

GÉOLOGIE. PÉDOLOGIE. — *Etude de l'altération du quartz en milieu tropical humide*. Note (*) de M. Guy Claisse, présentée par M. Louis Glangeaud.

Un certain nombre de techniques analytiques utilisées sur des quartz altérés en milieu tropical humide ont donné des résultats assez précis pour le caractériser. Ce sont des figures typiques de corrosion, bien visibles à l'observation au microscope optique et au microscope électronique à balayage. C'est la présence d'un cortège d'éléments amorphes : silice, fer, alumine, et d'éléments cristallisés : goëthite et kaolinite.

Les observations faites sur les résultats de l'attaque du quartz pur ⁽¹⁾ aux trois acides (acides nitrique, chlorhydrique, sulfurique) et du quartz altéré tiré de profils ferrallitiques ont montré qu'une certaine quantité de quartz peut être solubilisée par cette attaque. Une étude approfondie sur le quartz altéré fournit des résultats qui apportent des renseignements sur le mécanisme de son altération et explique sa solubilité.

L'échantillon de quartz provient de profils développés sur les schistes et quartzites de la Basse Côte-d'Ivoire où existent une pluviométrie moyenne de 1 725 mm répartie en deux saisons dont une saison des pluies de 8 mois et une température variant de 22 à 26°, donc climat chaud et humide à saisons alternées.

OBSERVATION SUR LE QUARTZ PUR. — Le quartz pur apparaît au microscope comme très finement fissuré, les fissures se regroupent en deux directions principales qui recouvrent un deuxième réseau de stries très fines. Cet ensemble matérialise les directions de clivages avec des angles voisins de 120°. On distingue encore des lignes formées de figures en virgules mises bout à bout qui s'éteignent ensemble. Ces lignes présentent la trace des plans de décrochement dus à des effets mécaniques.

Les microphotographies ⁽²⁾ ont montré que le quartz pur présente toujours, quel que soit le grossissement, une surface glacée polie, où l'on remarque seulement quelques petits décrochements dus à l'arrachement lors de la séparation de l'échantillon de la masse du quartz. Quelques petits trous sont visibles avec quelques fissurations formant des angles variables entre eux.

OBSERVATIONS SUR LE QUARTZ ALTÉRÉ. — 1. *Observation au microscope.* — Les plaques minces montrent une masse quartzreuse très craquelée. Les craquelures sont fines, en dents de scie, s'avancant dans toutes les directions, irrégulières. Elles délimitent des plages de quartz de toutes dimensions. L'ensemble apparaît comme un amas d'écailles. Celles-ci sont beaucoup plus aplaties sur les bords de l'échantillon. En d'autres endroits des craquelures plus grosses s'enfoncent profondément dans la masse quartzreuse, ou délimitent des îlots de quartz.

En lumière polarisée les lignes de craquelures apparaissent en bandes beaucoup plus larges complètement éteintes, ou faiblement polarisées en gris foncé.

A fort grossissement les craquelures se présentent comme des canaux de calibre variable avec différentes sortes de remplissage.

a. Remplissage par une multitude de grains de quartz enveloppés de produits amorphes très visibles, qui s'éteignent en lumière polarisée. Les grains de quartz se

- 4 AOUT 1972

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

n°

5592 (Redo)

présentent soit en grains à contours plus ou moins hexagonaux, soit en grains plus gros brisés, soit enfin, en grains irréguliers avec des figures de corrosion.

b. Remplissage avec produits ferrugineux de couleur rouille. Ces produits se sont déposés par couches successives le long des parois des canaux. Les premières couches au contact des parois sont de couleur rouille plus foncée. Dans les gros canalicules ou dans des cavernes de corrosion se remarquent de nombreux grains de quartz entourés de plusieurs couches de produits ferrugineux. Comme les analyses chimiques donnent une certaine quantité d'alumine à côté du fer, il est probable qu'avec les produits ferrugineux se mêlent des produits alumineux ayant des dispositions semblables mais non décelables au microscope car ils ne sont pas colorés.

c. Remplissage de silice amorphe incolore, distincte du baume et qui reste éteinte en lumière polarisée. Cependant, dans certains canaux on assiste à une recristallisation de la silice amorphe le long des parois donnant une image de dédoublement de la paroi, en forme de tuyau, parallèle à la paroi.

La silice amorphe est encore mise en évidence dans des écailles de bordure des îlots de quartz, bien délimités par l'enveloppement de produits ferrugineux et dont l'ensemble s'éteint en lumière polarisée.

2. *Observation par microphotographie.* — Les photos de surface à fort grossissement ($G \times 2\ 000$ et $6\ 000$) présentent des surfaces écailleuses d'aspect scoriacé avec de nombreuses microfractures et microcavernes irrégulières. On distingue une multitude d'écailles de toutes dimensions dont les plus grosses sont nettement hexagonales. On y retrouve la trace du clivage du quartz. L'ensemble de l'écailage provient de la fragmentation des feuillettes superposés qui semblent se séparer les uns des autres, et qui se recouvrent plus ou moins. Un certain nombre d'écailles est complètement détaché des feuillettes par leurs bords ou par des anastomoses en forme de pédoncule. On assiste donc à l'individualisation de feuillettes, puis à la fragmentation des feuillettes en écailles. Chaque écaille est généralement entourée d'une bande blanchâtre. Il se peut que ce soit là la représentation du phénomène d'amorphisation puisque les espaces compris entre les écailles et les feuillettes correspondent aux canaux observés au microscope.

3. *Résultats d'analyse chimique.* — Le quartz altéré est réduit en poudre que l'on répartit en une séquence de classes dont les dimensions vont de 2 mm à 1 μ et à moins de 1 μ par tamisage et sédimentation. Sur ces poudres on procède à diverses analyses chimiques dont l'extraction des produits par la méthode Segalen (³). Les résultats sont les suivants :

a. Alumine : de faibles quantités d'alumine amorphe sont extraites. Elles s'épuisent rapidement en fonction des dimensions et ne sont plus décelables pour des dimensions supérieures à 5 μ . L'étude des résultats indique encore que la totalité de l'alumine est extraite, donc qu'elle se trouve pratiquement sous forme amorphe.

b. Fer : des quantités plus importantes de fer amorphe sont extraites (quantité voisine de 2 % dans les échantillons étudiés). L'étude des résultats indique qu'il existe également du fer sous forme non amorphe.

c. *Silice* : Les quantités de silice amorphe extraites sont relativement considérables : de l'ordre de 5 % pour des échantillons de dimension inférieure à 2 μ . Il est à noter que les mêmes manipulations et les mêmes analyses faites sur une poudre de quartz pur non altéré ne libèrent pas de silice amorphe. La silice amorphe provient bien d'une évolution du quartz dans le profil pédologique et non pas de la préparation des échantillons au laboratoire. La silice ainsi trouvée correspond à celle observée au microscope et dans les photos.

4. *Résultats d'analyse aux rayons X.* — La poudre de quartz altéré de dimension inférieure à 2 μ , soumise aux rayons X, donne le spectre du quartz. Cependant on y reconnaît en plus les pics de la kaolinite à 7,15 Å et à 3,65 Å et celui de la goëthite à 2,69 Å.

5. *Résultats d'analyse thermique différentielle.* — Le diagramme indique des crochets thermiques aux températures de 120, 400° et entre 530 et 580°, correspondant respectivement à des produits amorphes, à la goëthite, à la kaolinite et au quartz. Et dans la zone de 900 à 1 000°, se trouve une bosse exothermique due à l'influence des oxydes de fer (⁴).

DISCUSSION DES RÉSULTATS. — Les différentes analyses et observations précisent la composition du cortège d'éléments qui accompagne le quartz altéré tiré d'un sol ferrallitique. Ce sont d'abord des éléments amorphes, silice, oxydes de fer et d'alumine. Ce sont ensuite des minéraux cristallisés, goëthite et kaolinite. Celle-ci est présente en faible quantité mais cependant décelable. Enfin, il existe des amas de grains de quartz.

L'origine de ces éléments est explicable. La silice amorphe est facilement identifiable, par l'observation au microscope, par la photographie, et par l'analyse chimique. Elle provient du quartz lui-même. Elle tapisse la paroi de bon nombre de canaux et de cavernes, ou encore forme des écailles dans la masse quartzreuse. Elle peut se recristalliser. C'est l'élément endogène.

Le fer n'existe pas originalement dans le quartz. Il provient du profil ferrallitique. Il envahit les canaux et les cavités et se dépose sous forme de couches visibles. Dans ce processus entre également l'alumine, non visible mais décelée à l'analyse. Une partie du fer est cristallisée sous forme de goëthite.

Il reste à expliquer la présence de la kaolinite — soit deux hypothèses :

a. Il y a migration de la kaolinite vers le quartz, accompagnant dans le même processus le fer et l'alumine. Cependant la kaolinite ne peut migrer en solution et n'envahir que les canalicules d'assez grandes dimensions.

b. Il y a synthèse de la kaolinite au sein même du quartz par la mise en présence de l'alumine venant de l'extérieur en éléments de dimension de l'ordre de l'angström et de la silice amorphe formée en grande quantité dans le minéral en voie d'altération par le quartz lui-même.

Une autre conséquence de ces recherches est l'hypothèse que le quartz se présente, dans son milieu, comme fournisseur de silice important, non pas tant par la

quantité de silice qu'il libère, mais par le fait qu'il est un minéral très répandu. D'autre part, on ne trouve pas de silice amorphe dans les analyses du sol ferrallitique. Celle-ci peut être immédiatement immobilisée par la synthèse de la kaolinite, cette fois-ci en dehors du quartz, ou encore entraînée et participer à des phénomènes de silification [(5), (6)].

On trouve enfin dans les canaux des grains de quartz pouvant avoir diverses origines. Ils ont été séparés de la paroi et isolés par un enrobage de produits ferrugineux. Ils sont en forme de coin ou d'écaille parfois reliés à la paroi. D'autres pratiquement hexagonaux à bords nets pourraient être des quartz de néoformation.

Le quartz altéré dans le profil ferrallitique fournit un assez grand nombre de données précises qui peuvent servir à le caractériser. Inversement, un quartz tiré d'un sédiment géologique et fournissant des données analogues aussi bien morphologiques que chimiques pourra être assimilé à un quartz ayant évolué dans des conditions de milieu assez comparables à celles que l'on trouve actuellement dans les zones intertropicales à climat chaud et humide avec alternance de saisons.

(*) Séance du 8 mai 1972.

(1) G. CLAISSE, *Cah. ORSTOM*, série Pédol., 2, 1968, p. 129-149.

(2) Microphotographies faites à l'aide du microscope électronique à balayage (Professeur Leneuf, Dijon).

(3) P. SEGALEN, *Cah. ORSTOM*, série Pédol., 1, 1968, p. 105-126.

(4) S. CAILLÈRE et S. HENIN, *Minéralogie des argiles*, Masson et Cie.

(5) G. MILLOT, H. RADIER, R. MULLER FEUGA, M. DESFOSSEZ et R. WEY, *Bull. serv. Carte géol. Als. Lor.*, 12, 2, 1959, p. 3-15.

(6) G. MILLOT, *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lor.*, 13, 4, 1960, p. 129-146.

ORSTOM, SSC, Pédologie,
70-74, route d'Aulnay, 93-Bondy, Seine-Saint-Denis.