

New applications of acetate peel technique in petrography

by

TRẦN - KIM - THẠCH

RÉSUMÉ. — Il est possible d'utiliser la pelure d'acetate pour rendre une surface grossièrement polie de roche prête à être photographiée. Pour les structures fines et compliquées, on peut même dessiner des schémas explicatifs sur ces pelures en cas de besoin.

ABSTRACT. — An acetate peel can make a roughly splitted rock surface shining enough for photography. Explanative sketches may be made on the peel, the latter is then ready to give a good single or combined photo with the rock surface.

The description of sedimentary or ignous rocks through large, splitted surfaces made from collected samples, often requires new techniques of both photography and drawing. These techniques have been developed from study of sedimentary rocks and applied to the ignous ones.

ACETATE PEEL FOR PHOTOGRAPHY.

In the past, photographers used to wet the polished surfaces with water (porous rocks), glycerine or liquid vaseline (dense rocks), before taking photos from them. The technique is simple, but in many cases, the surfaces cannot be used again for further chemical analyses, because both glycerine and vaseline may spoil chemical reactions, especially those of etching or staining.

These nuisances can be avoided by considering the sticking property of acetate peels in the presence of acetone.

The newly splitted rock surface receives a sufficient quantity of acetone that is poured down evenly on it, and is immediately covered by an acetate peel of 20-30 μ thick. When the surface dries off (15 min), it becomes shining enough for photography.

There is no need, with this technique, to polish thoroughly a splitted surface made by a good diamond wheel, provided that structures found on the surface are clear and of large size (pl. I, fig. 1). For sedimentary rocks,

where small scale structures (tectonic or depositional) need to be shown in great details, the polishing of the surface with fine-grained powder is then recommended. Selective etching by acid is also useful, especially for limestones (pl. I, fig. 2).

ACETATE PEELS FOR EXPLANATIVE DRAWING.

If the structures are so complex that no photo can show their minute details (pl. I, fig. 3), the drawing technique on acetate peels is required. To prepare such a peel :

1. — at first, etch the polish surface if possible : for limestone use acetic acid (20 per cent in 2 min.) or hydrochloric acid (16 percent in 30 sec.) — for sandstone, use fluorhydric acid, which is not easy (1). Practically, the peel can stick firmly to any splitted surface. Let the surface dry off slowly at room temperature or by gentle heating under infra-red lamp ;
2. — wet sufficiently the surface by acetone and apply the peel on it ;
3. — wait for complete drying (15 min) ;
4. — polish the shining surface by fine-grained polishing paper, to make it rough enough to retain india ink ;
5. — place the polished surface under high-powered binocular (x 10 or more) and draw structures or structure details at will, using sharply pointed pens and india ink ;
6. — the drawing completed, the peel may be removed from the rock surface and is ready for direct photography with no additional improvement (pl. II, fig. 1) ; or with re-drawing on proper paper (pl. II, fig. 2) ;
7. — it is also possible to photograph the rock surface with a sketch on it.

DISCUSSION.

The fact that any roughly polished or splitted rock surface can be made ready for microscopy or macrophotography proves that the technique is still simple and requires less time for preparation. Thus, a core from bore hole would show a suitable surface for examination, if the technique would be applied to it.

For drawing, any detail under 0.1 mm. could be missed out without inconvenient (small sponge spicules, foraminiferan tests, fine crystals of ignous rocks). Larger sections of fossil remains or conglomeratic pebbles or macrocrystals have been always interpreted with satisfactory results.

For serial sections (pl. II, fig. 3), the drawing technique gives more accurate pictures.

(1) Further attempt to solve this problem will be published later.

ACKNOWLEDGEMENTS.

The author is debful to Professor P. Allen of Reading University for the equipment provided during the development of the acetate peel technique. Thanks are due to Dr. Hoang quoc Truong and Mr. Ta tran Tan for their fruitful criticism of the manuscript.

Geology Department

EXPLANATION OF PLATE I

- FIG. 1 : a) a shelly limestone showing typical sections of *Productus longispinus* valves, most of which are in living position ; the surface has just been splitted and not polished yet ; note the shining surface under the acetate peel ; compare this surface with the one shown at the arrow (no acetate peel) ;
- b) photo of a finely cavernous calcite mudstone (calclutite) : fine structures can hardly be seen. Such a surface needs to be interpreted by drawing made on the acetate peel (pl. II, fig. 2) ;
- FIG. 2 : an etched surface with selective etching (acetic acid and limestone) showing contrasting features between pale mudstone of first generation and darks sparry calcite of secondary formation ; the arrow indicates an area where the surface has not been covered by the peel : the contrast dies out suddenly ;
- FIG. 3 : a limestone with contorted layers : the fine splumped structure appears vague ; the thin brecciated bed at the bottom of the sample does not show properly (to compare with pl. II, fig. 1).

PLATE I



Fig. 1.

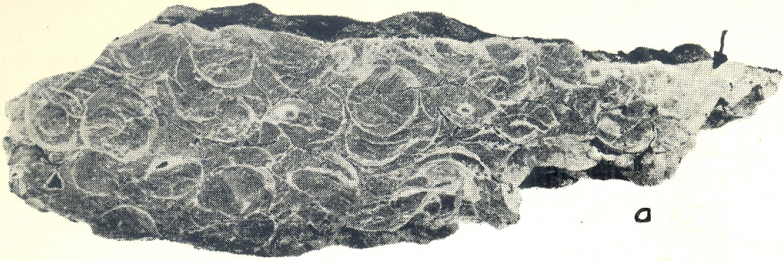


Fig. 2.

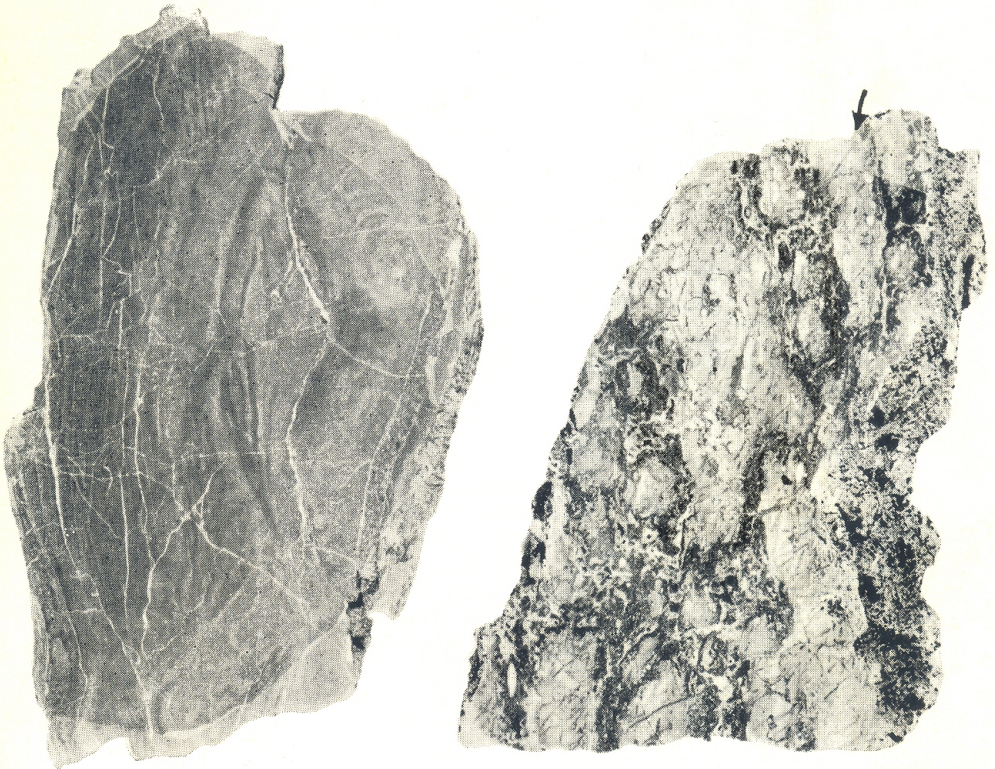


Fig. 3.

EXPLANATION OF PLATE II

- FIG. 1 : the sketch is made by direct drawing on the peel under binocular (x 30) with Rapidograph pen 0.02 and is photographed by incident light. The slumped structures are obvious with micro-folding, microfaulting (with calcite veins) and over-thrusting in small scale ; the brecciated bed can be seen with accurate details on the position of the pebbles ;
- FIG. 2 : the sketch made on peel is re-drawn properly on bristol paper showing cavity system in calcite mudstone (dotted), the cavities being filled by internal sediment (blank) and calcite spars (black).
- FIG. 3 : serial sections made from a cavernous calcite mudstone (calclutite) showing a complete change of form and size of the cavities ; the distance between two pictures is 2 mm.

PLATE II



Fig. 1

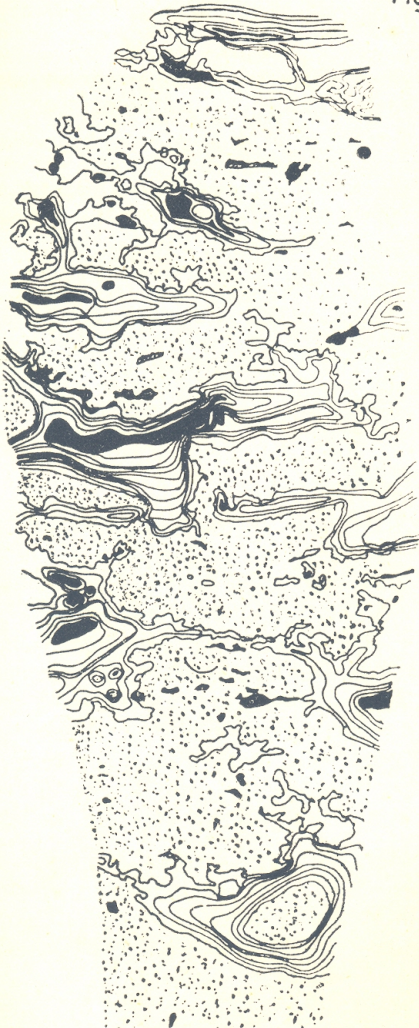


Fig. 2 (x 1/2)

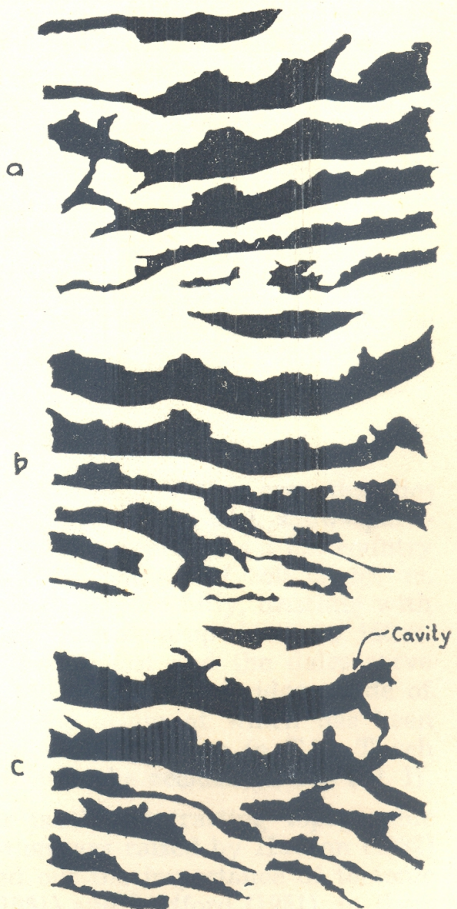


Fig. 2

Tectonic effects in limestone facies and their topographic expression

by

TRẦN-KIM-THẠCH

RÉSUMÉ. — La région de Dovedale et Manifold Valley (Angleterre) est caractérisée par les traits topographiques très contrastants entre ses deux parties du nord-est et du sud-ouest : la première est plate et à accidents géomorphologiques atténués ; la seconde est formée de collines élevées et isolées les unes des autres par de profondes vallées. Cette topographie étrange devrait s'expliquer par le changement lithologique d'une région à l'autre, les mouvements orogéniques de la phase Sudétique étant les mêmes dans les lithofaciès.

ABSTRACT. — The well-known Dovedale area (England) shows a particular contrasting topographic feature between its northeastern part that is flat or of minor accidents, and its southwestern one that is marked by deep dales and high knolls. The actual topography should have resulted from lithological divergences between facies, the latter has been modified differently by the same orogenic movements of the Sudetic phase.

ACKNOWLEDGEMENTS. — This geomorphological study, part of a broader sedimentological investigation of the North-Staffordshire and South Derbyshire district, was completed at the Reading Sedimentology Research Laboratory, the head of which, Professor P. Allen, is here sincerely acknowledged for his constant encouragement. The author is also indebted to Cong Ty Shell Vietnam for its financial support and to Dr. Alan Lees who supervised the work. Many thanks are due to E.R. Jamieson, C.M. Ali and M.C. Brown for their helpful criticism.

INTRODUCTION

The topography of the Dovedale and Manifold Valley area that lies in North-Staffordshire and South-West Derbyshire, England, shows particular interest. The northeastern part of this area represents a flat country with hills reaching over 400 m. and shallow valleys of 350 to 400 m. above sea level. The southwestern part is much more hilly, bristling with summits that reach 400 m., but dales and valleys drop down to 150 m. The hills strike north-south or northwest-southeast and the dales serve as river beds or those of active brooks. A narrow-crested ridge, made of a series of fine-grained limestone knolls (the origin of which has been explained as due to deposition of calcite mud by algae in T.K. Thach 1964 a), borders the flat country and leans over the accidented one (Pl. I).

The main problem unsolved so far is the contrasting topographic feature between the two parts. The question was raised by Hudson (1932) and Hudson & Turner (1933) who pointed out the importance of tectonic effects. Parkinson (1950) then Prentice (1951) and Ludford (1951), in their

separated contributions, maintained this view. Later, Parkinson (1957) introduced the idea of original submarine topography, basing his interpretation upon Black's theory of knoll formation (1954), the latter derived from Tiddeman's fundamental concept (1901) of knoll-reef.

All of them presented the several facts collected during field investigations, but they did not explain why the topography changes from one part to another.

In the following pages, an attempt to clarify the question is made, it will be based upon petrography.

MAIN LITHOFACIES OF DOVEDALE

Parkinson (1950) has recognised three different lithofacies (basin, reef and shelf) that will be re-named *lagoon*, *bank* and *gulf*, accordingly to the Viséan palaeogeography of the district and because of their particular petrography :

1. — *Lagoon facies* : pale, massively bedded, pelletal calcarenite, rich in algal remains (*Solenopora*, *Girvanella* and *Koninckopora*) and gastropod shells, but having no shale partings ;

2. — *Bank facies* : pale or brown, massive, fossiliferous calcilutite showing knoll-like form built up with typical growth structure ;

3. — and *Gulf facies* : thinly bedded, bituminous, rarely fossiliferous calcarenite, having regular shale partings.

The lagoonal limestones occupy the flat northeastern area, both bank and gulf limestones the southwestern one (pl. II). They pass into each other by mean of gradual change in lithology and in the way shown by fig. 1.

The change of facies has been explained as due to environmental conditions (T.K.T. 1964a). The sedimentation was slow but continuous (absence of shale) in the lagoon facies, rapid in the bank one and intermittent (presence of regular shale partings) in the gulf that surrounded the bank sediment.

TECTONIC EFFECTS IN LITHOFACIES

Till the end of the Upper Viséan, the submarine topography was not yet disturbed. But during the pre-Namurian Sudetic phase, this original topography was strongly and suddenly disturbed by earth movements that left behind them various marks in the different lithofacies (pl. III) :

1. — in the lagoon, large amplitude folding affected the massive and dense limestone, and formed shallow synclines or flat anticlines (fig. 2) ; faulting might create cliffs and dales ;

2. — in the gulf, thick beds resisted firmly against folding, manifesting only serial and transverse microfaults (fig. 3) while thin beds with shale partings are strongly disturbed. In fact, the shale favours stretching and compressing, thus eases folding. In these rhythmic formations, chevron-folds are numerous (fig. 4). When the thrust is directed from a given side, monoclines would develop normal faults (fig. 5) ;

3. — in the bank facies, located in the gulf area, its knolls constituted resistant cores almost undisturbed by tectonic folding. If the knolls touched each other by their rigid bases, they protected the younger limestones above them: these beds show then little tectonic effects (fig. 6). On the contrary, isolated knolls, when pushed one against another, produced complex folding and faulting. Folding compressed knoll flanks and disturbed depositional dips (fig. 7). Faulting is expressed usually under form of linear dislocations (fig. 8).

Under the microscope, small effects are numerous. The dense transitional facies between bank and gulf shows small scale folding. If this facies is cavernous, intraformational breccia would develop easily. Vertical stylolites seem likely a tectonic feature (fig. 9). Microfaults are frequent in the massive cores, but not microfolds. This proves that the cores are of rigid nature, owing probably to their calcilutite texture (fig. 10).

GEOMORPHOLOGICAL EXPRESSION

The three lithofacies were differently modified by the Sudetic phase. The northeastern part of the Dovedale area with its massive and dense limestone, became a resistant block. Moreover, it was protected by a rigid belt made of bank facies. Consequently, tectonic accidents are rare or absent there. On the contrary, the southwestern part has a strong morphological feature: sedimentary domes were modified into narrow-crested knolls (e.g. Bunster Hill in fig. 11); tightly folded or strongly dislocated interbank limestone of the gulf produced long ridges (e.g. Musden Low in fig. 12) owing to the presence of regular shale partings and rigid cores of the bank facies. This particular structure of the southwestern part favoured differential denudation that grooved the Earth's face here with deep valleys.

The geomorphological expression of Dovedale depends originally upon the lithological divergences of various limestone facies affected selectively by tectonism.

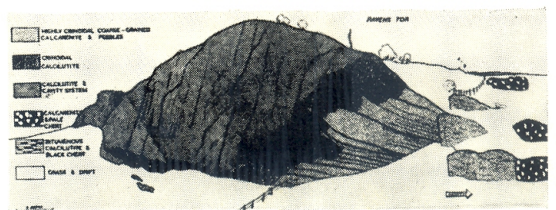
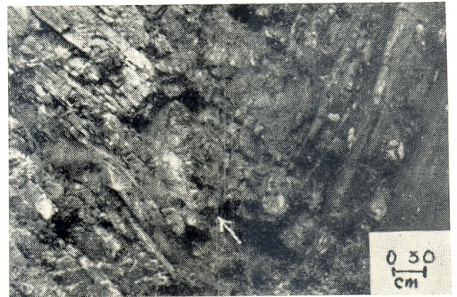
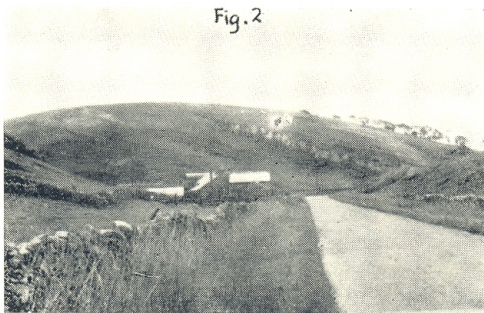
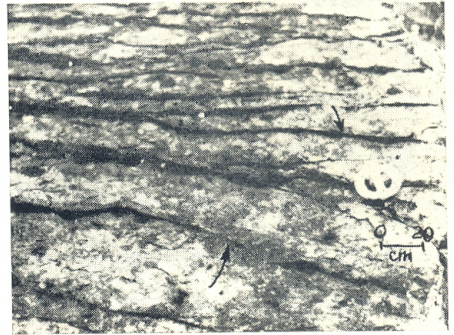
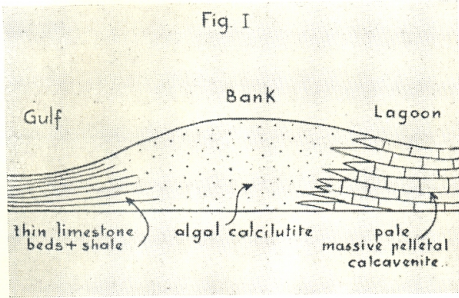
REFERENCES

- HUDSON, R. G. S. 1932. — The pre-Namurian knoll topography of Derbyshire and Yorkshire. *Trans. Leeds Geol. Assoc.*, 5, pp. 49-64.
- HUDSON, R. G. S. & TURNER, J. S. 1933. — Early Mid-Carboniferous earth movements in Great Britain. *Proc. Leeds Phil.*, pt 10, 467-482.
- LUFORD, A. 1951. — The stratigraphie of the Carboniferous rocks of the Weaver Hill district, North-Staffordshire. *Quart. Jour. Geol. Assoc.*, 106, pp. 211-230.
- PARKINSON, D. 1950. — The stratigraphy of the Dovedale area, Derbyshire and Staffordshire. *Quart. Jour. Geol. Assoc.*, 55, pp. 265-294.
- PARKINSON, D. 1957. — Lower Carboniferous reefs of Northern England. *Bull. Am. Assoc. Petro. Geol.*, 41, pp. 511-557.
- TIDDEMAN, R.H. 1901. — On the formation of reef knolls. *Geol. Mag.*, 8, pp. 20-23.
- TRAN KIM THACH, 1964 a. — *Sedimentology of Lower Carboniferous Limestone (Viséan) in North-Staffordshire and Southwest Derbyshire*. Unpublished thesis, Reading University, Berks., England.
- TRAN KIM THACH, 1964. — New applications of acetate peel technique in petrography. *in this volume*.

Laboratoire de Géologie

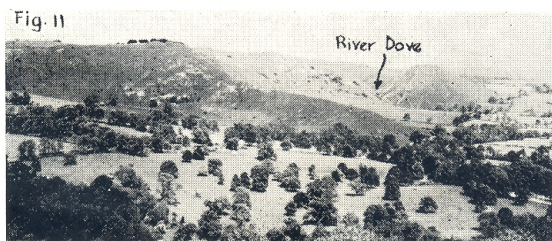
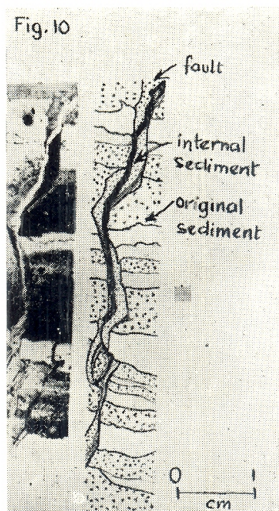
EXPLANATION OF FIGURES (1-6)

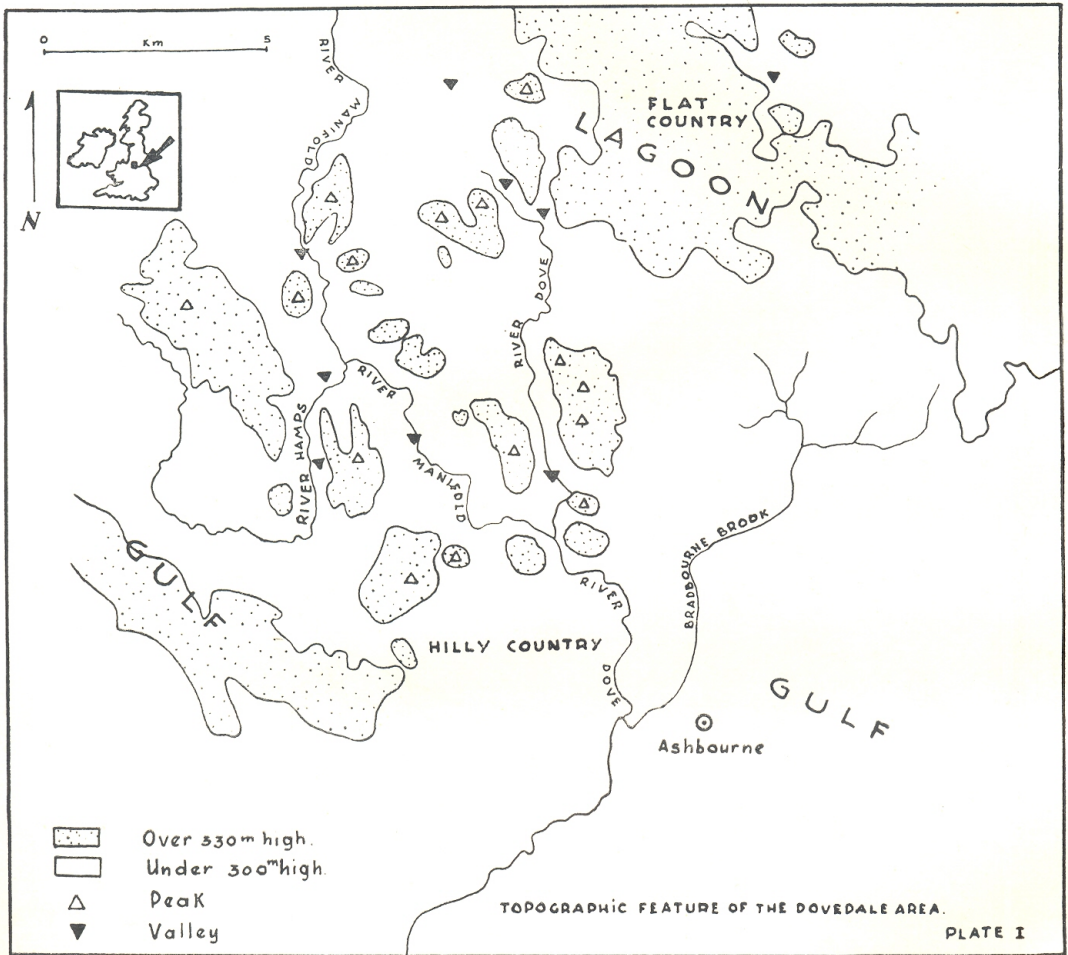
- FIG. 1: Lithofacies change. A typical change from bank into lagoon and inter-bank (or gulf) facies. The transition is always gradual. The interbank, with shale partings, underwent a stronger compaction.
- FIG. 2: The only noticeable flat-crested anticline found in the lagoon. The anticline shows here its southwestern flank that passes into a shallow syncline. Note the massive appearance of the limestone beds and their regular thickness, implying an original flat sea floor. Photo taken at Vincent House, S K 137-633 (English grid).
- FIG. 3: Thick limestone beds in the gulf react to folding by developing transverse and parallel microfaults (arrow). The same tectonic feature is also present in the bank facies. Photo taken from Apestor Quarry, SK. 104-589 (English grid).
- FIG. 4: A narrow syncline in thinly bedded, shaly limestone. Note the regular thickness of the beds (from 10 to 20 cm.) and the sharp folding angle. From Apestor Quarry SK. 104-589 (English grid).
- FIG. 5: A thrust-fault striking northwest-southeast with thrust direction from northeast. The shale was completely chertified. Note the clean thrust plane shown by the arrow. Photo taken at Swinscoe Quarry, SK. 481-138 (English grid).
- FIG. 6: The Ravens Tor section showing a change of facies from bank to gulf. Note the undisturbed beds protected by the knoll's base. Drawn from photo, at SK. 140-540 (English grid).
-



EXPLANATION OF FIGURES (7-12)

- FIG. 7 : The Beeston Tor shows its western flank highly compressed (arrow). Depositional dips there reach over 60 degrees. Photo taken from the back yard of Beeston Tor Grange (SK. 539-102).
- FIG. 8 : Dislocation found at Thors Cave (SK. 099-550) oriented north-south. The western wing of the knoll (right) slumped down into the River Manifold. Photo taken from Wetton Hill.
- FIG. 9 : Intraformational breccia thought to be due to tectonism. Large dots represent original bank sediment ; the fine ones, coarse-grained secondary sediment and blank space, fine-grained secondary sediment. Note the almost vertical stylolite filled by calcite spar (black). The drawing technique is explained in T.K.T. (1964b).
- FIG. 10 : A microfault filled by secondary sediment. Note the scale of the fault. From Specimen S. 18,012B1 (deposited at Reading University, Geology Department).
- FIG. 11 : Bunster Hill (left, with horse-shoe-like form) and Thorpe Cloud (right) seen from Ilam Park. The former is an aggregate of knolls, the flanks of which were compressed laterally during the early times of the Sudetic phase. As a result, the hill adopted a ridge-like form. Note the flat top of Thorpe Cloud, thought to be due to subaerial erosion at the beginning of the Upper Viséan. The deep canon between Bunster Hill and Thorpe Cloud, now serving as bed to the River Dove, was an original interbank depression that was also compressed into a narrow syncline.
- FIG. 12 : Typical elongated anticline of tectonic origin. This type of syncline is well defined in the field its narrow shape oriented parallel to the north-south tectonic direction (Musden Low).





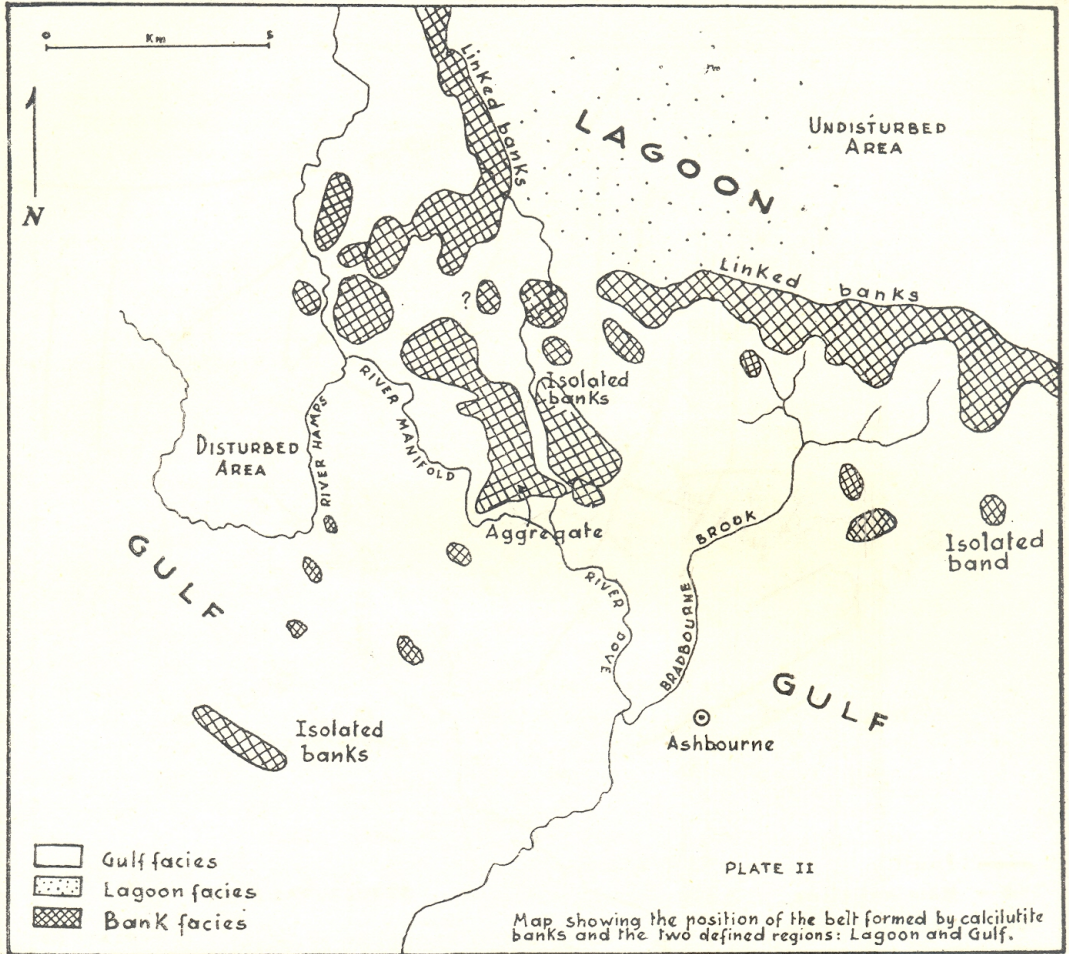
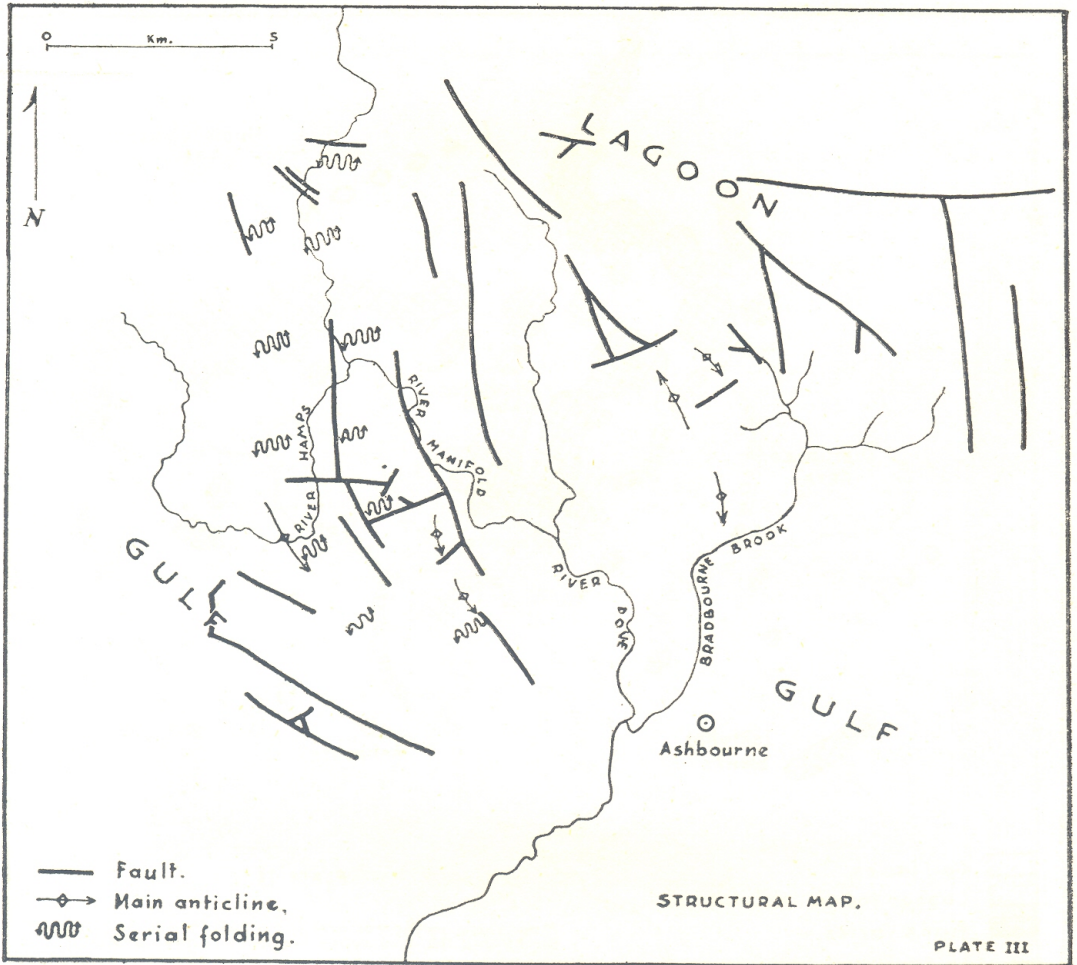


PLATE II



Une origine possible du granoclassement dans les calcaires à gros grains

par

TRẦN-KIM-THẠCH

RÉSUMÉ. — Il y a une tendance classique d'expliquer la structure granoclassée comme une conséquence directe des courants de turbidité transportant les sédiments siliceux ou calcaires. Toutefois cette conception ne peut être appliquée sans réserve à certains calcaires granoclassés dont l'origine se rapporterait à la variation de vitesse des courants sous-marins ordinaires charriant les débris organiques et inorganiques divers.

ABSTRACT. — A classical tendency of explaining the graded-bedding as due to turbidity currents could not be advisable for some skeletal limestones in which the graded-bedding results from the variation of velocity of the current transporting various organic and inorganic debris.

INTRODUCTION

La structure granoclassée est considérée jusqu'ici comme une caractéristique de l'action des courants de densité sur le transport et la distribution des sédiments détritiques siliceux (Kuenen & Migliorini 1950) et détritiques carbonatés (Kuenen & Carozzi 1953). Toutefois, l'observation portée sur certains calcaires bioclastiques présentant un granoclassement parfait, montre que l'origine de cette structure dépend aussi d'autres facteurs plus simples d'ordre hydrodynamique et biologique.

L'idée d'expliquer le granoclassement par l'activité des courants ordinaires a été conçue pendant l'examen pétrographique des calcaires semi-grossiers et grossiers du Viséen supérieur d'Angleterre (Pl. I). Dans la région marquée, ces calcaires, classés comme calcarénite et calcirudite (d'après Folk, 1962), affleurent en discordance sur le sommet du Viséen inférieur très plissé, et sont considérés comme résultant d'une émergence temporaire (Parkinson 1950). Cette dernière conception paléogéographique contredirait la présence des courants de turbidité dont l'existence rationnelle devrait se lier à des profondeurs marines d'ordre géosynclinal. Malheureusement, dans ces dépôts de transgression, le granoclassement est si fréquent qu'il constitue un problème intéressant à résoudre dans les pages qui suivent.

COMMENT SE PRESENTENT LES COUCHES GRANOCLASSEES.

Elles affleurent abondamment dans les localités 1, 2, 3, 4 et 5 (pl. I)* Dans la localité 1, il y a trois couches à granoclassement parfait. En bas de la série, une couche de 35 cm. d'épaisseur est caractérisée par la présence de débris grossiers de crinoïde, atteignant 2×10 cm. et ensuite par des galets et du gravier calcaires, répartis pêle-mêle dans la masse en compagnie de valves de *Productus* entières, polies ou brisées. Tout ceci forme une base grossière qui repose directement sur la partie supérieure fine de la couche sous-jacente (fig. 1).

Dans la localité 2, cette base à gros grains repose sur du calcarénite laminé (une dizaine de couches à 1 mm. chacune), appartenant à la couche sous-jacente. La dimension des grains décroît vers le haut et au sommet de la couche, du calcarénite laminé réapparaît encore pour se terminer brusquement à la base grossière de la couche susjacent. Dans la série décrite, le granoclassement peut cependant manquer d'une couche à l'autre et certaines couches peuvent garder la texture calcarénitique dans toute leur épaisseur (fig. 2). La localité 2 fournit donc un autre type de succession, avec intercalation régulière de calcarénite laminé.

La 3^e catégorie de granoclassement appartient à la localité 3. Ici, les couches calcaires sont plus rares, le schiste calcaireux et bitumineux prédomine. Sur les surfaces altérées, le granoclassement apparaît parfait, les éléments calciruditiques abondent vers le bas de la couche, les éléments fins vers le sommet. Une particularité à noter est la présence des galets de calcaire noir et fin (fig. 3).

Pour retrouver l'origine des éléments constitutants et leur granoclassement, il sera essentiel de reconstituer le milieu dans lequel ils se formaient et se déposaient. Cette reconstruction demande une étude pétrographique détaillée de la roche.

ORIGINE DU GRANOCLASSEMENT.

A. — Pétrographie

L'étude des surfaces polies avec concours de la technique de la pelure d'acétate, révèle un calcaire à ciment calcitique macrocristallin dépourvu de toute trace d'argile (réaction négative de sapharine), impliquant une eau saline claire (fig. 4). De plus, sous le microscope, les gros éléments paraissent émoussés, surtout les sections quadrangulaires de crinoïde ou les valves de brachiopode.

Les éléments plus fins sont formés de tests de foraminifère distribués sans ordre net, des débris minuscules de crinoïde, des grains à couverture simple de calcite (coated grains) et enfin des colonies d'algue calcaire du groupe de *Koninkopora*. Tout ceci constitue la matrice (selon la définition

* SK : 105.562, SK : 162.513, SK : 087.556, SK : 090.501 et SK : 157.543.

de Krumbein) dont la dimension de grains reste invariable dans le sens vertical. L'apparence émoussée des éléments et la présence du ciment calcitique très « propre » révèlent donc l'existence d'une eau agitée dans laquelle ces éléments subissaient le polissage et le lessivage. Cette nature mouvante de l'eau est encore reflétée par l'absence d'argile et d'autres éléments lutitiques lesquels demanderaient une eau calme soit abritée, soit profonde. De plus, la présence d'algue *Koninckopora* à structure multicellulaire rigide semble témoigner une profondeur très restreinte de l'eau (Wolfenden 1958), avec laquelle, la couverture de calcite des grains ovoïdes se formerait dans le même processus que celui des oolithes (Illing 1954).

Le régime hydrodynamique, facteur dominant du cadre sédimentaire à l'époque du soulèvement de fond, mérite d'être étudié en détail, dans la mode de formation des structures sédimentaires.

B. — Structures sédimentaires liés au granoclasement

Les plus révélateurs sont :

1. — *Chenaux* : de tailles variables, de plusieurs dizaines de mètres à quelques décimètres de largeur (fig. 5 et 6), ils présentent des fonds d'érosion très irréguliers (fig. 7) et sont dus possiblement à des courants de marée (chenaux larges et évasés) balayant les surfaces émergées ou de courants sous-marins à courte période d'action (chenaux étroits et profonds). Le premier type de chenaux est caractérisé par la texture calciruditique des sédiments qui les comblaient (fig. 7). Le second type montre seulement un sédiment calcarénitique semi-fin ou légèrement grossier.

2. — *Stratification entrecroisée* : bien qu'elle montre différentes directions d'écoulement (pl. I), dues à la topographie sousmarine irrégulière du viséen supérieur, la structure de stratification entrecroisée reste familière dans les formations calcarénitiques (fig. 8). Elle suggère la présence des courants de fond ayant au moins une vitesse de 2 m./sec., estimation basée sur la dimension moyenne des grains.

3. — *Orientation des articles de crinoïde* : les tronçons de crinoïde présentent une orientation marquée. D'abord, ils sont couchés parallèlement au plan de litage. Leur angle d'inclinaison est nulle ou négligeable. D'autre part, l'absence de calice est suggestive d'une sélection durant le transport par courants forts. L'orientation des débris ayant le rapport longueur/largeur = 3, montre que ces tronçons tendaient à suivre en général l'axe longitudinal des chenaux, ce qui signifierait que les tiges de crinoïde, après la mort de l'animal, se décomposeraient et tomberaient au fond de l'eau suivant la direction déterminée par les courants dominants.

4. — *Arrachement de fond* (bottom scour) : ceci est dû aux courants qui laissent des marques asymétriques assez profondes pour recevoir ultérieurement des sédiments à gros grains (fig. 9) lesquels sont d'ailleurs granoclassés.

C. — Origine possible du granoclassement

Le cadre sédimentaire responsable du granoclassement des sédiments décrits ci-dessus était nettement un milieu marin normal (richesse faunique, sédiments bioclastiques abondants) dans lequel l'activité hydrodynamique prédominait (absence de boue calcaire, courants de fond, agitation de surface précipitant des couvertures de calcite, lessivage et polissage des grains). Des « forêts » de crinoïde, dont les calices restaient à fleur d'eau, tapissaient un fond irrégulier (présence d'anticlinaux sous-marins, pl. I) abritant brachiopodes, bryozoaires, tabulés et attrapant foraminifères et algues. Les tiges de crinoïde se décomposaient en tronçons courts après la mort de l'animal ; les plus gros, donc plus lourds, restaient couchés au fond et près de leur source ; les autres bouts terminaux, juchés près du niveau marin, étaient transportés plus loin et se déposaient sur d'autres parties grossières jonchées sur place. D'où granoclassement normal par abattement des tiges de crinoïde. Les courants responsables de cet abattement orienteraient les articles allongés suivant leur direction dominante, tout comme le vent déracine les arbres dans un ouragan. Le régime capricieux des courants est aussi réflété par le changement brusque du granoclassement, par la répétition de celui-ci dans une même couche et par son extension latérale (fig. 10).

Dans certains endroits, où il y avait des accidents du fond marin, les courants produisaient même des galets calcaires qui étaient charriés par la suite à travers les « forêts » de crinoïde. Dans d'autres, où les sédiments étaient de faible quantité, ou absents, l'activité des courants se traduit par les laminations de calcarénite.

CONCLUSION.

Ainsi donc, il est possible de résumer ici les différentes phases successives d'une série de couches granoclassées :

1° Naissance de courants forts, probablement par variations climatiques, d'où érosion de fond, destruction de la forêt de crinoïde et dépôts grossiers ;

2° Réduction progressive de la vélocité des courants : sédimentation des sédiments plus fins, formations granoclassées ;

3° Epuisement de la source : absence de sédiment ou sédimentation appauvrie ;

4° Absence de courant : croissance des tiges de crinoïde et de leurs associés ;

5° Renaissance du courant : nouveau cycle de sédimentation.

Ce type de sédimentation calcaire se terminait à la fin du Viséen supérieur, où il serait remplacé par le type deltaïque du Namurien.

REMERCIEMENTS. — L'auteur est reconnaissant à la Côté-Ty Shell Viêt-Nam pour son support matériel et à ses amis du Reading Sedimentology Research Laboratory (Angleterre) pour leur encouragement moral.

BIBLIOGRAPHIE

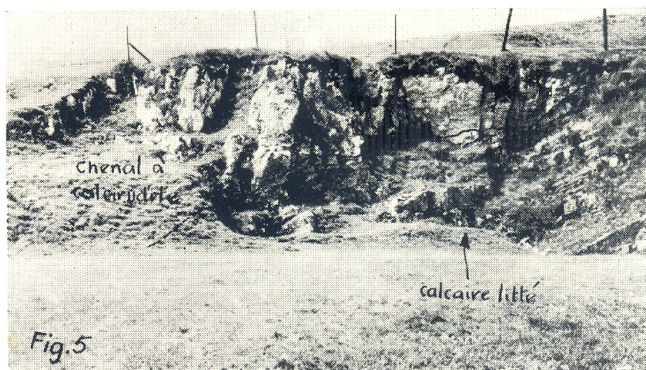
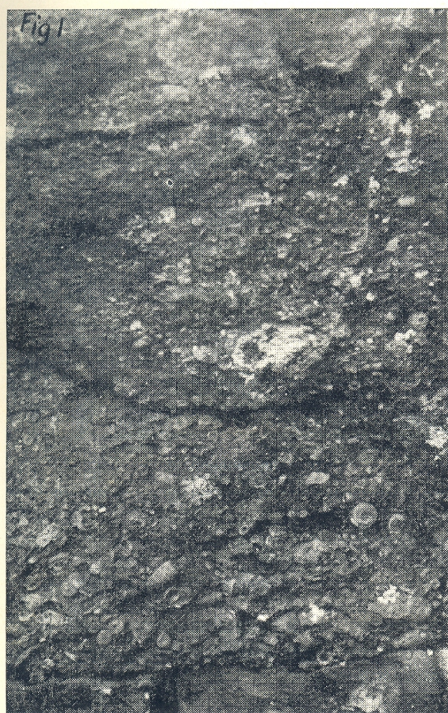
- FOLK, R.L. 1962. — Spectral subdivision of limestone types, in *Classification of Carbonate rocks*, a Symposium, Memoir 1, edited by W.E. Ham. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*
- ILLING, L.V. 1954. — Bahama calcareous sand. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 38, pp. 1-95.
- KUENEN, Ph. H. & MIGLIORINI, C.I. 1950. — Turbidity currents as a cause of graded-bedding. *Jour. Geol.*, vol. 58, pp. 91-127.
- KUENEN, Ph. H. & CAROZI, A. 1953. — Turbidity and sliding in geosynclinal basins of the Alps. *Jour. Geol.*, vol. 61, pp. 363-373.
- PARKINSON, D. 1950. — The stratigraphy of the Dovedale area, Derbyshire and Staffordshire. *Quart. Jour. Geol. Soc.*, vol. 55, pp. 256-294.
- WOLFENDEN, E.B. 1958. — Palaeoecology of the Carboniferous Reef Complex and Shelf limestones in N.W. Derbyshire, England. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 69, pp. 871-898.

Laboratoire de Géologie.

EXPLICATION DES FIGURES

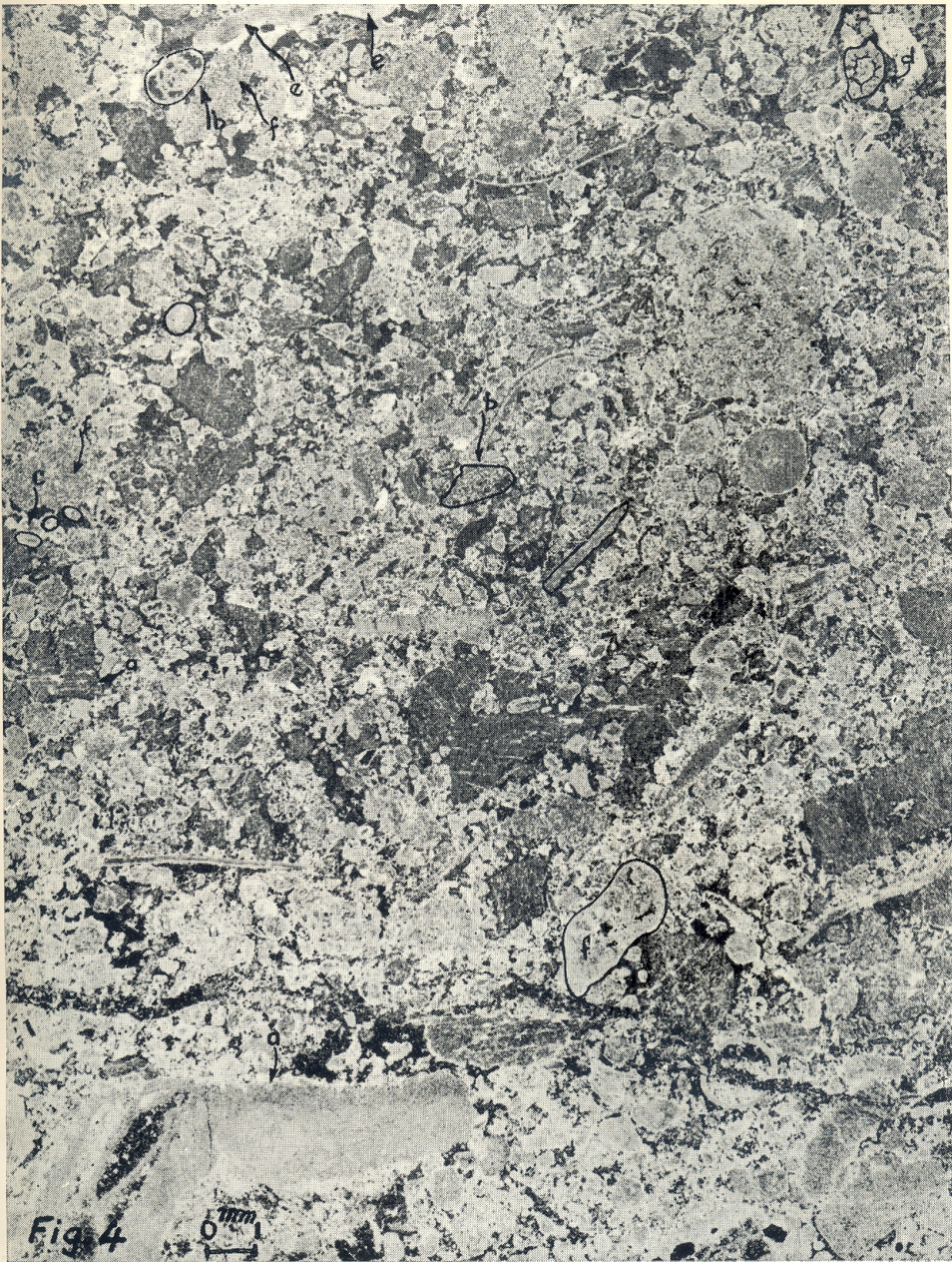
1, 2, 3 et 5

- FIG. 1 : couche granoclassée — noter le contact entre le sommet de la couche sous-jacente et la base de la couche supérieure ; les marques d'érosion font que la ligne de séparation devienne sinueuse. Les éléments à gros grains sont des articles cylindriques de crinoïde (2 cm. de diamètre). Les galets calcaires de même taille sont plus rares. Photo prise dans la loc. 1.
- FIG. 2 : noter l'intercalation régulière des couches granoclassées et du calcarénite laminé (schiste calcaire dans le sens de Pettijohn). Le sou figuré dans la photo (flèche) est de 2,50 cm. Loc. 2.
- FIG. 3 : granoclasement parfait — noter l'abondance des galets calcaires (dont l'un est contourné à l'encre de Chine) et la base irrégulière de la couche.
- FIG 5 : Chenal large et évasé ; le contact est montré dans la fig. 7. Photo prise dans loc. 5.



EXPLICATION DES FIGURES

FIG. 4 : Image négative obtenue par la technique de la pelure d'acétate (acétate peel) : les sections d'articles d'encrine (a) sont de taille énorme et sont abondantes vers le bas ; elles deviennent petites et rares vers le haut. Les tests de foraminifère (b) les grains à enveloppe de calcite (c) et les colonies de *Koninckopora* (d) ainsi que les débris de valves de brachiopode (e) complètent la liste. Les galets calcaires sont absents, mais on peut distinguer quelques éléments du gravier calcaire (f). Le ciment calcitique macrocristallin est représenté en noir pur.



EXPLICATION DES FIGURES

6, 7, 8, 9 et 10

- FIG. 6 : Chenal étroit et profond, entaillé dans un lit épais de calcarénite. Les valves de *Productus giganteus* sont renversées dans la couche représentant le chenal même.
- FIG. 7 : Dépôts grossiers sur couche sous-jacente à grains fins. Ces dépôts sont caractéristiques du chenal évasé (loc. 5).
- FIG. 8 : Stratification entre-croisée : noter la dimension bien grande des grains et l'angle d'inclinaison des laminations (5 à 10 degrés). Photo prise dans la loc. 5.
- FIG. 9 : Structure particulièrement remarquable : la stratification entre-croisée et les enfoncements (flèches) remplis de dépôts grossiers ; noter bien le granoclassement de la partie supérieure. Photo prise dans la loc. 2.
- FIG. 10 : Changement latéral des grains, indiqué par la flèche. Noter aussi la base irrégulière de la couche granoclassée et la présence du calcarénite laminé (de la couche sous-jacente). Photo prise dans la loc. 2.



Fig. 6

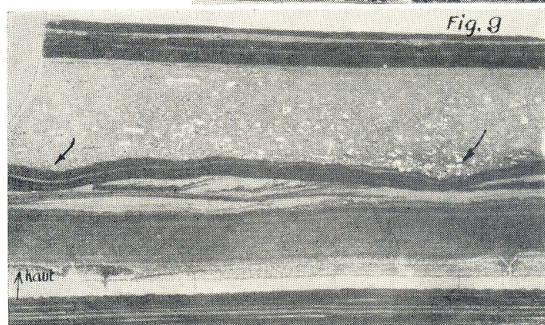


Fig. 9

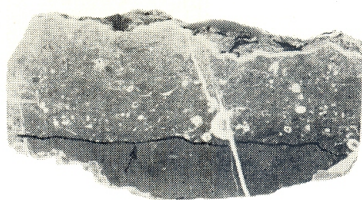


Fig. 7



Fig. 8

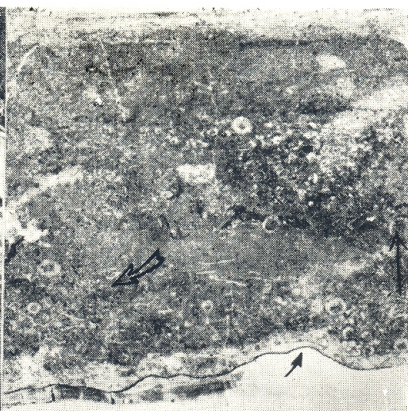


Fig. 10

Note sur le métamorphisme de contact à Binh An (Biên-Hoa) et la nature des sédiments de piedmont

par

TRẦN-KIM-THẠCH, BÙI-MINH-ĐỨC et NGUYỄN-ĐỨC-TIẾN

ABSTRACT. — A typical thermo-metamorphism acting on pre-diagenetic sediment is described in this paper. A hot lava flow has destroyed selectively the nature of Permian deposits from a possible torrential fan. Siliceous mud changed into black schist, clean sand into metaquartzite and coarse gravel into fanglomerate.

I. — INTRODUCTION.

Binh An est une carrière dans la région de Chau Thoi, sur la route reliant l'Autoroute de Bien Hoa à la Nationale n° 1 (coordonnées topographiques : lat. 116 G 07' — long. 12 G 10,7'). Dans cette carrière, au-dessous d'une couche rubéfiée et argileuse de terre meuble (épaisse d'un mètre) et doublée d'un d'autre horizon de blocs en voie de desquamation intense, une surface bien fraîche est mise à nue par l'excavation artificielle. L'aspect général reste hétérogène : roche à couleurs, à caractères et à origines bien variés. Du Nord au Sud, il faut donc distinguer les faciès suivants (Pl. I, fig. 1) :

- des tufs volcaniques pâles, disposés en coulées ou en lentilles d'épaisseurs variables ;
- des schistes cristallins noir-violacé, à faces altérées ;
- des amas de conglomérats isolés gris ou noirs, dont les galets disposés sans ordre et sans orientation, atteignent 10 cm de diamètre ;
- des grès lustrés et incolores, ne présentant aucun litage ;
- et enfin des andésites bleus ou noirs, du type de Tân Van, déjà décrits par Saurin et T.T. Tân (1962) et formant probablement des appareils strato-volcaniques (Rittmann, 1963).

De nombreux essais ont été réalisés pour rétablir l'ordre de superposition des formations sédimentaires. Mais celui-ci a été profondément bouleversé par la mise en place des vulcanites. De fait, on peut noter que (Pl. I, fig. 2) l'andésite occupe l'horizon le plus bas, mais cette position n'implique aucunement l'ancienneté de son apparition : la coulée a recoupé les formations qui lui sont antérieures. Puis viennent les grès métamorphiques qui supportent les amas isolés de conglomérats (Pl. I, fig. 3 et 4). Sur ces derniers se trouvent des lentilles de schistes cristallins. Le tout est recoupé et recouvert par les tufs andésitiques qui paraissent contemporains aux andésites de Tân Van. Les formations sédimentaires, malgré leur superposition, sont aussi de même âge. Les passages latéraux se voient nettement dans la figure 4.

Le contact avec la coulée andésitique a provoqué un métamorphisme thermique dont les effets pétrographiques restent intéressants à étudier.

II. — PETROGRAPHIE DETAILLÉE.

A. — *Les Tufs*. Ils se rencontrent dans plusieurs endroits. Ce sont des tufs andésitiques, formés après la coulée principale. Ils laissent voir des traînées de cendre au milieu d'un mélange de nombreux grains de quartz et de feldspath (Pl. II, fig. 6).

B. — *Les Conglomérats*. Ils sont nettement sédimentaires. Les graviers, variant depuis les granules jusqu'aux blocs d'après la classification de Vatan (1958), sont bien roulés et arrondis. Leur surface, propre et plate, suggère qu'ils ne proviennent pas d'un glacier. De plus leur triage et leur orientation restent imperceptibles. Ce sont des amas isolés de galets et de cailloux mélangés pêle-mêle. Dans plusieurs endroits, ces amas sont injectés dans le grès métamorphisé (Pl. I, fig. 3), ou présentent des contacts d'érosion sur celui-ci (Pl. I, fig. 4).

Sous le microscope, la nature variée des galets, reconnue dès l'observation à l'œil nu, paraît évidente. On y trouve ensemble des roches volcaniques, granitiques et sédimentaires. En effet, dans les plaques minces MD. OIB1, MD. OIB2, MD. OIB3*, les conglomérats montrent des éléments suivants (Pl. II, fig. 7) :

— galets d'andésite à mica noir avec des microlites fins, probablement permien ;

— galets d'andésite à phénocristaux de feldspath (différent de l'andésite générateur du métamorphisme) ;

— galets de grès calcaireux riches en feldspath, entièrement différents du grès métamorphisé ;

— galets de tuf avec du ciment vitreux ;

— galets de silicite ;

— galets de granite ;

— galets de calcite avec des traces organiques ;

— galets schisteux.

(*) déposés au Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences, Saigon.

Ces mêmes galets ont été décrits par Saurin (1959) dans les dacites de Buu Long, à une dizaine de km au Nord de cette localité. Cependant, dans la localité décrite, les galets ne sont pas emprisonnés dans la pâte andésitique et ne sont donc pas métamorphisés. L'absence du métamorphisme prouve que le conglomérat subit un stade de diagénèse prématuré grâce à l'abondance de l'oxyde ferrique dans le ciment, ou de tuf déjà consolidé dans la matrice.

La nature variée des galets exige la présence d'un substratum complexe. Ceci exclut toute possibilité que ces galets descendent de la pente d'un cône volcanique. Ils descendent peut-être d'un lit de ruisseau lequel traverse un socle à lithofaciès différents. Ils pourraient aussi provenir d'un rivage marin à falaises de nature complexe, mais cette supposition est contredite par le manque de fossile, de minéral ou de ciment d'origine marine, par l'apparition sporadique des cailloux et par la présence de l'oxyde ferrique.

C. — *Les Grès Métamorphisés*. Ce faciès est caractérisé par la couleur pâle de la roche cristalline, à cassure conchoïdale et à débit massif. On n'y trouve aucun fossile. Sous le microscope (plaque mince MD. OIIB1) les grains de quartz restent anguleux et cimentés par de la silice secondaire (Pl. II, fig. 8). La fraction lourde de minéraux dans le bromoforme montre seulement la présence des cubes de pyrite. Ce minéral ne pourrait exister dans un milieu si oxydant que témoigne le lessivage poussé du quartz. Il est donc d'origine secondaire, probablement pneumatolitique. Sa présence dans le métaquartzite prouve cependant que la roche est légèrement métamorphisée pour devenir un métaquartzite (Pettijohn, 1956 p. 283).

D. — *Les Schistes Cristallins*. Dépourvue de fossile, cette roche entièrement non-fossilifère a une couleur noire, lustrée, d'aspect cristallin de cornéenne. Le débit est massif, mais les cassures révèlent des laminations qui sont des fausses stratifications (Pl. I, fig. 2). Le contact avec le métaquartzite est marqué par une ligne ondulée et anormale qui n'est pas un plan de sédimentation. Donc ce schiste cristallin, ou « schist » est possiblement injecté dans le métaquartzite. Il en est de même avec les tufs (fig. 5).

Le contact avec l'andésite est plus intéressant. Sur la pente verticale de la carrière, dans la partie centrale, le « schist » passe graduellement au vulcanite, de sorte qu'on se trompe souvent en désignant l'andésite sous le nom de schiste. L'andésite est coloré en noir violacé le long de la frontière des faciès. En d'autres endroits, le « schist » présente des contacts d'aspect plus accusé. D'une part, dans l'andésite, on remarque la présence des blocs et des miettes anguleux de « schist ». D'autre part, dans le « schist », on remarque des concrétions sphériques métamorphiques, faites de silice pâle d'origine endogène, et concentrées le long de la frontière. Il est logique de conclure que l'andésite arrache du « schist » des lambeaux (ce qui prouve la nature compacte mais fragile, caractère prédiagénétique de la masse boueuse), et que le « schist » est à son tour profondément métamorphisé par la chaleur de la coulée.

Sous le microscope (Pl. II, fig. 9), le « schist » révèle des laminations très fines, preuves d'une sédimentation calme et appauvrie en apport détritique. La présence des matières organiques (transformées en graphite)

est commune dans la pâte cryptocristalline. De telle formation n'est pas fréquente dans les zones littorales à sables lessivés ou à galets bien roulés (eau très agitée), mais bien généralisée dans des cônes de déjection (milieu de piémont) où les particules fines occupent la position des bottom-sets marécageux qui prolongent les arènes de sable (Twenhofel, 1939).

III. — CONCLUSION.

Les observations pétrographiques précédentes nous amènent à concevoir le lieu du métamorphisme comme une zone de piedmont plus ou moins marécageux sur laquelle passe la coulée andésitique. Les éléments sédimentaires subissent déjà une certaine compaction prédiagénétique (sables, limons fins et vases argileuses) ou une cimentation préalable avant le métamorphisme thermique (graviers à ciment d'oxyde de fer) ou encore une certaine consolidation de fortune (graviers avec matrice de tuf).

Le degré de métamorphisme reste faible pour le conglomérat, moyen pour le grès, mais devient intense pour le schiste. Ceci ne devrait s'expliquer que de deux manières possibles :

1° ou bien le métamorphisme ne touche que les grès et les schistes ; le conglomérat basal est bien protégé par les sédiments fins sus-jacents ;

2° ou bien l'intensité du métamorphisme de contact est inversement proportionnel à la granulométrie des sédiments.

Le premier cas est réfutable, puisque conglomérats, grès et schistes sont en contact direct avec l'andésite (Pl. I).

Le deuxième cas reste donc valable. Ici, le rôle des surfaces de contact est primordial. Les sédiments fins ont une surface de contact maxima avec un volume minimum, tandis que les sédiments grossiers ont une surface minima et un volume maximum (Krumbein et Sloss, 1950).

Si la surface est grande, le contact devient plus complet, ce qui augmente la propagation de l'effet thermique dans toutes les formations fines : l'intensité du métamorphisme doit être plus grande ici. Au contraire, avec une surface de contact réduite, la propagation thermique s'est arrêtée par la couche la plus externe de sédiment.

Donc, les formations actuelles de conglomérats, de métaquartzites et de schistes cristallins présentent deux intérêts pétrographiques suivants :

1° ce sont là des sédiments métamorphisés, et non des roches proprement dites, notion jusqu'ici méconnue,

2° le métamorphisme de contact est bien contrôlé par la granulométrie des sédiments, problème jusqu'ici non encore soulevé.

Des recherches sérieuses sur le processus géochimique du phénomène prouveront la valeur de ces observations.

IV. — REMERCIEMENTS.

Les auteurs tiennent à remercier sincèrement leurs collègues de recherche pour les fructueuses critiques durant la réalisation du travail.

V. — BIBLIOGRAPHIE.

- KRUMBEIN, W.C. et SLOSS, L.L. (1963). — *Stratigraphy and Sedimentation*. W.H. Freeman and Company San Francisco and London.
- PETTIJOHN, F.J. (1956). — *Sedimentary Rocks*. Harper and Brothers New York.
- RITTMANN, A. (1963). — *Les Volcans et leur activité*. Masson et Cie Paris.
- SAURIN, E. (1959). — Compte rendu sommaire des séances de la Société géologique de France. *Fascicule 7* (Séance du 9 novembre 1959) pp. 169-170.
- SAURIN, E. et T.T. TAN (1962). — Le Complexe éruptif du Nui Chau Thoi, près de Biên Hoà (Sud Viêt-Nam). — *Ann. Fac. Sci. Saigon*, 1962, 477-484.
- TWENHOFEL, W.H. (1939). — *Principles of Sedimentation*. Mc Craw Hill Book C° Inc. N. York.
- VATAN, A. (1958). — *Pétrographie Sédimentaire*. Société des éditions TECHNIP.

Laboratoire de Géologie,
Saigon

PL I

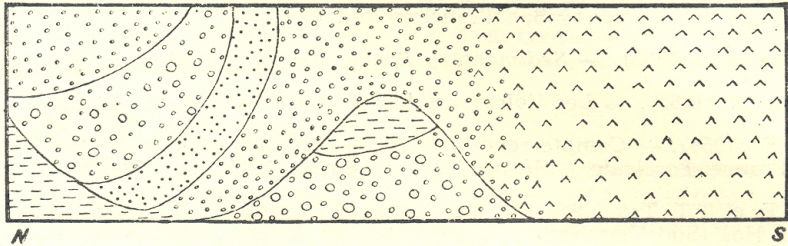


Fig. 1. - Montrant la succession des faciès.

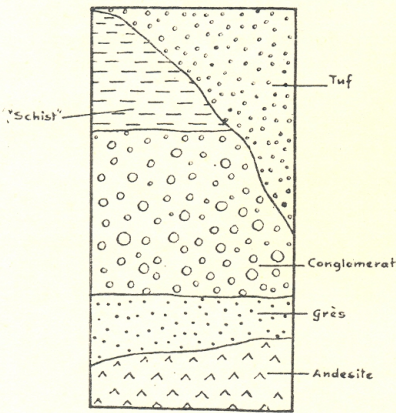
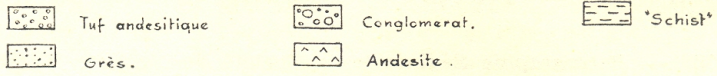


Fig. 2. - Montrant la succession des faciès.

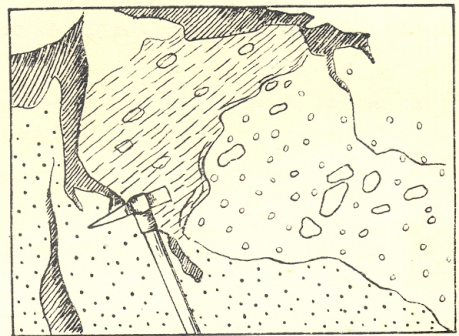


Fig. 3. - Conglomerat. Grès.

(Photo déposée au laboratoire de Géologie Fac. Sc. Sg.)

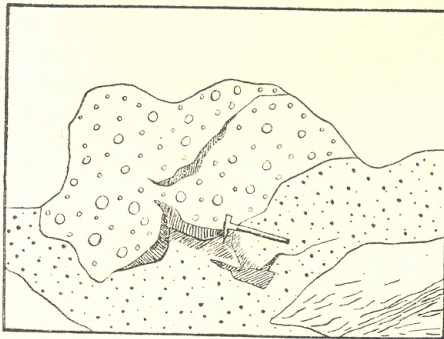


Fig. 4. - Conglomerat. Grès.

(Photo déposée au laboratoire de Géologie Fac. Sc. Sg.)

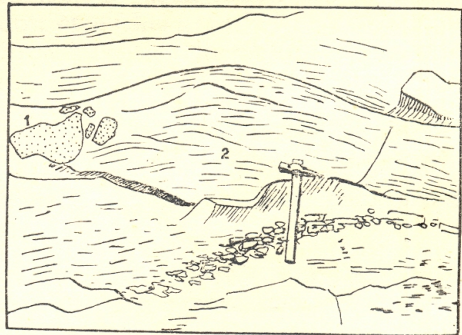


Fig. 5. - Tuf. 'Schist'

(Photo déposée au laboratoire de Géologie Fac. Sc. Sg.)

Pl. II

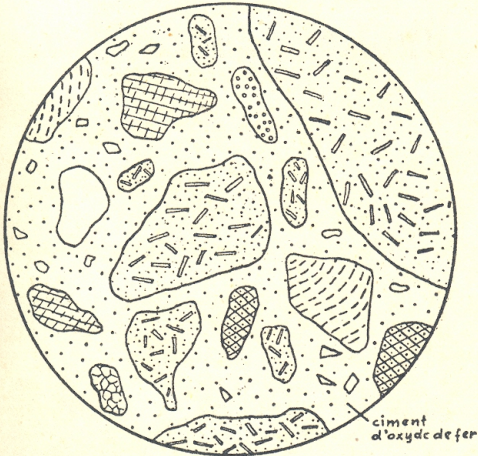


Fig. 7 - Aspect microscopique d'un conglomérat.

- | | | | |
|--|-------------------|--|------------------|
| | andesite. | | Grès calcaireux. |
| | Calcaire. | | Tuf |
| | Schiste. | | Silicite. |
| | Grains de quartz. | | Granite. |

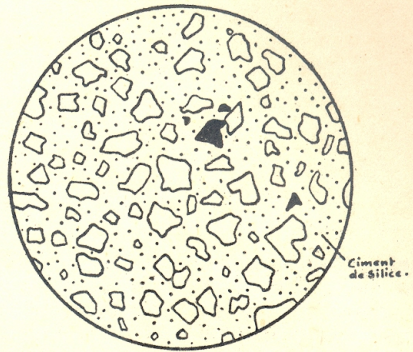


Fig. 8 - Aspect microscopique d'un grès.

- | | | | |
|--|---------|--|-------------------|
| | Pyrite. | | Grains de quartz. |
|--|---------|--|-------------------|

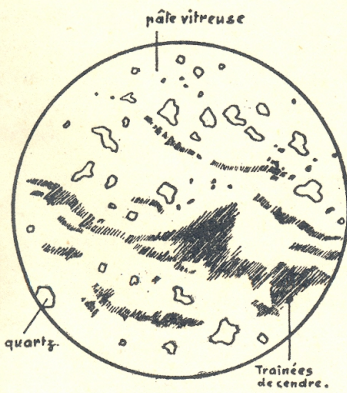


Fig. 6 - Aspect microscopique d'un tuf.

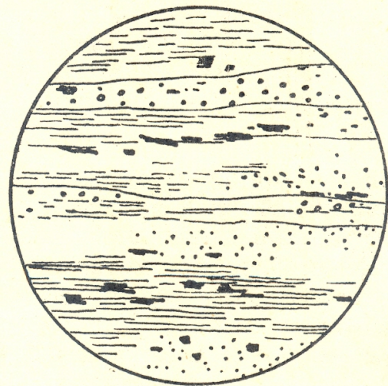


Fig. 9 - Aspect microscopique d'un schist.