

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 72 (1974-1975)
Heft: 348

Artikel: Quartz du pied du Jura
Autor: Aubert, Daniel / Le Ribault, Loïc
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-276691>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN N° 217 des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique
et du Musée géologique de l'Université de Lausanne.

Quartz du pied du Jura

PAR

DANIEL AUBERT¹ et Loïc LE RIBAULT²

Résumé. — L'usage du microscope électronique à balayage a révélé que les quartz du Sidérolithique et de la Molasse sont d'origine fluviatile, mais qu'ils ont été façonnés antérieurement par le vent et le roulage de la mer sur les plages du Crétacé moyen.

Les terrains sidérolithiques du pied du Jura vaudois renferment surtout des argiles rouges, ou bolus, avec quelques lentilles de grès, tandis que dans la région genevoise, au Salève notamment, c'est ce dernier faciès qui domine. L'origine de ces dépôts détritiques n'est pas douteuse, comme on l'a montré dans un autre travail (AUBERT, 1975). Le bolus provient du remaniement des sols latéritiques éocènes, qui résultaient eux-mêmes de l'altération des calcaires, marnes, grès et craies du Crétacé moyen et supérieur, et les quartz tirent leur origine des grès aptiens, albiens et cénomaniens, soit directement par l'érosion mécanique de ces roches, soit par l'intermédiaire des altérites éocènes.

Le problème qui se pose est celui du transport de ces quartz jusqu'à leur dépôt sidérolithique. Au Mormont, BERSIER et BADOUX (1937) ont découvert une poche de grès dont la structure porte la marque indéniable de l'influence du vent, et ils en attribuent l'origine à une « aire de vannage sur le continent sidérolithique ».

Indépendamment de ce gisement exceptionnel, la plupart des grains de quartz du même âge, examinés au binoculaire, possèdent une morphologie qui peut être considérée comme éolienne. Mais chose surprenante, les grès crétacés dont ils proviennent possèdent déjà cette patine, comme BERTSCHY (1958) l'a montré à propos de l'Aptien. On peut donc se demander avec SCHÄR (1967) si cette empreinte éolienne n'est pas après tout un simple héritage crétacé conservé en dépit des avatars de la période suivante.

¹ 1033 Cheseaux-sur-Lausanne.

² Compagnie Française des Pétroles, 114, cours du Maréchal Galliéni, 33400 Talence, France.

Le même problème se pose au sujet de certains quartz de l'Oligocène. Dans la région d'Orbe (AUBERT, *loc. cit.*, fig. 12 et 13), la base de la molasse renferme des paquets de conglomérats calcaires ou gompholites, intercalés dans le Chattien inférieur, et accompagnés de niveaux gréseux. Ces matériaux d'origine jurassienne et de structure deltaïque témoignent de l'existence d'un affluent des lagunes oligocènes, originaire de l'aire jurassienne voisine, et leurs quartz ont certainement la même origine que les précédents comme le prouve la présence de galets et de fossiles remaniés du Crétacé moyen. BERSIER (1938 a) y a trouvé également des grains éoliens dont la plupart portent toutefois les retouches caractéristiques d'un transport fluvial. Il les attribue au nettoyage par des cours d'eau d'une surface désertique qui devait occuper la région à la fin de l'Eocène. D'autres observations confirment l'existence d'épisodes éoliens à cette époque, par exemple celle de calcaires lacustres patinés par la corrasion dans un forage du val de Ruz (AUBERT, *loc. cit.*).

Les techniques les plus récentes, en particulier l'usage du microscope électronique à balayage, permettent de pousser plus loin ces investigations et de procéder à des recoupements fructueux (LE RIBAUT, 1973, 1974). On les a appliquées à six échantillons choisis en fonction des problèmes posés :

Echantillons sources tirés des roches d'où sont issus les autres quartz :

Apt. Aptien. Calcaire gréseux du Pont, vallée de Joux. Coord. 515,25/168,70.

Alb. Albien, Grès glauconieux de Lains, Ain. Carte géol. 1 : 50 000, Moirans-en-Montagne.

Echantillons dépôts dont les quartz proviennent des précédents.

Eocènes ou sidérolithiques :

SiMor. Sidérolithique du Mormont. Niveau gréseux dans la carrière de la cimenterie d'Eclépens. Feuille de Cossonay. Coord. 531,50/167,50.

SiCru. Sidérolithique de Cruseilles. Sables de l'exploitation de Cruseilles (Haute-Savoie), à l'extrémité W du Salève.

Oligocènes ou molassiques :

MoMon. Grès molassique de Montcherand³. Feuille d'Orbe. Coord. 529,35/175,50.

MoBa. Conglomérat molassique de Bavois. Feuille de Cossonay. Coord. 533,10/169,22.

Pour chaque échantillon, 100 à 300 grains ont été soumis aux deux techniques d'observation décrites ci-dessous, 10 à 15 au microscope électronique.

³ Sur la carte géologique, ce pointement de grès est indiqué comme Aptien (C 5-6). Cette erreur s'explique par la similitude des deux formations constituées des mêmes quartz.

FORME DES GRAINS

L'examen au binoculaire permet de distinguer quatre classes de grains, *anguleux*, *subanguleux*, *arrondis* et *ronds*, qui correspondent en gros à leur degré d'évolution à partir des formes initiales des roches cristallines (photos 1 et 2). La figure 1 indique la part de chaque classe dans les six échantillons. Il apparaît dans l'ensemble que les échantillons dépôts sont en retard par rapport aux échantillons sources ; le contraire eût paru plus normal.

Apt et Alb sont comparables, avec une évolution plus prononcée du premier. Parmi les autres, SiMor se distingue par son évolution très avancée, proche de celle d'Apt dont il devrait donc provenir en grande partie. En revanche, SiCru et MoMon qui appartiennent à la même famille présentent, par rapport aux échantillons sources, un retard notable qui ne peut provenir que d'un apport supplémentaire de quartz peu évolué, indépendant des grains arrondis d'Apt et d'Alb. Le cas de MoBa est encore plus frappant, puisqu'à ses éléments plus ou moins émoussés s'associent des grains anguleux significatifs d'un apport frais, directement issu des roches mères initiales.

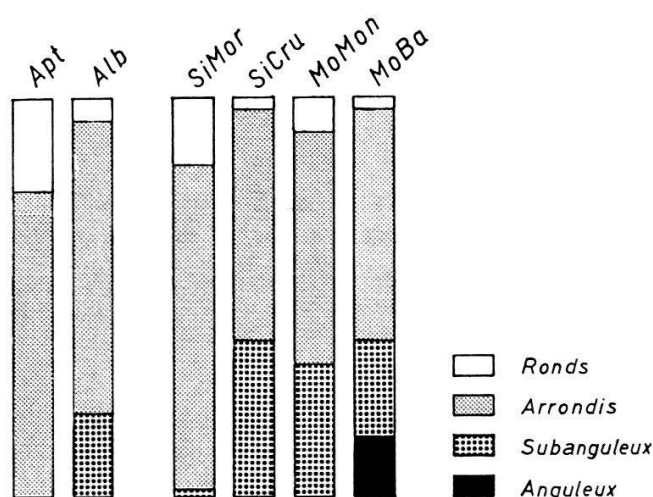


Fig. 1. — Forme des quartz.

ENDOSCOPIE

Les inclusions des grains de quartz, déterminées par leurs conditions de formation, sont de bons indicateurs de l'origine de ce matériel détritique (DEICHA, 1955). Elles constituent en quelque sorte leur fiche d'identité. Dans nos échantillons on a pu en distinguer quatre types dont on ignore malheureusement la provenance.

Type 1: quartz métamorphisés.

Type 2: quartz granitiques à inclusions aqueuses, parfois ferrugineuses.

Type 3: quartz granitiques à zircons et rutilés.

Type 4: quartz à très grosses inclusions (apatite) en baguettes.

PLANCHES I et II

Photo 1. — Grain de quartz subanguleux. Sidérolithique de Cruseilles.

Photo 2. — Grain de quartz arrondi. Sidérolithique du Mormont.

Echantillon Apt. Aptien ; calcaire gréseux. Le Pont.

Photo 3. — En (1) on distingue des croissants de chocs éoliens très polis ; en (2), une petite trace de choc éolienne, aux contours anguleux dépourvus de tout polissage. Ce quartz a donc subi au moins deux épisodes éoliens séparés par une évolution aquatique.

Photo 4. — Croissant de choc éolien typique, bien poli par une évolution aquatique poussée.

Photo 5. — Arête légèrement arrondie d'un grain de quartz, recoupée par des traces de choc éoliennes (contours aigus, sans aucun polissage).

Conclusion. — Ces grains de quartz d'Apt montrent les traces d'allées et venues entre la zone aquatique d'énergie moyenne et une autre où se produisait une éolisation ; c'est un caractère des sables marins côtiers. La plupart des grains présentant des traces d'éolisation comme dernier stade évolutif, nous en concluons que l'échantillon s'est déposé sur une dune.

Echantillon Alb. Albien ; grès glauconieux, Lains.

Photo 6. — Croissants de chocs éoliens (flèches) très polis. En comparant l'arête du grain (centre de la photo) et les zones moins exposées au brassage ou aux chocs (à droite du cliché), on constate que celles-ci présentent un polissage moins accusé. Les anciennes traces de chocs éoliennes y sont plus nombreuses que sur l'arête. Le grain est donc passé d'un milieu à haute énergie mécanique (dune littorale) à un milieu où se produisait une agitation plus faible.

Photo 7. — Détail d'une arête très exposée. On reconnaît (flèche) un croissant de choc éolien très poli. En outre, on remarque de très petites traces de choc à gradient de polissage : (1) trace très ancienne, (3) trace fraîche et (2) trace d'ancienneté moyenne. C'est un caractère d'évolution aquatique. La taille réduite des traces de chocs prouve une énergie peu élevée.

Photo 8. — Les dépressions affectant de nombreux quartz sont emplies de dépôts siliceux, tandis que les arêtes (flèche) en sont dépourvues. L'évolution aquatique finale est donc de type intertidal, d'énergie peu élevée.

Conclusion. — Les quartz de l'échantillon Alb sont assez semblables aux précédents. Toutefois, le dernier stade évolutif est de type intertidal et non éolien. L'échantillon s'est donc déposé plus près de la mer, sur une plage peu agitée.

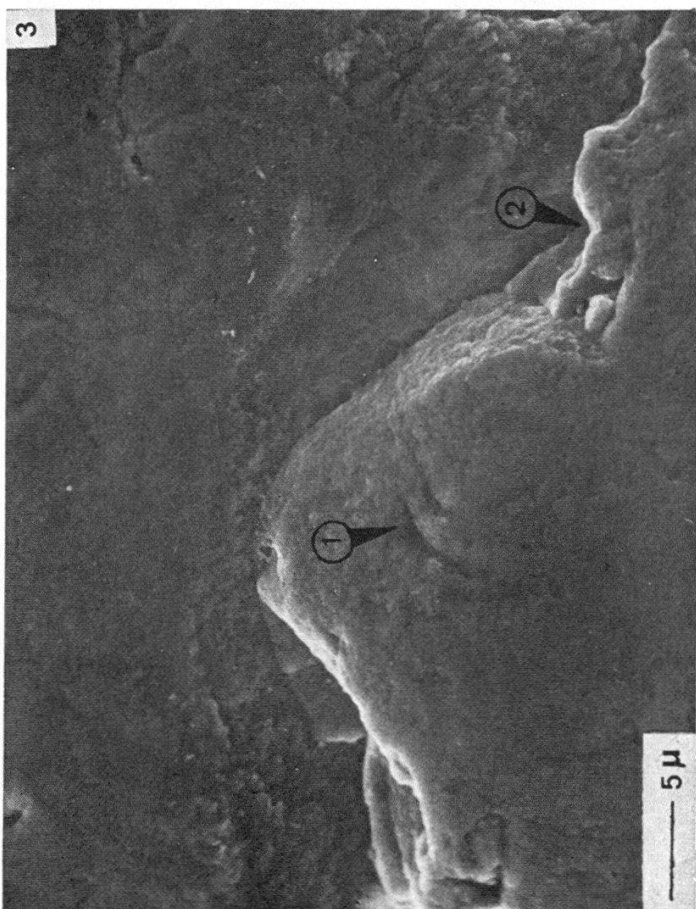
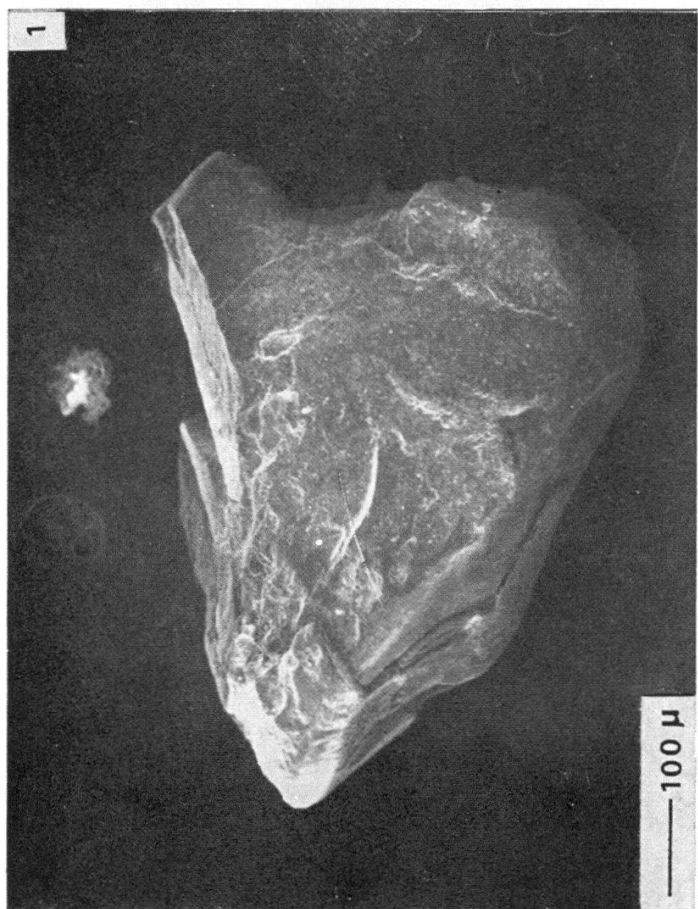
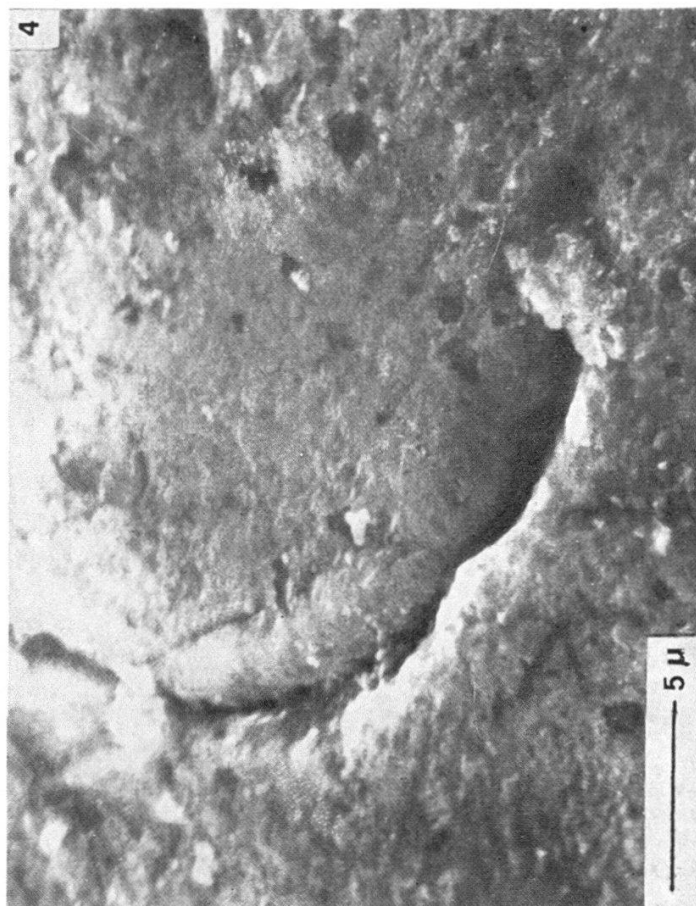
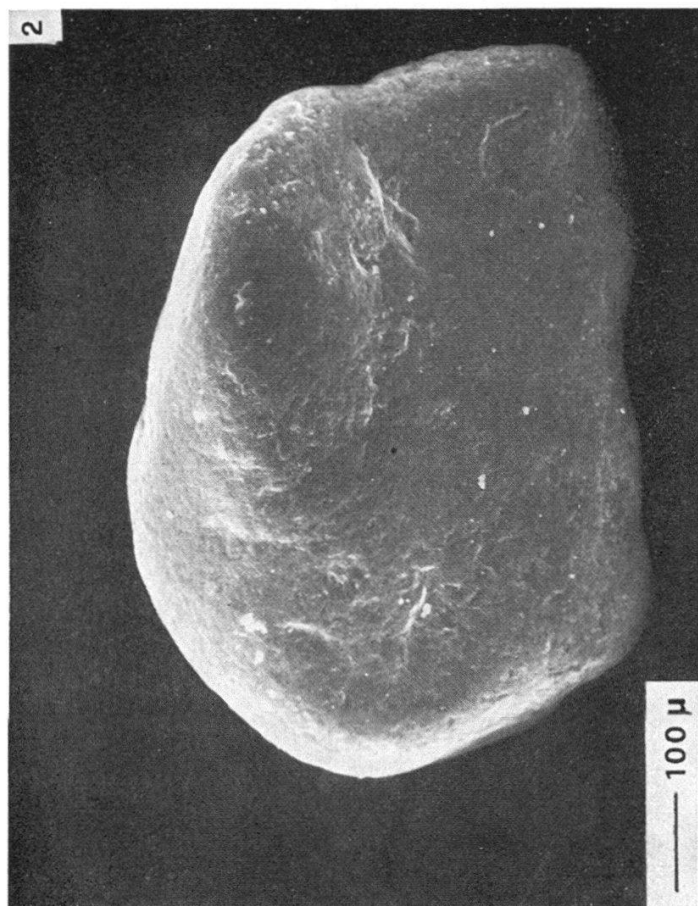
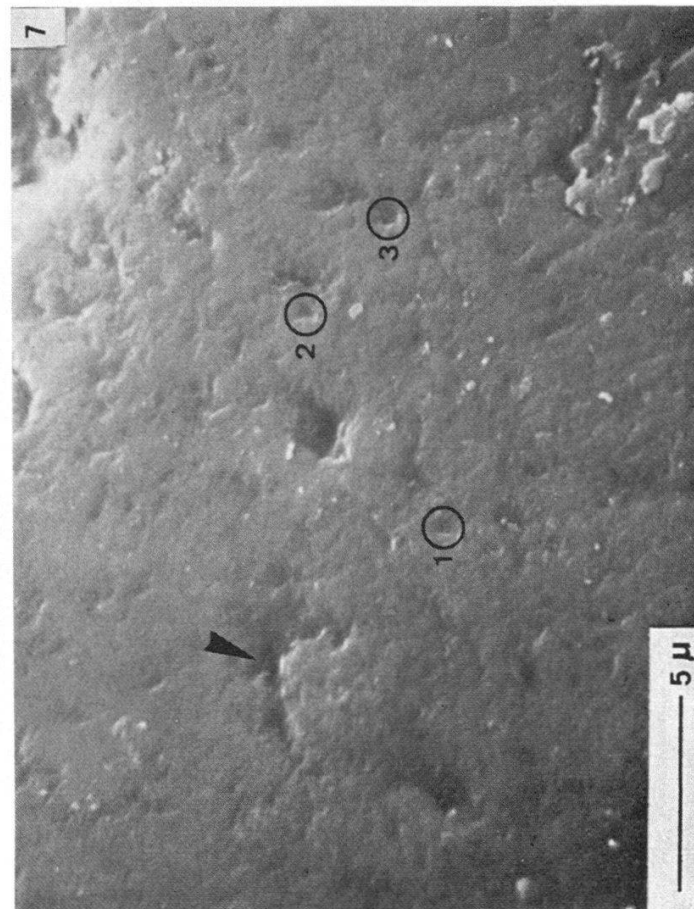
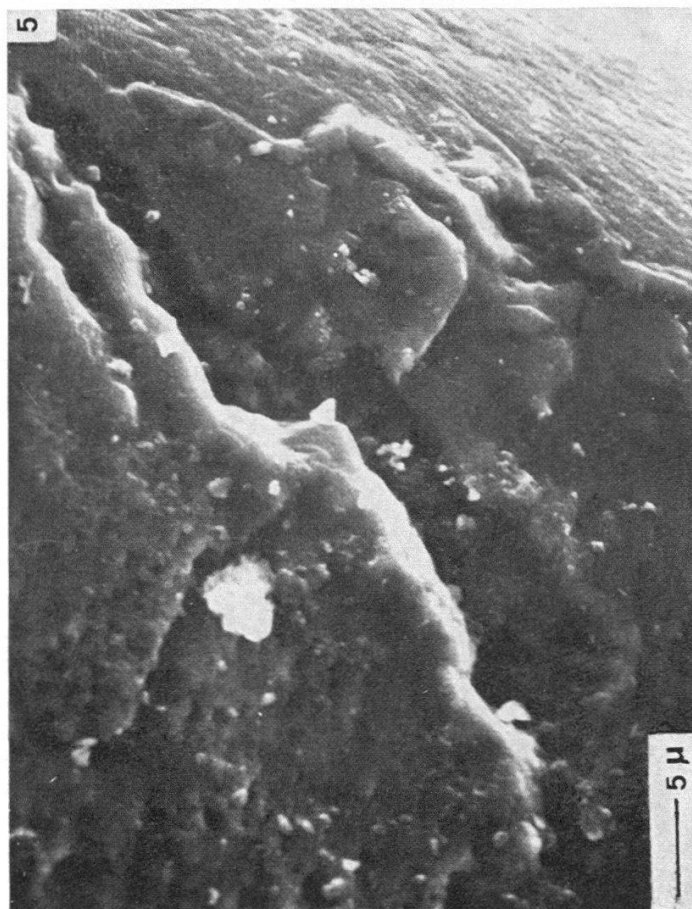
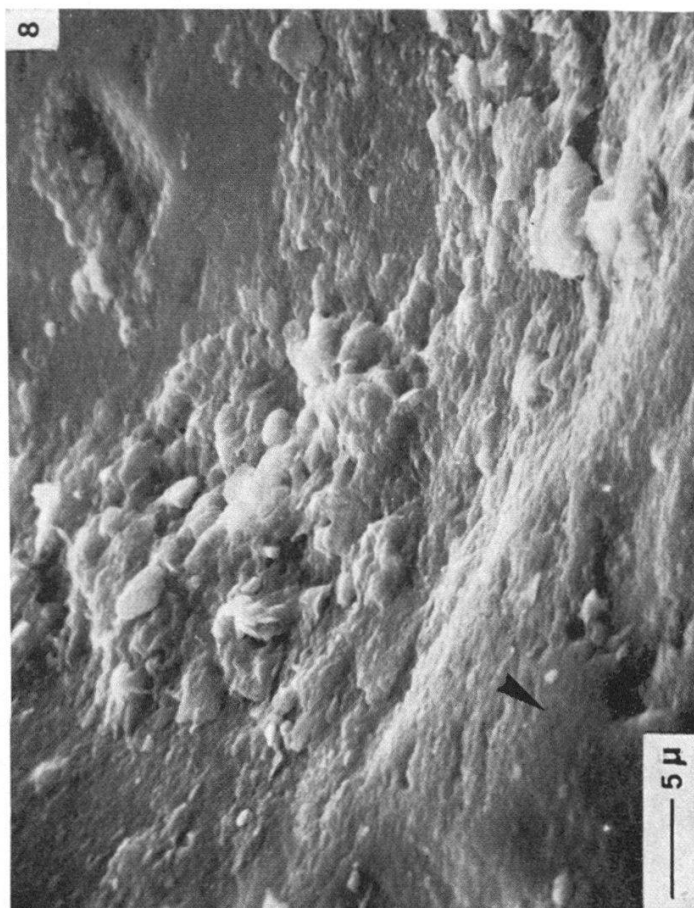
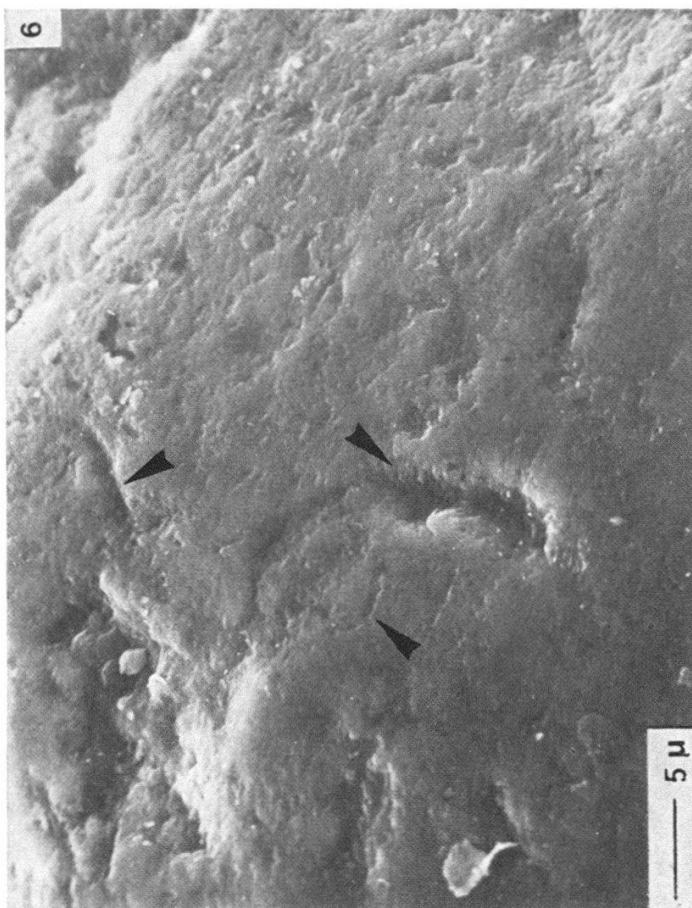
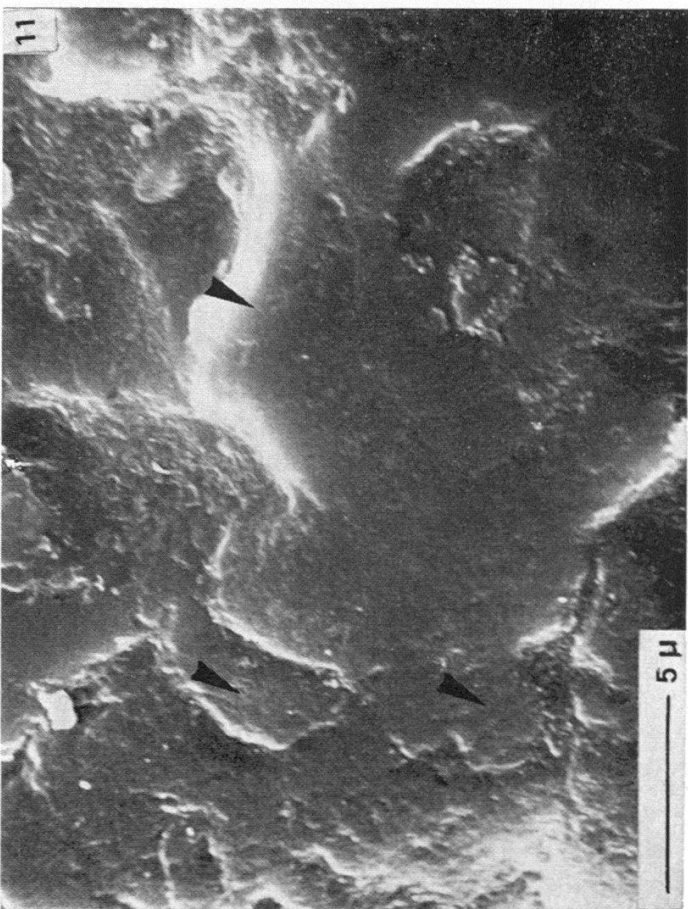
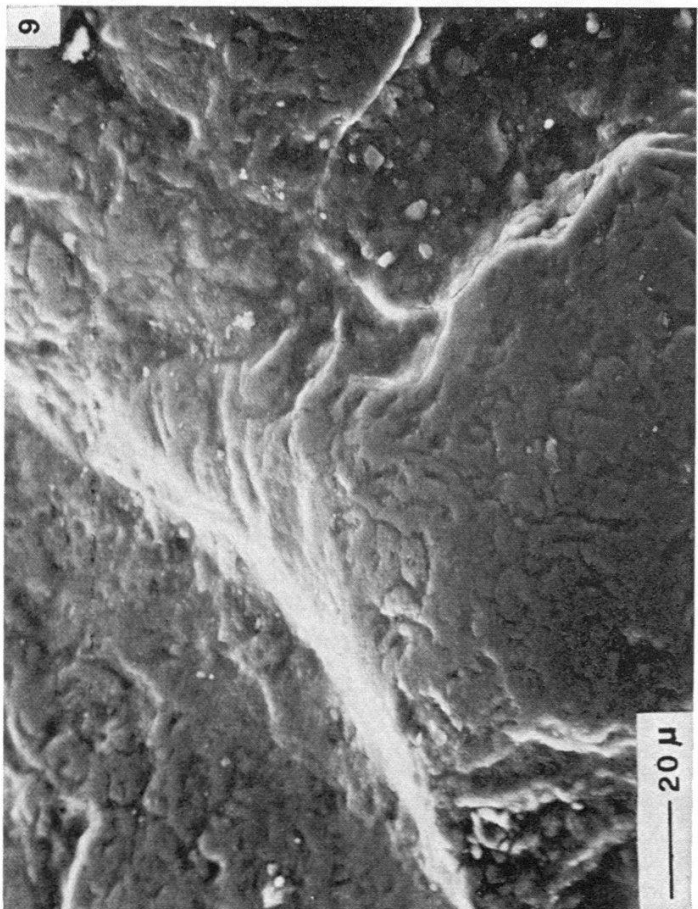
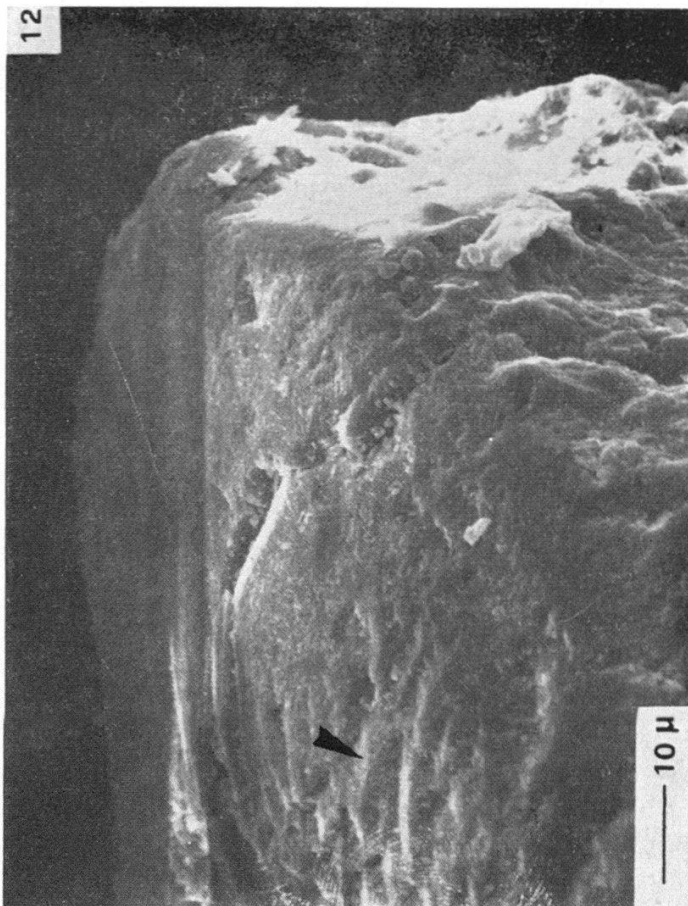
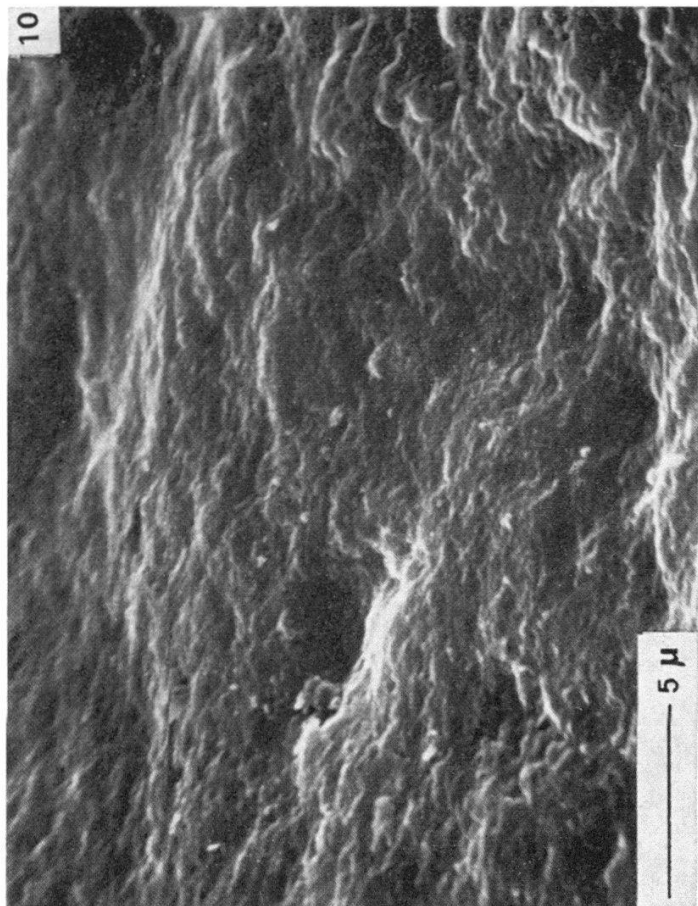
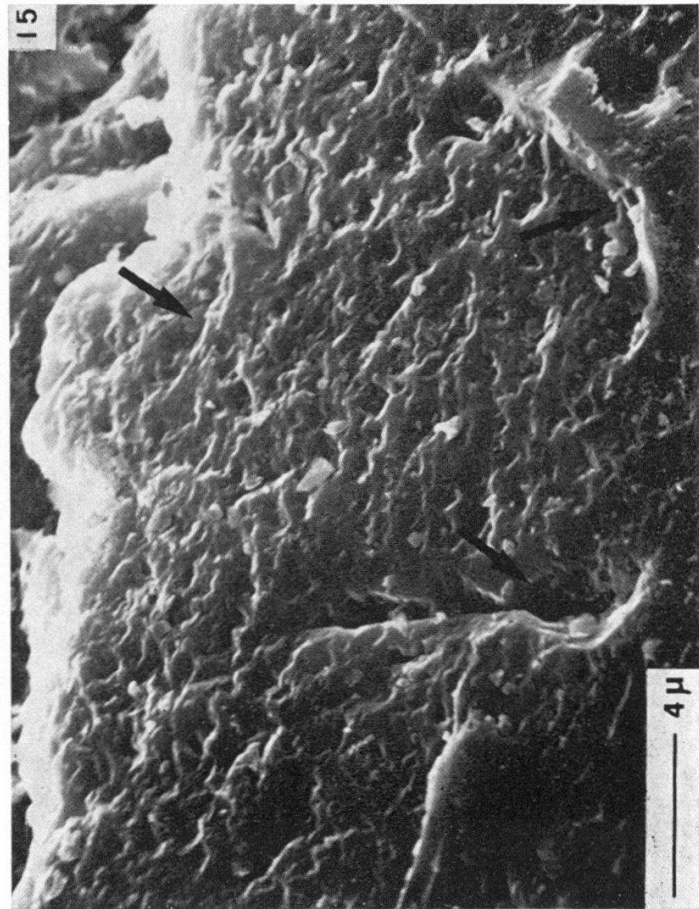
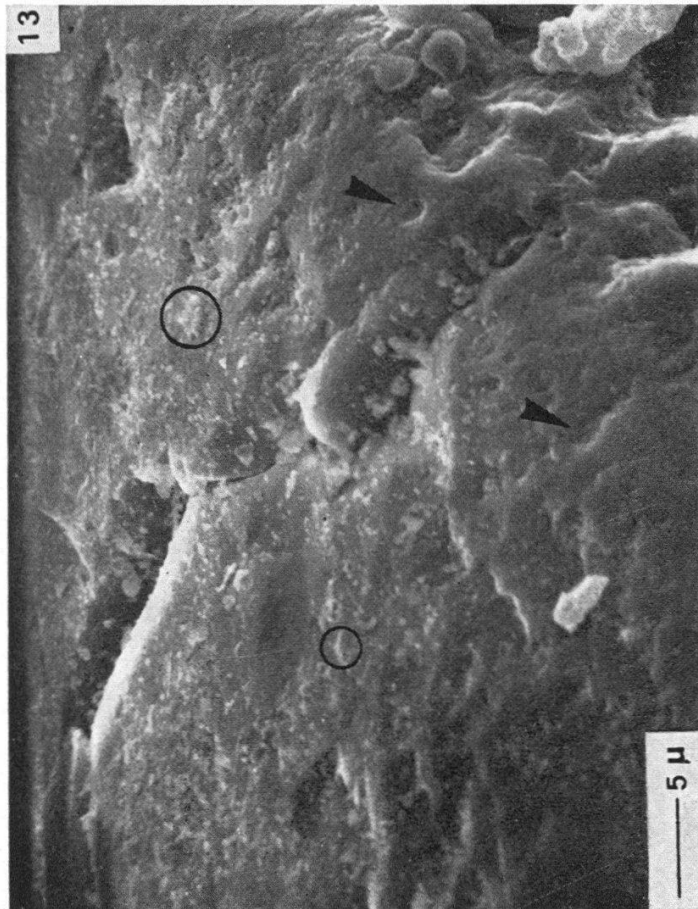
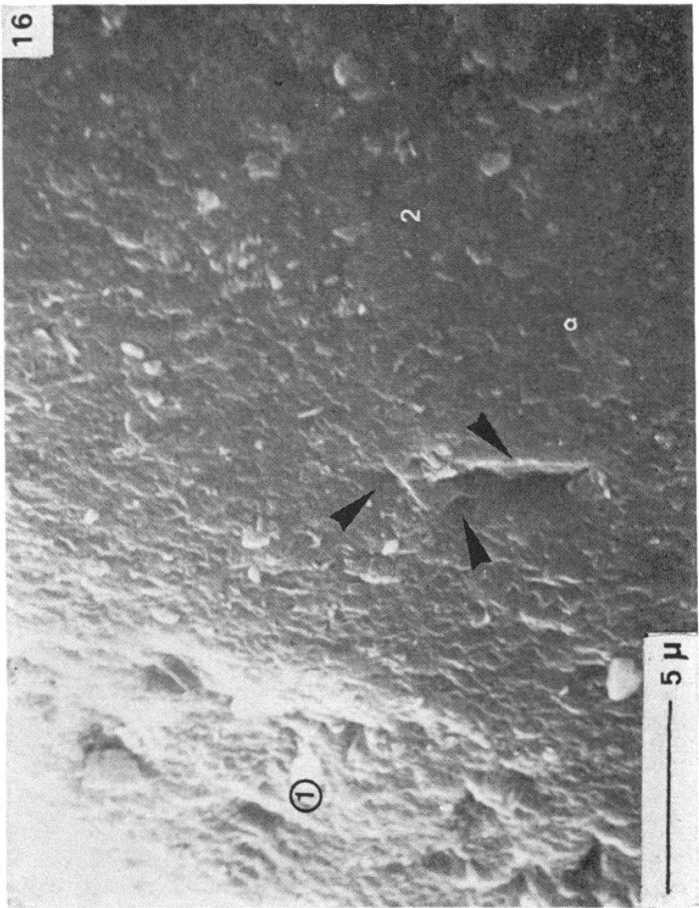
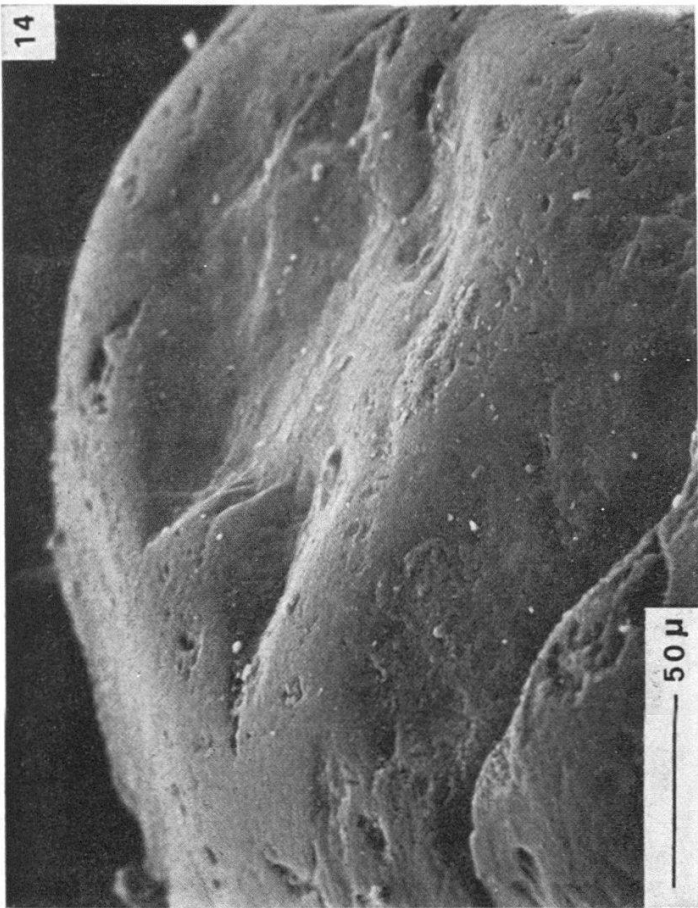


PLANCHE II







PLANCHES III et IV

Echantillon SiMor. Grès sidérolithique du Mormont.

Photo 9. — A faible grandissement, les nombreux croissants de chocs hérités d'une éolisation apparaissent nettement.

Photo 10. — A plus fort grandissement, la surface des quartz n'est plus propre comme c'était le cas pour les échantillons précédents. Au contraire, on remarque de nombreux dépôts siliceux sur les faces planes...

Photo 11. — ... et dans les dépressions, tandis que les arêtes (flèches), affectées de traces de chocs à gradient de polissage, en sont dépourvues. C'est un caractère d'évolution fluvatile de moyenne énergie.

Conclusion. — Les quartz de SiMor, après une longue immobilisation côtière, ont été repris par une évolution fluvatile de moyenne énergie.

Echantillon SiCru. Sables sidérolithiques de Cruseilles.

Photo 12. — Grain de quartz à faible grandissement. A gauche du cliché, on voit (flèche) des formes cristallines qui sont contemporaines d'une immobilisation du grain, suivie d'une silicification qui a masqué les caractères hérités de l'histoire sédimentaire antérieure du quartz.

Photo 13. — Détail de l'arête du même grain. On remarque (flèche) des traces de chocs à gradient de polissage qui entament la pellicule cristallisée. En outre de nombreux dépôts siliceux globuleux apparaissent (cercles) sur la face plane.

Conclusion. — Ce quartz, après une immobilisation de longue durée, a donc été repris par une évolution fluvatile de moyenne énergie.

Echantillon MoBa. Conglomérat molassique de Bavois.

Photo 14. — A faible grandissement, 60 % des quartz de l'échantillon MoBa présentent cette morphologie, très semblable à celle des échantillons Apt et Alb. Ces grains ont donc subi une évolution côtière.

Photo 15. — A plus fort grandissement apparaît la pellicule cristallisée, indice d'une longue immobilisation avec silicification des grains. Sous cette pellicule, on distingue les anciennes traces de chocs éoliennes (flèches).

Photo 16. — Détail d'une arête. A gauche du cliché, la pellicule cristallisée est nettement visible (1). Sur l'arête elle-même (2), la pellicule est polie et des traces de chocs à gradient de polissage (flèches) apparaissent, ainsi que des dépôts siliceux globuleux.

Conclusion. — L'évolution finale des quartz de l'échantillon MoBa est de type fluvatile de moyenne énergie. Certains des grains du sédiment sont repris de formations marines fossilisées.

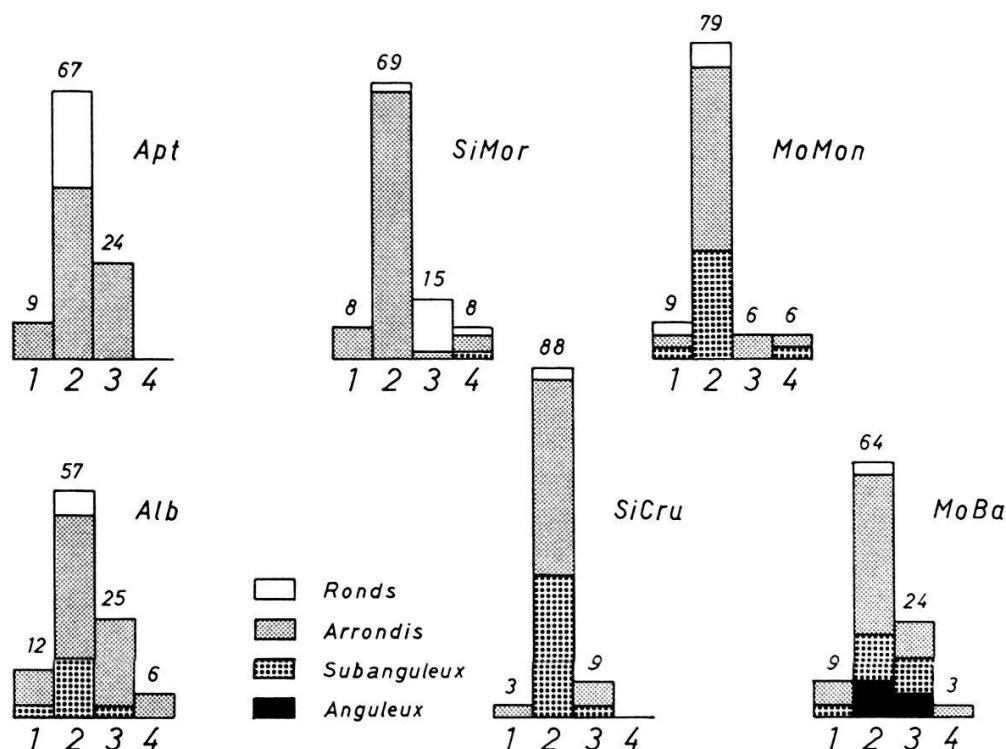


Fig. 2. — Forme et endoscopie des quartz.

La figure 2 montre une corrélation satisfaisante entre les échantillons sources et les échantillons dépôts. Tous possèdent dans des proportions comparables des représentants de chaque type, à l'exception d'Apt et de SiCru chez lesquels le type 4 fait défaut, ce qui pourrait s'expliquer par une alimentation préférentielle de l'un par l'autre.

Sur la même figure, on a indiqué pour chaque type la part de grains ronds, arrondis, subanguleux et anguleux qui lui appartiennent, ce qui permet d'établir la filiation des quartz à l'intérieur de chaque groupe. On y relève que la similitude d'Apt et d'Alb et l'évolution plus prononcée du premier se vérifient pour les trois premiers types, le quatrième n'appartenant qu'à Alb.

Chez SiMor les types 1, 2 et 3 sont plus évolués que la moyenne des échantillons sources des catégories correspondantes; on peut donc admettre qu'ils en proviennent. En revanche, son type 4, en retard par rapport à celui d'Alb, doit renfermer une certaine proportion de quartz frais peu évolué.

Un raisonnement analogue appliqué aux autres échantillons permet d'identifier avec certitude un apport frais de type 2 chez SiCru, de type 4 chez MoMon, et de types 2 et 3 chez MoBa, évalué dans ce dernier cas à 40 % de l'ensemble des grains.

Ces résultats donnent une première idée de l'origine des quartz. Apt et Alb doivent avoir à peu près la même, et ce sont eux qui constituent la principale source alimentaire des quatre autres. Mais il est démontré aussi que ces derniers ont tous bénéficié d'apports secondaires d'origines différentes, minimum chez SiMor, maximum chez MoBa.

EXOSCOPIE

C'est la méthode d'étude des quartz au microscope électronique à balayage (LE RIBAULT, *loc. cit.*). Elle se fonde sur l'interprétation des traces d'érosion mécanique et chimique et des dépôts siliceux, en tenant compte de leur situation par rapport aux arêtes, aux faces et dans les dépressions. Ces patientes investigations permettent de découvrir l'évolution des quartz et d'en reconstituer l'histoire dans les environnements successifs. La fiche exoscopique d'un grain est donc son passeport où sont inscrites toutes les étapes de son existence.

Les grains d'Apt ont le caractère de sables côtiers (photos 3, 4 et 5). Ils portent les traces du roulage de la mer dans une zone de moyenne énergie et celles d'une éolisation très prononcée, qui s'inscrit chez la plupart comme dernier stade évolutif. Leur histoire a donc pris fin sur une haute plage ou dans une dune littorale. Cette conclusion s'accorde avec les données paléogéographiques selon lesquelles le rivage de la mer aptienne se situait dans le Jura interne, là justement où a été prélevé l'échantillon Apt.

Alb (photos 6, 7 et 8) présente un mélange de caractères éoliens, intertidaux et infratidaux, mais le dernier est intertidal et non éolien. Ces quartz se sont donc déposés plus près de la mer que les précédents, sur une plage de moyenne énergie. Cet événement correspond sans doute à la transgression albienne.

L'exoscopie révèle en outre que les deux échantillons sources ont subi un arrondissement antérieur à leur éolisation, attribuable au transport fluvial en raison de l'absence des marques de dissolution qui caractérisent l'érosion marine. Ce sont donc des cours d'eau qui les ont déposés sur les plages crétacées du domaine jurassien.

Les quartz de SiMor (photos 9, 10 et 11) portent l'empreinte d'une éolisation côtière retouchée par un transport fluvial, ce qui signifie qu'ils proviennent des précédents et que leur transport jusqu'au dépôt sidérolithique a été effectué par un cours d'eau. Toutefois, le microscope électronique à balayage révèle encore l'existence d'un stock, peu important il est vrai, de grains purement fluviaux. Il s'agit donc d'un apport d'une autre provenance, vraisemblablement celui du type 4 décelé par l'endoscopie.

L'examen des quartz de SiCru (photos 12 et 13) montre aussi une origine côtière, suivie d'un transport fluvial de moyenne énergie, ainsi qu'un apport frais exclusivement fluvial, attribuable au type 2. Toutefois la présence de dépôts cristallins à la surface des grains indique que leur transport a été précédé d'une immobilisation dans un sol ou éventuellement dans un delta, c'est-à-dire une zone soumise à des alternances d'immersion et de longue émergence.

L'échantillon MoMon est caractérisé lui aussi par une éolisation initiale suivie d'un léger polissage d'origine marine et d'un transport

fluvatile de moyenne énergie, auquel s'associe en cours de route un apport de type 1 portant les traces d'une éolisation récente.

Le cas de MoBa (photos 14, 15 et 16) est le plus clair. 60 % de ses quartz proviennent incontestablement des quartz crétacés, dont ils ont conservé l'héritage côtier. Après une longue immobilisation dans un sol ou un delta, signalée par la présence d'une pellicule cristallisée, ils ont subi finalement un transport fluvatile peu marqué. Le reste, peu évolué et exclusivement fluvatile, correspond sans doute à l'apport frais des types 2 et 3 indiqué plus haut.

CONCLUSIONS

L'évolution des grains de quartz, schématisée par la figure 3, comprend trois phases successives. La première, de caractère fluvatile, s'est produite pendant leur transport par voie d'eau, à partir des roches cristallines originelles jusqu'aux plages crétacées. La deuxième est leur façonnement sur ces plages par le vent et le mouvement de la mer, suivi de leur fixation dans les sédiments du Crétacé moyen. Les échantillons Apt et Alb en sont restés là. La troisième enfin, qui date de l'Eocène et de l'Oligocène, comprend la libération de ces quartz par l'érosion des grès, leur immobilisation éventuelle dans un sol, une altérite ou un delta, puis leur transport fluvatile jusqu'aux bassins de sédimentation sidérolithiques ou molassiques. Enfin, à ces quartz réguliers s'ajoutent des lots distincts et aberrants provenant d'autres sources et transportés soit par l'eau, soit par le vent.

Si incomplets qu'ils soient, ces résultats donnent une réponse à la question posée au début de ce travail, à savoir que les quartz éocènes et oligocènes — du moins ceux qui ont été examinés — sont fluvatiles et que leur morphologie éolienne est un héritage crétacé.

Pour ceux de la molasse, cette explication ne diffère de celle de BERSIER (1938 a) que par le milieu et l'âge de l'éolisation, dunes et plages crétacées pour nous, aires désertiques tertiaires pour lui. En revanche, son hypothèse pourrait s'appliquer telle quelle à l'apport frais de MoMon. Quant aux quartz de l'Eocène, nos conclusions ne sont pas incompatibles avec celles de BERSIER et BADOUX (1937), la durée de cette période étant suffisamment longue pour que des dépôts fluvatiles et des transports éoliens aient pu s'y produire à plusieurs reprises dans des conditions climatiques différentes.

On sait que les argiles sidérolithiques proviennent du remaniement d'un sol tropical. Dans la molasse, la présence de galets rubéfiés, la pigmentation de certains niveaux, trahissent une influence comparable. Les résultats de l'exoscopie aboutissent à la même conclusion. Dans deux échantillons dépôts, l'un sidérolithique SiCru, l'autre molassique MoBa, un certain nombre de grains portent la marque d'une immobilisation dans un sol ou une altérite, précédant leur transport fluvatile.

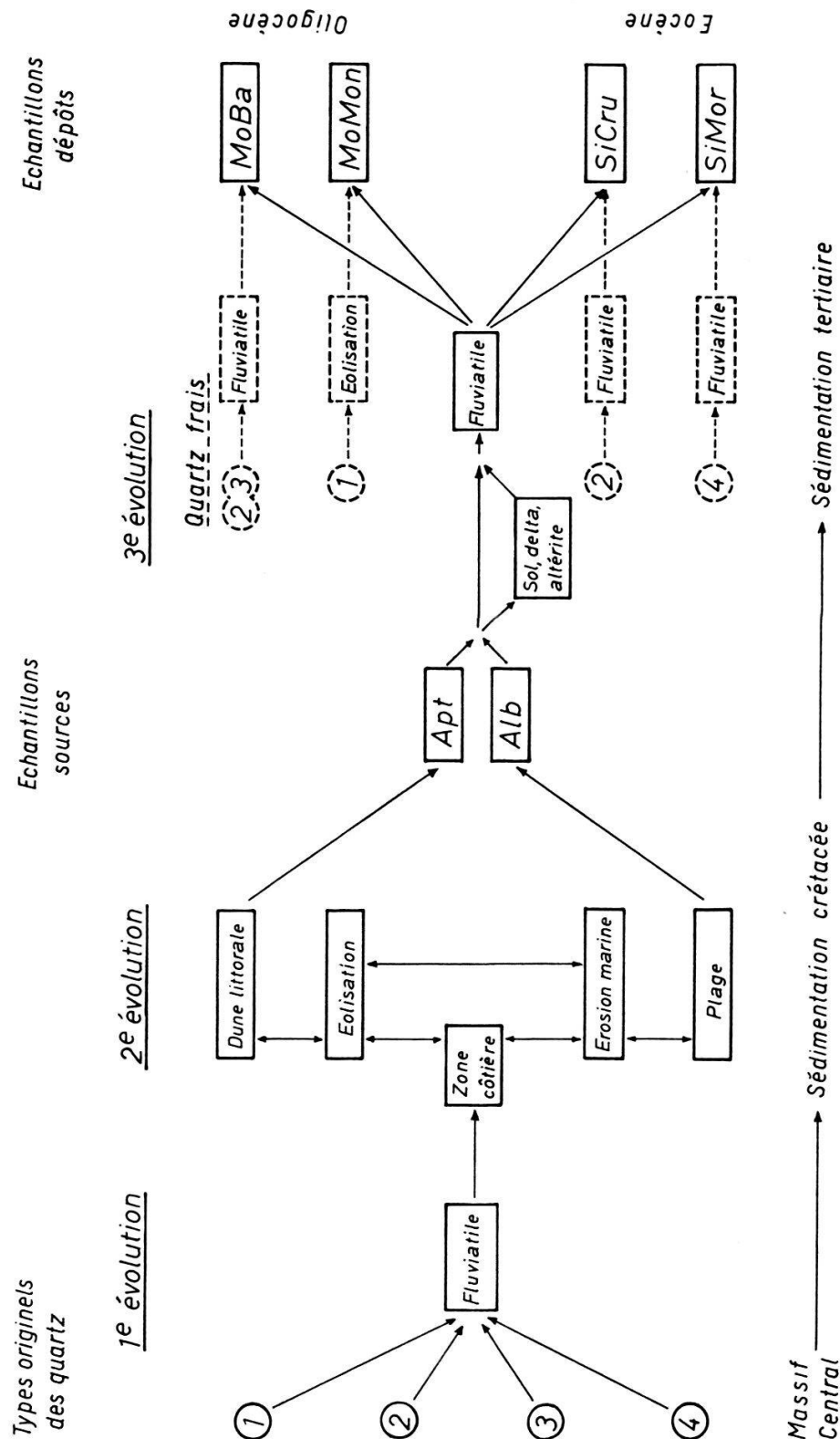


Fig. 3. — Histoire des échantillons.

Dans les deux cas il s'est donc produit en premier lieu une biostasie, au cours de laquelle l'altération chimique des grès crétacés a engendré une couverture pédologique, puis une rhexistasie, période de déséquilibre, caractérisée par une érosion des sols au profit de la sédimentation dans des bassins de décantation.

Il reste à déterminer l'origine des diverses catégories de quartz. Ceux du Crétacé, qui ont alimenté ensuite les sédiments tertiaires, semblent provenir du Massif Central comme l'a montré VATAN (1949). En revanche, la provenance des apports frais, dont ont bénéficié tous les échantillons dépôts, est plus obscure, d'autant plus que les quatre types endoscopiques y sont représentés, ce qui implique l'existence de plusieurs sources.

Les deux apports sidérolithiques étant fluviaux, on peut se demander si les cours d'eau éocènes, qui charriaient les sables d'origine crétacée, ne les ont pas arrachés à d'autres niveaux de la série jurassienne, ou à des terrains plus anciens affleurant dans les Vosges. A l'Oligocène, l'origine des grains éoliens de MoMon reste indéterminée. Par contre celle des apports frais de MoBa peut s'expliquer. Dans la molasse du pied du Jura, les matériaux d'origine jurassienne diminuent progressivement à mesure qu'on s'éloigne de la chaîne, au profit de ceux des Alpes. Par conséquent, à Bavois, situé à l'extrémité S du delta d'Orbe, la contribution alpine ne doit pas être négligeable. Or, BERSIER (1938 b) a observé que les quartz de la molasse du même âge prélevés dans le Jorat sont caractérisés par leur forme anguleuse, et il suppose qu'ils proviennent de la désagrégation des grès du flysch alpin. Ceux de Bavois (MoBa), les seuls anguleux de tous nos échantillons, ont vraisemblablement la même origine. Dans nos grès, leur présence est donc l'indice du plissement alpin.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT, D. 1975. — L'évolution du relief jurassien. *Ecl. geol. Helv.* 68/1.
- BERSIER, A. 1938a. — Traces éoliennes du continent antémolassique dans les premiers sédiments de la Molasse suisse. *C. R. Ac. Sc.* 207, 927-929.
- 1938b. — Recherches sur la Géologie et la Stratigraphie du Jorat. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat.* 6/3.
- BERSIER, A. et BADOUX, H. 1937. — Une formation éolienne subdésertique dans le Sidérolithique du Mormont (Vaud). *Ecl. geol. Helv.* 30/2, 231-234.
- BERTSCHY, R. 1958. — Geologie der Kreide und Molasse in der Umgebung von Grandson (Kanton Waadt). *Ecl. geol. Helv.* 51/2, 217-263.
- DEICHA, G. 1955. — Les lacunes des cristaux et leurs inclusions fluides. Masson, Paris.
- LE RIBAUT, L. 1973. — L'exoscopie. Thèse Univ. Paris-Sud, 62 p.
- 1974a. — L'exoscopie, méthode de détermination de l'histoire géologique des quartz détritiques. *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* (2), 16/1, 119-130.
- 1974b. — Exoscopie et endoscopie des quartz d'origine détritique. *Soc. Ital. Miner. Petro.*, 30/1, 373-416.
- SCHÄR, U. 1967. — Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Mesozoikum und Tertiär des Bielerseegebietes (Kanton Bern). *Mat. carte géol. Suisse*, NS, 133, 88 p.
- VATAN, A. 1949. — La sédimentation détritique dans la zone subalpine et le Jura méridional, au Crétacé et au Tertiaire. *C. R. Soc. géol. Fr.* 6, 102-104.

Manuscrit reçu le 11 juin 1975.