

FB 6

LIMNOLOGIE. — *Sur la nature des smectites de néoformation du lac Tchad et leur distribution spatiale en fonction des conditions hydrogéochimiques.* Note (\*) de **Jean-Pierre Carmouze, Georges Pedro et Jeannine Berrier**, présentée par M. Jean Orcel.

L'étude de la régulation hydrogéochimique conduit à montrer que le lac Tchad fonctionne comme un véritable « réacteur » avec néoformation de smectites. Mais la nature cristallochimique de ces dernières n'est pas uniforme spatialement, par suite de l'évolution du système depuis le delta du Chari jusqu'à la zone septentrionale.

*The study of hydrogeochemical regulation leads us to show that lake Chad functions as a veritable "chemical reaction chamber", with neoformation of smectites occurring. However, the crystallo-chemical nature of these smectites varies with location as is evident from studies on the evolution of the system from the Chari delta to the Northern zone.*

On sait depuis un certain nombre d'années que la montmorillonite est un minéral argileux assez bien représenté dans les sédiments superficiels du lac Tchad (1). Toutefois, les suspensions solides du Chari en contenant très peu (le minéral dominant apporté par le fleuve est la kaolinite), il a semblé normal jusqu'ici d'attribuer ce résultat à la néoformation directe de smectites en milieu lacustre.

TABLEAU I

Composition moyenne des eaux du Chari (mg/l)

Charge dissoute (61,5 mg/l)	}	Ca <sup>2+</sup>	2,06	Charge solide (70,1 mg/l)	}	Formes	SiO <sub>2</sub>	1,6
		Mg <sup>2+</sup>	0,94			colloïdales	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9
		Na <sup>+</sup>	2,92			et amorphes	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,9
		K <sup>+</sup>	1,84			Minéraux particulaires	Smectite	7,5
		CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	31,5				Kaolinite	26,9
		SiO <sub>4</sub> H <sub>4</sub>	22,2				Illite	7,9
		Quartz	6,6					
		Feldspaths	4,1					
			Perte au feu	12,7				

En réalité, la démonstration de cet état de choses, qui doit être réalisée quantitativement, n'est pas sans poser de problème, du fait que le lac ne fonctionne pratiquement jamais en régime permanent. Aussi, avant de s'y consacrer, il est apparu nécessaire de se référer à un état moyen, c'est-à-dire de considérer une période de temps suffisamment longue pour que le milieu lacustre soit en état d'équilibre dynamique par rapport au régime moyen des apports et des pertes relatifs à la même période. C'est ce qui a été réalisé au cours d'un travail d'ensemble (2).

Or, il découle aisément de l'examen des résultats généraux consignés dans le tableau I et concernant les différents éléments apportés par le fleuve sous forme dissoute, colloïdale (éléments catalogués comme amorphes ou mal cristallisés) et particulaire (minéraux cristallisés) que :

- tout d'abord la kaolinite, l'illite et les feldspaths se trouvent dans des proportions identiques au sein des suspensions fluviales et des sédiments du lac;

-7 NOV 1983

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 3647

Cote : B

— en revanche, la quantité de smectites augmente dans le même temps que diminue, à la suite de la sédimentation chimique (<sup>3</sup>). un certain nombre d'éléments dissous ( $\text{SiO}_4\text{H}_4$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) et colloïdaux ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Naturellement une partie de cette sédimentation est biochimique [diatomées ( $\text{SiO}_2$ ), mollusques ( $\text{CaCO}_3$ ), macrophytes (K)] ou carbonatée

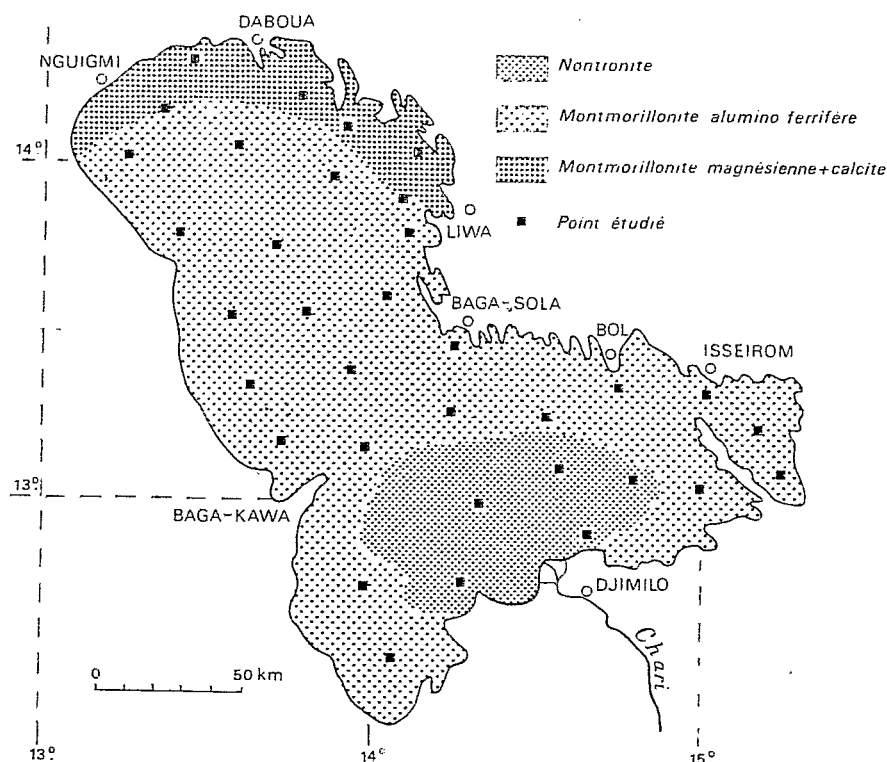


Fig. 1

(précipitation de calcite). Nous avons pu quantifier cette fraction de manière à évaluer la proportion d'éléments apportés annuellement par le fleuve, qui est réellement intégrée au sein de néoformations argileuses. Le tableau II, qui rassemble à ce sujet les différents résultats, montre incontestablement que cette néoformation s'accompagne d'une *perte par sédimentation* des différents éléments dont il a été question ci-dessus ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  et  $\text{CaO}$ ).

TABLEAU II

*Disparition spécifique des apports annuels par sédimentation (%)*

	Disparition globale	Disparition par voie biochimique	Disparition par sédimentation géochimique
$\text{SiO}_2$ .....	47,5	12,7	34,8
Ca.....	33,5	26,5	7
Mg.....	28,8	8,2	20,6
K.....	8,8	8,8	Traces
Na.....	Traces	Traces	Traces
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	80	Traces	80
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	30	Traces	30

Dans ces conditions, la néogénèse de smectites (qui représentent 65 %, des smectites des sédiments du lac) apparaît maintenant comme un phénomène établi.

Ceci étant, le lac Tchad ne constitue pas un système homogène spatialement. En effet, en raison de son alimentation et de la direction d'écoulement, la nature de ses eaux présente une forte gradation zonale : la concentration, qui est de 70 mg/l dans la zone deltaïque (soit un facteur concentration des eaux fluviales de 1,2), atteint 1 000 mg/l aux confins nord (facteur de concentration de 12). On pouvait donc se demander si une telle variation du milieu était suffisante pour provoquer la genèse de smectites d'un type cristalochimique différent. A cet effet, un grand nombre de sédiments du lac ont été étudiés à la fois du point de vue chimique et minéralogique, ainsi que les eaux interstitielles leur correspondant (fig. 1). A chaque station, en s'appuyant sur le calcul du bilan, il a été déterminé la composition de la phase smectitique puis, déduction faite de celle de la montmorillonite apportée par le Chari, la constitution cristalochimique des smectites de néoformation. A partir

TABLEAU III

Constitution cristalochimique des smectites de néoformation

Zone pérideltaïque	$[Si_{3,81}Al_{0,06}Fe^{III}_{0,11}]O_{10} [Fe_{1,76}Mg_{0,20}] (OH)_2 (Ca_{0,22}Na_{0,04})$
Zone médiane	$Si_4O_{10} [Al_{1,22}Fe^{III}_{0,43}Ti_{0,02}Mg_{0,18}] (OH)_2 (Ca_{0,14}Na_{0,01})$
Zone nord	$Si_4O_{10} [Al_{0,24}Fe^{III}_{0,12}Ti_{0,02}Mg_{1,99}] (OH)_2 (Ca_{0,19}Na_{0,07})$

de ces données, il devient alors aisé de délimiter trois grandes zones géographiques (fig. 1), chacune étant caractérisée par la néogénèse d'une smectite dont la constitution moyenne est donnée dans le tableau III :

— la zone pérideltaïque, où se produit 10 % des néoformations, apparaît comme le domaine de la nontronite;

— la zone médiane, qui est de loin la plus importante (80 % des néogénèses), voit se former une montmorillonite aluminoferrifère;

— enfin, dans la zone nord il s'individualise, à côté de la précipitation de calcite, une montmorillonite magnésienne qui représente 10 % des néogénèses de smectites (4).

En conclusion, si toutes les néoformations argileuses vont dans le sens de l'individualisation de montmorillonites vraies (sans substitution tétraédrique), on peut noter cependant une très grande sensibilité de la cristalochimie des couches octaédriques vis-à-vis des conditions hydrogéochimiques et en particulier du milieu représenté par les eaux interstitielles (fig. 2, concentration des éléments en mM/l) (5) :

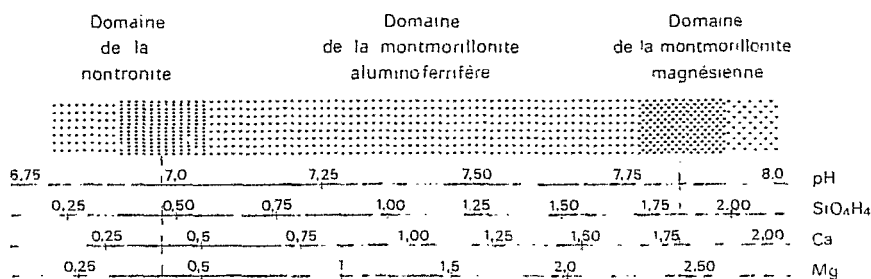


Fig. 2

C'est ainsi qu'en milieu dilué, il s'édifie une nontronite par suite de la réaction spécifique de la silice vis-à-vis des hydrates ferriques colloïdaux; puis la concentration augmentant et le pH devenant plus basique, il se forme une montmorillonite alumineuse par combinaison de  $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dissous avec l'aluminium provenant des constituants amorphes; enfin, à plus forte concentration, il s'individualise des montmorillonites magnésiennes directement à partir des éléments de la solution.

Il apparaît donc que la réactivité de la silice vis-à-vis des différents éléments du milieu lacustre suit un ordre bien déterminé et que, pour engendrer des smectites,  $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  choisit de se combiner avec l'ion octaédrique dont l'hydroxyde est d'autant moins soluble (ou encore le  $\text{pH}$  d'autant plus bas) que le milieu est plus dilué.

(\* Séance du 8 décembre 1976

(1) Cf. B. DUPONT. *Cahiers ORSTOM, Géologie*, 1970, 2, p. 9-42.

(2) -P. CARMOUZE. *Thèse*, Université Paris VI, 1976.

(3) Les pertes par infiltration étant évaluées et déduites.

(4) Cette évolution se poursuit dans les polders. Cf. C. CHEVERRY. *Thèse*, Strasbourg, 1974.

(5) Dans d'autres cas, cette sensibilité se marque par des phénomènes de transformations. Cf. N. TRAUTH. *Thèse* Strasbourg, 1974.

J. P. C. :

ORSTOM,

Section d'Hydrobiologie,

24, rue Bayard,

75008 Paris;

G. P. et J. B. :

I.N.R.A.,

Departement de Science du Sol,

C.N.R.A.,

78000 Versailles.

# COMPTES RENDUS



HEBDOMADAIRES

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS

---

TOME DEUX CENT QUATRE-VINGT-QUATRIÈME

SÉRIE D : SCIENCES NATURELLES

PREMIÈRE PARTIE : JANVIER-FÉVRIER 1977

---

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ÉDITEUR

1977

B3647

B3647