

**BIENVENUE dans mon MONDE
de respect de la nature et de la vie,
où science et aventure ont eu leur place**



L'auteur, Pierre Stalder, est un géologue retraité. Après des études à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, il a rejoint, en 1969, le Département Exploration de Shell International où il a exercé diverses fonctions dans la recherche et le management. En compagnie de son épouse, il réside actuellement à Sion, Canton de Valais (Suisse).

Il peut être contacté à l'adresse *p.j.stalder@bluewin.ch*

Dans un premier temps naturaliste, je tente d'illustrer la complexité de quelques phénomènes géologiques qui ont contribué à façonner notre planète. Ce sera, d'une part, celle de la transformation du *sable en grès* et, d'autre part, celle des *événements* qui ont accompagné l'agonie du glacier du Rhône.

Dans un humaniste et deuxième temps, je présente une *galerie de portraits et de scènes* de la vie glanés durant mes séjours hors d'Europe, avec l'espoir d'en faire rejaillir un sentiment de fraternité .

Finalement, fruit inattendu de mes pérégrinations, je rappelle, par l'image, l'existence d'un *site préhistorique* découvert dans la jungle de Sumatra en 1975, qui n'a pas suscité l'intérêt des autorités .

Première partie: LA NATURE



Etroitement liée au monde minéral, la vie s'est établie sur terre et a prospéré. Naissance dans le feu, bouleversements tectoniques et changements climatiques ne sont que quelques-uns des événements qui ont façonné ce monde. Un monde minéral complexe, en perpétuelle mutation, comme l'est celui du vivant.

L'érosion des chaînes de montagne produit du sable, amalgame de fragments de roche et de minéraux, de diamètre situé entre 60 microns à 2mm. Des courants marins, lacustres ou aériens déposent ensuite ces sables en mer profonde, sur les plages, dans les rivières, dans les déserts, etc. Une fois déposés ces sables subissent des transformations. Celles qui ont lieu en surface et à faible profondeur - la diagénèse précoce - incluent compaction, cimentation, excroissances et dissolution de minéraux. L'enfouissement sous des dépôts plus jeunes peut continuer et atteindre 5 km de profondeur, là où règnent des températures de 150 à 200°C. Cette phase appelée diagénèse profonde, voit compaction, déshydratation, dissolution et cimentation s'amplifier au point de transformer le sable meuble en grès induré.



Il arrive que la phase de diagénèse soit suivie d'enfouissement sous une pile de nappes tectoniques (tranches d'écorce terrestre), surimposées lors de la formation des chaînes de montagne. A des profondeurs de 5 à 10 km (200 à 300°C et 0,5 à 3 kbar), on parle d'anchimétamorphisme, stade de transition au métamorphisme « sensu stricto ».





Si la roche-source du sable est de type continental, c'est-à-dire riche en Silicium, Aluminium, Potassium, Sodium et Calcium comme le sont granite et gneiss, alors les grès qui en dérivent sont riches en quartz et qualifiés de *matures*.

Si la roche-source est de type océanique, c'est-à-dire riche en Fer et en Magnesium comme le sont basalte, gabbro et péridotite, alors les grès qui en dérivent sont riches en minéraux ferro-magnésiens instables et qualifiés d'*immatures*.

Les termes intermédiaires entre ces deux extrêmes sont fréquents.

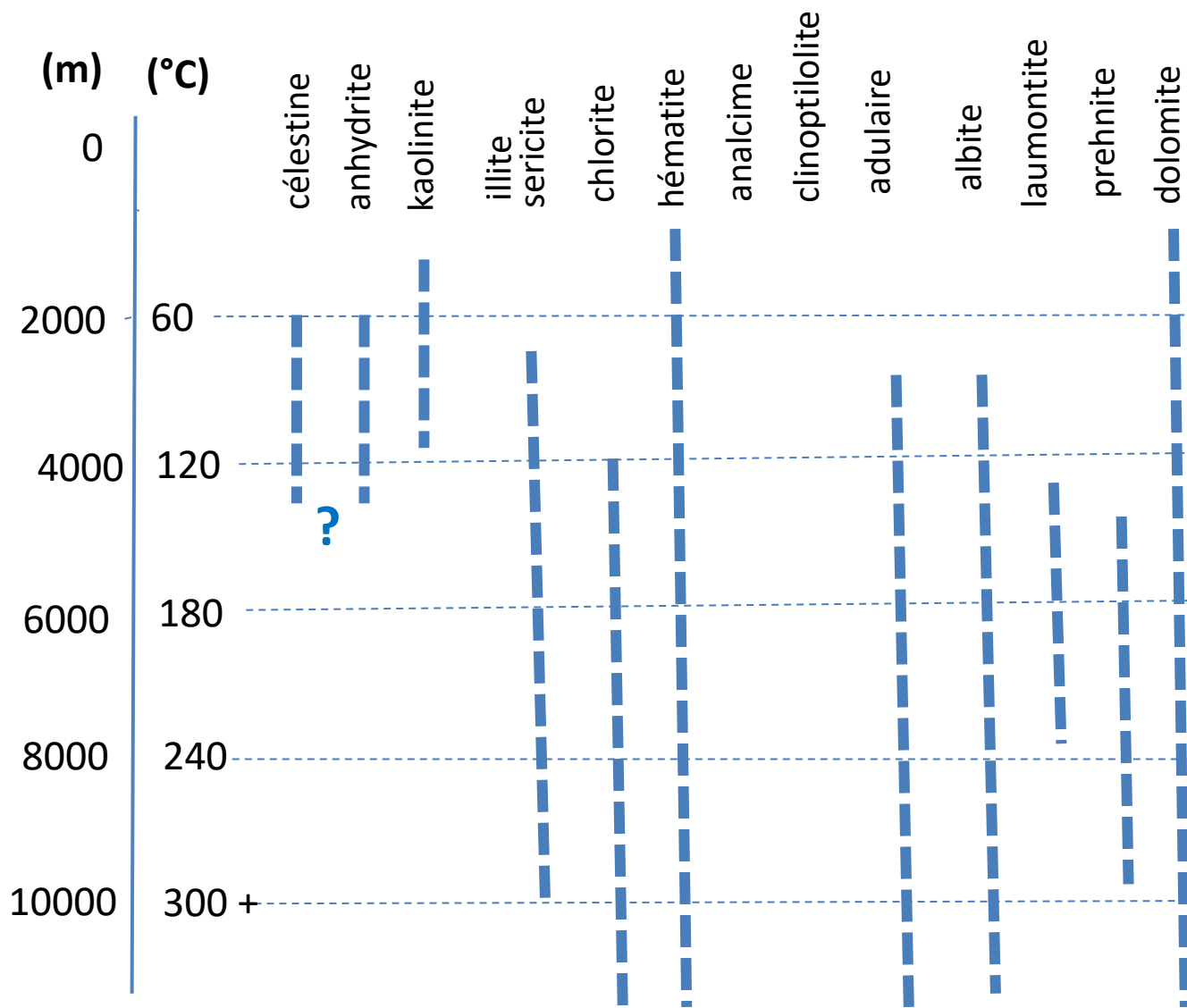
Comme on le verra dans les images de lames minces (épaisseur de 30 microns) et de microscope électronique à balayage (MEB), la maturité d'un côté et l'immaturité de l'autre déterminent des trajectoires de transformation différentes.

Tout grès cache donc une histoire d'enfouissement et d'immersion dans les fluides circulant en profondeur et avec lesquels il réagit. Le déchiffrement de cette histoire commence par l'estimation du *degré de compaction*, qui consiste à identifier, en lame mince, les types de contacts intergranulaires ainsi définis

<i>Type de contact</i>	 point	 plan	 <u>concavo</u> —convexe	 suturé
<i>Compaction</i>	très faible		moyenne	très forte
<i>Friabilité</i>	importante			nulle
<i>Enfouissement</i>	proche de la surface			très profond
<i>Mécanisme</i>			<i>dissolution du quartz par pression</i>	

Les minéraux néoformés ayant été identifiés, on en établit la *séquence de leur formation*. Celle-ci est révélée par leurs inter-relations spatiales et par leurs relations avec le degré de compaction (i.e. formation avant ou après un certain degré de compaction). A cette séquence minéralogique correspond évidemment celle des conditions physico-chimiques (enfouissement/profondeur maximum, température, pression, pH, Eh, pression de CO₂) qui ont dicté le cours des transformations, physiques et chimiques du grès, et partant de leurs propriétés économiques telles que porosité, perméabilité, densité, etc. La *profondeur maximum* peut-être estimée grâce à des paramètres qui varient en fonction de la température/profondeur atteint. Parmi ceux-ci on peut citer la cristallinité de l'illite (degré de perfection cristallographique), l'assemblage minéralogique, la vitesse du son dans le grès, la densité des argiles voisines, la réflectivité de la vitrinite (un minéral du charbon).

Fenêtres de stabilité thermique de certains minéraux



DIAGENESE PRECOCE des *GRES MATURES*

La stabilité structurale et chimique-minéralogique caractérise les grès matures.

Les transformations proches de la surface incluent

la compaction physique (les grains sont réarrangés) et

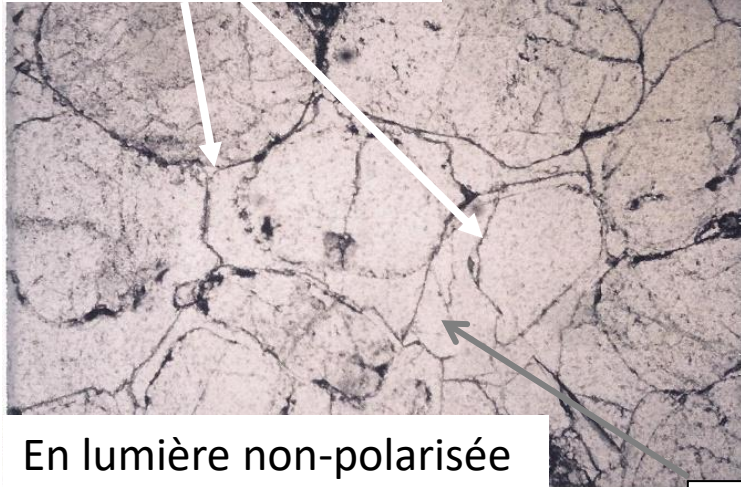
la formation précoce de ciment ou d'excroissances d'hématite/goethite, calcite et dolomite, quartz, minéraux argileux (kaolinite, glauconite)

Les transformations lors de l'exhumation/surrection du grès incluent surtout

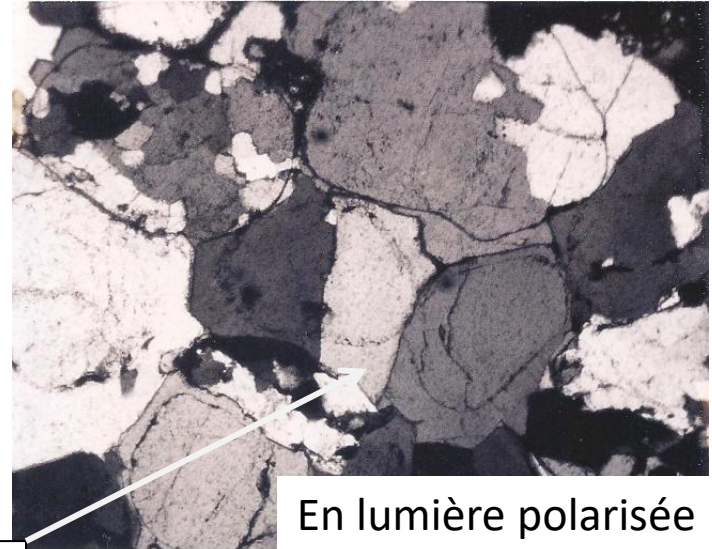
la dissolution des ciments par les eaux météoriques (neutres à acides) avec augment de la porosité

Note Soulignage = illustré par un/des exemples

Pellicule de goethite

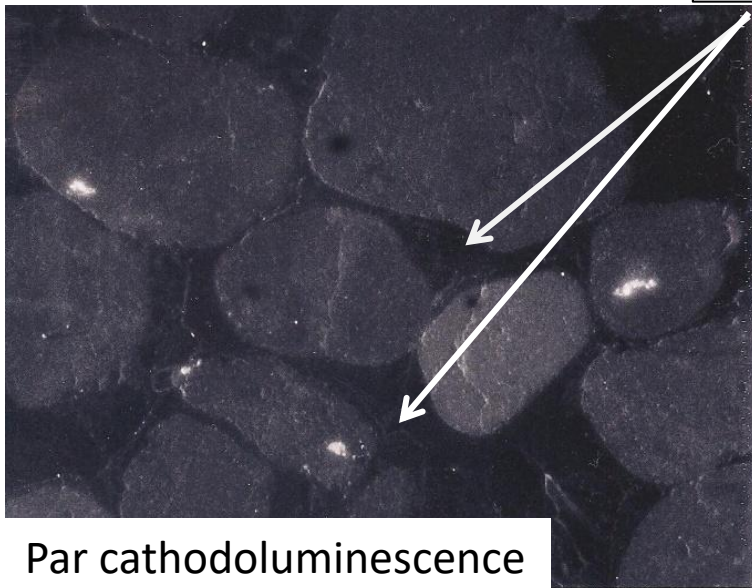


En lumière non-polarisée



En lumière polarisée

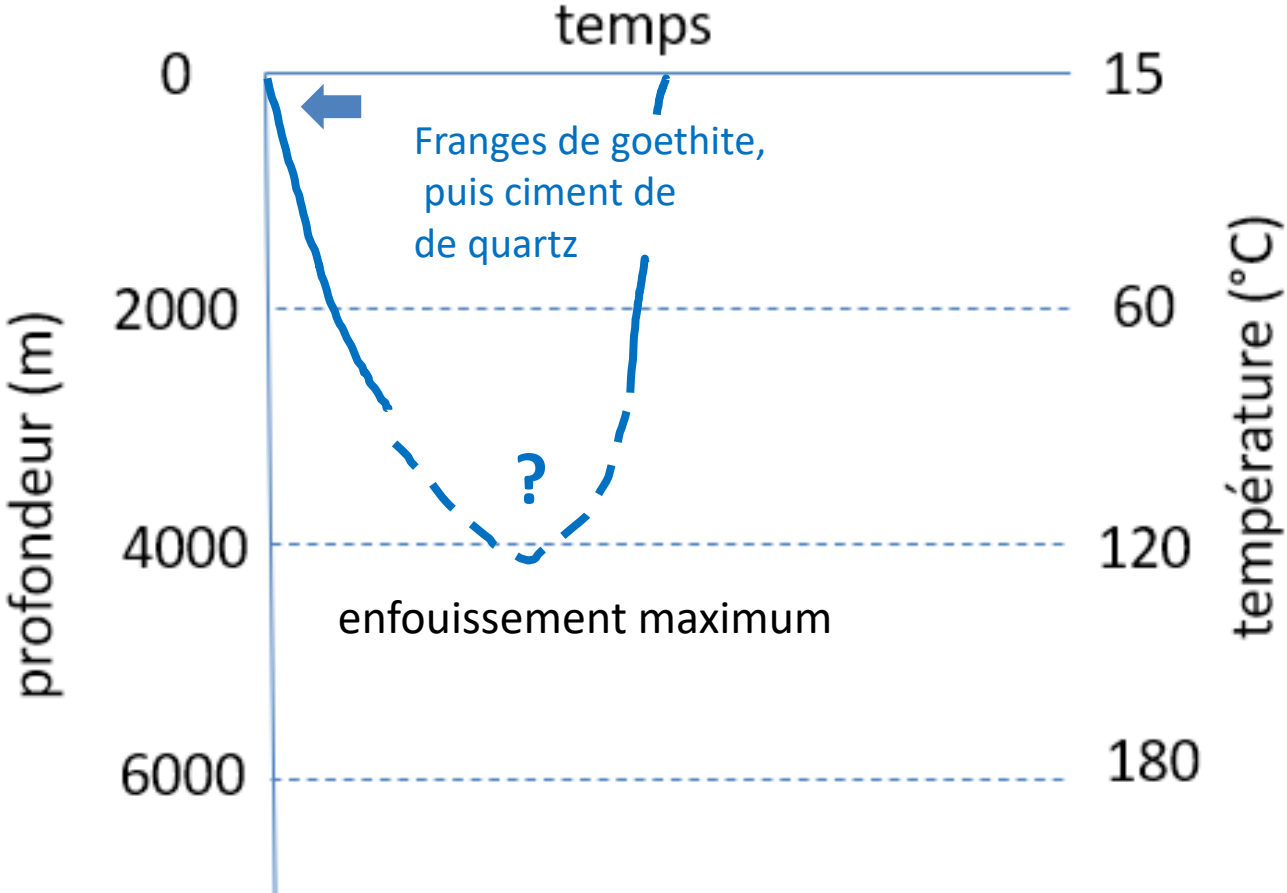
Quartz

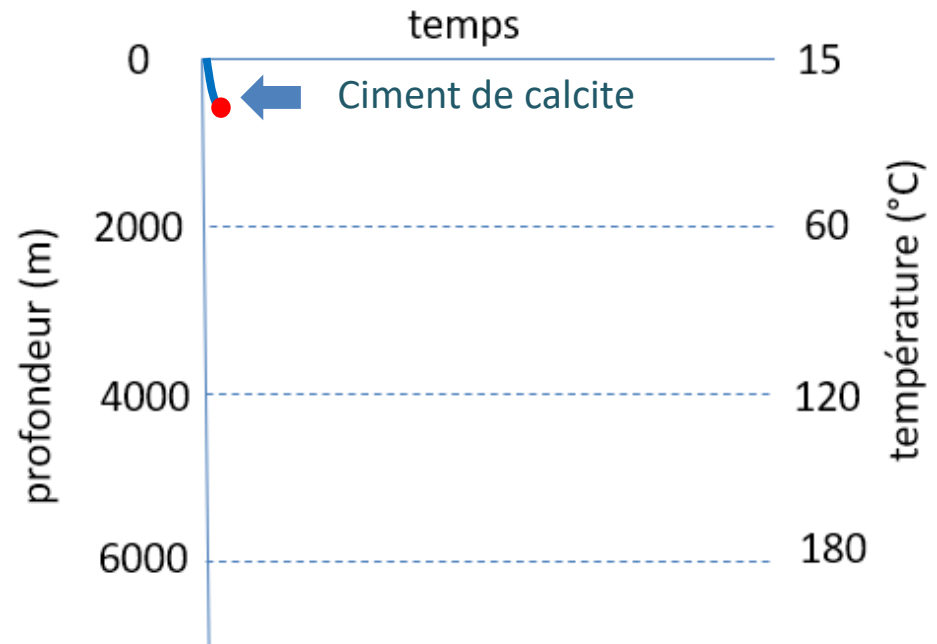
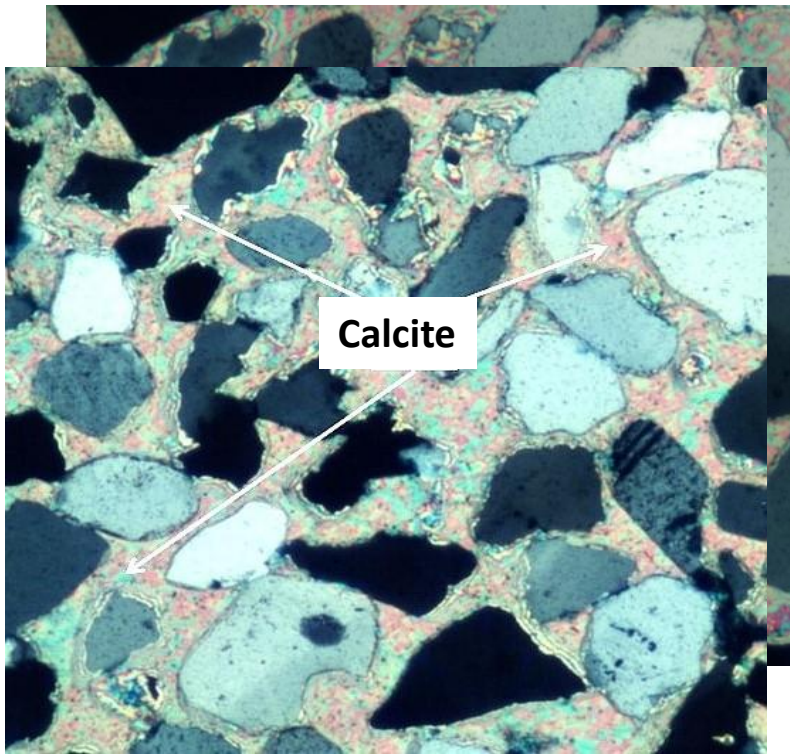


Par cathodoluminescence

Grès continental du Trias, affleurant en Allemagne du sud. Les grains de sable arrondis et émoussés, par le transport en rivière, sont recouverts, très tôt dans leur histoire, d'une pellicule de goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$). A cet événement a succédé un remplissage précoce des pores par du quartz, en accord avec la majorité de contacts de type-point. Malgré l'important enfouissement qui a suivi, la structure initiale du sable a été préservée grâce au ciment de quartz et la porosité a été détruite. Des mouvements tectoniques postérieurs ont ensuite ramené le grès à la surface.

Diagramme d'enfouissement de ce grès





Ce grès marin du Crétacé, rencontré à 500 m de profondeur (son enfouissement maximum) dans un puits du Sénégal, est issu d'un sable riche en quartz, cimenté précocement par de la calcite. Celle-ci forme un seul cristal (continuité optique) qui semble corroder les grains de quartz et feldspath. L'apparente corrosion résulte de la dissolution partielle/superficielle du quartz par des solutions alcalines, elles-mêmes responsables de la précipitation de la calcite. Les contacts originaux résiduels sont majoritairement de type point à plan, indiquant que la cimentation a pris place à un stade précoce moins de 500m, fixant très tôt la structure du grès et détruisant sa porosité.

DIAGENESE PROFONDE des *GRES MATURES*

Les transformations lors de l'enfouissement incluent

la compaction et dissolution des grains par pression,

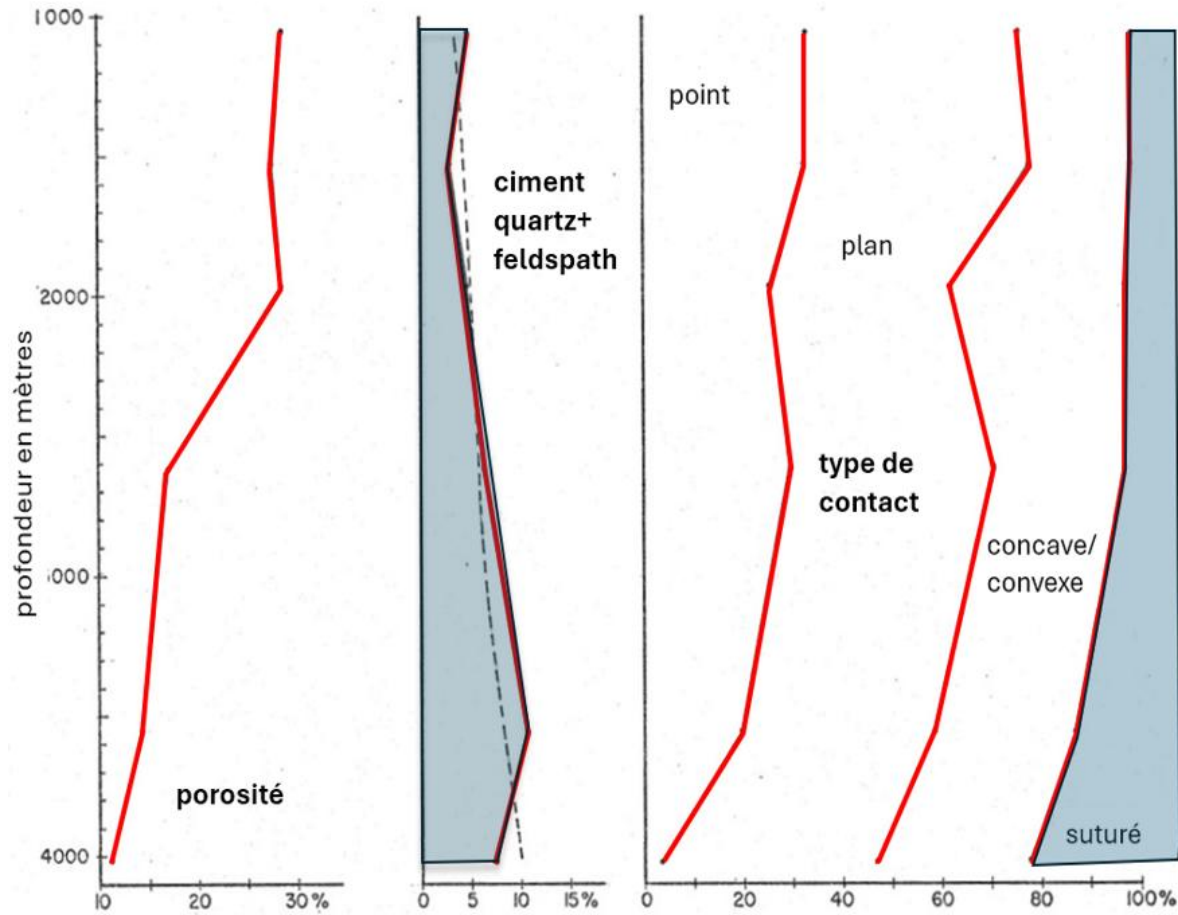
la précipitation importante de ciment et/ou d'excroissances de quartz, de calcite, de dolomite,

de sidérose, d'anhydrite, de célestine, de feldspath et de minéraux argileux tels qu'illite et chlorite et

la transformations des argiles pour former l'illite ou la chlorite, en fonction de la composition des eaux de circulation

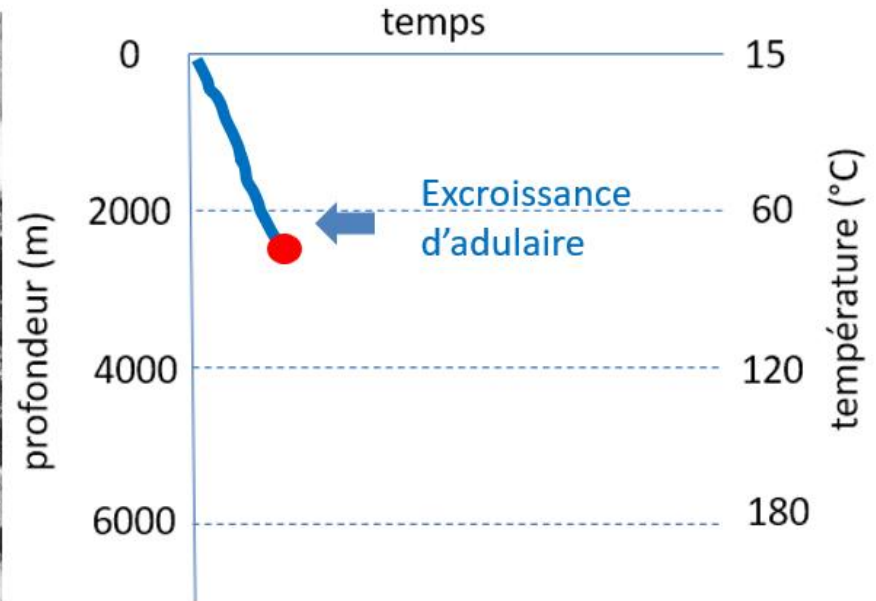
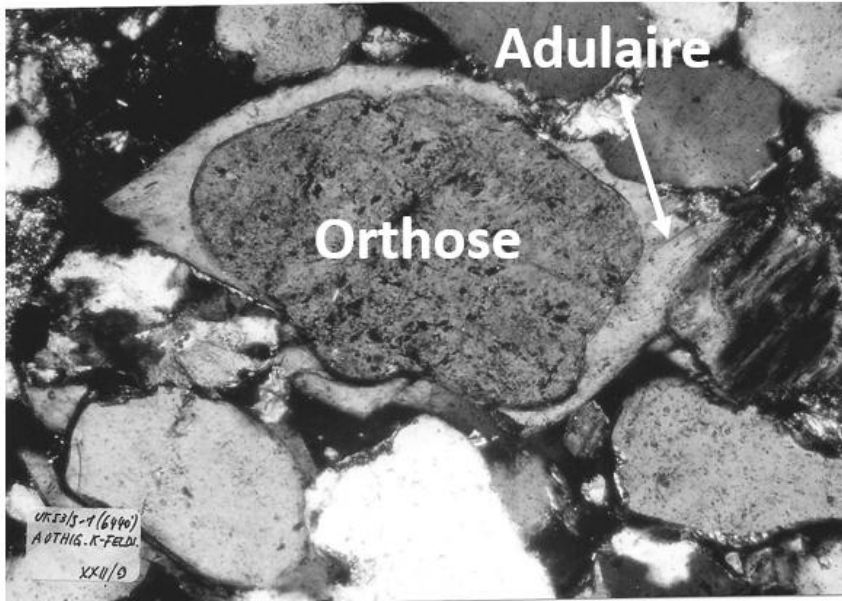
Note Soulignage = illustré plus bas

Compaction dans un puits foré au Sénégal

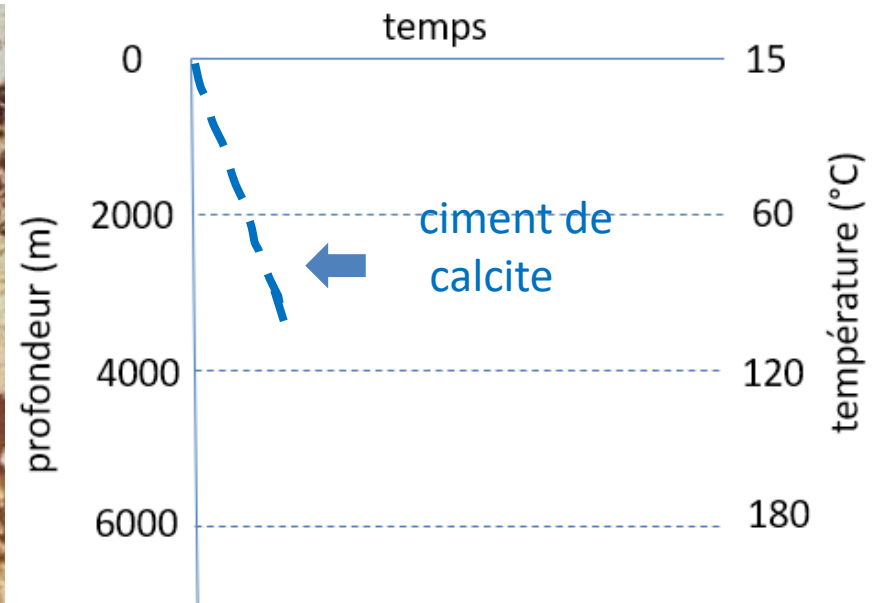
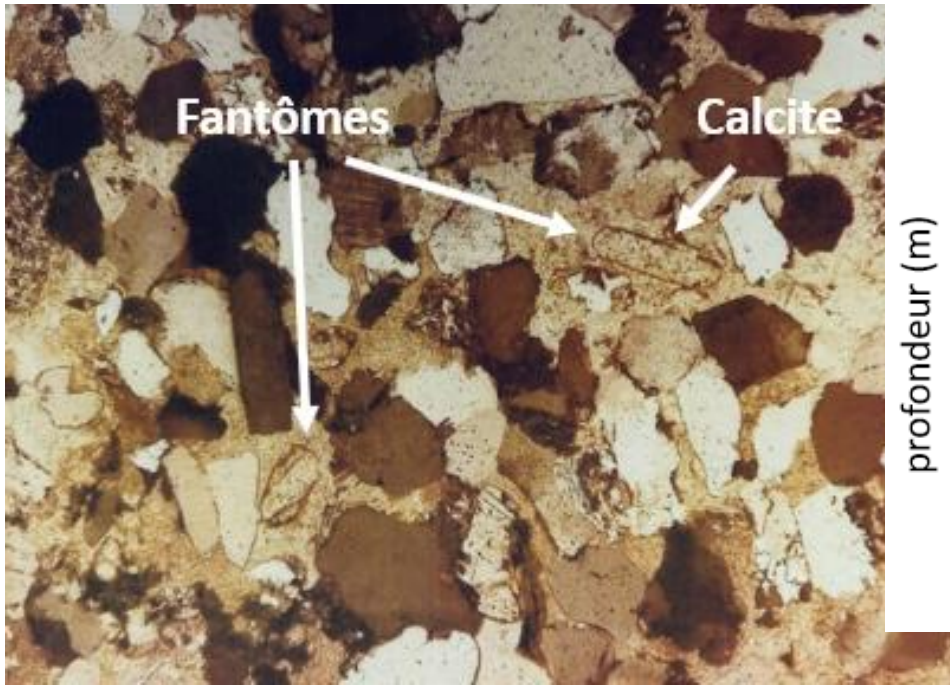


La porosité des grès, rencontrés dans ce puits, passe de 30% près de la surface à près de 10% à 4000m de profondeur. Parallèlement, le type de contact passe de majoritairement - point à majoritairement -saturé.

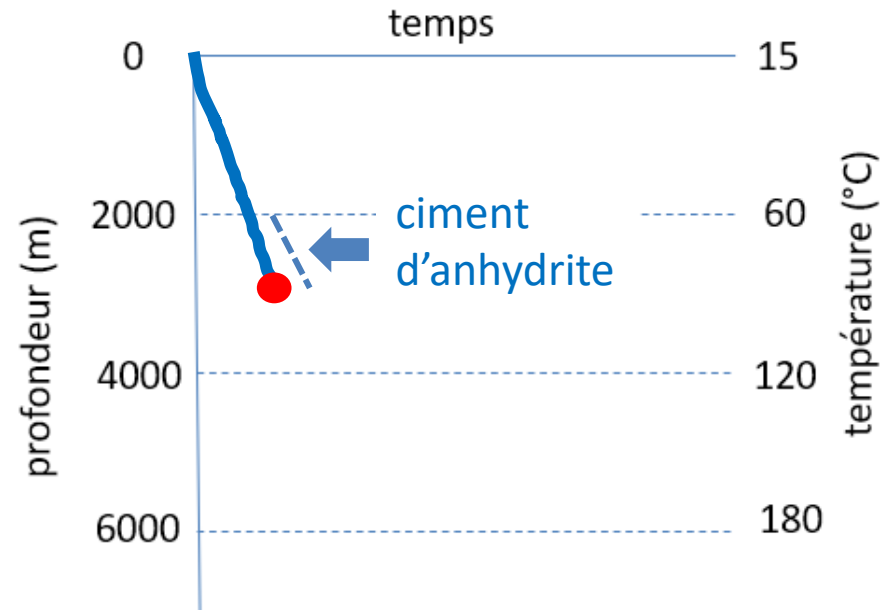
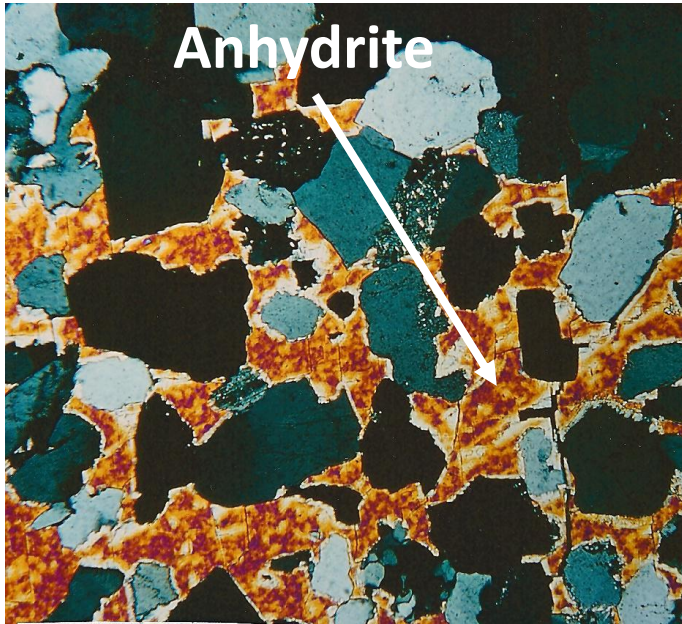
Excroissances et cimentation



Grès marin, rencontré à environ 2100m de profondeur dans un puits de la Mer du Nord. Son enfouissement est maximum. Les contacts intergranulaires varient de *point* à *suturé*, donc peu indicatifs du degré de compaction. La richesse en Potassium, Silicium et Aluminium et le pH neutre à alcalin des eaux de circulation ont favorisé la *précipitation d'adulaire* (feldspath potassique) à la surface d'un grain d'orthose. La température ambiante n'a pas excédé 65°C à 2100m de profondeur, en désaccord avec les 80°C minimum déterminés expérimentalement.



Grès quartzo-feldspathique issu d'un sable déposé en milieu marin et identifié, dans le puits, à une profondeur inconnue. Ce dernier a subi un important enfouissement, comme l'indique l'abondance de contacts *plans à concavo-convexes*, avant d'être *cimenté* par de la calcite. A noter les fantômes de grains remplacés par de la calcite, en continuité optique avec le ciment de calcite environnant.

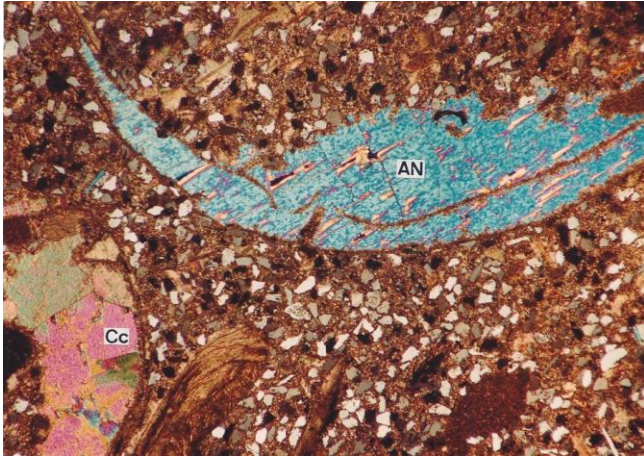


Grès à ciment d'anhydrite, issu d'un sable déposé en milieu marin durant le Crétacé et rencontré dans un puits du Sénégal à 3107 m de profondeur (profondeur maximale). Le *ciment d'anhydrite*, qui semble corroder les grains de quartz, a cristallisé relativement tard, car

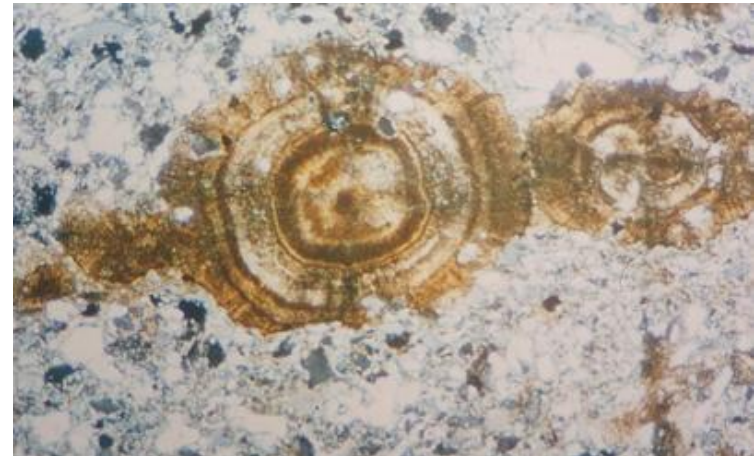
- 1. postérieur à la forte compaction qu'indiquent les contacts *concavo - convexes à suturés* (résiduels)**
- 2. l'anhydrite est instable au-dessous de 58°C, ce qui correspond à environ 2000m d'enfouissement pour un gradient géothermique estimé à 3°C/100m.**

La *corrosion des grains* est l'œuvre de solutions alcalines ayant aussi favorisé le dépôt d'anhydrite.

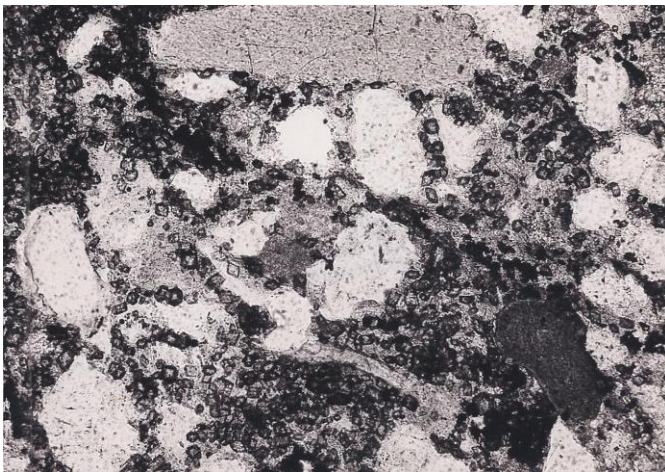
Remplacement



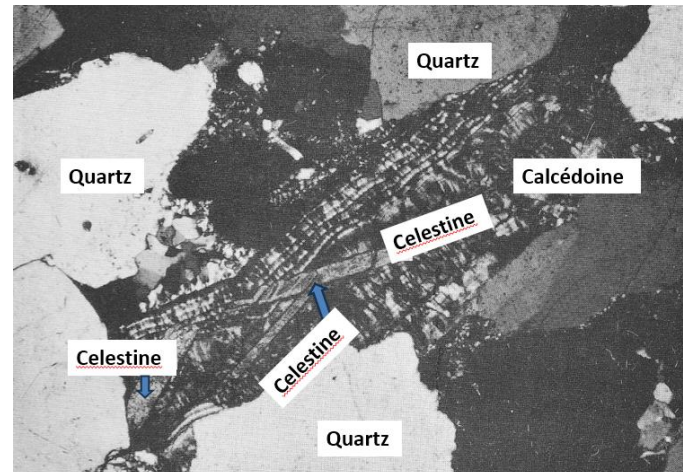
Grès argileux marin, Sénégal. Fragments de coquillage calcaire remplacé par de l'anhydrite (AN) et de la calcite en blocs (Cc).



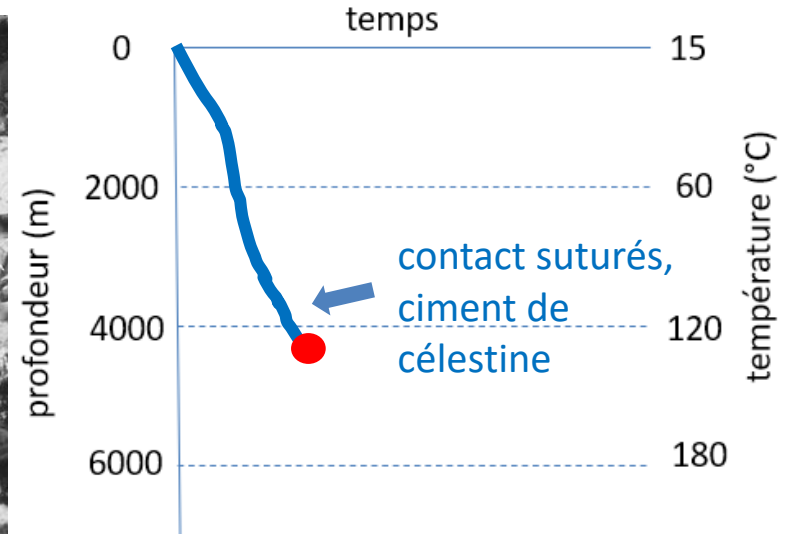
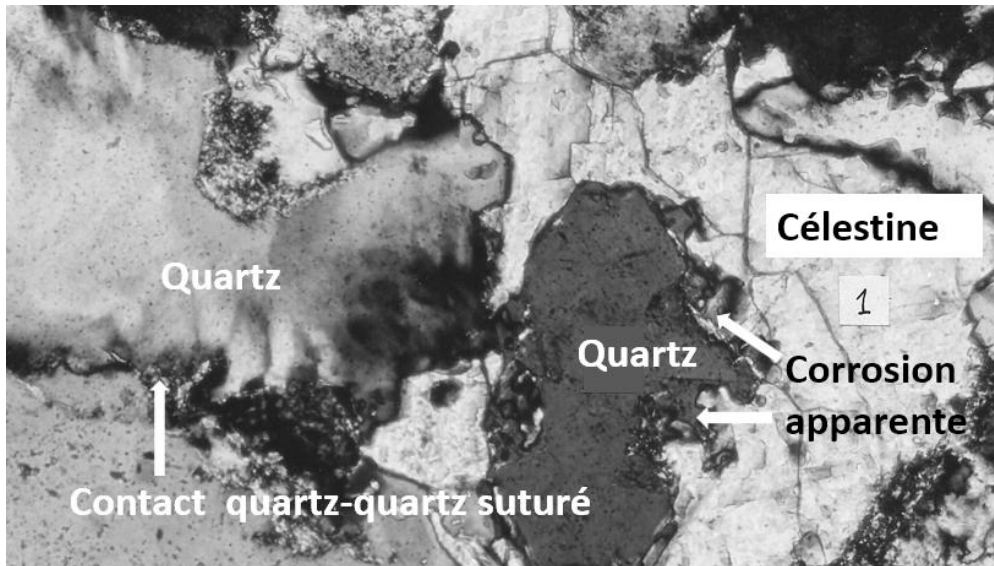
Grès marin, Sénégal. En milieu réducteur, formation d'une concrétion de sidérose remplaçant les grains .



Grès marin du Crétacé. Mini rhomboèdres de sidérose néoformée en milieu réducteur.

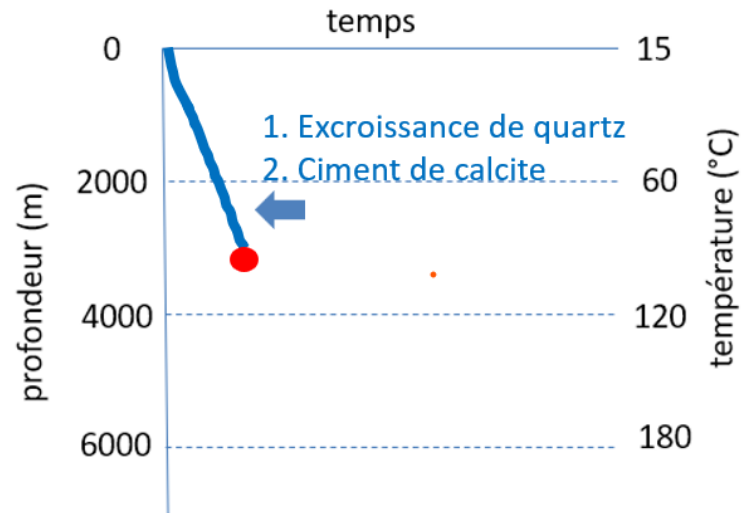
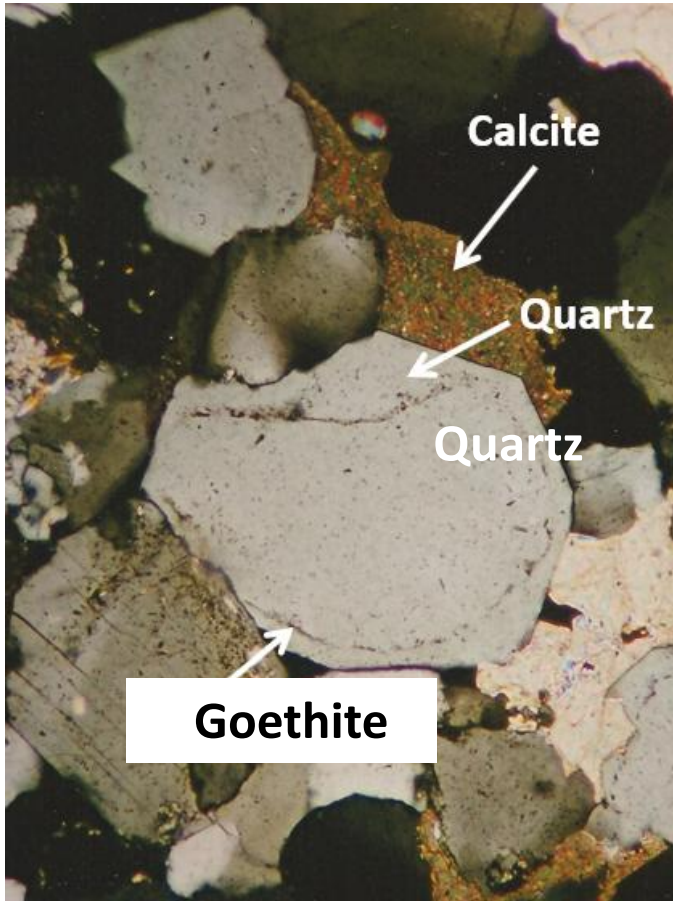


Grès marin, Sénégal. Célestine remplaçant le ciment de calcédoine.



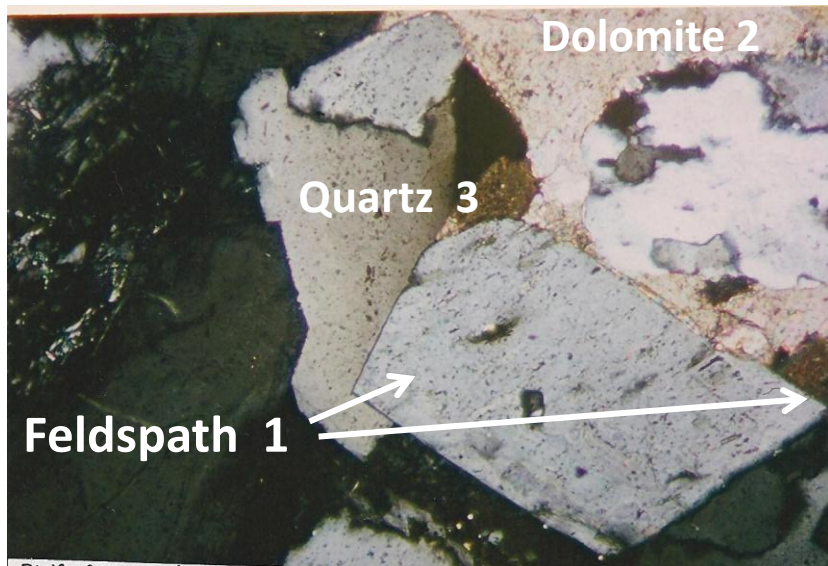
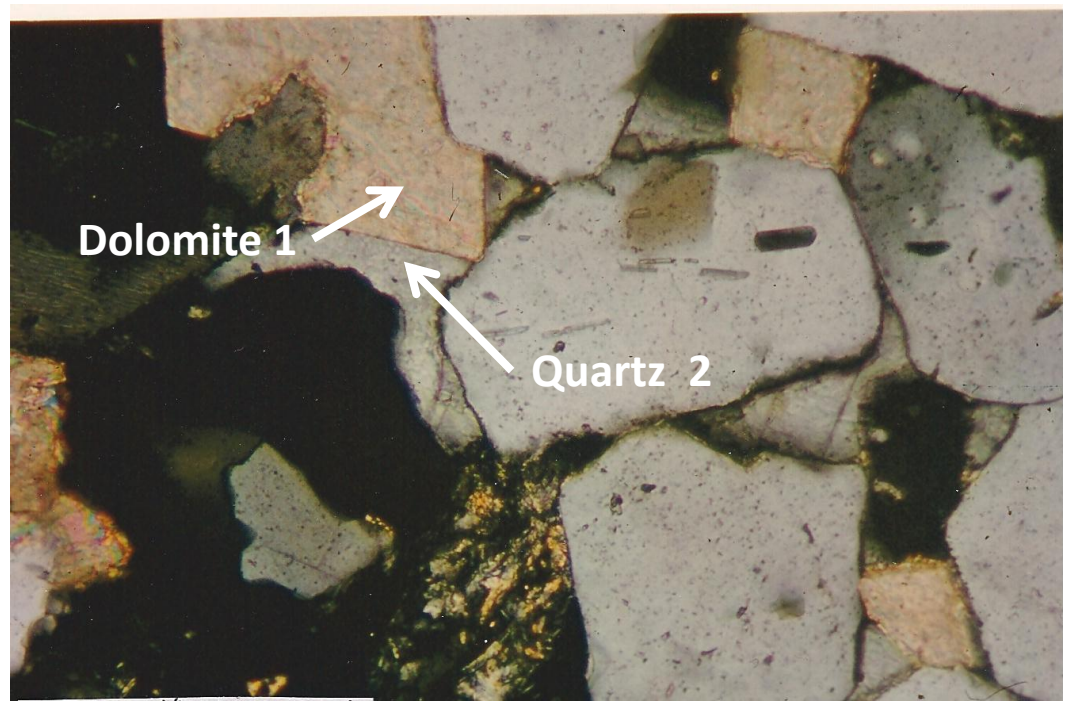
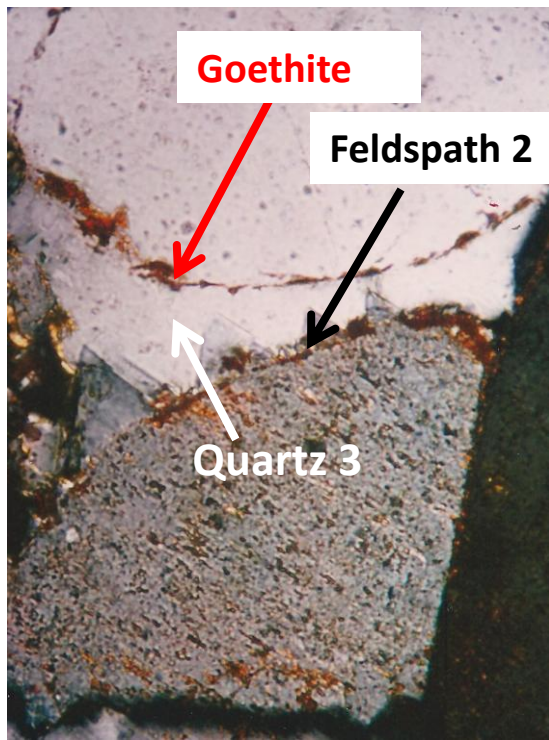
Dans ce grès marin du Crétacé, échantillonné à 4101m de profondeur dans un puits du Sénégal, les contacts quartz-quartz sont de type *suturé*, en accord avec l'enfouissement considérable maximum. Le ciment de célestine semble *corroder* les grains de quartz (Q), corrosion favorisée par les fluides alcalins en circulation. La célestine est stable en présence d'ions Sr^{2+} et SO_4^{2-} .

Séquence de cristallisation, excroissances et dissolution

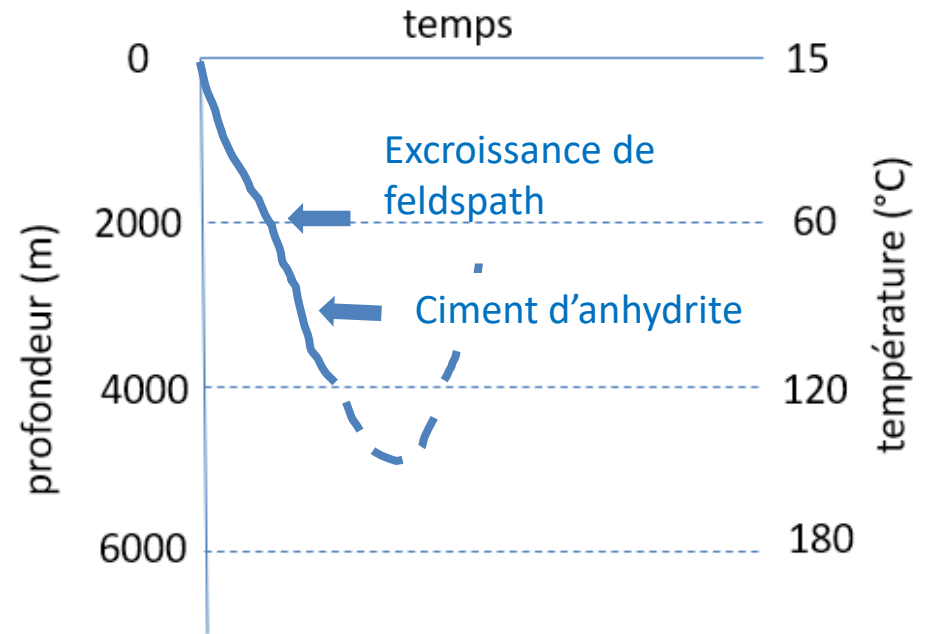
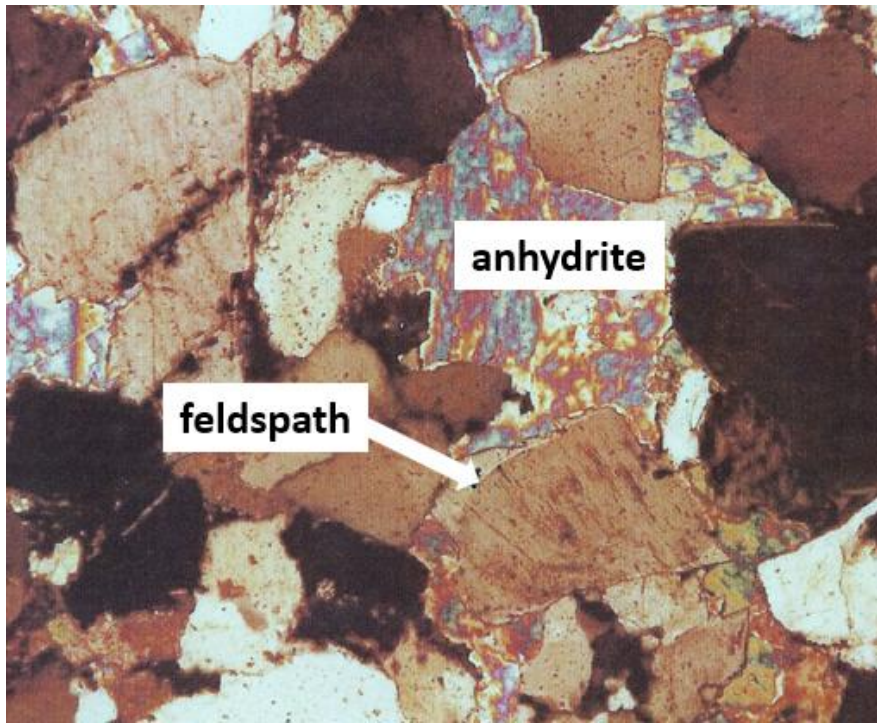


Dans ce grès rencontré à 2949m dans un puits du Sénégal, la formation d'*excroissances syntaxiales** de quartz, à faces cristallographiques nettes, a précédé celle de la calcite. A noter les pourtours originels des grains de quartz (*fantôme*), marqués par un liseré de goéthite.

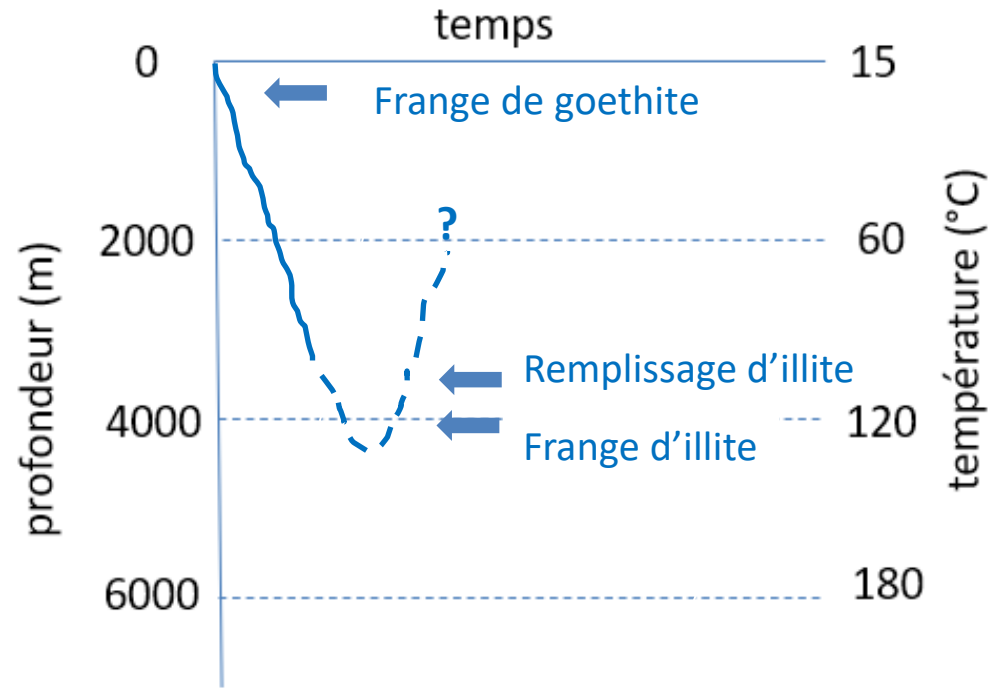
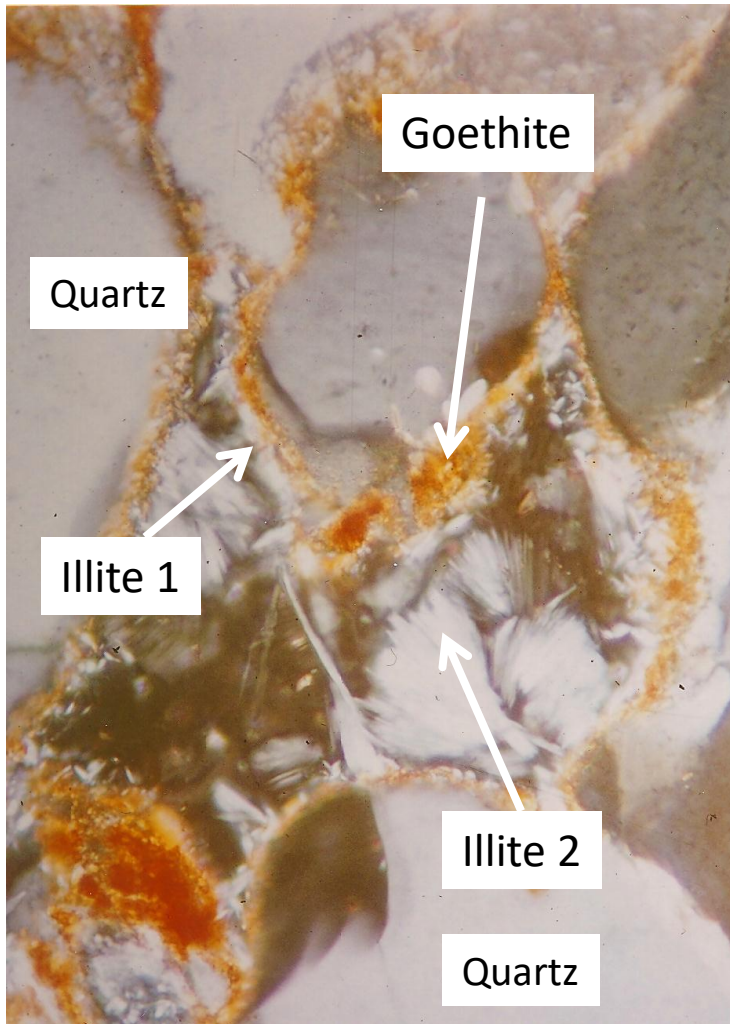
* Syntaxial : de même orientation cristallographique optique que le grain



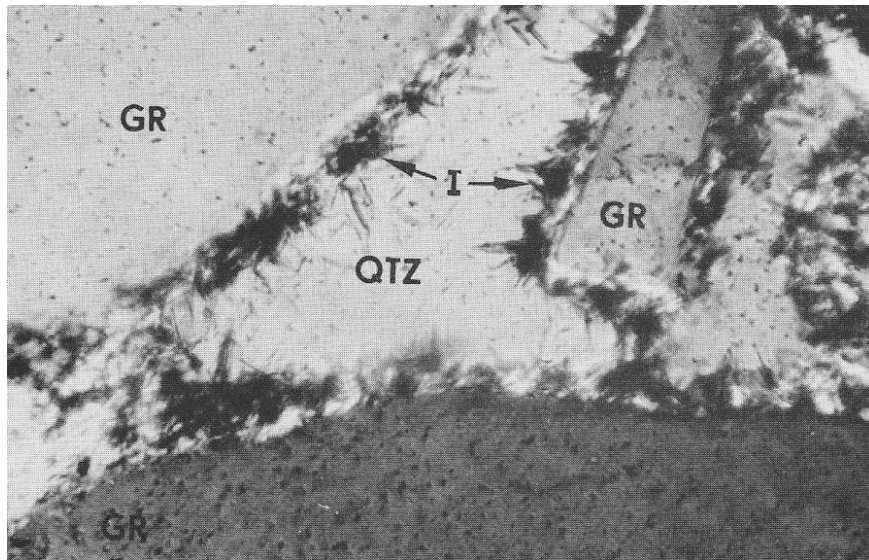
Exemples de *séquence de cristallisation* des excroissances et du remplissage, avec 1 - 2 - 3 indiquant l'ordre de cristallisation.



Grès rencontré dans un puits de la Mer du Nord. Les contacts sont de type *plan à suturé*, indiquant un enfouissement considérable. L'*excroissance* de feldspath potassique a précédé le *remplissage d'anhydrite*. Ni la profondeur dans le puits, ni l'enfouissement maximum sont connus (de l'auteur).



Grès Dévonien, puits de la Mer du Nord. *Liseré précoce de goethite* et remplissage tardif des pores par *deux générations d'illite* (Illite 1 et Illite 2). La profondeur dans le puits et l'enfouissement maximum ne sont pas connus (de l'auteur). La valeur élevée de la cristallinité de l'illite indiquent que celui-là est important.



Grès Permien, Allemagne. Le dépôt de la *frange d'illite* (I) précède le *remplissage de quartz* (QTZ). Grains de quartz (Gr). Enfouissement important (selon la cristallinité de l'illite).

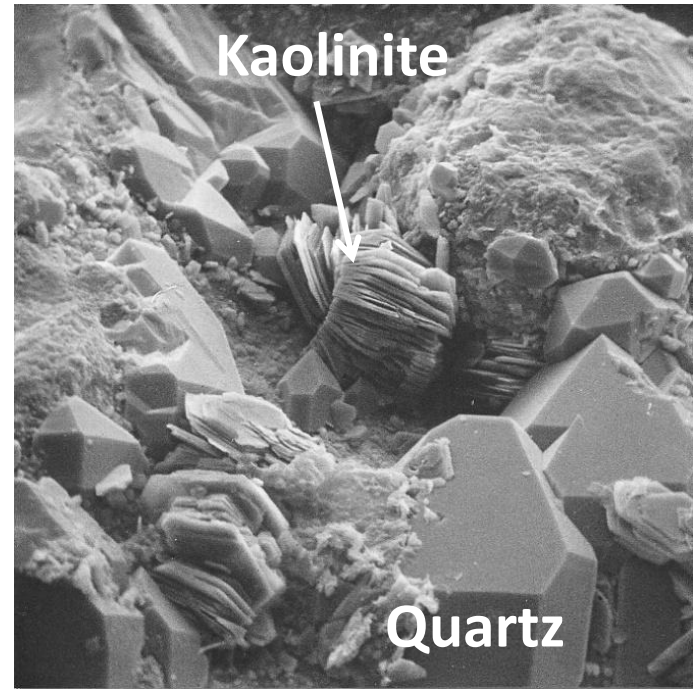
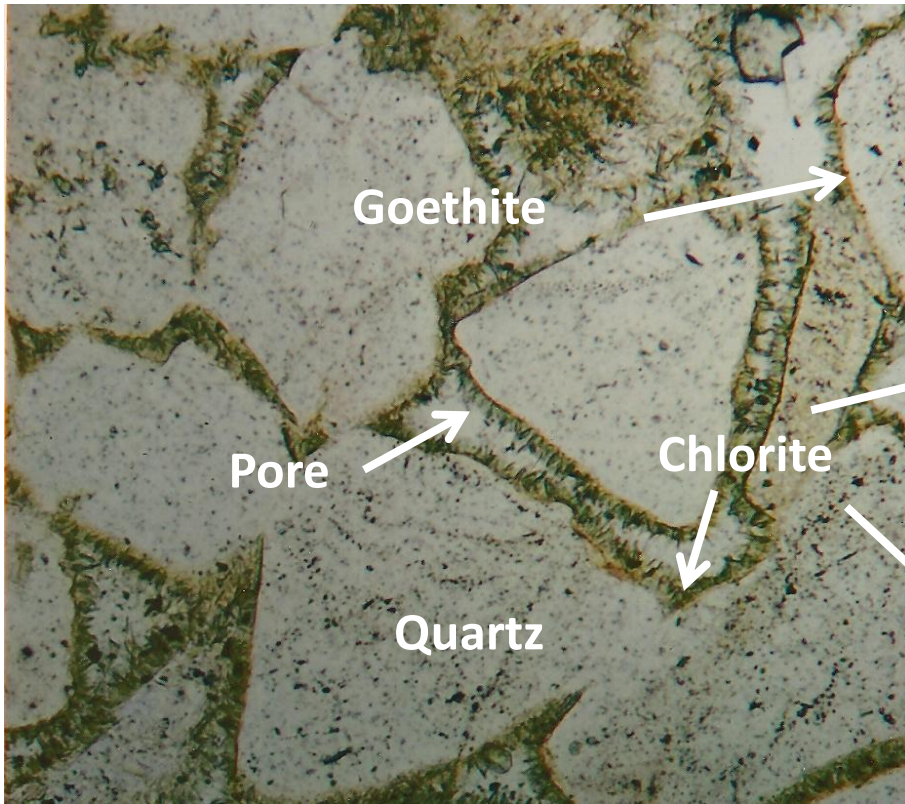
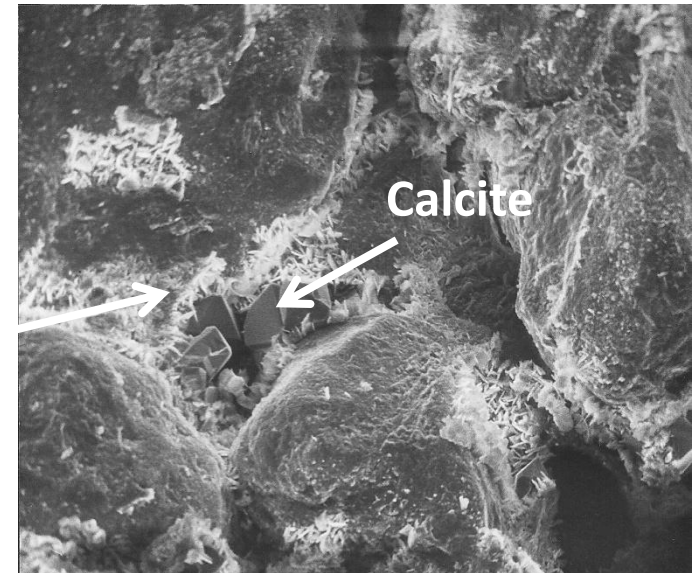


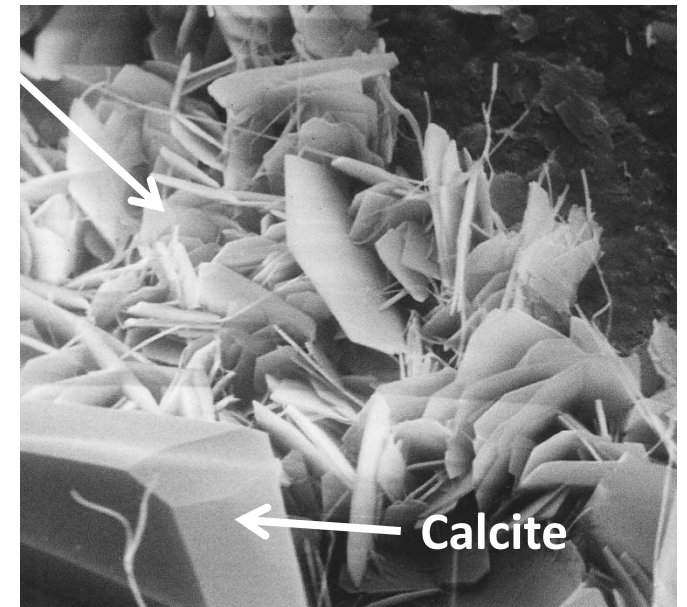
Image MEB d'un grès Permien de la Mer du Nord . Le *remplissage de kaolinite* suit les *excroissances de quartz*.

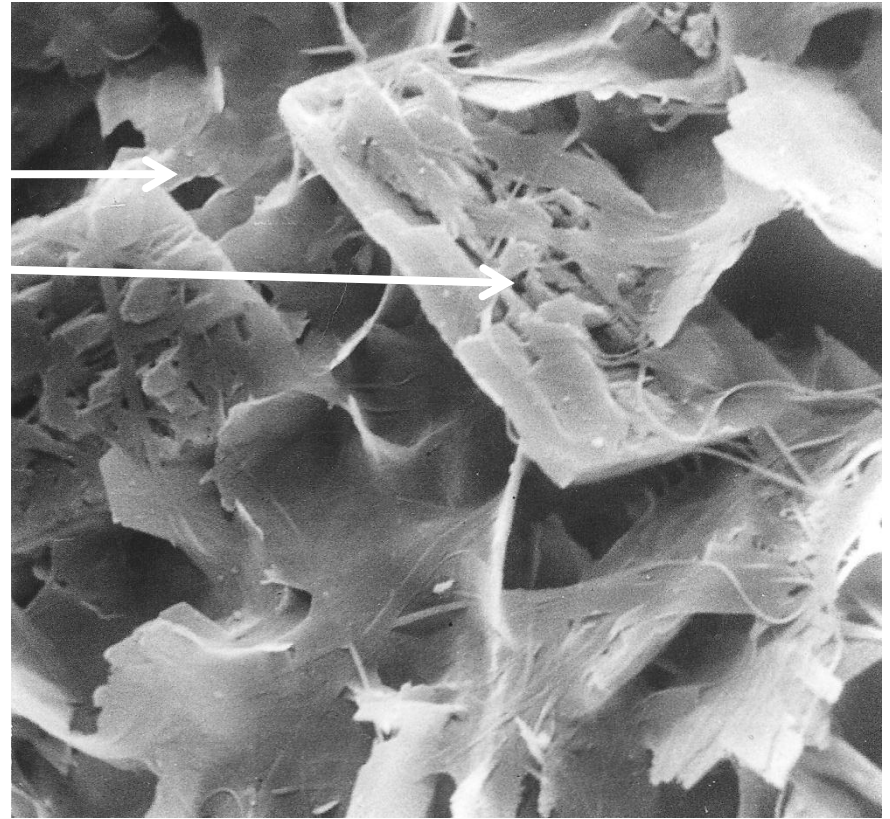
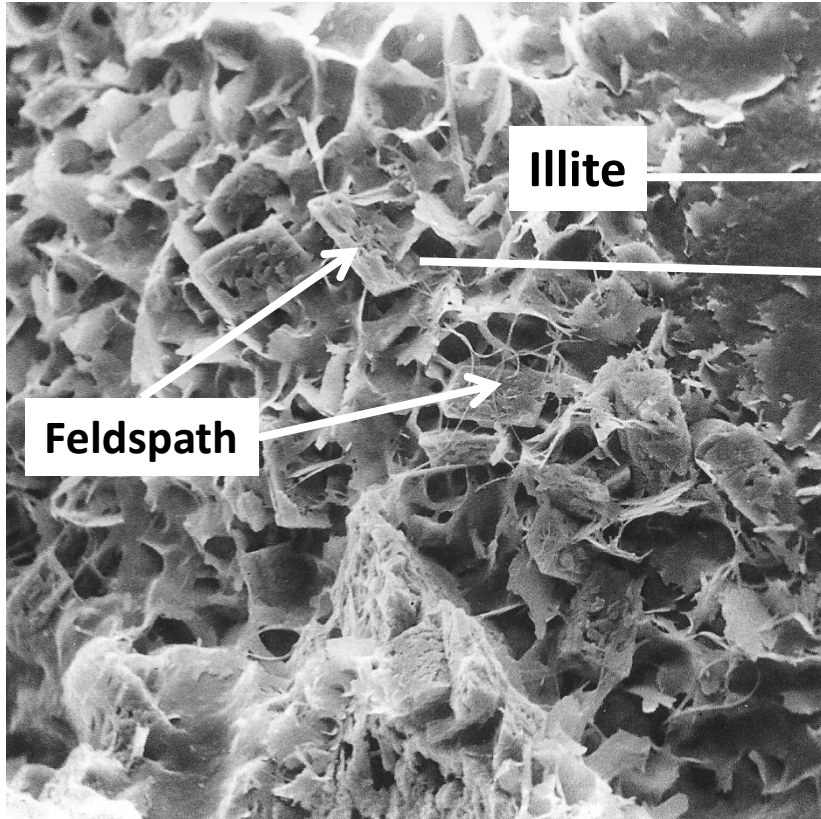


Grès Permien rencontré à 4773m dans un puits en Allemagne. Les contacts sont de type *plan à concavo/convexe*. Une frange de cristaux de chlorite entoure les grains. Les image MEB démontrent que la *chlorite* s'est déposée avant la calcite.

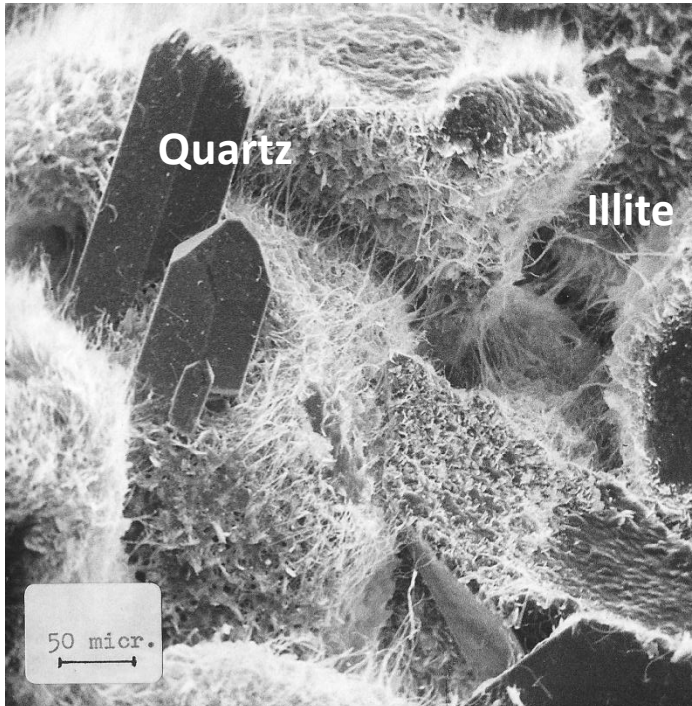
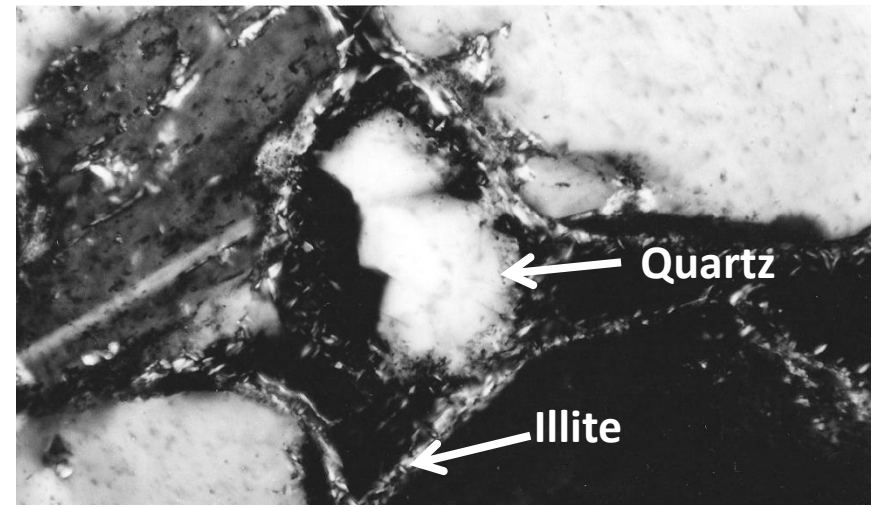
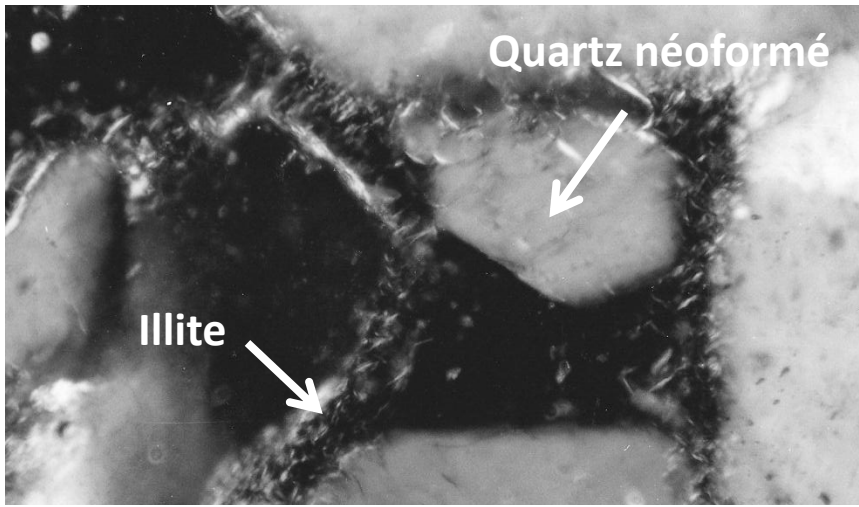


Images au MEB

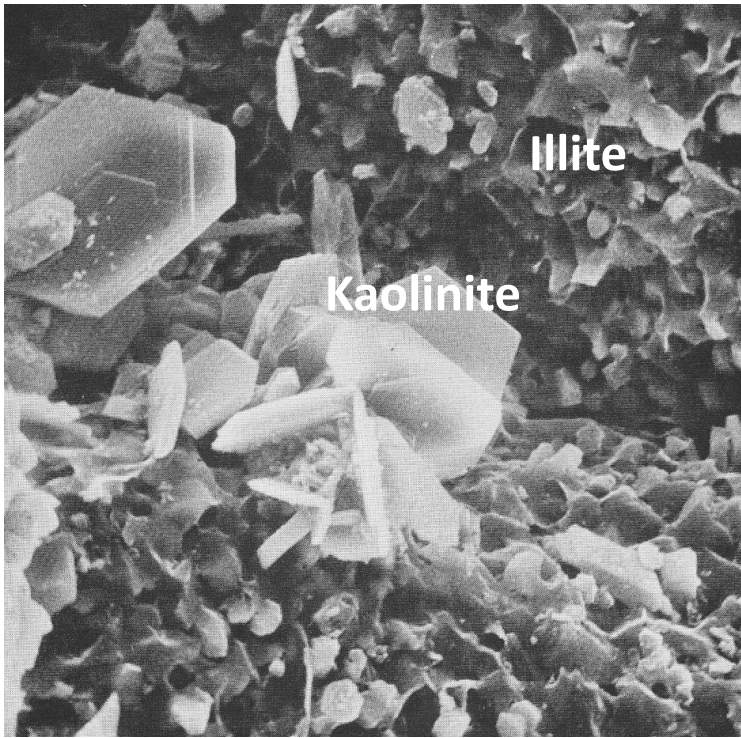




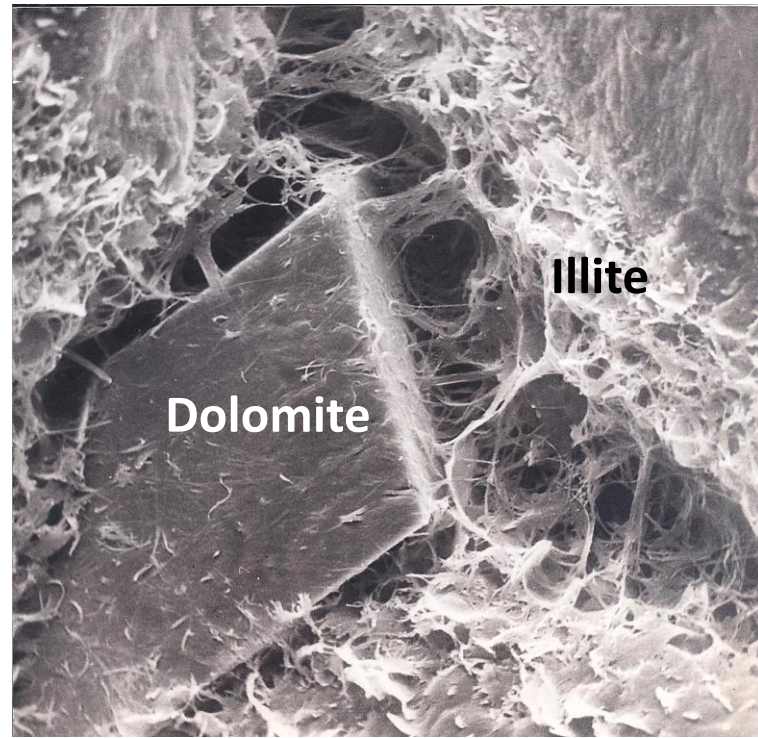
Images MEB d'un grès Permien, rencontré dans un puits de la Mer du Nord. *Ciment* d'illite et de feldspath dont l'interpénétration suggère une *crystallisation synchrone*. Un enfouissement maximum très important a précédé la surrection.



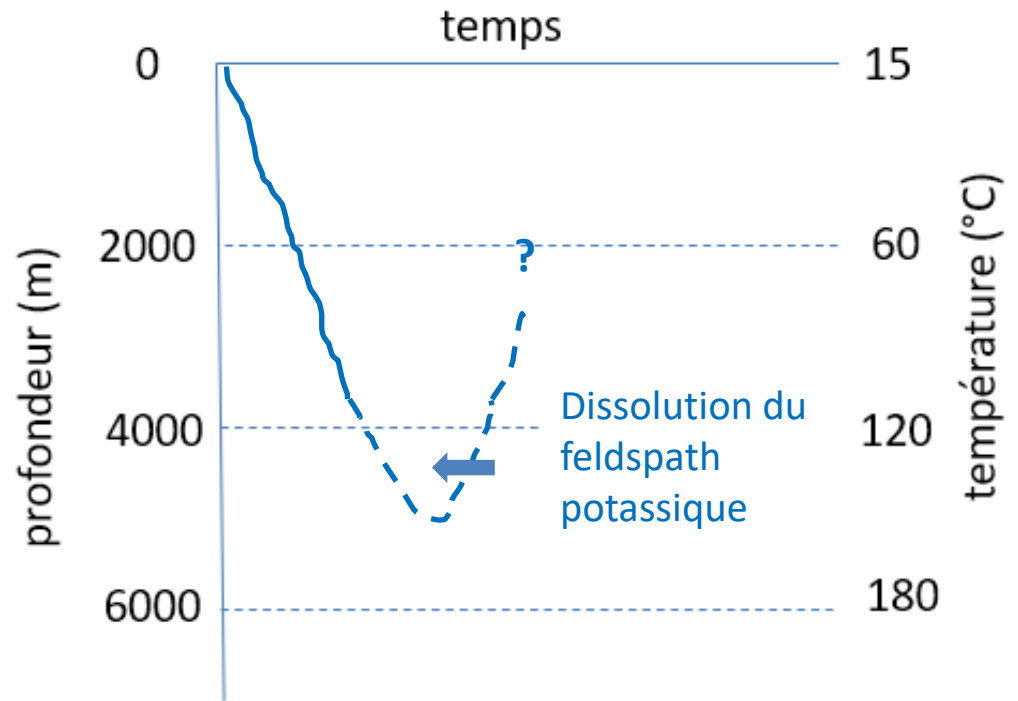
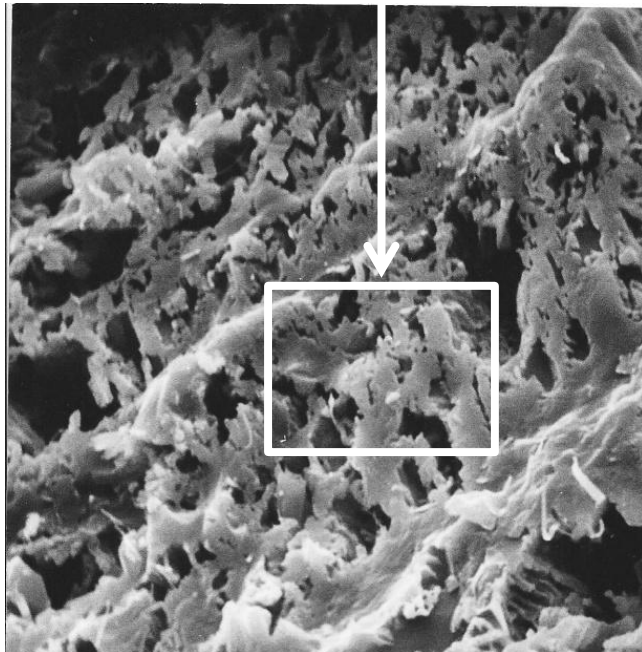
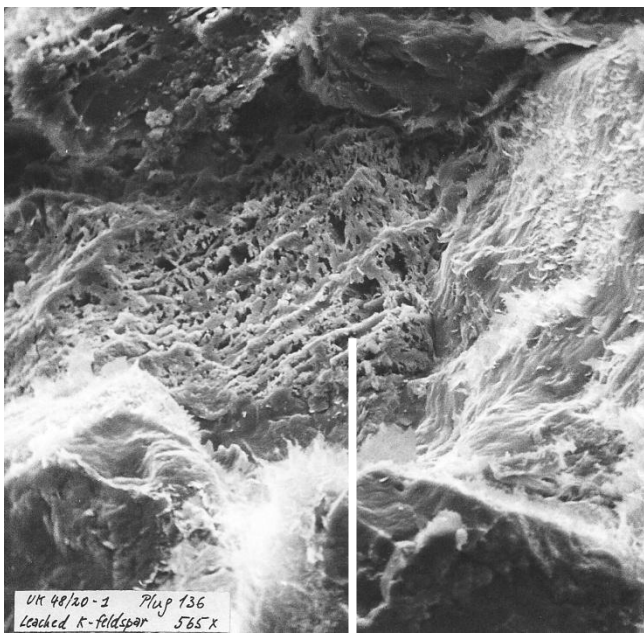
Grès Permien de la Mer du Nord. *Illite tardive* à cristallinité élevée et quartz post-illite. A noter les faces du quartz néoformé.



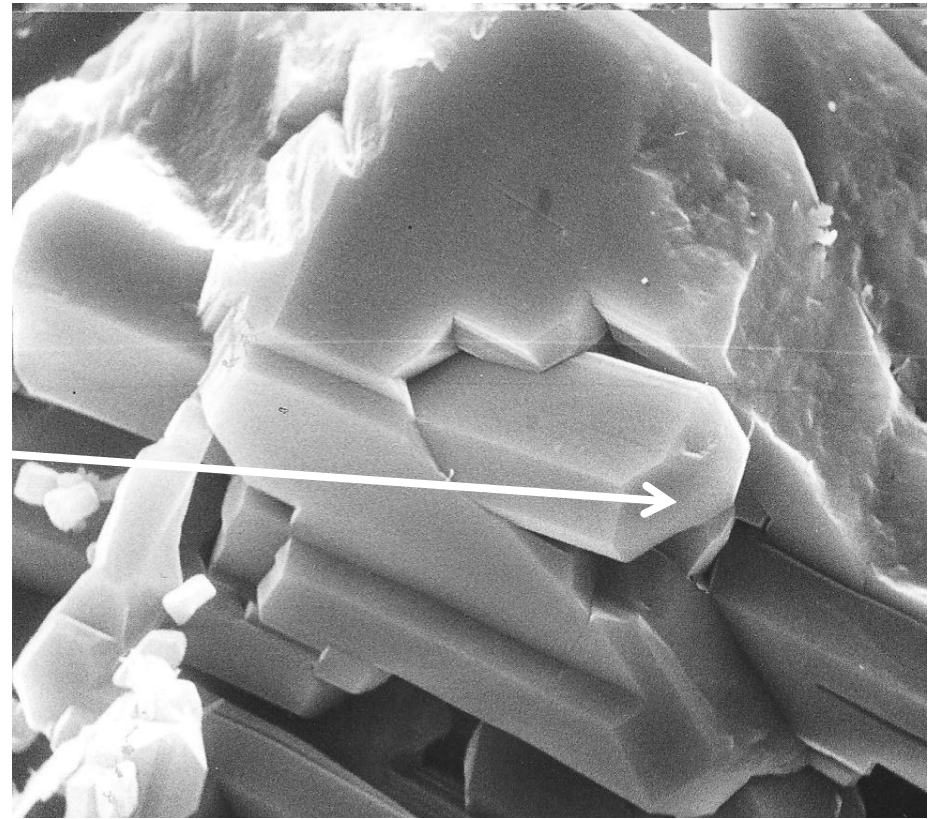
Dans ce grès Permien de la Mer du Nord, la cristallisation de kaolinite a suivi celle de l'illite. Image MEB.



Rhomboèdre de dolomite néoformé, en partie synchrone de l'illite authigène.



Dans ce grès mature, Permien de la Mer du Nord, on observe une *dissolution* du feldspath potassique par du CO_2 issu de la maturation du charbon Carbonifère sous-jacent. Feldspath identifié au MEB.



Grès Permien, Mer du Nord. Grain arrondi d'abord dissout, puis remplacé par de l'albite. L'albite est un feldspath de Sodium.

DIAGENÈSE PROFONDE des *GRES IMMATURES*

tels que volcanoclastites, grauwacke et arkose

L'*instabilité* minéralogique-chimique caractérise les grès immatures.

Les transformations incluent

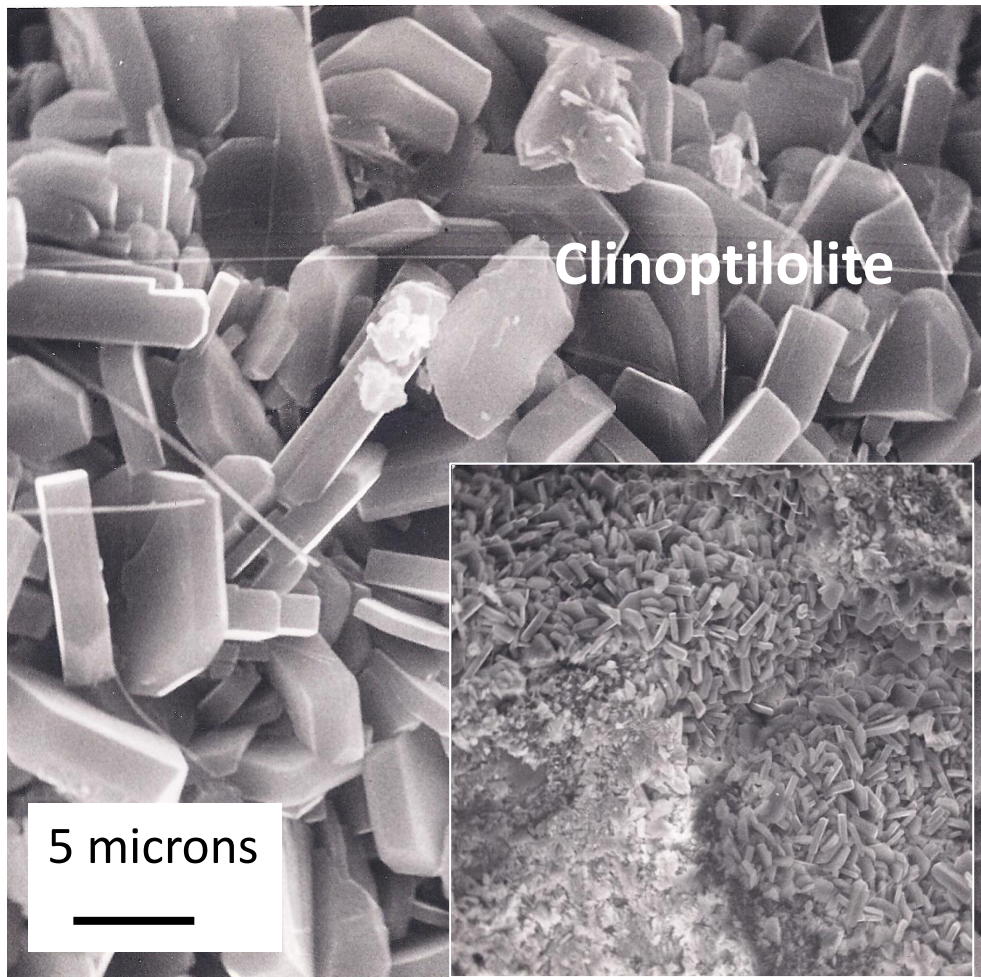
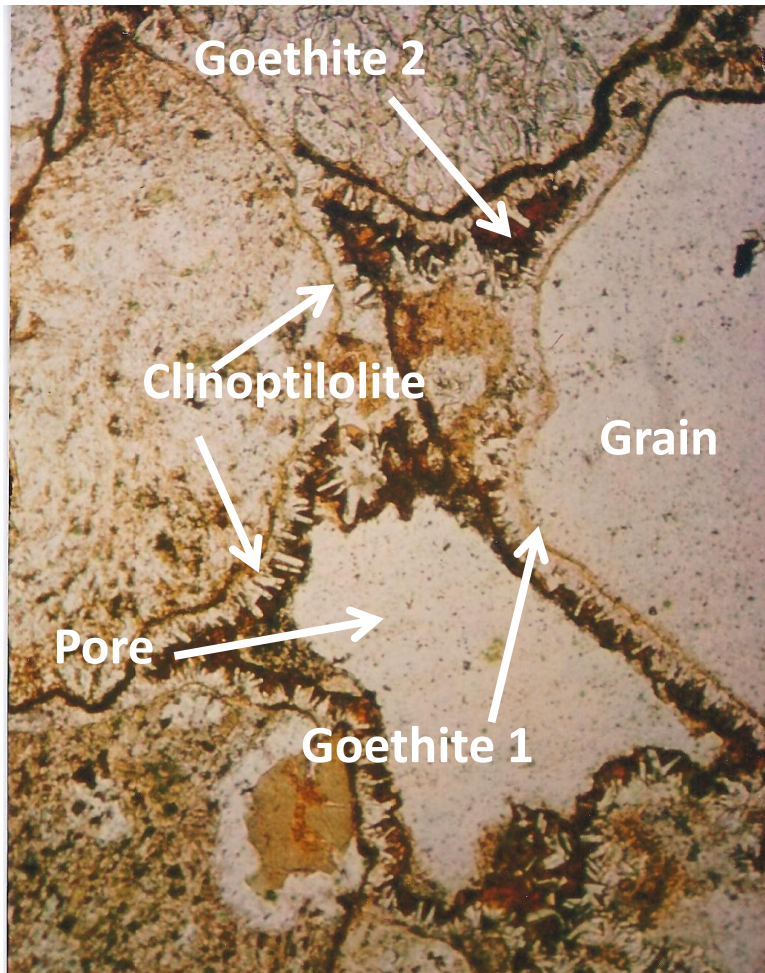
l'*altération* des minéraux les plus instables tels que le verre volcanique et les minéraux ferro-magnésiens, et remplacement par des minéraux stables à basse température

le *remplacement* des feldspaths riches en Calcium et des feldspaths potassiques par des minéraux stables à basse température

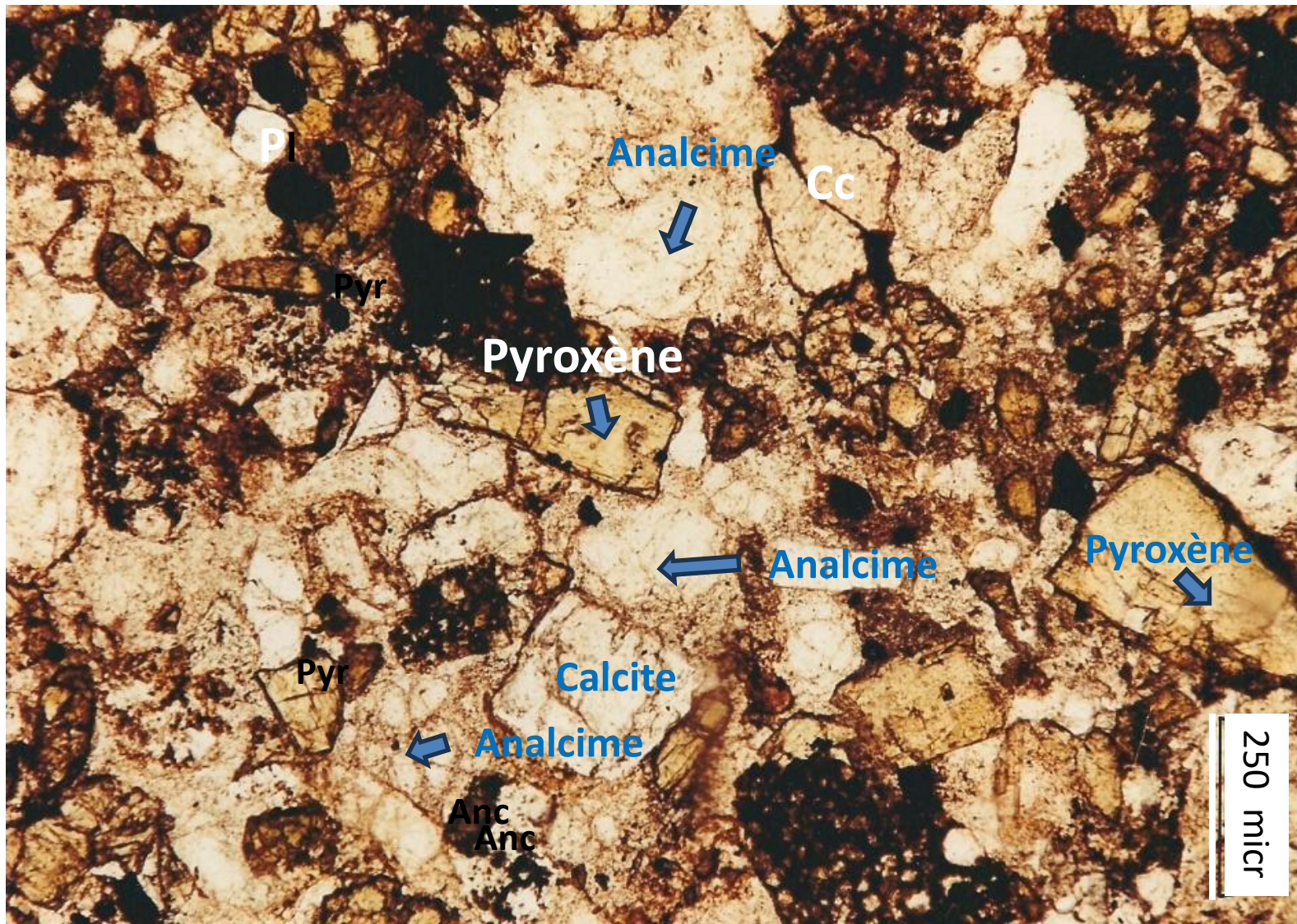
la *formation d'illite/séricite* par remplacement de minéraux argileux

la *précipitation* de ciments (quartz, calcite, dolomite, sidérose) comme produit de la désintégration d'autres minéraux

***Volcanoclastite* (adjectif: *volcanoclastique*) C'est un grès à majorité de grains d'origine volcanique remaniés. *Grauwacke* Roche argileuse riche en fragments de roche. *Arkose* Grès contenant plus de 25% de feldspath potassique**



Grès volcanoclastique affleurant au Japon. Un *liseré précoce de goethite 1* a précédé le *dépôt tardif* d'une frange de *clinoptilolite*. La surrection, qui a suivi, a amené le grès à la surface, ce qui a permis le *remplissage des pores résiduels par de la goethite 2*. La clinoptilolite est un minéral de la famille des zéolites de formule $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ et stable jusqu'à 800°C.

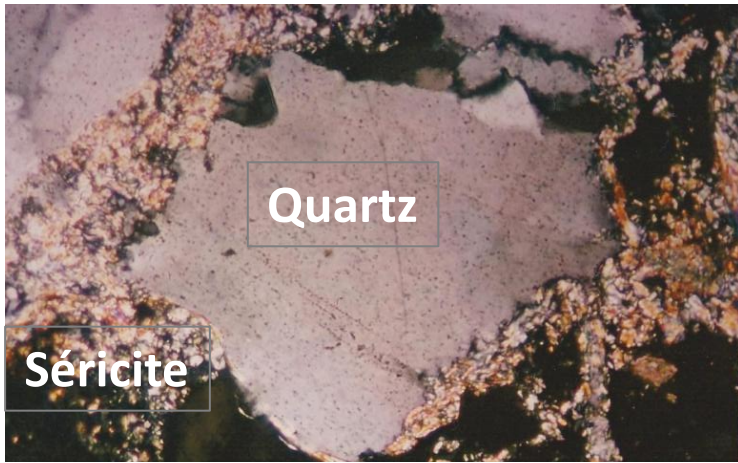


Grès volcanoclastique affleurant en Papouasie. Les pores sont *remplis d'analcime*, un minéral de la famille des feldspathoïdes de formule $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$, stable à des températures modérées!

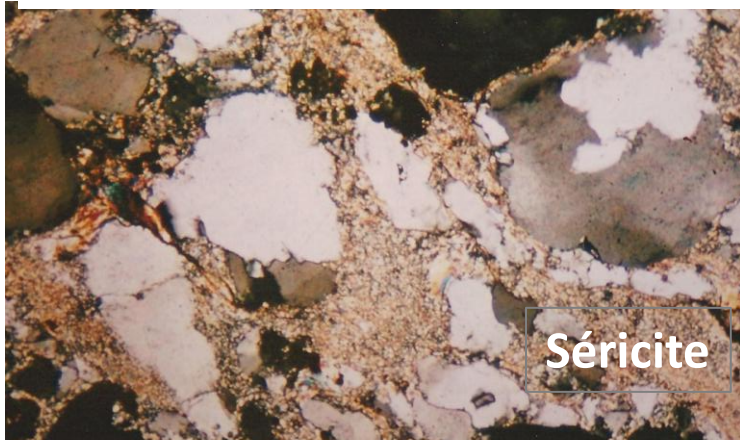
ANCHI- à EPIMETAMORPHISME *des GRES MATURES*

Anchimétamorphisme à épimétamorphisme

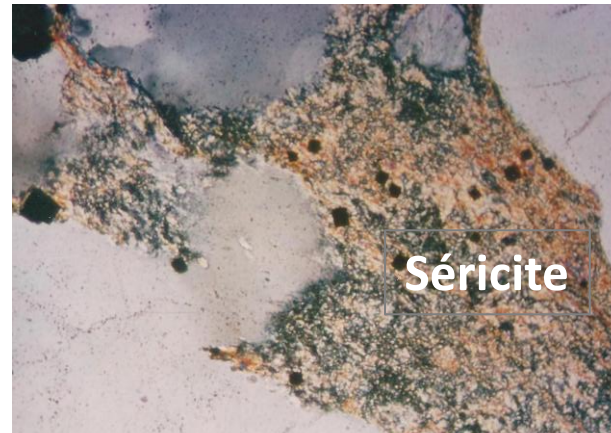
Ces grès affleurant dans le Massif des Aiguilles Rouges, issus de sables quartzo-feldspathiques, se caractérisent par la résorption/corrosion des grains de quartz, leur extinction onduleuse (indicatrice de sollicitations mécaniques du réseau cristallin) et la néo-formation de quartz microcristallin et de séricite (précurseur du mica blanc).



Grès/Arkose du Carbonifère, Dorénaz, Valais, Suisse

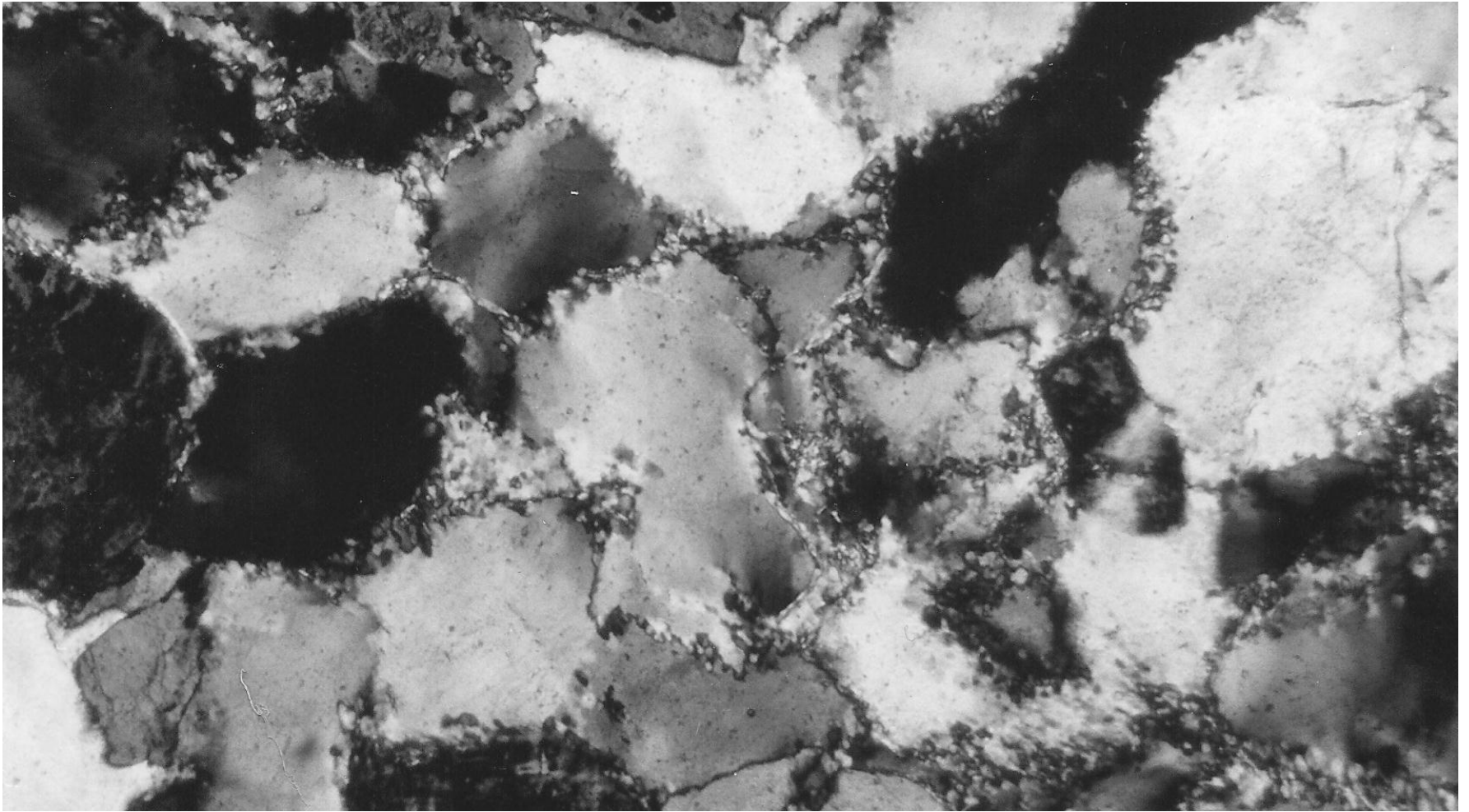


Grès/Arkose du Jurassique Inférieur, Saillon, Valais, Suisse



Grès/Arkose du Trias, Saillon, Valais, Suisse

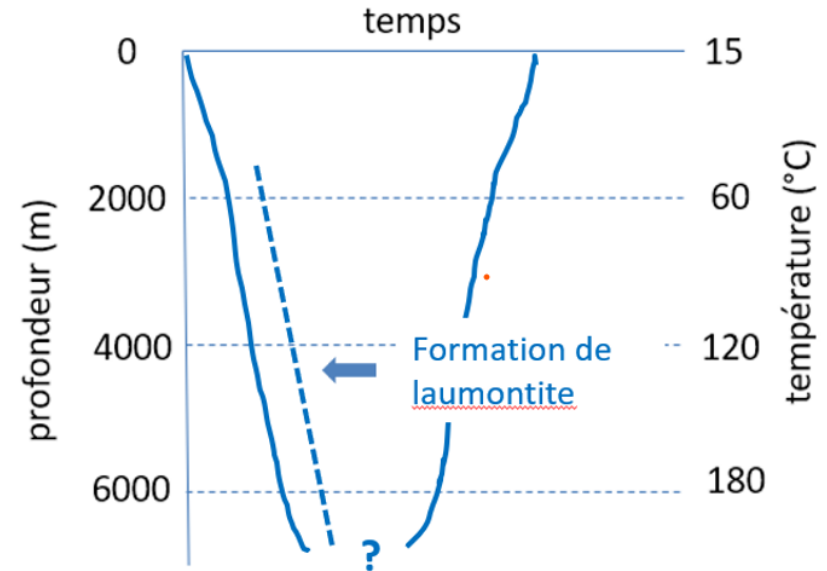
Les *micro-cristaux de quartz* proviennent de la dissolution du quartz des grains, de l'altération des feldspaths et de la déstabilisation des phyllosilicates (par exemple muscovite), mécanismes qui libèrent de la silice, laquelle cristallise en quartz micro-cristallin. Les *micro-cristaux de séricite/illite* ont essentiellement la même origine.



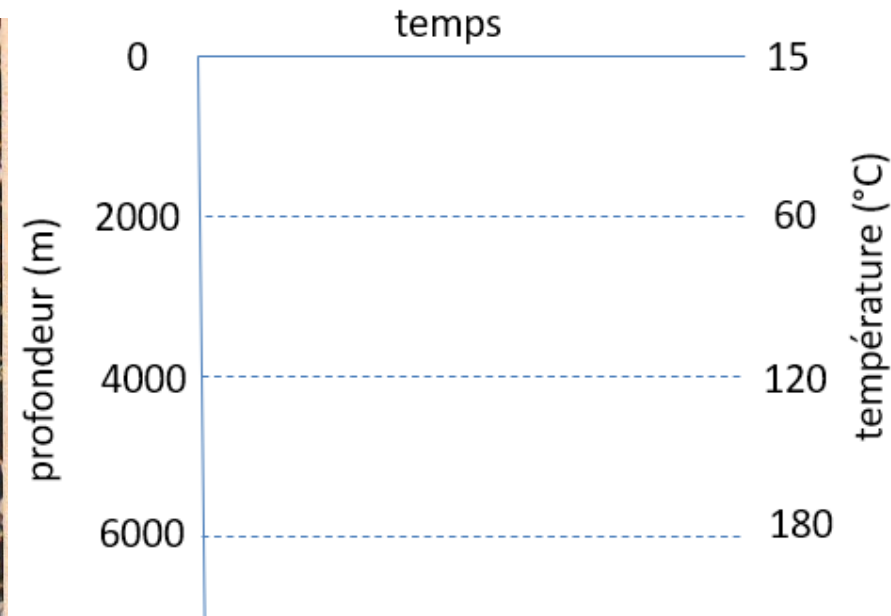
Galet dans un grès du Trias du Bassin Parisien. Une *compaction extrême* s'exprime par la texture quartzitique avec forte *interpénétration* (contacts suturés) des grains de quartz et de feldspath. Les *micro-cristaux de quartz* sont engendrés lors de l'interpénétration des grains. A noter, l'extinction onduleuse du quartz provoquée par une pression très élevée (c'est un critère de cristallographie optique).

ANCHI- à EPIMETAMORPHISME *des GRES IMMATURES*

(VOLCANOCLASTITES)



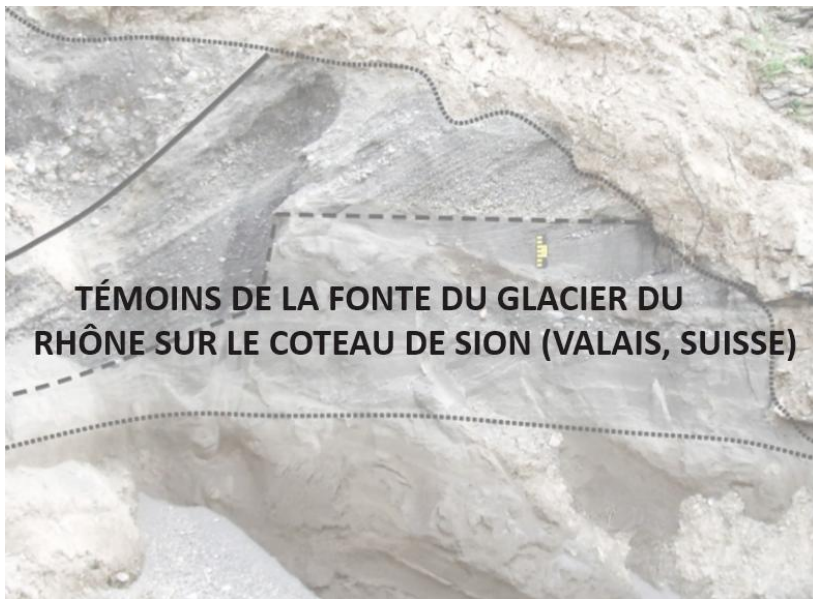
Grès volcanoclastique de Taveyannaz. *Ciment de laumontite* (L) remplissant les espaces entre les grains de plagioclase (PL) et de quartz (Qz). La *laumontite* est un minéral de la famille des zéolithes, de formule $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Stable approximativement de 100 à 200°C, elle caractérise le stade de diagénèse tardive à anchimétamorphisme précoce. Sa formation...



Grès volcanoclastique de Taveyannaz affleurant en France. *Plagioclases remplacé par de la préhnite (Pr)*, qui est un minéral de la famille des phyllosilicates, de formule $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. Elle apparaît approximativement entre 150 et 200°C. En association avec de la pumpellyite, la prehnite définit l' anchimétamorphisme (200 à 300°C).

Phénomènes associés au retrait du glacier du Rhône en Valais central, Suisse

Ces phénomènes ont fait l'objet de deux études entreprises par l'auteur de ce site. Tandis que la première a profité d'une assistance financière et a été publiée dans le Bulletin de la Murithienne, la seconde n'a bénéficié d'aucune aide et n'a pas été publiée par manque de « reviewers », non sans avoir été accepté en grande partie par feu le Professeur Marcel Burri, pionnier de l'étude des dépôts Quaternaires en Valais et à la mémoire duquel ce travail est dédié! Ces deux travaux démontrent que, *dans l'aire d'étude, les cartes géologiques sont erronées au niveau géologique concerné.*



TÉMOINS DE LA FONTE DU GLACIER DU RHÔNE SUR LE COTEAU DE SION (VALAIS, SUISSE)

PIERRE STALDER
 Soil, Part 1 (2015) 55-91

Quatre affleurements de dépôts tardiglaciaires, étalés sur 3,5 km entre 625 et 550 m d'altitude sur le versant nord de la vallée du Rhône, dans la région de Sion (Valais, Suisse), sont décrits et interprétés. Trois sont constitués de sédiments fluvioglaciaires (glacio-lacustres ou morainiques) qui ont enregistré le passage du glacier du Rhône lors de sa fonte. Quant au quatrième, constitué de dépôts gravitaires accumulés dans une étendue d'eau, il reste à établir s'il est en relation indubitable avec le retrait du glacier. Ces sédiments dérivent de sources locales fluvioglaciaires et morainiques et, dans une moindre mesure, distales (massif de l'Aar et région Pennine). Un climat tempéré et humide a favorisé, dans certains cas, des phénomènes de diagénèse précoce, tels que la cimentation calcaire, l'altération des minéraux ferrugineux (biotite), la rubéfaction des constituants et l'altération profonde « in situ » des galets et des blocs. L'âge de ces sédiments et la corrélation des séquences ne sont abordés que brièvement en raison du manque de datations. Après une période d'érosion, les séquences sédimentaires tardiglaciaires résiduelles ont été recouvertes d'une couche de loess, comme dans toute la région, ont été recouvertes d'une couche de loess.

Keywords:
 Late-glacial deposits, Rhône valley, Switzerland, sedimentary sequences, glacial retreat, late-glacial erosion, loess, glacial deposits, sedimentary sequences, glacial retreat, late-glacial erosion, loess, glacial deposits

Four outcrops of late glacial deposits, spread between 625 and 550 m a.s.l. on the northern slope of the Rhône valley in the Sion area (Valais, Switzerland) are described and interpreted. Three of these, composed of fluvio-glacio-lacustrine or moraine sediments record the passage of the Rhône Glacier during its melting. The fourth outcrop, comprised of debris-flow sediments accumulated in a water body may or may not be related to the glacier position at the time of deposition. The sediments were derived from local sources (fluvio-glacial and moraine deposits) and to a lesser extent from distal ones (Aar Massif and possibly Pennine Alps). The prevailing mild and humid climate favored early diagenetic phenomena such as calcite cementation, alteration of ferruginous minerals (biotite), reddening of the constituents and in situ deep alteration of cobbles and boulders. The dating and correlation of the sequences/layers are only briefly touched in view of the absence of age dating. Following a period of erosion, the residual late glacial sequences, as well as the entire region, were covered by a layer of windborne loess.

Keywords:
 Late-glacial deposits, Rhône valley, Switzerland, sedimentary sequences, glacial retreat, late-glacial erosion, loess, glacial deposits

Ce qui suit est un Résumé de la première étude

Quatre affleurements de dépôts tardiglaciaires, étalés sur 3,5 km entre 625 et 550 m d'altitude sur le versant nord de la vallée du Rhône, dans la région de Sion (Valais, Suisse), sont décrits et interprétés. Trois d'entre eux sont constitués de sédiments fluvioglaciaires, glacio-lacustres ou morainiques qui ont enregistré le passage du glacier du Rhône lors de sa fonte. Quant au quatrième, constitué de dépôts gravitaires accumulés dans une étendue d'eau, il reste à établir s'il est en relation indubitable avec le retrait du glacier. Ces sédiments provenaient de sources locales fluvioglaciaires et morainiques, ainsi que, dans une moindre mesure, de sources distales (massif de l'Aar et région Pennine). Un climat tempéré et humide a favorisé, dans certains cas, des phénomènes de diagénèse précoce, tels que la cimentation calcaire, l'altération des minéraux ferrugineux (biotite), la rubéfaction des constituants et l'altération profonde « in situ » des galets et des blocs. L'âge de ces sédiments et la corrélation des séquences ne sont abordés que brièvement en raison du manque de datations. Après une période d'érosion, les séquences sédimentaires tardiglaciaires résiduelles ont été recouvertes d'une couche de loess, comme dans toute la région.

The following is the Summary of the publication

Four outcrops of late glacial deposits, spread over 3.5 km between 625 and 550 m altitude on the northern slope of the Rhône valley, in the Sion region (Valais, Switzerland), are described and interpreted. Three of them consist of fluvio-glacial, glaciolacustrine or morainic sediments that recorded the passage of the Rhône glacier during its retreat. As for the fourth, consisting of gravity deposits accumulated in a body of water, it remains to be established whether it is undoubtedly related to the retreat of the glacier. These sediments came from local fluvio-glacial and morainic sources, as well as, to a lesser extent, from distal sources (the Aare massif and the Pennine region). In some cases, a temperate and humid climate favoured early diagenetic phenomena, such as limestone cementation, alteration of ferruginous minerals (biotite), reddening of constituents and deep in situ alteration of pebbles and boulders. The age of these sediments and the correlation of the sequences are only briefly discussed due to the lack of dating. After a period of erosion, the residual late-glacial sedimentary sequences were covered by a layer of loess, as in the rest of the region.



Cônes de déjection témoins de la débâcle Tardiglaciaire dans la vallée du Rhône (Valais central, Suisse)

10 m



(l'ensemble des lignes rouges). La couleur vert clair recouvre les dépôts indifférenciés du glacier du Rhône et les « moraines de la dernière glaciation », le substratum pégléatique est en couleur olive et les formations plus anciennes sont en couleur orange et orange clair.

4.2 Morphologie

Le bombement topographique et le ravin de Valerçon (VAL) sont les traits superficiels marquants d'un flanc nord généralement lisse, partiellement recouvert de vignobles et disséqué par des ravins exposant le substratum et sa couverture (Fig. 2). Le développement de cette morphologie glaciaire décrite a commencé avec le façonnement du flanc par le GR, s'est poursuivie avec la mise en place des DP et leur érosion partielle, puis avec le dépôt du tassé et l'érosion qui l'a suivi.

4.3 Chénis

Burti (1954) y mentionne une moraine stratifiée constituée de couches à pendage contre pente. La stratification visible sur et sous, mais les couches ont un pendage positif, comme le montrent une coupe de 30 m de haut (Coordonnées UTM 2400740/1124465) et les affrèchements des érosions. Cette facies présente, par ailleurs, une stratigraphie complexe et matriculée dans un environnement morainique (Fig. 3 et 4).

Les couches du substratum exposées à proximité présentent un pendage de 30° vers le sud-est et leur surface érodée un pendage de 11° dans la même direction.



Fig. 3 Carte géologique de 1° à 1:50 000 de CH et de ses environs immédiats. La ligne rouge représente le site étudié. Les crochets représentent des points de cote. 1913: cartographie base.

4.3.1 Description géologique et structure

L'antar de Chénis est défini par des discordances à sa base avec le substratum et à son sommet avec le tassé (Fig. 4 et 5). Il incline du bas vers le haut:

- les unités CH1, CH2 et CH3, constituées d'empilements de lits de graviers à moraine argileuse, interprétées comme des coulées de débâche (CD), comme décrit au chapitre 4.6). Ces unités sont individualisées grâce au 1° pointo-entrep 1 de CH2 sur le comblement CH3 et au changement de couleur au contact entre les unités CH3 et CH2;
- l'unité chertique CH4 recouvrant en discordance l'unité CH3.

Les laves CH5a, qui reposent en discordance angulaire sur les unités CH4 ou plus anciennes, sont recouvertes en concordance angulaire par le 1^{er} et le glacier CH5b.

Late Glacial to Early Holocene alluvial fans on the flanks of the Rhone valley (Central Valais, Switzerland)

Herre Stalder

Abstract

After the demise of the Rhône glacier, Late Glacial to Early Holocene alluvial fans covered the Pannonic substratum of the Rhône valley flanks (central Valais, Switzerland) and their very partly eroded surface was deposited. Towards the end of the last building phase, as the local sources (rock glaciers and water erosion) became enhanced, the consecutive stacks of alluvial flow, subabruptly and flow (south flank only) and terrestrial deposits were capped by chaotic ones enriched in Rhône glacier and local moraine material as well as pieces of substratum. The emplacement of the alluvium's 1st bank face contributed to the filling of the valley and fairly preceded that of the same bankface. Although probably, this cannot be demonstrated on the opposite side. Testimony of the 'steep' instability, significant local sliding took place on the largest fan of the 1st bank. The sequence of events, which is common to both sides of the valley, is interpreted as a response to periglacial melting and abundant precipitation induced by regional warming. This story very much differs from the current one when Rhône glacier deposits cover the valley flanks.

Keywords: Rhône valley, Rhône glacier, geomorphology, alluvial fans, landslides, debris flow deposit, sand flow deposit, Chert deposit, Holocene, rock glacier

Dedication: This work is dedicated to late Prof. Marcel Burti who was a pioneer of Quaternary studies in Valais and gratefully agreed with large parts of this work.

1 Introduction

In the area of interest, the lower flanks of the central Rhône valley (Fig. 1) consist of Pannonic substratum covered by Quaternary deposits currently interpreted as "Glaciale rhodanienne" (GR) by Balbois et al. (1993) or "Moraines de la dernière glaciation (MDG)" by Gibot et al. (2008a and b). During a visit to relevant exposures, the interpretation was questioned whereby debris, sand flow and terrestrial deposits were preferred to moraines. To resolve this discrepancy, an area wide re-investigation of the Quaternary deposits was undertaken which results are reported below.

Throughout the area, the 1950s are an approximate 1000 BP maximum age of the events described (Gibot et al., 2012), which needs to be locally re-assessed. It is understood as a brownish till layer of molasse origin resting unconformably/discordantly on older deposits, generally less than a meter thick and consisting mainly of quartz with small amounts of heliotrop, biotite, tourmaline, oxidized Fe-rich remains and/or their decomposition products.

Abbreviations

CH Chénis, C3 Les Chéas, C4 Creste Limba, DP0 debris-flow deposit, F1 Les Fleurs, GR Les Omeasas, RG Rhône glacier, RR Rächty river, RV Rhône valley, SD slope deposit, SF0 fans-flow deposit, SGA Swiss Geological Atlas, S1 Sierra landslide, T1 Top Layer, VAL Valerçon, VR Rächty valley.

Herre Stalder

h.stalder@zhaw.ch

Ce qui suit est un Résumé de la deuxième étude

Le retrait du glacier du Rhône a vu se développer localement des cônes de déjection sur le substratum pennique des deux versants de la vallée du Rhône (Valais central, Suisse) pendant une période s'étendant de la fin de la période glaciaire au début de l'Holocène. Suite à l'épuisement des sources telles que les glaciers rocheux, les empilements de coulées de débris et de sable (seulement sur le flanc sud) et de dépôts torrentiels ont été suivis par le dépôt de strates chaotiques enrichies en éléments morainiques rhodaniens ou locaux, ainsi qu'en lambeaux arrachés au substratum. Par la suite, l'édification des cônes a été suivie d'une phase d'érosion partielle, puis du dépôt du loess auquel un âge approximatif de 10 000 ans BP est attribué. La mise en place des volumineux cônes du flanc sud, qui ont contribué à combler la vallée, a très probablement précédé celle du glissement de Sierre. Bien que cela soit probable, cette assertion ne peut être démontrée sur le versant opposé. Témoignant de l'instabilité des pentes, un important glissement s'est produit sur le plus grand cône du flanc sud de la vallée. Cette série d'événements, qui s'est produite sur les deux côtés de la vallée, est perçue comme une réaction à la fonte du pergélisol et aux abondantes précipitations provoquées par le réchauffement à l'échelle régionale. *Cette histoire diffère radicalement de la version actuelle*, qui stipule que des dépôts morainiques du glacier du Rhône recouvriraient les pentes de la vallée dans la zone d'étude. Il n'est pas insensé de croire que le modèle présenté s'applique ailleurs dans la vallée du Rhône.

The following is the Abstract of the work

After the demise of the Rhône glacier, Late Glacial to Early Holocene alluvial fans covered the Penninic substratum of the Rhône valley flanks (central Valais, Switzerland) and then were partly eroded before loess was deposited. Towards the end of the fans' building phase, as the local sources (rock glaciers and water expanses) became exhausted, the constitutive stacks of debris-flow, subordinate sand-flow (South flank only) and torrential deposits were capped by chaotic ones enriched in Rhône glacier and local moraine material as well as pieces of substratum. The emplacement of the voluminous S flank fans contributed to the filling of the valley and likely preceded that of the Sierre landslide. Although probable, this cannot be demonstrated on the opposite side. Testimony of the slopes' instability, significant land-sliding took place on the largest fan of the S flank. The sequence of events, which is common to both sides of the valley, is interpreted as a response to permafrost melting and abundant precipitations induced by regional warming. This story very much differs from the current one wherein Rhône glacier deposits cover the valley flanks.

Deuxième partie: LA VIE

FRERES HUMAINS

C'est une galerie de portraits et de scènes de la vie photographiés lors de mes pérégrinations hors d'Europe, à une exception près en Italie en 1957.

Elle témoigne, tardivement, de ma sympathie et de ma reconnaissance envers ceux et celles qui ont, souvent avec le sourire, acceptés d'être photographiés.

Note Quelques photos prises en Afghanistan l'ont été par mon collègue et ami Niklaus Sieber (NS sur les photos), récemment décédé, qui m'en avait donné des copies. Que ces dernière soient un témoignage à sa mémoire et aux émotions et expériences partagées dans ce pays fascinant.

[Redacted text block]

[Redacted text block]

***Troisième partie* : un site Préhistorique (Paléolithique?) découvert à Sumatra en 1975**

Accès au site de la découverte à Gunung Meraksa, Sumatra Sud, Indonésie

Le lieu où les artefacts ont été découverts se situe à proximité du puits d'exploration pétrolière Gunung Meraksa (Me-14) foré dans le sud de Sumatra, actuellement abandonné (Fig. 1). Les éclats et artefacts de silex étaient éparpillés sur et dans une couche de terre recouvrant une croûte de latérite, en bordure d'un petit promontoire encerclé par la route. Faute de temps, la recherche de fragments a été très brève et des observations détaillées n'ont pas pu être effectuées.

La route menant à l'emplacement du puits avait été améliorée à l'époque, notamment grâce à la construction de ponts enjambant plusieurs ravins profonds. Il est très improbable que cette route au trajet compliqué (début de la route, bifurcations, etc.) soit aujourd'hui encore praticable. Dans tous les cas, il est recommandé de contacter la compagnie pétrolière nationale indonésienne (Pertamina) pour plus ample information. Outre les autorisations nécessaires, il faut être conscient que les tigres sont (ou du moins étaient) nombreux dans la région, comme le sont éléphants, ours, singes, serpents et scorpions.

Brève description des artefacts

Les artefacts collectés comprennent (Fig.2)

- quelques pièces a *faces assez bien développées* présentant des marques de percussion
- des *éclats de silex*, témoignant d'une activité de fabrication d'outils.

L'abondance relative d'éclats suggère – c'est une hypothèse - que le site était dédié à la fabrication d'outils plutôt qu'à la résidence.

Les artefacts sont composés de silex, ce qui n'est pas surprenant au vu de l'abondance de bois silicifié et de concrétions de calcédoine dans le lit des rivières des environs. Des restes de plantes immergés dans la matrice siliceuse de couleur gris-brun (Fig. 3) corroborent cette conclusion. Quant aux bords dentelés (Fig.4), ils suggèrent une technique de fabrication par percussion. On pourrait déduire de ces quelques observations qu'il s'agit d'un site Paléolithique.

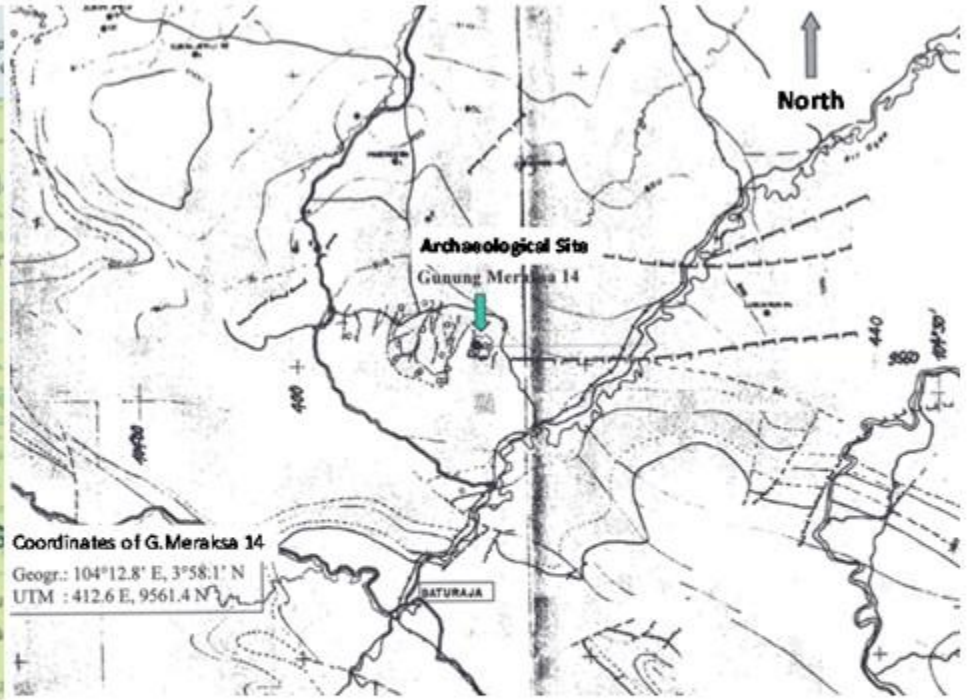


Fig. 1 Situation et accès au site archéologique



Fig. 2 Exemples d'artefacts et d'éclats récoltés

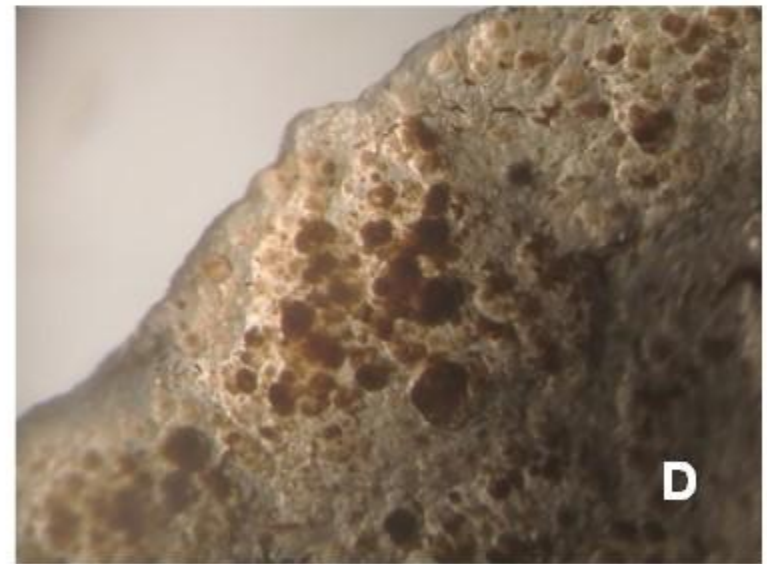
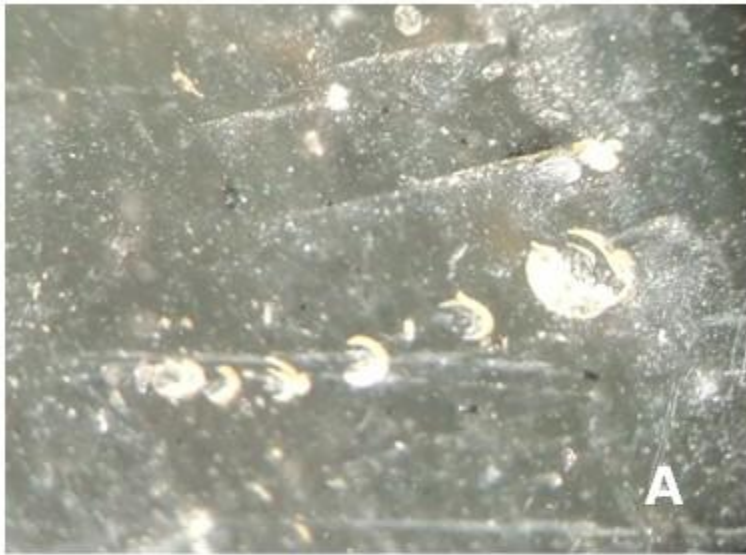


Fig.3 Exemples de restes de plantes (pollens, cuticules, etc.) enfermés dans la masse de chert (A,B,C). Surface rugueuse du chert (D.)

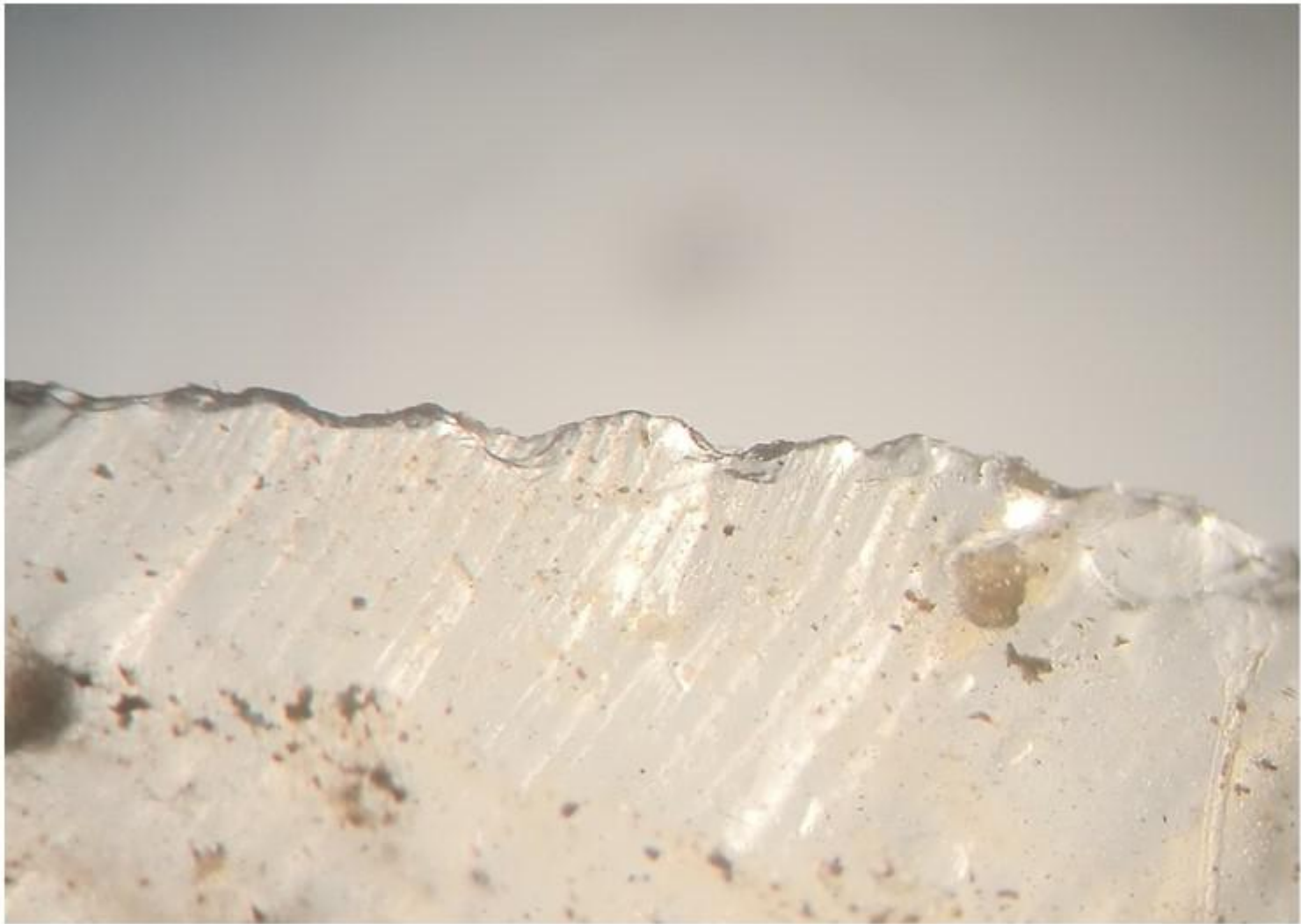


Fig. 4 Exemple de bord dentelé suggérant une technique de percussion.

**J'espère que vous avez trouvé quelque'intérêt
ou même quelque plaisir à consulter mon site
et vous remercie de votre bienveillante attention.**