

geol.

→ GÉOCHIMIE. — *Géochimie des eaux naturelles; le transport en solution par un fleuve de Côte-d'Ivoire*. Note (\*) de MM. JEAN-PHILIPPE MANGIN, JEAN LECOLLE, PHILIPPE MATHIEU, CLAUDE MONNET, SERGE PINTA et JACQUES SIRCOULON, présentée par M. Pierre Pruvost.

L'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.) a mis en œuvre en Côte-d'Ivoire, sur l'initiative de l'un de nous (1), une vaste opération concertée destinée à mettre en évidence, pour la zone sub-équatoriale, la géochimie et la genèse des eaux naturelles, en savane et sous forêt, leur capacité de transport et la sédimentation résultante en milieu fluvial, lagunaire et marin. Pour le noter en passant, cette étude, commencée début 1963, peut apporter par avance quelques réponses aux questions inscrites au programme de la Décennie Hydrologique Internationale de l'UNESCO et, notamment, aux résolutions nos 1, 2, 11, 15, 19, 21, 23, 26, 30, 31, 32, 40 et 61 du rapport final d'avril 1965 (NS/198). Cette Note préliminaire est volontairement réduite à quelques données géochimiques; elle est tirée de plus de 2 500 analyses et de trois années d'observations, auxquelles ont collaboré de nombreux chercheurs de l'O.R.S.T.O.M. qui ne peuvent tous être cités ici. Les publications futures des résultats complets leur rendront justice.

Deux stations de mesures, l'une en savane granitique au Nord (Korhogo), l'autre sur schistes et sous forêt classée au Sud (Amitioro), contrôlent les eaux de précipitation et de ruissellement qui rejoignent un axe fluvial sub-méridien, le Bandama, sur lequel sont installées cinq stations. Les résultats exposés ici proviennent de la station Tiassale, située à l'aval de la zone de savane.

A. *Les rapports de la charge soluble au débit liquide, aux variations climatiques, à la géologie du bassin.* — Généralement, le Bandama est en crue maximale en octobre (2 300 m<sup>3</sup>/s pour 1964) et prononce son étiage de janvier à mai avec un minimum d'environ 30 m<sup>3</sup>/s; les écarts de débits sont considérables et cependant la charge soluble unitaire ne marque que peu de variations; d'une valeur moyenne de 39.10<sup>-6</sup> environ elle est au maximum durant l'étiage (44.10<sup>-6</sup>) mais aussi en septembre, proche du maximum de crue; le minimum (32.10<sup>-6</sup>) est atteint le mois suivant malgré quoi l'écart n'est que de 20 % sur la moyenne. Évidemment, la charge soluble totale exportée est donc davantage fonction du débit liquide, très variable, que de la charge unitaire assez constante. C'est ainsi que l'exportation soluble est de l'ordre de 3 kg/s à l'étiage et monte à 80 kg/s en pointe de crue.

Cependant, l'érosion chimique d'un bassin essentiellement granitique de 94 250 km<sup>2</sup>, amplement cuirassé et recouvert d'une maigre savane, reste étonnement faible avec un débit spécifique annuel moyen de 0,167 g/s/km<sup>2</sup>

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

Collection de Référence

n° 11229 ex1

variant de 0,01 (étiage) à 0,79 (crue) et une exportation totale annuelle ne dépassant pas 500 000 t. Dans une zone où la température est toujours élevée (26 à 31°) et la pluviosité notable (1350 mm en année moyenne) et répartie en deux saisons bien tranchées, l'érosion chimique ne fournit donc aux vecteurs fluviaux qu'une charge très modérée; d'ailleurs elle n'apparaît pas plus importante à l'échelle du ruissellement noté, par exemple, à la station de savane de Korhogo où la charge soluble unitaire du ravineau d'observation ne dépasse guère  $12 \cdot 10^{-6}$ . Il est vrai que le marigot collectant le bassin de cette station peut entraîner jusqu'à  $40 \cdot 10^{-6}$ , sans doute en intégrant tous les apports solubles dans le chenal qui subit une intense évaporation, ce qui explique sans doute la concentration; celle-ci peut provenir également du ruissellement en nappe et de l'apport des sources.

En outre, la charge moyenne du fleuve est étonnamment homogène, non seulement dans le temps mais encore dans l'espace : elle ne s'accroît que fort lentement d'amont en aval et nos nombreuses observations rendent compte d'une équirépartition de la charge, pour une section considérée, en tous les points de prélèvement. Tout se passe comme si un équilibre s'établissait au sein du fleuve dès que celui-ci atteint un certain volume et comme si un « taux de saturation » était atteint. Les travaux en cours permettront de préciser ou de modifier ce point de vue.

B. *La répartition des composants solubles.* — La répartition des éléments composant la charge soluble est également intéressante : la silice  $\text{SiO}_2$  forme environ la moitié de la charge de juillet en décembre (avec un maximum à la pointe de crue) et un tiers de celle-ci à l'étiage; les bases fortes K, Na, Ca, Mg s'associent pour donner 35 % de cette charge unitaire, avec quelques écarts entre les périodes extrêmes. En général, les teneurs en alcalins et alcalinoterreux s'équilibrent, mais Ca domine le lot presque à chaque prélèvement. Les premiers semblent varier légèrement comme le débit et les seconds à l'inverse. Le pH varie peu d'ailleurs entre 7,2 et 7,9 ce qui, au sortir d'un pays granitique, témoigne de l'élimination du  $\text{CO}_2$  originel et de la teneur en alcalins mais pourrait être mis en opposition avec la prédominance de  $\text{SiO}_2$ .

Quant aux anions,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ , ils ne représentent qu'une part très faible de la charge et, pour l'instant, aucune relation cohérente n'est apparue avec le débit; il est vrai que le dosage de l'ion  $\text{Cl}$  n'a pas pu être poussé jusqu'ici en dessous de  $3 \cdot 10^{-6}$  et que cette carence gêne l'interprétation; les sulfates apparaissent à leur maximum en période de crue. Il est assez paradoxal de noter l'infime représentation du fer qui n'atteint que rarement la  $10^{-6}$  malgré la nature du bassin drainé par le Bandama; la teneur moyenne en Fe total est de  $0,35 \cdot 10^{-6}$ . Sans doute le pH est-il trop élevé pour le maintenir en solution. L'alumine est encore moins bien représentée (moyenne :  $0,15 \cdot 10^{-6}$ ). Dans l'ensemble ceci ne correspond

pas exactement à certaines données <sup>(2)</sup> et, au surplus, les produits exportés en solution ne sont pas tout à fait ceux qu'on pourrait attendre d'une zone non protégée par un couvert forestier, en période rhexistatique.

Finalement, l'effet du climat se traduit surtout par la très grande différence séparant le débit d'étiage et le débit de crue et, partant, le tonnage exporté en solution; les variations attendues dans le processus d'érosion chimique ne sont pas apparues clairement, au moins à l'échelle de l'observation et doivent d'ailleurs rester fort discrètes; ce qui compte au débouché du fleuve c'est donc la quantité d'eau déversée dans le réceptacle lagunaire ou marin, qui commande la quantité d'apports solubles (et solides d'ailleurs) ce qui facilitera sans doute l'explication de la genèse des dépôts alternants <sup>(1)</sup>.

L'effet est minime des quelques différences géologiques qui se manifestent sur l'étendue du bassin, massivement occupé par des arènes et des cuirasses latéritiques entourées de leurs débris : la composition de la charge ne varie que fort peu d'une station fluviale à l'autre, témoignage encore de l'indigence de l'érosion chimique réelle qui contraste singulièrement avec l'apparence brutale des érosions mécaniques; mais on voit que, dans la morphologie actuelle, les débris de celles-ci ne doivent pas être transportés assez loin pour être pris en charge par le collecteur fluvial et pour exporter les sels qui sont arrachés avec les particules solides.

Par contre, le rôle de la couverture forestière apparaît déjà comme très important (notamment en ce qui concerne l'apport en potasse et le rapport des alcalins entre eux) et sera exposé ultérieurement. Pour l'instant, la présente Note n'avait pour but que d'apporter quelques éléments d'appréciation sur la quantité des apports solubles qu'il est possible d'attendre d'un vaste bassin granitique sous climat sub-équatorial et sur leur répartition.

(\*) Séance du 16 mai 1966.

(1) J. PH. MANGIN, *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 1963, p. 153.

(2) H. SCHOELLER, *Les eaux souterraines*, Masson Paris, 1962, p. 351 et suiv.

(J.-P. M. : *Laboratoire de Géologie,*  
*Faculté des Sciences, boulevard Gabriel, Dijon, Côte-d'Or.*  
J. L., P. M., C. M., S. P. et J. S. : *O.R.S.T.O.M.,*  
70 à 74, route d'Aulnay, 93 - Bondy.)