant sur une nappe phréatique subaffleurante (<sup>1</sup>).

Le faciès régional de la paragenèse est *carbonaté sodique* (gaylussite, nahcolite, trona, thermonatrite, natron). Dans certaines dépressions, la faible dénivelée jointe à la nature sédimentologique de l'aquifère permettent un meilleur drainage et une meilleure oxygénation de la nappe. La paragenèse est alors *sulfato-chlorurée sodique*.

Un tel milieu a déjà été décrit (<sup>2</sup>). Dans une matrice composée de halite et de thénardite, une étude fine par diffractométrie des rayons X a révélé la présence de *northupite*, espèce minéralogique suffisamment rare pour mériter d'être signalée dans cette Note.

**I. PRÉCÉDENTES OCCURRENCES.** — Il s'agit d'un minéral rare qui appartient au système cubique (Fd 3 m). Les cristaux octaédriques contiennent quelquefois des inclusions d'argile disposées de manière symétrique qui lui donnent une couleur jaune pâle à gris-brun. Les principales raies de diffraction sont en Å : 8,00 (8), 2,09 (10), 2,48 (10), 2,12 (5), 1,75 (5), 1,61 (5).

Le gisement type fut décrit par Foote (<sup>3</sup>) ; le minéral fut nommé en l'honneur de C. H. Northup de San José, Californie, qui trouva cette nouvelle espèce dans un forage du lac Searles, dans une strate d'argile à 150 m de profondeur.

La northupite a été ensuite signalée par Vonsen (<sup>4</sup>) au lac Borax, Californie, associée à de la pirsonnite et de la gaylussite dans du trona massif. Plus récemment Fahey (<sup>5</sup>) a signalé sa présence dans la formation éocène de la Green River, Wyoming ; elle s'y présente sous forme massive, remplissant des fissures, accompagnée de shortite, gaylussite, pirsonnite et trona.

Enfin Morton et coll. (<sup>6</sup>) viennent de signaler sa présence dans la série évaporitique du lac Katwé, Ouganda ; elle est associée à de la tichyte, tandis que trona, burkéite, hanksite, nahcolite et halite, forment la partie prépondérante de la paragenèse.

**H. CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU GISEMENT TCHADIEN.** — L'ouadi de l'île de Napal est situé à 30 km au Sud-Est du village de Bol (lat. 13°18' Nord, long. 14°58' Est).

22 OCT. 1974  
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° B7065 Geol.

Cette région (« Archipel » du lac Tchad) correspond à un erg ancien fixé, orienté Nord-Nord-Ouest - Sud-Sud-Est ; les creux interdunaires sont occupés par les eaux de l'actuel lac Tchad, tandis que les sommets émergés des dunes forment autant de petites îles aux formes complexes.

Sur certaines de ces îles existent de légères dépressions (dénivelées  $\leq 2$  à 3 m) dont l'assèchement ou la mise en eau par affleurement de la nappe phréatique est commandé par les fluctuations interannuelles du lac Tchad <sup>(7)</sup>.

La morphologie peu marquée de ces ouadis conduit à une dépression hydrogéologique peu accentuée, voire nulle qui constitue le facteur déterminant de la dynamique des sels solubles de la nappe phréatique <sup>(2)</sup>.

L'ouadi de Napal, de dimensions modestes (300 m sur 100 m), se présente sous une forme ovoïde. Au cours de la saison sèche une dalle saline de 15 à 20 cm d'épaisseur s'individualise, constituée d'une alternance millimétrique de lits de thénardite séparés par des géodes tapissées de microcristaux de halite. En fin de cycle évaporatoire les saumures, enrichies en chlorures, déposent des trémies de halite récoltées et commercialisées sur les marchés indigènes.

L'analyse diffractométrique de plusieurs échantillons de la dalle saline a montré la composition moyenne suivante : thénardite (57 %)-halite (42 %)-nahcolite (0,6 %)-northupite (traces).

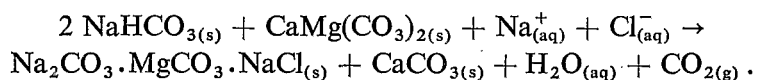
III. IMPLICATIONS GÉOCHIMIQUES. — L'intérêt de ce minéral n'est pas tant dans sa présence que dans son chimisme très particulier. L'évolution chimique de la nappe phréatique depuis les rives du lac Tchad jusqu'aux saumures affleurantes de l'ouadi a été décrite par ailleurs <sup>[(2), (1)]</sup>. Elle se caractérise par deux changements majeurs : — une augmentation considérable de la minéralisation totale qui passe de 300 mg/litre (eau du lac Tchad) à plus de 350 g/litre (saumure de l'ouadi), — le passage d'un faciès bicarbonaté calco-sodique à un faciès chloro-sulfaté sodique.

Ces deux changements sont dus à une évaporation, capillaire (dans la nappe) et directe (pour les saumures affleurantes), accompagnée d'une précipitation massive de carbonates alcalino-terreux avec une possible réoxydation de sulfures <sup>(1)</sup>.

Les saumures à partir desquelles s'élabore la dalle saline dans laquelle la northupite a été mise en évidence ne contiennent des ions magnésium et carbonates qu'à l'état de traces.

Des études sur le lac Searles <sup>(8)</sup> ont montré que la néoformation de ce minéral intervient dans des conditions de faible activité de l'eau et de faible pression partielle de gaz carbonique. Sa synthèse a également été réalisée <sup>[(9), (10)]</sup>.

Dans le cas de Napal, la pauvreté des solutions en ions carbonates et magnésium ne permet pas d'envisager une précipitation directe de la northupite. Par contre, on peut penser qu'il s'agit d'un produit de réaction entre un précurseur dolomitique (ou une calcite fortement magnésienne), la nahcolite et les solutions chlorurées sodiques. La réaction peut être schématisée ainsi :



Bien que rien ne soit connu de ses constantes thermodynamiques, on constate d'après la réaction ci-dessus que la formation de la northupite est favorisée par un abaissement de l'activité de  $H_2O$  (c'est-à-dire une augmentation de la minéralisation des saumures) et une chute de la pression partielle de  $CO_2$  (tendance au rééquilibrage avec la pression atmosphérique par exemple).

Dans le cas présent, le minimum d'activité de l'eau est atteint en fin de saison sèche : après le délestage des ions sulfates qui s'intègrent dans la dalle de thénardite, les chlorures dominent dans les saumures. De même les pressions partielles de  $CO_2$ , élevées dans le parcours souterrain des eaux ( $PCO_2$  calculé =  $10^{-1,3}$ ), chutent brutalement dès leur débouché aérien dans l'interdune ( $PCO_2 = 10^{-2,8}$ ) et tendent à s'équilibrer avec la pression partielle du  $CO_2$  atmosphérique ( $10^{-3,5}$ ).

IV. CONCLUSIONS. — La formation de la northupite de Napal trouve son intérêt dans le fait qu'elle est actuelle : chaque année la dalle saline est extraite par les sauniers indigènes et se reforme l'année suivante. Le précurseur dolomique, fugace, serait justiciable de la même rapidité de mise en place.

Dans les saumures de Napal les rapports molaires  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  sont voisins de 6,0 (1). Ils se rapprochent de ceux couramment cités dans la littérature [(11), (12)] comme « seuils » pour la nucléation de dolomite ou, à tout le moins, de protodolomite.

La néoformation actuelle de dolomite dans un environnement évaporitique purement continental serait intéressante à plus d'un titre. Elle demandera cependant à être démontrée d'une façon autre qu'indirecte.

(\*) Séance du 10 juin 1974.

(1) G. MAGLIONE, *Thèse*, Paris-VI, 1974, 331 pages.

(2) G. MAGLIONE, *Cah. ORSTOM*, série Géol., 2, 1, 1970, p. 81-94.

(3) W. M. FOOTE, *Am. J. Sc.*, 50, 3, 1895, p. 480-481.

(4) M. VONSEN, *Mineralogist*, 3, 12, 1935, p. 23.

(5) J. J. FAHEY, *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 405, 1962, 50 pages.

(6) W. H. MORTON et coll., *Geol. Soc. Finland*, 43, 1, 1971, p. 125-130.

(7) M. A. ROCHE, *Thèse*, Paris-VI, 1973, 385 pages.

(8) W. H. BRADLEY et H. P. EUGSTER, *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 496-B, 1969, p. 1-69.

(9) M. A. DE SCHULTEN, *Bull. Soc. Fr. Mineral.*, 19, 1896, p. 164-169.

(10) E. O. WILSON et Y. C. CH'U, *Industr. Eng. Chem.*, 26, 1934, p. 1099-1104.

(11) D. J. J. KINSMANN, *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 53, 1969, p. 830-840.

(12) B. H. PURSER, Springer-Verlag, Berlin, 471 pages.

Section Géologie,  
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer,  
Centre de Dakar, B. P. n° 1386, Dakar, Sénégal.