

Morphologie des cristaux de kaolinite des formations sidérolithiques

Autor(en): **Vernet, Jean-Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **49 (1969)**

Heft 2

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38600>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Morphologie des cristaux de kaolinite des formations sidérolithiques

Par *Jean-Pierre Vernet* (Lausanne) *)

Avec 1 planche

Abstract

The crystal morphology of kaolinite from specimens of *Sidérolithique* and liassic laterite from the Prealps has been studied and compared with that of kaolinite, produced by experimental weathering, which has been described by other authors.

Kaolinites from various sands and clays of the *Sidérolithique* are all very similar in form, whereas the crystal form of kaolinite from the laterite is distinct.

Introduction

La kaolinite est un phyllosilicate, ayant comme formule structurale $(\text{OH})_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, sont les cristaux aplatis ont généralement un contour pseudo-hexagonal. On la considère comme l'un des minéraux les plus résistants et les plus typiques de l'hydrosphère. Selon G. MILLOT (1964, p. 378), c'est „un minéral de néoformation continentale caractéristique des altérations et des sols“.

Lors d'une étude des formations ferrugineuses sidérolithiques du Jura et des sédiments latéritiques des Préalpes médianes, l'utilisation de la microscopie électronique s'est révélée une méthode complémentaire particulièrement importante. Là où les rayons X et l'analyse thermique différentielle donnent des diagrammes identiques, les micrographies électroniques montrent que les paillettes de kaolinite ont un habitus totalement différent.

Ce problème a fait l'objet des travaux expérimentaux de A. OBERLIN et de ses collaborateurs (1958, 1960 et 1962). L'un d'eux, C. TCHOUBAR, s'est particulièrement intéressé à la transformation de la kaolinite sous l'action d'agents physico-chimiques (1960). Les premières observations dans le milieu naturel sont dues à A. OBERLIN et ses collaborateurs (1958a et 1958b), J. ESTÉOULE (1965) et J.-P. VERNET (1962, 1963, 1964 et 1966). Les expériences en labo-

*) Laboratoire des argiles des Universités de Genève et Lausanne.

ratoire et les observations faites sur les échantillons naturels montrent que les conditions physico-chimiques lors de la sédimentation ou régnant dans le gisement impriment leur marque sur la morphologie des paillettes de kaolinite. J. ESTÉOULE (1965) admet l'existence d'une étroite corrélation entre la morphologie des kaolins du massif armoricain et leur histoire géologique.

Evolution de la kaolinite dans les sédiments

Le lessivage d'une formation libère les ions des réseaux cristallins par hydrolyse et les électrolytes produits vont rejoindre une nappe permanente où l'alumine et la silice sont à nouveau en contact et donnent naissance à d'autres minéraux argileux. Il y a néoformation de minéraux argileux à trois couches: illite, chlorite ou montmorillonite si la silice est abondante et le milieu riche en cations. Par contre, dans un milieu pauvre en cations et en silice, c'est la kaolinite, l'halloysite ou l'allophane qui se forment. Lorsque le drainage de la formation lessivée est excellent, l'alumine libérée ne peut plus être mise en contact avec la silice qui est entraînée par les eaux et l'alumine doit s'organiser seule et former la gibbsite. D'une manière générale, les milieux lessivés sont acides et pauvres en cations; ils favorisent la néoformation de la kaolinite et, si la désaturation en cations comprend même le cation silicium, de la gibbsite.

Ces phénomènes sont communs dans les régions à climat chaud et exceptionnels dans notre climat tempéré. Cependant, dans les karsts remplis de sables argileux sidérolithiques, le drainage intensif et la percolation des eaux chargées d'acides humiques peuvent localement produire des néoformations de kaolinite, d'halloysite ou même de gibbsite.

Si, dans la région de Renne, J. ESTÉOULE a pu utiliser la morphologie des cristallites de kaolinite dans un but stratigraphique, le type karstique des gisements du Sidérolithique de notre région nous interdit cette possibilité. Il faut donc se limiter à l'étude de l'habitus des cristaux de kaolinite et en déduire les conditions physico-chimiques qui règnent dans le karst ou dans une partie de celui-ci.

Morphologie des cristallites de kaolinite

Les sédiments sidérolithiques résultent de l'action de deux phases distinctes décrites par FLEURY (1909):

1. *Une phase latéritique* de dissolution et de désagrégation des roches suivant un processus assez semblable à celui qui préside à la formation des latérites actuelles en zone tropicale.
2. *Une phase sidérolithique* qui correspond à une remobilisation au sein de la latérite sous l'action des eaux d'infiltration.

Si le gisement des sables et des argiles sidérolithiques est un karst, ce qui est généralement le cas en pays calcaire, l'activité des eaux percolant dans le karst va produire une nouvelle remobilisation au sein des sédiments sidérolithiques. Il en résulte la quasi disparition des traces de faciès latéritique qui auraient pu être conservées jusque là et l'impossibilité de distinguer entre la remobilisation sidérolithique et celle, toujours active, qui résulte du type même de gisement. En conséquence, nous allons passer en revue les différents habitus des paillettes de kaolinite en les reliant aux conditions physico-chimiques régnant dans le karst et non à une évolution chronologique.

Morphologie de la kaolinite de néoformation

Localement, il y a néoformation de kaolinite généralement en association avec l'halloysite et l'allophane (VERNET, 1962). Cette kaolinite est de bonne cristallinité; elle forme des lentilles ou des rognons dans les sables. Elle se présente en paillettes pseuso-hexagonales dont le diamètre moyen varie de 0,2 à 1 micron.

Le cliché A donne un bel exemple de ce type de kaolinite; une partie des cristaux présente un allongement préférentiel suivant (010) ou (110).

Morphologie de la kaolinite altérée par l'eau pure

La percolation de l'eau à travers le remplissage sablo-argileux sidérolithique des karsts est très importante. L'action de cette eau va amener le clivage des monocristaux suivant le plan (001). Il en résulte un amincissement progressif des paillettes de kaolinite et lorsqu'une épaisseur de l'ordre de 20 à 50 Å est atteinte, il se produit un enroulement des bords du cristal.

Selon C. TCHOUBAR (1960), l'alternance des percolations et des dessications a une action purement physique de contractions et de dilatations qui rompt les liaisons entre les feuillet et fait jouer le clivage basal facile (001) de la kaolinite. Dans une note précédente, j'ai appelé ce phénomène la „desquamation“ de la kaolinite (VERNET, 1963).

L'enroulement des bords d'une paillette est dû à la légère différence existant entre les paramètres a des deux couches constituant le feuillet unitaire de kaolinite. Cette différence crée des tensions entre les deux faces du feuillet et provoque l'enroulement des bords lorsque la paillette est suffisamment mince. Soit dans le milieu naturel, soit lors de la mise en suspension, une partie de ces enroulements va se détacher des cristallites et la présence de ces cylindres à côté des cristaux pseudo-hexagonaux peut conduire à une confusion en faisant croire à la présence d'halloysite. Cette confusion n'est peut-être pas si grave, car selon C. TCHOUBAR l'altération de la kaolinite par l'eau pure amène une désorganisation du réseau dont le terme final serait la métahalloysite.

Les mêmes conditions physiques produisent donc la desquamation et l'enroulement. Dans le cliché B on observe un grand cristal de kaolinite en voie de desquamation et d'enroulement, et même un petit tube isolé résultant d'un enroulement séparé de sa paillettes d'origine.

Morphologie de la kaolinite altérée par l'eau minéralisée

La percolation d'eau chargée de sels minéraux altère les grands cristaux de kaolinite et produit de petites particules mal formées.

Expérimentalement, A. OBERLIN et C. TCHOUBAR (1958) ont étudié l'action d'une solution magnésienne percolant à travers un échantillon de kaolinite de bonne cristallinité et ils ont constaté la diminution de la dimension moyenne des cristaux. Ils expliquent ce phénomène par la fixation d'ions Mg^{++} ou d'hydroxyde $Mg(OH)_2$ par les valences latérales brisées. Cette fixation bloque le clivage basal facile (001) et l'attaque du cristal doit alors se faire suivant la perpendiculaire à (001). Ce sont les trois clivages difficiles parallèles aux côtés du pseudo-hexagone qui vont jouer. De petits cristaux pseudo-hexagonaux vont se détacher de la cristallite primitive qui acquiert de ce fait une structure en gradin.

Ce faciès particulier de la kaolinite est très répandu dans les sédiments sidérolithiques karstiques. Le cliché C en est un bon exemple puisqu'il montre un grand cristal en voie d'altération ayant des bords dentelés, une structure en gradins et de nombreux petits cristaux mal formés qui sont le terme final de l'attaque. Certes, nous ne pouvons affirmer que dans ce cas les eaux étaient magnésiennes, car il est probable que d'autres solutions minérales peuvent produire le même effet.

Morphologie de la kaolinite altérée par l'eau acide

En milieu acide, par exemple au voisinage d'une zone d'oxydation de la pyrite ou d'eaux chargées en acides humiques, la kaolinite acquiert un faciès particulier. Les cristaux perdent leur contour pseudo-hexagonal; ils sont allongés et leurs bords sont irréguliers, déchiquetés. A. OBERLIN et C. TCHOUBAR (1960) ont étudié ce type d'altération et montré l'apparition de fireclay associé à la kaolinite. Il y a de très fréquentes épitaxies de cristaux.

Cette morphologie en lattes à bords déchiquetés n'a pas été rencontrée dans les formations sidérolithiques étudiées, mais seulement dans une latérite alumineuse provenant de la région de Chavan (Cliché D) et appartenant à la nappe des Préalpes médianes rigides (VERNET, 1964). Dans les latérites tropicales, on observe aussi très fréquemment l'association kaolinite-fireclay.

Conclusions

Les différents faciès de la kaolinite étudiés expérimentalement se retrouvent dans les formations sidérolithiques et latéritiques de notre région. Leur étude permet de mieux connaître le milieu de formation et l'évolution ultérieure du dépôt.

La kaolinite du Sidérolithique présente soit le faciès d'altération par l'eau pure, soit celui de l'altération par l'eau minéralisée. La kaolinite de la latérite liasique de Chavan montre exclusivement le faciès d'altération par l'eau acide.

Bibliographie

- ESTÉOULE, J. (1965): Intérêt de l'étude morphologique des kaolins en géologie. *Bull. gr. franç. des argiles*, 16, p. 25–35.
- FLEURY, E. (1909): Le Sidérolithique suisse. Contribution à la connaissance des phénomènes d'altération superficielle des sédiments. *Mém. Soc. Fribourg, Sci. nat.*, No 6.
- MILLOT, G. (1964): Géologie des argiles. Ed. Masson, Paris.
- OBERLIN, A. et TCHOUBAR, C. (1958a): Etude en microscopie et microdiffraction électroniques de l'altération de la kaolinite par l'eau. Influence des sels dissous. *Silicates ind.*, 1–6.
- (1958b): Etude en microscopie électronique de l'altération des cristaux de kaolinite par une solution magnésienne. *C. R. Acad. Sci. Paris*, T. 247, p. 308–310.
- OBERLIN, A. et FREULON, J.-M., LEFRANC, J.-PH. (1958c): Etude minéralogique de quelques argiles des grès de Nubie du Fezzan, Libye. *Bull. Soc. franç. Minér. et Crist.* 81, p. 1–4.
- OBERLIN, A. et FREULON, J.-M. (1958d): Etude minéralogique de quelques argiles des séries primaires du Tassili N'Ajjer et du Fezzan (Sahara central). *Bull. Soc. franç. Minéral. et Crist.* 81, p. 186–189.
- OBERLIN, A. et TCHOUBAR, C. (1960): Etude en microscopie et microdiffraction électroniques de l'altération des cristaux de la kaolinite par une solution acide. *C. R. Acad. Sci. Paris* 250, p. 728–729.
- TCHOUBAR, C. (1960): Transformation de la kaolinite sous l'action des agents physico-chimiques. Etude en microscopie et microdiffraction électroniques. Thèse Fac. Sci. Univ. de Paris.
- VERNET, J.-P. (1962): Hypothèse sur la genèse de certains minéraux du groupe de la kaolinite dans une poche de sables sidérolithiques du Mont Vuache (Savoie). *Bull. gr. franç. des argiles*, 13, p. 47–57.
- (1963): Le Sidérolithique du Mormont (Vaud). *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, 68/312, p. 313–331.
- (1964): Latérite alumineuse jurassique dans la nappe des Préalpes médianes rigides du Chablais. *Bull. gr. franç. des argiles*, 15, p. 39–46.
- (1966): Le karst à remplissage de sables quartzeux sidérolithiques du Mont Girod. *Bull. suisse Min. et Pétr.*, 46/2, p. 357–367.

Legende planche I

- A Kaolinite de néoformation et de bonne cristallinité.
Provenance: Sidérolithique, karst du Mont Girod près de Moutier.
Cliché CME, Lausanne N° 687, ombré, GN 41.550 $\times$, échant. N° 228.
- B Cristal de kaolinite en voie de desquamation et d'enroulement.
Provenance: Sidérolithique, karst du Mormont près d'Eclépens.
Cliché CME, Lausanne N° 4344 A, GN 17.000 $\times$.
- C Cristal altéré de kaolinite avec bords dentelés et structure en gradins environné de petits cristaux mal formés.
Provenance: Sidérolithique, karst du Mormont près d'Eclépens.
Cliché CME, Lausanne.
- D Kaolinite altérée à bords déchiquetés et anguleux.
Provenance: Latérite liasique de Chavan, Savoie.
Cliché CME, Lausanne N° 8304, ombré, GN 8.400 $\times$.

Ces clichés ont été pris au Centre de microscopie électronique de l'Université de Lausanne avec la collaboration technique de son personnel.

