

**PÉDOLOGIE.** — *Evolution des quartz dans les sols rouges ferrallitiques développés sur les roches sableuses et gréseuses de l'Afrique Occidentale.* Note (\*) de **M. Roger Fauck**, présentée par M. Marcel Roubault.

L'étude des sols rouges ferrallitiques développés sur les roches mères sableuses et gréseuses, en Afrique occidentale conduit à plusieurs conclusions. Par des mécanismes purement pédologiques, les quartz sont victimes d'une fragmentation et subissent une dissolution intense. Des quantités importantes de silice peuvent ainsi être exportées hors des profils ferrallitiques.

En Afrique occidentale, des formations géologiques sableuses et gréseuses occupent de vastes étendues. Or, quand la pluviosité dépasse le mètre, se développent sur ces roches des sols rouges ferrallitiques profonds, très différents des sols ferrallitiques des régions cristallines et cristallophylliennes. Ce sont ces sols qui ont été étudiés : ils sont désignés ici sous le nom abrégé de « sols rouges ».

1. **ROCHES MÈRES ET CLIMATS.** — Les roches mères sableuses et gréseuses envisagées appartiennent à deux grands ensembles géologiques. D'abord, les vastes affleurements du Continental terminal formé de sables et de grès alternant avec des lentilles argileuses et des passées ferrugineuses : c'est un faciès sidérolitique. Ensuite, certaines formations gréseuses primaires et précambriennes qui forment de grands plateaux à la périphérie des socles cristallins <sup>(1)</sup>. On doit ajouter à ces deux ensembles les produits de remaniement colluviaux qui en sont issus. Toutes ces roches-mères ont en commun de n'être pratiquement composées que de grains de quartz (50 à 95 %), de kaolinite (5 à 40 %) et d'un peu d'oxyde de fer (1 à 6 %). Ceci est vrai des grès primaires et précambriens à l'affleurement, même si leur composition à l'état sain est différente <sup>(2)</sup>.

Les climats favorables aux sols rouges, sont tropicaux avec une ou deux saisons sèches. Au Sénégal : 800 à 1 800 mm de pluviosité, une saison des pluies. Au Togo et au Dahomey : même pluviosité, deux saisons des pluies. En Haute-Volta : 900 à 1 300 mm de pluviosité, une saison des pluies.

2. **LES SOLS ROUGES EUX-MÊMES.** — Les sols rouges étudiés varient peu, quelle que soit la diversité des roches mères siliceuses <sup>(3)</sup>. Ils sont profonds, car ils dépassent souvent 8 m. Leur morphologie est simple. En surface, se trouve un horizon à texture sablo-argileuse, dont le sommet est enrichi en matière organique. Progressivement cet horizon, dit appauvri, passe à des horizons épais, de texture plus argileuse et de couleur rouge homogène, appelés horizons B. Ces derniers sont caractérisés par des « pseudosables » qui sont des agglomérations d'argile, d'oxydes de fer amorphes et de petits grains de quartz. Si l'on ne tient pas compte de ces pseudosables, lors de l'interprétation des analyses, tous les raisonnements granulométriques sont faussés <sup>(4)</sup>. Enfin, profondément, un horizon C fait la transition avec les roches mères. Il est hétérogène et l'on y observe un front de rubéfaction.

3. **LA MÉTHODE D'ÉTUDE LATÉRALE DES ALTÉRATIONS.** — Quand des sols sont développés sur des roches massives, la comparaison se fait entre le sol et la roche mère,

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

Collection de Référence

n° 4725

Peds

15 JUIN 1971

située dessous. Dans le cas des terrains sédimentaires stratifiés, cette méthode est inutilisable, car il n'y a aucune raison pour que le banc transformé en sol soit identique au banc inférieur. Pour tourner cette difficulté a été pratiquée une méthode d'étude latérale des profils (3). On vérifie d'abord qu'un niveau sédimentaire varie peu dans son extension latérale. Ensuite on examine comment, sur le flanc d'un versant, il se transforme latéralement. Des puits successifs sont creusés le long de la pente, et les granulométries ainsi que les analyses permettent de calculer les transformations dues à la pédogenèse.

4. OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES. — Les grains de quartz des roches mères ont leurs formes détritiques normales et sont entourés d'un ciment kaolinique peu abondant. Dès qu'on passe de la roche mère dans l'horizon C du sol, le front de rubéfaction est franchi. La matière argileuse est plus abondante et elle est vivement colorée par les oxydes de fer. Les grains de quartz prennent un aspect carié. Ils se fissurent et se craquèlent. Leur surface, les caries, les fissures et les craquelures, qui vont en s'élargissant, sont garnies d'oxyde de fer. Dans l'horizon B, l'organisation en pseudosables fixe et cache ces aspects. Mais dès les horizons supérieurs, les argiles se déferriquent partiellement et les agrégats se détruisent (5). Les quartz eux-mêmes, parcourus de canalicules, se désagrègent en débris, eux-mêmes cariés, beaucoup plus petits que les grains initiaux.

5. GRANULOMÉTRIE. LA FRAGMENTATION DES QUARTZ. — En passant des roches mères aux horizons des sols, la granulométrie des quartz varie et toujours dans le même sens. Le pourcentage des sables grossiers (1 à 2 mm) diminue systématiquement. Cette diminution est particulièrement sensible dans l'horizon C de transition, là où la rubéfaction commence et où les grains de quartz participent à l'agrégation en pseudosables. Dans les horizons supérieurs, ces derniers sont partiellement détruits. Et l'on constate que le pourcentage des sables très fins (< 0,012 mm) diminue à son tour. Au total dans cette fragmentation des quartz, c'est la fraction moyenne qui apparaît statistiquement avantagée. Elle est nourrie par la pulvérisation des grossiers, pendant que la fraction fine est victime d'une disparition relative. De cette façon, quelle que soit la granulométrie des roches mères, il y a convergence vers un type de squelette quartzeux, riche en moyens, et commun aux divers sols rouges.

6. DISSOLUTION DES QUARTZ. — La dissolution du quartz est suggérée par les caries, le creusement des canalicules et l'élargissement des fissures dans les grains de sable. C'est l'aspect visuel du phénomène. Mais toute une série d'arguments confirment cette hypothèse.

— Les teneurs en kaolinite augmentent systématiquement en passant des roches mères aux horizons C et aux horizons B. C'est ainsi qu'une roche contenant 90 % de quartz et 10 % d'argile devient un sol à 50 % de quartz et 50 % d'argile, avec maintien d'une bonne porosité, due en grande partie à la formation des pseudosables.

Ce faisant, les variations des densités sont faibles, ce qui exclut une simple importation d'argile. Ces nombres ne peuvent s'interpréter que par la dissolution du quartz.

— Les calculs géochimiques montrent que les teneurs en kaolinite, en fer et en titane restent proportionnelles entre elles dans le passage des roches mères aux horizons des sols, tandis que le quartz diminue toujours et parfois de 50 %. Comme il est impossible que kaolinite, fer et titane aient été importés en quantités égales par migration, il est raisonnable de dire que le squelette quartzeux a subi une dissolution.

— Enfin, les nappes aquifères qui se trouvent sous les sols rouges tiennent 15 à  $30 \cdot 10^{-6}$  de silice en solution. Or, il n'existe dans les roches mères aucun silicate susceptible d'alimenter par hydrolyse une pareille teneur dans les eaux. La kaolinite elle-même ne peut en être tenue pour responsable, puisque l'alumine libre n'est pas déterminée dans ces sols. On en déduit que les teneurs en silice des solutions sont le résultat de la dissolution des quartz.

7. CONSÉQUENCES PÉDOLOGIQUES. — Les caractères principaux de la genèse des sols rouges sont donc les suivants : rubéfaction par accumulation d'oxydes de fer dans le squelette quartzeux ; liées à cette rubéfaction, fragmentation et dissolution des quartz ; augmentation relative des argiles, formées de kaolinite pratiquement stable dans ce milieu ; convergence vers un type de sol constant d'un lieu à l'autre et contenant 50 à 60 % de quartz, 40 à 50 % de kaolinite et 5 à 6 % de fer.

Ce sont les climats tropicaux, caractérisés par 1 à 2 m de pluie avec intervention d'une ou deux saisons sèches, qui favorisent et conservent les sols rouges. Or ce sont ces climats qui engendrent, dans les régions voisines, cristallines et cristallophyl-liennes, les sols ferrallitiques. Les sols rouges ici étudiés méritent eux aussi le nom de sols ferrallitiques, bien que seuls la silice et le fer soient libérés et mobilisés. Si l'alumine ne l'est pas, c'est parce que les roches sableuses ne contiennent pas de minéraux alumineux hydrolysables.

8. CONSÉQUENCES GÉOCHIMIQUES. — Au point de vue géochimique, la dissolution du quartz dans ces sols rouges est beaucoup plus importante que dans les autres sols ferrallitiques [(6), (7), (8)]. La raison en est justement dans la composition particulière des roches mères. Celles-ci ne contiennent que quartz, kaolinite et oxydes de fer et aucun des silicates, et en particulier des feldspaths, qui fournissent ailleurs la majeure partie de la silice aux solutions. Ici, c'est le quartz lui-même qui se dissout. Sa solubilité est de 6 à  $7 \cdot 10^{-6}$  (9), teneur au-dessous de laquelle, les eaux de percolation dans ces sols poreux descendent aisément. La kaolinite n'est pas atteinte, car la solubilité de la silice de la kaolinite est de  $1 \cdot 10^{-6}$  (10), dilution à laquelle l'abondance du quartz interdit de parvenir. On saisit ici que la kaolinite est stable et le quartz très attaqué.

On notera par ailleurs que la silice stabilise les précipités d'hydroxydes de fer à l'état amorphe (11), et c'est essentiellement dans cet état que se trouvent ici les hydroxydes.

Une autre conséquence géochimique réside dans la composition des solutions

exportées. Si aucun silicate ne peut fournir les alcalins et les alcalinoterreux, si l'aluminium est pratiquement stable dans la kaolinite, si le fer est mobilisé mais piégé très tôt dans sa majeure partie, le seul élément qui puisse être évacué en abondance est la silice. On comprend le rôle de ces solutions riches en silice dans les silicifications souterraines et la sédimentation siliceuse <sup>(12)</sup>.

On illustre ici à nouveau la notion de « dominance et carence géochimiques d'un paysage en voie d'altération », selon la définition de M<sup>lle</sup> Paquet <sup>(13)</sup>. Ici, il y a dominance de silice et carence en tous les autres éléments.

Enfin, une telle dissolution du quartz, qui peut parvenir jusqu'à la destruction de 50 % du squelette quartzueux s'accompagne de fortes diminutions de volume. Ceci se traduit en surface par la création de dépressions fermées, fréquentes dans de nombreuses régions tropicales, sableuses ou gréseuses. De beaux exemples sont visibles au Sud du Dahomey dans le pays des terres de barre.

CONCLUSION. — Fragmentation et dissolution intenses du quartz, liées à la rubéfaction ; importance de l'enrichissement relatif en kaolinite peu hydrolysable dans ce milieu ; évacuation de solutions à silice dominante ; telles sont les leçons principales que l'on peut tirer de l'étude de la transformation des roches sableuses et gréseuses de l'Afrique occidentale en sols rouges ferrallitiques.

(\*) Séance du 23 novembre 1970.

(1) P. JONQUET, *Rapport B. R. G. M.*, 1963, ronéo.

(2) R. DARS, *Mém. B. R. G. M.*, 12, 1961, 327 pages.

(3) R. FAUCK, *Thèse Sc.*, Strasbourg, 1971 (à paraître).

(4) A. CHAUVEL et G. PEDRO, *Comptes rendus*, 264, Série D, 1967, p. 2089-2092.

(5) A. CHAUVEL et R. FAUCK, *Comptes rendus*, 269, Série D, 1969, p. 2081-2083.

(6) F. LELONG, *Mém. Sc. Terre*, 14, 1969, 187 pages.

(7) Y. TARDY, *Thèse Sc.*, Strasbourg, 1969, ronéo, 274 pages ; *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.* (à paraître).

(8) N. LENEUF, *Thèse Sc.*, O. R. S. T. O. M., Paris, 1959, 210 pages.

(9) G. MILLOT, Masson et Cie, Paris, 1964, 499 pages.

(10) R. M. GARRELS et C. L. CHRIST, Traduction R. Wollast, Gauthier-Villars, Paris, 1967, 335 pages.

(11) J. TRAN-VINH-AN, *Thèse Doctorat*, Heverlée, Belgique, 1967, ronéo, 87 pages.

(12) G. MILLOT et R. FAUCK, *Comptes rendus* (sous presse).

(13) H. PAQUET, *Thèse Sc.*, Strasbourg, 1969, ronéo, 348 pages ; *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.* (à paraître).

(Centre O. R. S. T. O. M. de Dakar-Hann,  
B. P. n° 1386, Dakar, Sénégal.)