

Traçage indirect des transferts de radionucléides dans les altérations à kaolinite. Application à la prospection de l'uranium sous couverture latéritique

Blandine Clozel et Jean-Pierre Muller
ORSTOM (département TOA)

Dans les régions intertropicales, une altération très intense des roches a conduit au développement d'un type dominant de formations géologiques superficielles : les latérites. L'épaisseur de ces couvertures latéritiques atteint fréquemment plusieurs dizaines de mètres. Elles sont en outre l'objet d'un lessivage important par les eaux d'infiltration, qui s'exerce aussi bien verticalement qu'obliquement le long des pentes. Ces couvertures constituent ainsi un "masque opaque" qui a mis jusqu'ici en échec les techniques classiques de prospection de l'uranium : au pire, un gisement d'uranium sous couverture latéritique ne donnera pas d'anomalie radiométrique décelable en surface ; au mieux, de telles anomalies sont détectées mais leurs relations géométriques avec le gisement primaire ne permettent pas d'évaluer *a priori* l'intérêt économique éventuel de ce dernier (1).

Afin de tenter de proposer une méthodologie de prospection appropriée, une recherche sur le comportement géochimique de l'uranium au cours de l'altération latéritique a été entreprise au Cameroun (2) et au Brésil (3). Il s'agit, en particulier, d'accéder aux mécanismes, très mal connus, de *transfert de l'uranium et de ses éléments fils*. Cette analyse, menée à diverses échelles d'observation et de mesure, a pour objectif ultime de rechercher, et de localiser sur leur "support géologique", des "signatures géochimiques" des roches sous-jacentes.

Le transfert des éléments à produit de solubilité élevé, tels que l' U^{VI} et ses descendants, est difficile à suivre directement. L'originalité de la démarche proposée consiste à tracer indirectement cette migration par les dégâts d'irradiation produits par les éléments radiogéniques lors de la croissance des minéraux d'altération. La kaolinite, minéral argileux ubiquiste des latérites est en effet sensible aux irradiations naturelles, les défauts ponctuels

créés par ces irradiations (dégâts d'irradiation) étant détectés par résonance paramagnétique électronique (4), (5), (6), (7). En outre, une comparaison des spectres RPE de kaolinites prélevées dans deux profils latéritiques du Brésil (sur albitite minéralisée en U et sur son encaissant gneissique stérile ; Lagoa Real, état de Bahia) montre une relation étroite entre la concentration en dégâts d'irradiation au sein des kaolinites et les concentrations en uranium des matériaux kaolinitiques (8).

Des irradiations expérimentales de kaolinites de diverses origines (supergène, hydrothermale, de synthèse) ont été réalisées (9), (10), (11) afin de préciser les paramètres gouvernant la formation et la stabilité des défauts créés par irradiation. Quatre types de rayonnements ont été utilisés : rayonnements X (source Mo), γ (source ^{60}Co) et implantations He^+ et Pb^{2+} (pour simuler respectivement les rayonnements α et les noyaux de recul). Les études cinétiques montrent que la kaolinite enregistre des doses cumulées et donc qu'elle est susceptible de "mémoriser" d'anciennes irradiations. Par ailleurs, la stabilité de certains centres au-delà de 400 °C, c'est-à-dire à l'échelle de temps géologiques, est mise en évidence. Enfin, nous pensons établir la dosimétrie de l'irradiation à l'origine de ces centres. Ces expériences permettent ainsi d'envisager une utilisation de la kaolinite comme "dosimètre naturel" (8), (12).

En plus du rôle de marqueur que jouent les centres à défauts paramagnétiques, on peut - comme cela a été fait pour le quartz - envisager de se servir des kaolinites pour suivre le trajet de solutions minéralisée en U (13). Nous pensons pouvoir apporter ainsi un précieux guide à la prospection de l'uranium sous couverture latéritique.

RÉFÉRENCES

- (1) SCHMITT J.M., 1990 - Géomorphologie et prospection de l'uranium dans le Nordeste brésilien (ce séminaire).
- (2) BERNAT M., BOKILO J.E., YIOU F., RAISBECK G.M. et MULLER J.-P., 1989 - ^{10}Be and natural isotopes of U and Th in a laterite cover from Cameroon. *Chemical Geology*, 84, 347-348.
- (3) MULLER J.-P., CALAS G., CLOZEL B., ILDEFONSE Ph., SCHMITT J.-M. et DURANDAU A., 1989 - Radiation-induced defects in kaolinite as a potential guide for uranium prospection in laterite-covered areas. In *Proceed. XIIIth Intern. Geochim. Explor. Symp., Rio de Janeiro*, 1-6/10/89, p. 99-100.
- (4) MULLER J.-P. et CALAS G., 1986 - Paramagnetic defect centers in natural kaolinites. In *Abstr. with Programs Proceed. 14th IMA Congress, Stanford*, Miner. Soc. Amer., 178.

- (5) CLOZEL B., MULLER J.-P. et CALAS G., 1987 - Stable paramagnetic centers in natural kaolinites. *Terra Cognita* 7, 269.
- (6) MULLER J.-P. et CALAS G., 1989 - Tracing kaolinites through their defect centers. Kaolinite paragenesis in a laterite (Caleroon). *Economic Geology* 84, 694-707.
- (7) MULLER J.-P., ILDEFONSE P. et CALAS G., 1990 - Paramagnetic defect centers in hydrothermal kaolinite from an altered tuff (Nopal uranium deposit, Chihuahua, Mexico). *Clays and Clay Minerals*, 38, 600-608.
- (8) MULLER J.-P., CLOZEL B., ILDEFONSE Ph. et CALAS G., 1989 - Radiation-induced defects in kaolinites : an indirect assessment of radionuclides migration in the geosphere. *Applied Geochemistry* (sous presse).
- (9) CLOZEL B., MULLER J.-P., DRAN J.C., HERVE J. et CALAS G., 1989 - Study of alteration systems in the light of nuclear waste repository safety. Radiation efficiency and dose-rate estimation. *Terra Abstracts* 1, 112.
- (10) CLOZEL B., MULLER J.-P., DRAN J.C., HERVE A. et CALAS G., 1989 - Radiation induced defects in clay minerals as detectors of radionuclides migration from nuclear waste disposal. In *Proceed. 9th Intern. Clay Conf., Strasbourg*, 89.
- (11) CLOZEL B., 1991 - Etude des défauts paramagnétiques induits par irradiation dans les kaolinites. Approche expérimentale et implications géochimiques. Thèse doctorat, université Paris VII.
- (12) CLOZEL B., CALAS G., MULLER J.-P., DRAN J.C. et HERVE A., 1990 - Kaolinites as dosimeters : a new possibility of tracing radionuclides migration. *Chemical Geology*, 84, 259-260.
- (13) MULLER J.-P. et CALAS G., 1991 - Genetic significance of paramagnetic centers in kaolinites. *Clays and Clay Minerals* (soumis).