

CRISTALLOCHIMIE DES MATIERES MINERALES TRANSPORTEES DANS LA GEOSPHERE TROPICALE : RESULTATS PRELIMINAIRES ET PERSPECTIVES

J. P. MULLER, N. MALENGREAU, G. LAUQUET,
T. ALLARD, A. BEAUVAIS & M. DELAUNE

INTRODUCTION

La géosphère tropicale est le siège d'importants transferts et échanges de matière. Pour établir des bilans de ces transferts et échanges, et notamment évaluer les capacités exportatrices actuelles des grands bassins, il est nécessaire de déterminer la forme sous laquelle les éléments sont mobilisés, en solution ou sous forme solide. Concernant spécifiquement les phases solides, il est important de connaître en outre: (1) leur *nature*, certaines d'entre elles, très finement divisées, mal cristallisées et présentant une très grande surface spécifique et une forte réactivité de surface (oxyhydroxydes de fer et phases "amorphes", par exemple), jouant un rôle important dans le contrôle du cycle géochimique des éléments; (2) leur *stabilité*, car certains minéraux résultant de l'altération des roches peuvent subir des transformations tout au long des étapes du cycle altération-transport-sédimentation, plusieurs générations de phases minérales pouvant alors se succéder; (3) leur *origine* (sources des MES en particulier).

ETUDES

Une analyse minéralogique conventionnelle ne permet généralement pas d'accéder à ce type d'informations, soit en raison d'une minéralogie monotone à l'échelle des bassins versants, soit en raison de l'extrême division et des faibles concentrations de certaines phases minérales (oxyhydroxydes de fer des MES, par exemple). Des outils cristallographiques (spectroscopies du solide) ont permis récemment d'apporter de nouvelles contraintes à la modélisation des processus de transferts et d'échanges de matière à la surface de la terre (Muller *et al.*, 1994). A titre prospectif, nous avons testé la pertinence de l'approche cristallographique pour tracer les transferts de matière dans la géosphère tropicale.

Deux sites ont été sélectionnés pour cette étude préliminaire:

- une toposéquence de sols située au Cameroun (Goyoum): elle recoupe une couverture d'altération meuble, représentative des formations latéritiques sous forêt tropicale humide, et les sédiments d'un bas-fond

- le bassin de l'Oubangui: la nature des MES prélevés à Bangui a été comparée à celle des matériaux constitutifs d'une couverture d'altération indurée, située à l'amont du bassin (Dembia) et représentative des couvertures d'altération de ce bassin.

Les matériaux analysés étant essentiellement constitués de kaolinite et d'oxyhydroxydes de fer, deux méthodes ont été privilégiées :

1. la *résonance paramagnétique électronique*: cette méthode permet de localiser, dans le réseau de la kaolinite, différents éléments traces et des dégâts d'irradiation, qui sont autant de "stigmates" permettant de remonter aux conditions et milieux de formation et d'évolution des kaolinites (Muller et Calas, 1993) ;
2. la *spectrométrie optique en réflectance diffuse* : cette méthode permet d'analyser la spéciation du fer dans les matériaux argileux et de distinguer, notamment, les phases ferrifères cogénétiques de la kaolinite de celles qui sont postérieures à la formation de ce minéral argileux (Malengreau *et al.*, 1994).

Plusieurs enseignements sont tirés de cette étude préliminaire :

- Concernant les couvertures d'altération (Goyoum, Dembia): la comparaison des signatures spectrales des matériaux constitutifs des différents compartiments de ces couvertures indique que plusieurs générations de kaolinites peuvent être distinguées par leurs caractéristiques cristallographiques. Une nette distinction est faite entre :

1. les kaolinites des matériaux ferrugineux indurés (nodules, cuirasses) et celles des matériaux meubles (altérations basales, matériaux argileux meubles de surface) ;
2. les kaolinites de la base des couvertures d'altération, baignée par les nappes phréatiques qui alimentent le réseau hydrographique, et celles de la partie supérieure de ces couvertures, qui sont soumises à une érosion mécanique.

Ces signatures spectrales permettent en outre d'utiliser la kaolinite comme traceur sensible des événements géochimiques qui ont marqué l'histoire de ces couvertures: ce minéral apparaît relativement stable et capable de "mémoriser" d'anciennes conditions d'altération.

- Concernant les sédiments de bas-fond (Goyoum): les caractéristiques cristallographiques des kaolinites permettent d'envisager qu'elles sont détritiques, c'est à dire qu'elles ne se sont pas formées dans les conditions d'hydromorphie permanente qui caractérisent les milieux où elles sont actuellement accumulées.
- Concernant les MES (Oubangui à Bangui): pour la première fois, il a été possible d'identifier les oxyhydroxydes de fer associés aux kaolinites, d'apprécier leur concentration relative et de mettre en évidence des variations saisonnières de ces concentrations.

CONCLUSION

Ces données permettent d'émettre des hypothèses sur l'origine de matériaux transportés dans la géosphère tropicale: (1) les signatures spectrales des kaolinites de bas-fond (Goyoum) indiquent que ces kaolinites se sont formées à l'amont des paysages, se sont accumulées en bas de pente à la suite de transports particuliers, et qu'elles restent stables en conditions hydromorphes; (2) les variations saisonnières des signatures spectrales des oxyhydroxydes de fer associés aux kaolinites des MES de l'Oubangui permettent d'envisager plusieurs sources potentielles: une partie des MES pourrait provenir de la base meuble des couvertures d'altération soumise à un soutirage par les eaux de nappe.

La cristallographie des minéraux s'avère donc être un outil précieux pour tracer les transferts solides dans la géosphère tropicale. L'approche cristallographique sera couplée à diverses approches géochimiques pour analyser les mécanismes, la nature et les variations saisonnières des transferts d'éléments à l'échelle d'un petit bassin versant expérimental, et tenter d'établir un bilan de ces transferts. Des développements techniques, permettant l'étude de la fraction colloïdale et de micro-quantités de matériaux et une quantification des paramètres cristallographiques, sont envisagés.

REFERENCES:

- MALENGREAU, N., MULLER, J-P and CALAS, G. (1994) Fe-speciation in kaolins: a diffuse reflectance study. *Clays and Clay Minerals* (sous presse).
- MULLER, J.P. and CALAS, G. (1993) Genetic significance of paramagnetic centers in kaolinites. In *Kaolin Genesis and Utilization*, H. H. Murray, W. Bundy and C. Harvey, eds. The Clay Minerals Society of America, Boulder, Colorado, 261-290.
- MULLER, J.P., MANCEAU, A., HAZEMANN, J. L., ALLARD, T., ILDEFONSE, P. and CALAS, G. (1994) Crystal chemistry of clays and associated oxides: constraints for modelling element transfer at the Earth's surface. *American Journal of Science* (accepté)