

GÉOCHIMIE. — *Première estimation du bilan de l'altération, de l'érosion, et de la sédimentation, sur péridotites, sous le climat tropical de la Nouvelle-Calédonie.*

Note (*) de MM. **Frédéric Baltzer** et **Jean-Jacques Trescases**, présentée par M. Jean Orcel.

Cette étude est centrée sur le bassin de la rivière Dumbéa (versant ouest de la Nouvelle-Calédonie) à une vingtaine de kilomètres au Nord de Nouméa, bassin très montagneux et constitué en quasi-totalité de roches ultrabasiques (essentiellement harzburgites). Après le confluent de ses trois branches la rivière draine une petite plaine alluviale et atteint le lagon par l'intermédiaire d'une ria ennoyée et comblée, évoluant maintenant en delta, où se développent les mangroves. La superficie de ce bassin est de 210 km² environ. Le climat subtropical de la Nouvelle-Calédonie est caractérisé par l'alternance d'une saison chaude et très humide (*t* moyenne 26 °C en février à Nouméa) et d'une saison fraîche et humide (*t* moyenne 20 °C en août) séparées par des périodes sèches de durées très variables. La pluviométrie varie de 1 m environ en bord de mer à plus de 3 m sur les hauteurs. C'est pendant la saison chaude que les cyclones tropicaux peuvent atteindre le territoire. Ces cyclones s'accompagnent de vents violents et d'énormes chutes de pluies [(¹), (²)]. Le débit moyen de la Dumbéa est de 7 m³/s mais peut varier de 1 m³/s à 1 000 m³/s (³).

1. L'ALTÉRATION. — L'altération météorique se traduit par l'individualisation de deux phases : une phase migratrice qui comprend les éléments dissous, et entraînés par les eaux, et une phase résiduelle. Cette dernière (⁴) est constituée sur les plateaux par des profils ferrallitiques très profonds (dépassant souvent 20 m) : l'essentiel de ces profils est représenté par un squelette ferrugineux, où la texture de la roche est encore reconnaissable (saprolite), et où la chromite résiduelle, les hydroxydes de cobalt, de manganèse, et, partiellement de nickel sont concentrés en valeur relative ; à la base, cependant, on observe un horizon d'altération silico-magnésien, à talc, antigorite, chlorite, où le nickel est concentré en valeur absolue. Les pentes évoluent en sols bruns eutrophes, à caractéristiques très proches des zones de départ des profils de plateau, mais sans concentration nickélique ; l'érosion empêche la prolongation de l'altération, et ces profils restent peu épais. La destruction des surfaces ferrallitiques perchées et l'érosion des versants alimentent des dépôts de piedmonts ferrugineux, qui ressemblent aux horizons supérieurs des profils de plateau, mais enrichis en silice et en argile (antigorite, talc, nontronite).

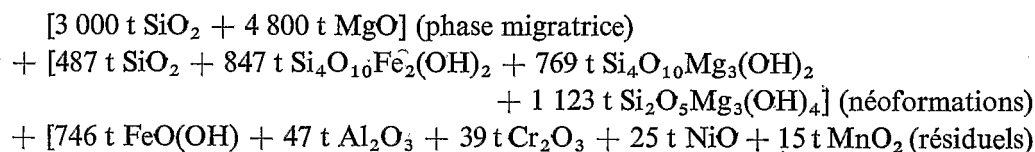
L'étude de la phase migratrice (⁵) précise ce schéma et permet une évaluation de l'érosion chimique des péridotites. Les roches ont la composition chimique moyenne suivante (éléments majeurs) : SiO₂ 40 %-MgO 44,2 %-Fe₂O₃ 8 % (sous forme de FeO). Si l'on compare le rapport moléculaire SiO₂/MgO des eaux et celui des roches qu'elles drainent, on obtient les vitesses relatives d'exportation de ces deux éléments : ce rapport mesuré dans l'eau varie dans le temps et dans l'espace, les vitesses relatives de lixiviation de ces deux éléments s'inversant de la saison chaude

et humide ($V\text{SiO}_2 > \text{VMgO}$) à la saison sèche ($\text{VMgO} > V\text{SiO}_2$) (5). En valeur moyenne, cependant, l'élimination du magnésium est prépondérante, la silice résiduelle précipite (opale, calcédoine, quartz), se recombine avec le fer résiduel (nontronite), ou avec une partie du magnésium libéré en solution (antigorite, talc). En considérant, en toute première approximation, que le nombre x de molécules de silice résiduelle se répartit également dans les quatre produits de néoformation (silice, nontronite, antigorite, talc), il subsiste en solution (6) :

$$\frac{1}{R}(S + x) - \frac{3x}{8} - \frac{3x}{16} = M \text{ molécules de magnésie}$$

R : rapport SiO_2/MgO dans la roche, S : nombre de molécules de silice dissoute.

Le dosage chimique de M, S et R permet de calculer x , et de la somme ($x + S$) de molécules de silice libérée on déduit la quantité de péridotite altérée. Pour 130 km² du bassin de la Dumbéa situés en amont des limnigraphes on aboutit ainsi à l'équation suivante (bilan annuel) : 11 500 t de péridotite saine =



2. L'ÉROSION. — L'érosion affecte la phase résiduelle et provoque la migration (par colluvionnement sur les versants et en suspension dans les torrents) des éléments peu solubles, respectés par l'altération chimique. L'analyse systématique des charges solides des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie révèle que les phénomènes érosifs n'interviennent significativement que lors des cyclones tropicaux (6). On constate que la composition de la suspension varie dans l'espace et reflète toujours la composition des sols ou des sédiments constituant l'environnement immédiat de la portion de rivière considérée : tout à fait en amont la charge solide est surtout ferrugineuse et renferme un peu de chromite et de nickel oxydé. Dans les zones basses la suspension ressemble aux dépôts de piedmonts, riches en fer, mais avec une proportion notable de silicates secondaires. Dans le delta, cette tendance s'affirme encore.

Le bilan inter-annuel de l'érosion, sur le bassin de la Dumbéa (zone péridotitique), a été déduit des mesures effectuées pendant la période 1965-1970 lors du passage des cyclones Glenda et Brenda (1967 et 1968), et des statistiques météorologiques (1852-1951) : la charge solide moyenne évacuée chaque année en suspension hors du massif de péridotites est de 4 000 t de matériaux environ et composée de : SiO_2 35 % - Fe_2O_3 40 % - Al_2O_3 9 % - MgO 2 % - NiO 1,7 % - Cr_2O_3 0,5 % - MnO_2 0,2 %.

3. LA SÉDIMENTATION. — La sédimentation, en aval, se fait sur la plaine alluviale, sur les marais du delta et dans le lagon, par dépôt de la phase détritique et par nourrissage de cristaux ou de composés amorphes à partir de la phase dissoute par l'altération. Pour les zones de piedmont et sur la plaine alluviale les hydroxydes de fer détritiques se recombinaient avec la silice des nappes pour néoformer de la

nontronite (l'eau des nappes contient 22 à 23 mg/l de silice). Dans la zone deltaïque, les sédiments très récents des levées naturelles et des dépressions latérales bordant le chenal présentent un enrichissement en argile smectitique. Cet enrichissement, maximal en bordure du chenal, décroît vers les dépressions latérales et est lié à l'eau fluvio-marine flottant sur l'eau de mer. L'observation au microscope électronique à balayage des cristaux de quartz contenus dans les mêmes sédiments démontrent qu'ils ont subi une croissance *in situ* postérieure à leur mise en place. Cette néoformation de smectite et de quartz montre qu'au moins une partie de la silice du cours d'eau et de sa nappe phréatique est recombinaisonnée à une phase minérale avant que l'eau atteigne la mer. Pour le passé, les sédiments de base du marais de Mara [(7), (8)] et les argiles de Muéo (9) témoignent de l'importance de ces silicifications en Nouvelle-Calédonie au Quaternaire. De même, la magnésie enlevée au bassin versant se dépose vers l'aval sous forme de giobertite ou d'imprégnations magnésiennes non identifiables aux rayons X [(7), (10)] dans les plaines alluviales et les marais côtiers.

L'analyse des sédiments en suspension ou recueillis juste après leur dépôt montre une évolution progressive de leur composition minéralogique et chimique tendant vers un accroissement de leur teneur en silice d'amont en aval. Les argiles smectitiques sont plus abondantes en aval qu'en amont. Pourtant, en un point donné de la plaine alluviale, la silice est plus abondante dans la fraction grossière des sédiments (silicates non ou incomplètement altérés) que dans la fraction fine (hydroxydes de fer). Il n'est donc pas possible d'admettre que l'enrichissement en silice observé d'amont en aval résulte du triage mécanique des particules, d'ailleurs assez peu marqué dans le sens longitudinal. Un enrichissement des particules pendant la période où elles sont en suspension est également improbable, les eaux étant trop diluées pendant les crues et la durée des crues étant très courte (6).

Les grossières, mises en mouvement par les crues cycloniques, ne se déplacent que très peu, et seulement pendant le paroxysme des crues, et se déposent dans le lit mineur ou à proximité immédiate (11). Les fines en suspension homogène dans les eaux débordant sur la plaine alluviale sont arrêtées à l'écart du chenal par la diminution du courant. L'érosion le long des berges du lit mineur est constante, mais les fines, déposées préférentiellement à l'écart de ce dernier, séjourneront très longtemps avant que les divagations des méandres ne les exposent à une nouvelle suspension. La sédimentation sur les levées sédimentaires et marais du delta, au cours de la crue consécutive au cyclone « Brenda », en 1968 a représenté les trois quarts de la masse totale de sédiments parvenus en suspension à ce delta. Cela signifie que trois quarts des sédiments ont trouvé un point de relais sur le delta, cependant que l'érosion des berges du chenal deltaïque permettait à d'autres particules, au repos depuis longtemps, de parcourir une dernière étape vers la mer. Le fleuve, au cours de chaque crue, met donc en mouvement une masse de sédiment plusieurs fois supérieure à celle qui atteint la mer. Ainsi les sédiments ne peuvent parvenir à la mer qu'après une succession de nombreuses étapes où les périodes d'arrêt sont beaucoup plus longues que les périodes de mouvement. Pendant ces périodes d'arrêt, les eaux des nappes ont le temps d'abandonner leur silice et d'entraîner ainsi une modification notable de la composition chimique et minéralogique

des particules résiduelles et sédimentaires. Ce mécanisme est très actif sur la côte ouest de Nouvelle-Calédonie en raison de l'orographie qui produit un climat très pluvieux sur les sommets, favorable aux hydrolyses intenses, et un climat tropical de nuance de plus en plus aride dans les zones basses, favorables aux silicifications.

CONCLUSION. — Ainsi le bilan géochimique des altérations et de la sédimentation des ultrabasites de Nouvelle-Calédonie est constitué de très nombreux relais au cours desquels la silice libérée par hydrolyse des péridotites se recombine dans une phase minérale : quartz et silicates magnésiens à la base des profils d'altération, quartz et smectites de plus en plus abondantes dans les colluviums de piedmont, la plaine alluviale et le delta. Dans l'ensemble, l'érosion chimique est deux fois plus rapide que l'érosion mécanique sur les hauteurs, mais la silice est déjà en grande partie remise sous forme minérale avant que les eaux de ruissellement atteignent la mer, et c'est finalement sous forme de minéraux détritiques qu'elle y parvient. Si ces mécanismes sont généralisés sur le globe, ils devraient rendre compte au moins en partie du déficit en silice des eaux océaniques par rapport aux quantités libérées par l'hydrolyse sur les roches en cours d'altération.

(*) Séance du 3 novembre 1971.

- (1) J. GIOVANELLI, Service de la Météorologie, Nouvelle-Calédonie et Dépendances, 1953.
- (2) J. GIOVANELLI et J. ROBERT, Monographies de la Météorologie Nationale, Paris, n° 33, 1964.
- (3) F. MONIOD et N. MLATAC, ORSTOM, Nouméa, 1968, p. 1-295.
- (4) J.-J. TRESCASES, *Cah. ORSTOM*, série Géol., 1, 1, 1969, p. 27-57.
- (5) J.-J. TRESCASES, *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, 22, 4, 1969, p. 329-354.
- (6) F. BALTZER et J.-J. TRESCASES, *Cah. ORSTOM*, série Géol., 3, 1, 1971 (sous presse).
- (7) F. BALTZER, *Thèse sédimentologie*, Orsay, 1965, in : Expédition Française sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie, Fondation Singer-Polignac, Paris, 4, 1970, p. 1-147.
- (8) J. AVIAS, *C. R. S. Géol. Fr.*, 1949, p. 277-280.
- (9) H. GONORD et J.-J. TRESCASES, *Comptes rendus*, 270, Série D, 1970, p. 584-587.
- (10) P. ROUTHIER, *Mem. S. Géol. Fr.*, 32 (1-3), n° 67, 1953, p. 1-271.
- (11) F. BALTZER, *Revue de Géomorphologie dynamique* (sous presse).

F. B., ORSTOM, Laboratoire de Sédimentologie,
Université de Paris-Sud, 91-Orsay, Essonne ;

J.-J. T., ORSTOM,
24, rue Bayard, 75-Paris, 8^e.