

Les mémoires géochimiques des kaolinites dans une latérite du Cameroun

Jean-Pierre Muller

ORSTOM (département TOA)

et laboratoire de minéralogie-cristallographie, UA CNRS 09

L'étude pétrologique fine des matériaux d'altération supergène et/ou hydrothermale a permis, dans de multiples cas, de définir des distributions ordonnées dans le temps et dans l'espace de paragenèses minérales secondaires où les minéraux argileux sont dominants. Pour déchiffrer les étapes de formation des séquences d'altération il est primordial de tracer l'histoire des minéraux résultant de cette altération (leurs relations génétiques et chronologiques) et de rechercher des indications concernant leur stabilité. Les résultats publiés sur ce thème concernent davantage les variations de défauts variés présentés par les minéraux d'altération que les relations entre ces défauts et les conditions physico-chimiques qui ont présidé à la formation de ces minéraux ; ces dernières sont pourtant les seules susceptibles de permettre une meilleure compréhension de la différenciation des séquences d'altération.

Nous avons donc entrepris de rechercher quelles sont, parmi les caractéristiques (texturales, morphologiques, cristallographiques et cristallochimiques) des minéraux d'altération, celles qui peuvent être considérées comme une "mémoire" de ces conditions physico-chimiques. Du fait de leur très grande surface spécifique, les minéraux argileux interagissent très fortement avec les fluides. Il en résulte que les propriétés cristallochimiques de ces minéraux sont, avec les propriétés géochimiques (compositions isotopiques), susceptibles de tracer les conditions physico-chimiques régissant l'altération.

Un exemple type est présenté pour illustrer la démarche suivie : il s'agit des paragenèses à kaolinite au sein d'une formation latéritique meuble du Cameroun, constituée de trois ensembles superposés (1) (du bas vers le haut : saprolite, ensemble nodulaire, ensemble argileux meuble) et caracté-

ristique des régions tropicales humides et forestières. Dans cette formation, la kaolinite, minéral ubiquiste, est toujours associée à des oxy-hydroxydes de fer (2), (3). Plusieurs paramètres minéralogiques caractérisant cette kaolinite et leurs variations le long des profils d'altération ont été étudiés (4), (5), (6). Parmi eux, les centres paramagnétiques se sont avérés être les meilleurs outils pour séparer différentes générations de kaolinites et contraindre leurs conditions de genèse le long des séquences d'altération. Il est montré tout particulièrement :

- que les teneurs en *fer trivalent* substitué dans le réseau varient d'un matériau à l'autre le long des séquences d'altération (1), (7). Ce fer se trouve dans deux types de sites dont l'un est fortement distordu (8). La proportion entre ces deux sites varie également dans un même profil d'altération. Ces deux paramètres (teneur et partage) constituent de puissants outils pour séparer différentes générations de kaolinites et contraindre leurs conditions de genèse (8) : les variations observées correspondent à différentes conditions de croissance cristalline de la kaolinite (taux de croissance, supersaturation en Fe^{3+} des solutions de croissance) ;

- que du *manganèse divalent* est piégé au sein des particules de kaolinite de certains matériaux situés dans la partie médiane des profils d'altération (nodules ferrugineux) (9). Les contrastes observés des concentrations en Mn^{2+} dans un même profil donnent des contraintes importantes sur les processus de différenciation de la formation latéritique étudiée. Les kaolinites ont pu ainsi garder la trace de conditions d'oxydo-réduction particulières ayant présidé à leur croissance (position de la nappe phréatique pendant la différenciation du profil d'altération) ;

- que les concentrations en *centres à défaut* sont les plus importantes dans les kaolinites des nodules (10). Ces centres à défaut étant des dégâts d'irradiation (11), (12), ces fortes concentrations sont l'empreinte laissée par une accumulation passée et transitoire de radionucléides.

Ces trois paramètres sont considérés comme des "mémoires" des conditions physico-chimiques qui ont présidé à la formation de la kaolinite. Ils permettent à eux seuls d'envisager que l'existence de plusieurs générations de kaolinites le long des séquences d'altération étudiées résulte de changements successifs des conditions d'altération de la roche au fur et à mesure de l'enfoncement du front d'altération (13). Un traçage des kaolinites par les isotopes de l'oxygène (14) et une analyse du comportement des terres rares (15) confirment cette interprétation. En corollaire, ces générations de kaolinites peuvent être considérées comme relativement stables.

RÉFÉRENCES

- (1) MULLER J.-P., 1987 - Analyse pétrologique d'une formation latéritique meuble du Cameroun. Essai de traçage d'une différenciation supergène par les paragéneses minérales secondaires. Thèse doctorat-ès-sciences, université Paris VII, ORSTOM ed., *Collection TDM 50*, 2 tomes.
- (2) MULLER J.-P. et BOCQUIER G., 1986 - Dissolution of kaolinites and accumulation of iron oxides in lateritic-ferruginous nodules : mineralogical and microstructural transformations. *Geoderma* 37, 113-136.
- (3) BOUDEULLE M. et MULLER J.-P., 1988 - Hematite and goethite structural characters and interrelationships with kaolinite in a laterite., (Cameroun). TEM investigations. *Bulletin Minéralogie*, 111, 149-166.
- (4) MULLER J.-P. et BOCQUIER G., 1987 - Textural and mineralogical relationships between ferruginous nodules and surrounding clayey matrices in a laterite from Cameroon. In : *Proceed. Intern. Clay Conf., Denver, 1985*, Schultz L.G., Van Olphen H. and Mumpton F.A., eds., Clay Miner. Soc., Bloomington, USA, 186-196.
- (5) MULLER J.-P., 1987 - Analyse de la différenciation d'une couverture latéritique de l'Est du Cameroun. In : *Séminaire régional sur les latérites, sols, matériaux, minerais*, Douala, Cameroun, 1986, *Colloques et Séminaires, ORSTOM éd.*, 33-45.
- (6) BOUDEULLE M. et MULLER J.-P., 1991 - Assesment of structural order in kaolinites from laterites. Specific problems and potential developments. *Geoderma* (soumis).
- (7) MULLER J.-P., CALAS G., MANCEAU A., HAZEMAN J.L. et ILDEFONSE P., 1991 - Crystal chemistry of clays and associated oxides: constraints for modelling element transfer at the earth's surface. *American Journal of Science* (soumis).
- (8) MULLER J.-P. et CALAS G., 1991 - Genetic significance of paramagnetic centers in kaolinites. *Clays and Clay Minerals* (soumis).
- (9) MULLER J.-P. et CALAS G., 1989 - Mechanism of Mn^{2+} trapping by soil kaolinite. Implications for environmental geochemistry. *Geochimica Cosmochimica Acta* (soumis).
- (10) MULLER J.-P. et CALAS G., 1989 - Tracing kaolinites through their defect centers. Kaolinite paragenesis in a laterite (Cameroun). *Economic Geology*, 84 : 694-707.
- (11) 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.

- (12) 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).
- (13) MULLER J.-P. et CALAS G., 1990 - Paramagnetic centers in kaolinite and the history of weathering crusts. *Chemical Geology*, 84, 105-107.
- (14) CLAUER N., MULLER J.-P. et O'NEIL J., 1989 - Oxygen isotope signatures of successive generations of kaolinites in a laterite. Geochemical implication. In *Proceed. 9th Intern. Clay Conf., Strasbourg*, 88.
- (15) BRAUN J.J., PAGEL M., MULLER J.-P., BILONG P., MICHARD A., GUILLET B., 1990 - Cerium anomalies in laterites. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 54, 781-795.