

APPROCHE CRISTALLOCHIMIQUE DE LA DYNAMIQUE DES TRANSFERTS DE MATIERE A L'ECHELLE DE PETITS BASSINS VERSANTS (CAMEROUN) : CRISTALLOCHIMIE DES SOLIDES IN SITU ET DES MATIERES EN SUSPENSION

G.LAUQUET(1), J-P. MULLER(1)(2), B. BOIZOT(2)
P. ILDEFONSE(1), J-J BRAUN(3)

- (1)Laboratoire de Minéralogie-Cristallographie, UA CNRS 09, IPG,
Université Paris 6 et 7, Tour 16-26, 2ème étage, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
(2)UR12, Département TOA, ORSTOM
(3)UR12, Département TOA, ORSTOM, BP 1857, Yaoundé, Cameroun

Le bassin versant expérimental de Nsimi (sous-préfecture de Zoétéélé, Cameroun), a été choisi pour une étude de la dynamique des transferts et échanges de matière dans les couvertures latéritiques. Une étude détaillée des solutions et des matières en suspension (MES) qui percolent au travers et hors de la couverture d'altération est menée en parallèle d'études pétrologique, minéralogique et géochimique de cette couverture afin de mieux comprendre les processus de fractionnement des éléments chimiques entre le sol et le système hydrodynamique.

L'efficacité du piégeage des éléments chimiques par les MES est maintenant reconnue. Cette efficacité est conditionnée par la nature des MES (argiles, oxyhydroxydes, matières organiques,...), leur qualité (degré d'organisation,...) et leur mode d'association (types de relations oxydes-argiles, matières minérales-matières organiques, par exemple). Par ailleurs, deux principaux types de contrôles structuraux peuvent être considérés: l'adsorption et l'incorporation. Enfin, les MES peuvent être "héritées" (issues des compartiments solides traversés par les fluides) ou "néoformées" (formées au sein des solutions percolantes). Il y a donc lieu de bien caractériser ces MES à différents niveaux du système hydrodynamique considéré et de comparer leur nature à celle des solides in-situ afin de définir leur rôle dans les processus de transfert et de fractionnement des éléments chimiques ainsi que leurs sources.

L'organisation de la couverture latéritique de Nsimi, développée à partir d'un granite, est représentative du manteau d'altération développé sur socle et sous forêt en Afrique Centrale. Les profils verticaux sur versants sont constitués de trois ensembles superposés: (1) une saprolite basale, friable, ayant plus ou moins conservé la mémoire du granite initial et siège d'une accumulation en fer (argile tachetée); (2) un ensemble médian où se sont accumulés des oxy-hydroxydes de fer sous la forme de nodules emballés dans des matériaux argileux meubles; (3) un ensemble argileux supérieur, siège d'une accumulation de matière organique sur 30 cm de profondeur. Les bas de versants, convexes, sont le siège d'une forte accumulation ferrugineuse, essentiellement goethitique, géométriquement conforme à la nappe phréatique. Un bas-fond riche en matière organique est ennoyé par une nappe sub-affleurante. Plusieurs puits, creusés le long de transects parallèles aux pentes ("toposéquences"), permettent d'atteindre la nappe en tout point du paysage.

Une première campagne d'échantillonnage des MES a été effectuée en Mai 94. Des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau de la nappe phréatique baignant la base d'un puits situé à l'aval d'une toposéquence, d'une source située au pied du modelé convexe, de l'exutoire du bassin versant, et en cinq sites situés le long du réseau hydrographique allant de ce petit bassin versant au grand fleuve Nyong qui draine la majorité des couvertures d'altération sous forêt du Sud-Cameroun. Les MES prélevées ont été préfiltrées à 300µm puis fractionnées par ultrafiltration en cascade (coupures à 0,45µm, 0,2µm, 30000D et 20000D). Les fractions récoltées ont été aussitôt lyophilisées. Des matériaux *in situ* ont été également prélevés à différents niveaux du puits.

La première phase de notre analyse a consisté à juger de la pertinence de plusieurs outils de la minéralogie et de la cristallographie pour: (1) apprécier, qualitativement, les concentrations relatives en phases minérales et organiques dans les différentes fractions de chaque échantillon; (2) différencier les constituants minéraux cristallisés des phases mal cristallisées; (3) identifier des impuretés et des défauts structuraux permettant de distinguer plusieurs générations d'une



Fonds Documentaire IRD
Cote: B* 37424 Ex:

même phase minérale; (4) préciser la spéciation de certains éléments traceurs tels que le manganèse, le fer... Plusieurs outils ont été mis en oeuvre: diffraction des rayons X (DRX), spectroscopie infra-rouge (FTIR) en transmission, spectrométrie optique en réflectance diffuse (DRS) dans la région UV-visible-proche IR; résonance paramagnétique électronique (RPE) en bande X et Q. Nous présenterons les résultats les plus saillants obtenus sur la phase minérale (cf. Bottero et al. pour ce qui concerne la caractérisation de la phase organique).

- L'observation visuelle des échantillons et les mesures FTIR permettent de distinguer deux systèmes contrastés: l'un, la couverture d'altération, où les MES sont essentiellement minérales; l'autre, le bas-fond et le réseau hydrographique, où les matières organiques sont prédominantes.

- L'analyse par DRX, FTIR et DRS a permis de distinguer des phases cristallisées et des phases amorphes dans plusieurs fractions et de différencier les MES de la nappe phréatique des MES prélevées le long du réseau hydrographique:

. dans la nappe: la fraction comprise entre 300 μ m et 0,45 μ m contient de la kaolinite, du quartz ainsi que des traces de muscovite, de goéthite et d'hématite (l'analyse n'a pas pu être menée sur les fractions inférieures à 0,45 μ m);

. le long du réseau hydrographique: les fractions comprises entre 300 μ m et 0,45 μ m contiennent de la kaolinite et du quartz; les fractions comprises entre 0,45 μ m et 300 KD sont caractérisées par la présence de silice amorphe; la matière minérale semble pratiquement absente dans les fractions inférieures à 300 KD.

- La RPE a permis de mettre en évidence, dans la majeure partie des fractions de MES, des oxy-hydroxydes de fer, du fer trivalent dilué, ainsi que du manganèse divalent.

. La présence de ferrihydrite n'a pu être mise en évidence par DRS que dans un seul échantillon, après oxydation de la matière organique (trop peu de matière disponible dans les autres échantillons).

. Le spectre du fer trivalent dilué est isotrope dans les échantillons contenant de la matière organique alors qu'il est anisotrope dans les échantillons essentiellement minéraux et cristallisés. L'intensité du signal isotrope diminue drastiquement après une oxydation de la matière organique. Cela permet d'attribuer le signal isotrope à du fer lié à la matière organique, le signal anisotrope étant attribué à du fer substitué à l'aluminium dans la réseau de la kaolinite.

. Le spectre du manganèse est également isotrope dans les échantillons contenant de la matière organique et anisotrope dans les échantillons essentiellement minéraux et cristallisés. Lors de l'oxydation de la matière organique on observe une nette diminution de l'intensité du signal du manganèse en même temps que ce signal devient anisotrope. On en déduit que le manganèse réduit est probablement lié à la matière organique, mais qu'une fraction non négligeable est piégée dans une phase minérale indéterminée.

Par ailleurs, une analyse par DRS et RPE des échantillons collectés à différents niveaux du puits et des MES de la nappe phréatique est en cours. Les premières données ont déjà permis de différencier les kaolinites et les oxy-hydroxydes de fer des matériaux baignés par la nappe de ceux constituant les horizons sus-jacents.

Ces diverses analyses ont également permis de mettre en évidence une relative homogénéité des caractéristiques cristallographiques des MES entre l'exutoire du bassin de Nsimi et le Nyong.

Ces résultats préliminaires permettent d'orienter une seconde campagne de prélèvements. Davantage focalisée sur le bassin versant de Nsimi, c'est à dire dans la zone où des changements importants de la nature des MES sont suspectés, elle aura pour objectif de prélever, en un nombre réduit de sites, les quantités d'échantillons nécessaires à une série d'analyses plus complète. Il est cependant probable que les trop faibles quantités de matière prélevées en certains sites (source par exemple) nous obligent à développer des techniques adaptées à l'analyse spectroscopique d'échantillons de taille réduite (microspectrophotométrie optique en particulier).

**PROGRAMME ENVIRONNEMENT GEOSPHERE INTERTROPICALE
PEGI**

- EROSION, ALTERATION, PEDOGENESE
- Traceurs Physiques, Chimiques et Biologiques

12 et 13 DECEMBRE 1994
à la Société Géologique de France
77, rue Claude Bernard
75005 PARIS

PROGRAMME :

- . Cosmonucléides et pédogenèse
- . Comportement des isotopes de Sr, U, Th
- . Datation des altérations
- . Cristallochimie de l'altération et de l'érosion
- . Biogéomarqueurs dans les eaux
- . Réactivité et porosité
- . Phytolithes

Organisateurs : Jacques Boulègue, Bruno Hamelin, Yves Lucas

Secrétariat
Renseignements
et Inscriptions

Dr Bernard HIERONYMUS - Mme Geneviève LETEMPLIER
Laboratoire de Géochimie - Casier Postal 124, UPMC
Tél. : 44 27 50 06 Fax : 44 27 51 41