

Le karst à remplissage de sables quartzeux sidérolithiques du Mont Girod

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

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **46 (1966)**

Heft 2

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-36130>

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.

Le karst à remplissage de sables quartzeux sidérolithiques du Mont Girod *)

Par *Jean-Pierre Vernet* (Morges VD) **)

Avec une planche

Summary. During Eocene times, a lateritic cover was formed, soon to be destroyed by erosion, and whose last traces are to be found in karstic cavities, down into which the material has been drawn. These laterites are almost entirely composed of kaolinite. At a later stage, the percolation of waters in the karst creates different physico-chemical conditions, and initiates a new evolutionary cycle. The environment becomes neutral or weakly acid, and well drained kaolinite is destroyed through the effect of migration "per descendum". Waters containing silica and alumina allow the local neoformation of kaolinite and halloysite (example: specimen No. 206). Accessorily or rather seasonally, centrifugal migration brings silica and alumina into contact with alkaline and alkali-calcic cations freed through the alteration of the calcareous walls; in this environment of a locally alkaline type, illite, a mixed-layer mineral of the illite-montmorillonite type, and exceptionally vermiculite, may recrystallise.

Introduction

En passant en revue les échantillons des formations sidérolithiques du Musée géologique de l'Université de Lausanne, nous avons découvert une argile blanche d'aspect porcelainé dont l'étiquette portait les indications suivantes:

N° 1979. Silicate d'alumine (argile smectique) en concrétions dans les sables vitrifiables du Sidérolitique.

Cerneux près la verrerie de Moutier (Jura Bernois). Récolté par MM. LUGNON et JACCARD (1904).

L'étude de cet échantillon a montré que sa composition minéralogique comportait essentiellement un mélange de kaolinite et d'halloysite. Il

*) Fonds National suisse de la recherche scientifique.

**) Adresse: Dr J.-P. Vernet, rue des Sablons, 1110 Morges VD.

devenait dès lors intéressant de déterminer les conditions de genèse de ce dernier minéral, mais pour cela il fallait parcourir la région d'origine du spécimen analysé pour y prélever de nouveaux échantillons. Malheureusement les exploitations de sables sidérolithiques des environs de Moutier sont presque toutes fermées et pendant la dernière guerre seulement la verrerie de cette ville a utilisé à nouveau et temporairement du sable d'origine sidérolithique.

La dernière exploitation importante encore en activité en 1964 était celle de M. M. Houmard, située sur le Mont Girod, au NW de Court, et c'est là qu'ont été prélevés les échantillons décrits dans cette note.

Situation topographique et géologique

Cette exploitation de sable quartzeux est sise au lieu dit le „Mont Girod“, feuille de Moutier (N° 1106) de la carte nationale au 1:25 000, au point de coordonnées 590.700/233.450 et à une altitude de 910 m environ.

Bordant le flanc N du bassin molassique interne du Jura, le Mont Girod est un anticlinal constitué par un calcaire portlandien fortement affecté par des phénomènes karstiques. Dans cette région, les cavités karstiques sont remplies par un sable siliceux, pauvre en chaux, mélangé à des argiles kaoliniques. Les auteurs de langue allemande désignent ces sables plus ou moins argileux sous le nom de „Huppererde“ ou de „Huppersand“. D'âge éocène, ils se rattachent aux formations sidérolithiques qui, dans cette partie du Jura, se rencontrent fréquemment sous la forme de „bolus“, c'est-à-dire d'argiles ferrugineuses souvent très riches en pisolithes de fer. Dans ce cas on leur donne généralement le nom de „Bohnerz“. Ces derniers ont fait l'objet de nombreuses et actives exploitations qui, au siècle dernier, ont permis à l'industrie sidérurgique de s'établir dans ces régions. De la même façon, les sablières de „Huppererde“ ont favorisé l'établissement d'une verrerie à Moutier. Par la suite, ces industries ont fait venir leurs matières premières d'autres régions et les exploitations d'„Huppererde“ comme celles de bolus ont cessé l'une après l'autre, bien que les réserves en sables siliceux de la région de Moutier soient loin d'être épuisées.

La sablière du Mont Girod

Cette exploitation se trouve à 4 km à vol d'oiseau de la verrerie de Moutier; de forme elliptique, elle s'étend sur environ 150 sur 50 m et une profondeur d'une quinzaine de mètres. Constitué par un beau sable quartzeux, le matériel exploité englobe par-ci, par-là des masses argi-

leuses ou sablo-argileuses lenticulaires de teinte grisâtre. Le contact entre les parois calcaires de la cavité karstique et son remplissage sableux se fait généralement par l'intermédiaire d'argiles rubanées verdâtres à veinules rougeâtres. Ces formations argileuses de contact présentent une épaisseur très variable suivant les points.

Les argiles grises lenticulaires mélangées aux sables sont maigres, alors que les argiles rubanées rougeâtres sont légèrement grasses.

Echantillonnage

L'échantillon N° 1979 provenant du Musée géologique de l'Université de Lausanne porte l'indication: „récolté dans un gisement de sables vitrifiables aux Cerneux, près de la verrerie de Moutier“. Or „cerneux“, le vocable local, désigne simplement une dépression; lorsqu'il se rapporte à un lieu-dit, il est suivi d'un qualificatif, ainsi: „Cerneux-Renard“. Il n'est donc pas possible de localiser cette ancienne exploitation datant de 1904, mais il semble qu'elle devait se trouver entre le „Menué“ et le „Petit Champoz“, sur le flanc NW du Mont Girod. Cet échantillon reste donc unique; nous l'avons cependant conservé dans cette étude à cause de son aspect très caractéristique rappelant une tête de chou-fleur (voir la photo centrale de la planche). Il constituait une masse isolée au milieu du sable et doit avoir crû en repoussant ce dernier; sa forme irrégulière semble due aux résistances différentielles que lui a opposé son environnement sableux. Sa fiche porte la mention: „concrétions dans les sables...“ et nous pensons que le terme de concrétion décrit bien la réalité d'une formation authigène nourrie par des éléments migrant dans la masse sableuse. On se trouve en présence de minéraux argileux de néo-formation qui constituent cette „concrétion argileuse“ isolée au milieu des sables sidérolithiques. Cet échantillon porte dans notre étude le N° 206.

En échantillonnant la sablière de Mont Girod, nous avons été amené à distinguer 3 groupes de roches argileuses:

- A Argile rougeâtre et verdâtre à la périphérie du gisement, au contact avec le calcaire.
- B Argile blanc jaunâtre disséminée dans les sables.
- C Argile grise en lentilles dans les sables.

Tous les échantillons, y compris celui du Musée, ont fait l'objet d'examen par analyse thermique différentielle, thermogravimétrie, diffractométrie X avec échanges de cations, cuissons et glycolages et microscopie électronique. Les résultats apportés par ces différentes méthodes vont être passés en revue ci-dessous.

Analyse thermique différentielle et thermogravimétrie

L'appareil d'analyse thermique différentielle (ATD) utilisé a été obligeamment mis à notre disposition par le laboratoire de la Gips Union à Bex. Cette installation, montée par M. le Dr PIÈCE, permet d'obtenir simultanément des enregistrements d'ATD et de thermogravimétrie (TG).

Le tableau ci-dessous résume les résultats moyens obtenus dans les groupes A, B et C de la sablière de Mont Girod et sur l'échantillon N° 206.

Série	Pics endothermiques	Pics exothermiques	Perte de poids
A	140° C*) 588°	910°	11,6%
B	574°	960°	9,8%
C	609°	967°	13,3%
206	620°	980°	15,4%

*) Ce pic endothermique n'a été rencontré que dans un seul échantillon de la série A.

Ce tableau montre immédiatement une évolution dont le terme se trouve vers l'échantillon 206. Examinons séparément les résultats de chaque groupe :

Les thermogrammes du groupe A indiquent une composition argileuse évoluant entre les illites et une kaolinite de basse cristallinité. Un des diagrammes montre nettement la présence d'illite, les autres ne sont pas spécifiques. La thermogravimétrie ne permet pas d'identification, mais ses résultats s'accordent bien avec ceux fournis par les minéraux micacés du type illite.

Dans le groupe B, le pic exothermique atteint le domaine de température des kaolinites communes, mais sa forme ne présente pas encore l'acuité de celles des kaolinites classiques. On peut cependant attribuer ces thermogrammes à la kaolinite ou plus vraisemblablement à un mélange à base de kaolinite, car la perte de poids de 9,8% relevée sur la courbe thermopondérale est trop faible pour une kaolinite pure.

Les diagrammes d'ATD du groupe C correspondent à une kaolinite de bonne cristallinité; de même la perte de poids de 13,3% est très proche de la perte de poids théorique de la kaolinite estimée à 13,7% par S. CAILLÈRE et S. HÉNIN (1963, p. 173).

Les thermogrammes de l'échantillon 206 se rattachent indiscutablement à une kaolinite en ATD; en revanche, en TG la courbe thermopondérale indique une perte de poids légèrement trop élevée qui conduit à

admettre la présence à côté de la kaolinite d'un autre minéral du groupe des kaolins: l'halloysite.

Simplement par ces méthodes thermiques on voit déjà se dessiner une évolution au sein de la fraction argileuse: essentiellement micacée au contact de la roche encaissante, elle passe graduellement à la kaolinite et même à un mélange kaolinite-halloysite.

Diffractométrie X

L'étude aux rayons X de ces échantillons a mis en évidence un mélange complexe de minéraux argileux à 3 couches évoluant vers des minéraux à deux couches. En conservant l'ordre indiqué plus haut, nous constatons les résultats suivants:

Au contact des parois calcaires se trouvent les argiles du groupe A, colorées et de composition minéralogique très variable d'un échantillon à l'autre; mais cependant l'illite prédomine toujours et la kaolinite ne représente qu'une faible proportion. Ces minéraux sont accompagnés par un minéral argileux interstratifié irrégulier de type illite-montmorillonite et, dans un seul échantillon, de type illite-vermiculite. Les diffractogrammes d'un autre échantillon montrent la présence d'un pic à 14,5 Å environ qui ne change pas de position lorsque la plaquette orientée est traitée par l'éthylène glycol. Chauffée à 550° la préparation ne présente plus les pics de l'illite. Nous avons admis, sur la base de ces observations, que cet échantillon renfermait de la vermiculite. En résumé, la composition minéralogique des argiles de contact du karst du Mont Girod est la suivante:

illite
kaolinite
minéral interstratifié illite-montmorillonite ou illite-vermiculite
vermiculite (dans un échantillon seulement)

En allant de la périphérie au centre, on rencontre ensuite les argiles jaunâtres du groupe B qui polluent les sables sidérolithiques. Dans cette formation la kaolinite prédomine très largement, mais elle est accompagnée par une illite dégradée et un minéral interstratifié de type illite-montmorillonite:

kaolinite	70%
illite	15%
minéral interstratifié illite-montmorillonite	15%

Les masses argileuses lenticulaires éparses dans les sables constituent le groupe C où l'on constate une composition minéralogique quasi monominérale :

kaolinite	95%
minéral interstratifié illite-montmorillonite	5%
halloysite?	traces

Par sa composition minéralogique, il semble que l'échantillon 206 représente le prolongement de cette évolution. On trouve en effet :

kaolinite de très bonne cristallinité	80%
halloysite-métahalloysite	20%

Cet échantillon ayant séjourné au Musée géologique pendant plus de 50 ans, il n'est pas possible de préciser si la métahalloysite existait déjà dans l'échantillon frais ; elle a pu se former par dessiccation ultérieurement à la récolte.

Examinons encore les résultats fournis par la microscopie électronique.

Microscopie électronique

Quelques clichés particulièrement instructifs, choisis parmi plusieurs centaines d'épreuves, sont reproduits dans la planche hors texte. On peut observer aisément une évolution en comparant les clichés du groupe A à ceux des groupes B, C et 206.

Dans le groupe A des masses diffuses, floconneuses comportent aussi bien de grands cristaux isolés que des agrégats de petits cristaux dont quelques-uns seulement sont hexagonaux, à bords nets, et assez caractéristiques de la kaolinite (voir cliché A). Leur taille moyenne atteint environ 0,25 micron.

Les cristaux hexagonaux à bords nets dominant dans le groupe B ; leur taille varie de 0,10 à 0,25 micron. Parfois de grands cristaux supérieurs à un micron, généralement en cours de desquamation (voir cliché B), les accompagnent.

Les masses argileuses isolées au milieu des sables du groupe C ne présentent plus d'agrégats de cristaux mal délimités ou en voie de desquamation, mais des grains hexagonaux à bords très nets dont la taille varie de 0,10 à 0,50 micron. Tous ces clichés offrent de splendides exemples de kaolinite à grains fins. On observe aussi, dans quelques cas, de rares tubes, probablement de l'halloysite transformée en métahalloysite, pouvant atteindre une longueur de plusieurs microns (voir cliché C).

Enfin les clichés de l'échantillon 206 présentent des cristaux pseudo-hexagonaux, aux formes assez imparfaites, de dimensions comprises entre

0,25 et 0,50 micron. Leurs bords montrent une tendance à l'enroulement. A côté de ces formes que l'on peut attribuer sans hésitation à la kaolinite, on observe de nombreux tubes à tous les stades d'éclatement. Il s'agit sans doute aucun d'une halloysite dont une grande partie s'est vraisemblablement transformée en métahalloysite avant sa préparation pour l'étude au microscope électronique (voir cliché 206). Sur les clichés représentant ce minéral, on observe clairement un fait intéressant : ces tubes comportent plusieurs couches emboîtées qui peuvent donc coulisser les unes dans les autres comme les éléments d'une longue-vue ; mais ce phénomène ne se produit que lorsque le cristal cylindrique d'halloysite est en voie d'éclatement.

Conclusions

Aucun cristal n'est totalement insoluble et en présence d'eau il existe toujours des ions qui quittent la surface du cristal pour gagner le milieu aqueux. On appelle altération hydrolytique cette migration qui se produit chez les silicates en contact avec de l'eau. La solution qui résulte de leur décomposition est alcaline. Pour que l'altération soit réelle et complète, il ne suffit pas que les cations alcalins et alcalino-terreux soient libérés de la structure, mais il faut encore que les tétraèdres à centre d' Al^{3+} et de Si^{4+} soient attaqués. L'alumine et la silice sont alors mobilisées dans des proportions qui dépendent du pH du milieu : en quantités égales en milieu alcalin, à silice prédominante en milieu neutre et alumine plus abondante en milieu acide. La libération de la silice et de l'alumine dépend donc de leur solubilité aux différents pH. En cas de drainage insuffisant, l'accumulation dans l'eau des produits de dissolution ralentit l'attaque. En revanche, en milieu bien drainé ou lessivé, les solutions se renouvellent sans cesse.

Avant d'aborder le mécanisme des transformations survenues dans les minéraux de remplissage des poches karstiques, il faut tenter de définir l'évolution de ces sédiments au Sidérolithique.

Selon FLEURY (1909) et MILLOT (1964), les formations sidérolithiques proviennent de l'action de 2 phases bien distinctes :

1^o *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^o *Une phase sidérolithique* qui correspond à une remobilisation au sein de la latérite sous l'action des eaux d'infiltration.

Rien ne s'y opposant, on peut admettre qu'un climat latéritisant régnait à l'Eocène ; les calcaires du Secondaire et les sables glauconneux

de l'Aptien et de l'Albien auraient fourni les matériaux détritiques. Les minéraux phylliteux de ces formations ont donné naissance à de la kaolinite, généralement dispersée dans les sables; mais l'argile peut aussi se séparer des sédiments sablo-argileux et constituer des lentilles d'assez grandes dimensions en s'accumulant dans des mares (KULBICKI, 1953). Si l'on admet que la plupart des poches karstiques se sont remplies par soutirage, on peut tenir pour probable que les nombreuses dolines visibles dans le paysage de Mont Girod ont donné naissance à des mares. On explique ainsi la présence de lentilles argileuses à différents niveaux dans le système karstique étudié, la kaolinite disséminée dans les sables de couverture ayant été entraînée par les eaux météoriques vers les dépressions. Le Mont Girod est truffé de poches qui sont toutes remplies par les sables sidérolithiques. Ce phénomène du soutirage a donc dû être particulièrement intense dans cette région. Ailleurs, au Mormont, certains karsts sont restés béants à certaines périodes sidérolithiques (VERNET, 1963).

La percolation des eaux dans ces „cheminées sableuses“ est intense; il en résulte des conditions de pH plutôt acide, et par conséquent un lessivage de la silice qui est entraînée en profondeur et, dans une mesure moindre, excentriquement vers les parois calcaires. L'alternance saisonnière facilite la concentration de diverses substances dans certaines zones privilégiées du matériel de remplissage; des néo-formations de kaolinite et d'halloysite apparaissent alors sous forme de concrétions, analogues à l'échantillon 206.

Lorsque la silice et l'alumine sont entraînées excentriquement vers les parois calcaires, elles rencontrent des cations mono- ou bivalents tels que le Ca^{2+} , Mg^{2+} et K^{+} provenant, pour une grande part, de la dissolution actuelle des parois. En présence d'acides faibles, ces cations vont commander la réaction alcaline du milieu. Il existe donc un lien entre le pH et la présence de ces cations: en leur présence, le pH basique entraîne l'apparition de minéraux à 3 couches du type micacé, alors que leur absence conduit à la néo-formation de kaolinite. D'autre part, la présence de Ca^{2+} implique l'existence de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et ce dernier confère au milieu une alcalinité qui peut atteindre les pH 9 ou 10. Dans ces conditions, les minéraux argileux se détruisent complètement et il se forme des gels de silice et d'hydroxydes d'aluminium (BARDOSSY, 1959). On peut expliquer ainsi certaines néo-formations de gibbsite dans les poches karstiques à remplissage sidérolithique (VERNET, 1962).

Les cations alcalins et alcalino-terreux ne règlent pas seulement le pH du milieu, mais ils entrent dans les néo-formations de minéraux à 3

couches: ainsi le fer est nécessaire à la néo-formation d'illite, le potassium et le magnésium permettent la genèse de la montmorillonite, de même que le fer et le magnésium favorisent l'apparition de chlorite (MILLOT, 1964 et KELLER, 1958). La kaolinite, un minéral uniquement alumineux, ne peut se former dans ces conditions.

Dès lors, on comprend pourquoi on trouve des minéraux à trois couches au voisinage des parois calcaires et pourquoi leur proportion diminue fortement et graduellement lorsque l'on s'en éloigne. Inversement, la kaolinite existe au centre de la poche et n'est quasiment plus représentée dans les argiles de contact. Conclusion: le pH varie lentement et les cations alcalins et alcalino-terreux diffusent dans la périphérie de la masse sableuse. Si l'on superpose à ce mécanisme les fluctuations saisonnières, l'on se rend compte que les conditions physico-chimiques ne sont relativement stables qu'au centre de la poche et au contact avec les parois.

En résumé: à l'Eocène s'est formé une couverture latéritique détruite ultérieurement par l'érosion et dont les derniers témoins se retrouvent dans les poches karstiques, qui se sont remplies par soutirage. Le minéral argileux quasi unique de ces latérites était la kaolinite. Par la suite, la percolation des eaux dans le karst entraîne d'autres conditions physico-chimiques et l'apparition d'un nouveau cycle d'évolution. Le milieu devenant neutre ou faiblement acide et bien drainé, une partie de la kaolinite se détruit sous l'effet d'une migration per descendum. Les eaux chargées de silice et d'alumine provoquent localement une néo-formation de kaolinite et d'halloysite (exemple: échant. N° 206). Accessoirement ou plutôt saisonnièrement, une migration centrifuge amène de la silice et de l'alumine en contact avec les cations alcalins et alcalino-terreux provenant de l'altération des parois calcaires; dans ce milieu de type localement alcalin l'illite, un minéral interstratifié de type illite-montmorillonite et exceptionnellement la vermiculite peuvent recristalliser.

Bibliographie

- BARDOSSY, GY. (1959): The geochemistry of hungarian bauxites, part. III and IV. Acta geol. Acad. Sci. Hungar., vol. VI, fasc. 1/2.
- BUCHI, A. (1960): Geologischer Vorbericht über die Quarzsandvorkommen auf dem Mont Girod bei Moutier, Berner Jura. Rapport privé.
- CAILLERE, S. et HENIN, S. (1963): Minéralogie des argiles. Ed. Masson, Paris.
- FLEURY, E. (1909): Le Sidérolithique suisse. Contribution à la connaissance des phénomènes d'altération superficielle des sédiments. Mém. Soc. Fribourg. Sci. Nat., 6.

- KELLER, W. D. (1958): Argillation and direct bauxitisation in terms of concentrations of hydrogen and metals cations at surface of hydrolysing aluminium silicates. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 42, p. 233—245.
- KULBICKI, G. (1953): Constitution et genèse des sédiments argileux sidérolithiques et lacustres du Nord de l'Aquitaine. Thèse Sci., Toulouse et Sci. Terre, 4, p. 5—101.
- MILLOT, G. (1964): Géologie des argiles. Ed. Masson, 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*, t. XIII, p. 47—57.
- (1963): Le Sidérolithique du Mormont (Vaud). *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, vol. 68, 312, p. 1—19.
- VONDERSCHMITT, L. (1958): Schätzung der Reserven an Quarzsand in der Huppergrube Mont Girod bei Court. Rapport privé.

Manuscrit reçu le 31 mars 1966.

Légende de la planche hors texte

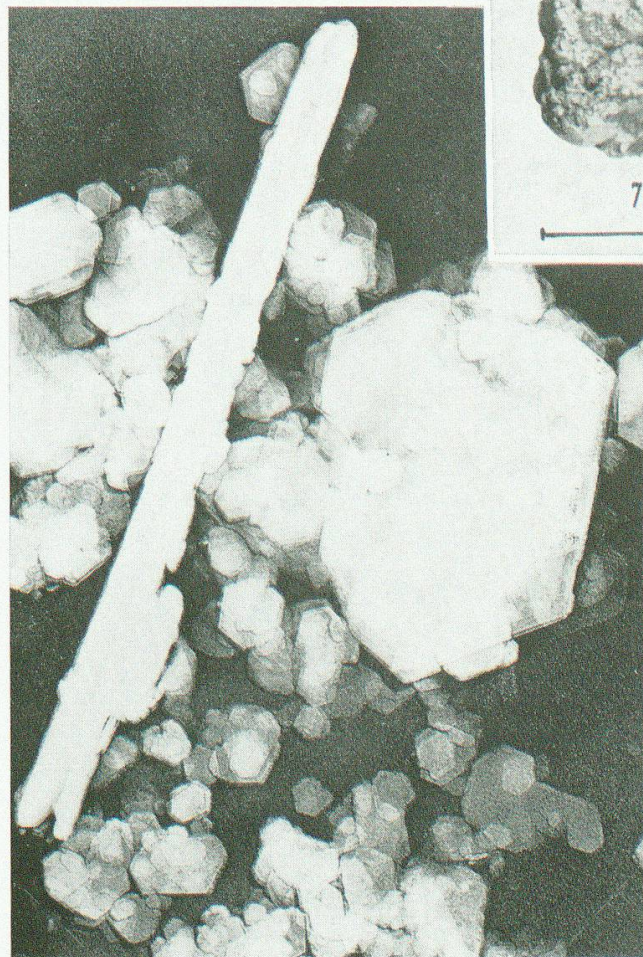
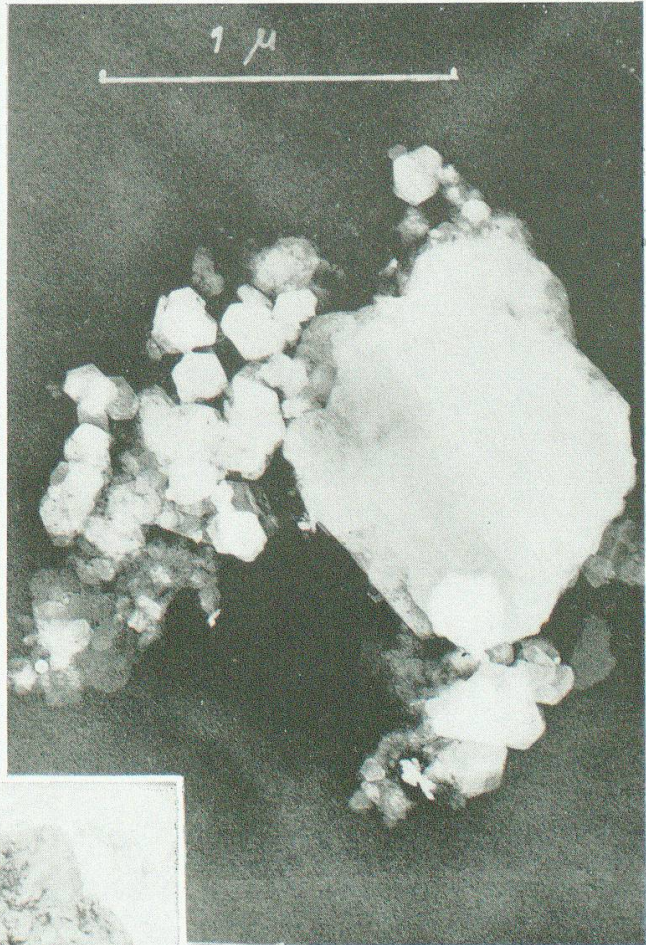
Les photos A, B, C et 206 présentent le même grossissement, soit 35 000 fois. Les clichés de microscopie électronique ont été pris au Centre de Microscopie Electronique de l'Université de Lausanne, avec la collaboration technique de M. D. ANDERS, que nous tenons à remercier ici.

- Photo A* Masses d'apparence diffuse ou floconneuse formant des agrégats de paillettes de tailles très variables représentant l'illite et la montmorillonite. On remarque la présence de petits cristaux à bords nets et de forme pseudo-hexagonale que l'on peut attribuer à la kaolinite.
- Photo B* Dans ce cliché les cristaux à bords nets et de forme pseudo-hexagonale prédominent à côté de petits agrégats d'apparence floconneuse et de grandes paillettes en voie de desquamation. La kaolinite est le minéral le plus important, bien que l'illite et la montmorillonite ne disparaissent pas totalement.
- Photo C* Les clichés du groupe C offrent tous des exemples d'assemblages de cristaux à bords nets et de forme pseudo-hexagonale, mais de granulométrie fine avec par-ci, par-là de grandes paillettes et des tubes d'halloysite. Ces tubes peuvent atteindre une longueur de plusieurs microns et ils sont souvent en voie d'éclatement.
- Photo 206* Cet échantillon a donné des clichés dans lesquels on peut observer la présence de paillettes de kaolinite à bords nets et de forme pseudo-hexagonale mélangées à des tubes éclatés et souvent complètement déroulés d'halloysite transformée en métahalloysite.
- Photo centrale* Cette macrophoto représente une des „concrétions“ (échantillon 206) récoltées par MM. LUGEON et JACCARD au milieu des sables sidérolithiques vitrifiables de Moutier. On peut observer sa forme particulière en chou-fleur ou en cervelle.

A



B



C