

**PÉDOLOGIE.** — *Sols des karsts de l'atoll surélevé de Lifou (îles Loyalty, territoire de la Nouvelle-Calédonie) et problème de la bauxitisation.* Note (\*) de M. **Gabriel Tercinier**, présentée par M. Louis Glangeaud.

Les sols de remplissage des karsts du grand atoll surélevé de Lifou sont de véritables bauxites humifères meubles, à boehmite et produits alumineux inorganisés dominant habituellement la gibbsite. Leur origine est attribuée à des contaminations par des ponces volcaniques flottées, leur mode de formation à une altération en milieu riche en alcalino-terreux inhibant la kaolinisation et maintenant les produits néoformés à l'état amorphe.

Dans les conditions habituelles de ferrallitisation des roches silicatées, le milieu, soumis à un lessivage intense, est franchement acide et fortement désionisé. Néanmoins, beaucoup de bauxites sont associées à des formations carbonatées karstiques : il en est ainsi non seulement de bauxites anciennes, telles que celles de l'Europe méridionale, mais aussi de bauxites meubles éluviales de formation récente, telles que celles de la région caraïbe [(<sup>1</sup>), (<sup>2</sup>), (<sup>3</sup>)]. En outre, la boehmite, très rare dans les sols ferrallitiques habituels, est bien représentée dans ces bauxites karstiques, y compris aux Caraïbes dans des situations où il paraît difficile d'en rapporter l'individualisation à la diagenèse ou au submétamorphisme (<sup>4</sup>). En Océanie, il a été aussi noté (<sup>5</sup>) qu'aux îles Cook des sols ferrallitiques calcaires contenaient des quantités élevées d'alumine amorphe et un peu de boehmite. Un remarquable exemple de genèse contemporaine de telles bauxites, associées à des formations carbonatées absolument exemptes de roches silicatées en place, est fourni par les sols de grands atolls surélevés du Sud-Ouest Pacifique : Niue à l'Est des Tonga (<sup>6</sup>), Rennell au Sud des Salomons (<sup>7</sup>), Lifou et Ouvea dans l'archipel des Loyalty entre la Nouvelle-Calédonie et les Nouvelles-Hébrides.

**CONDITIONS DU MILIEU ET SOLS DE L'ATOLL SURÉLEVÉ DE LIFOU.** — L'ancien lagon, le rempart (ancien platier) et les terrasses surélevées de cette île constituent des karsts calcitiques et dolomitiques. Des sols bruns à rouge-brun foncé, fortement humifères, très friables et poreux, épais de quelques dizaines de centimètres en recouvrent ou remplissent plus ou moins les anfractuosités : ils sont non ou peu calcaires et essentiellement formés de sesquioxides. Ces sols bauxitiques n'existent pas sur la plus basse des terrasses coralliennes exondées. Ils y sont parfois remplacés par des sols juvéniles andiques calcaires formés à partir de ponces volcaniques échouées mélangées de débris coralliens. La végétation naturelle est la forêt dont le puissant système racinaire pénètre profondément dans les anfractuosités de la roche carbonatée sous-jacente. Le climat est caractérisé par une température moyenne annuelle de 23° et par une pluviosité voisine de 1 600 mm. L'extrême perméabilité du milieu permet une infiltration immédiate des eaux pluviales et une percolation accélérée de celles-ci à travers le karst sous-jacent.

**LES SOLS BAUXITIQUES.** — Dédution faite de la perte au feu, les teneurs en alumine et oxyde de fer sont remarquablement stables :  $54 \pm 4$  % et  $31 \pm 3$  % res-

18 AOUT 1971

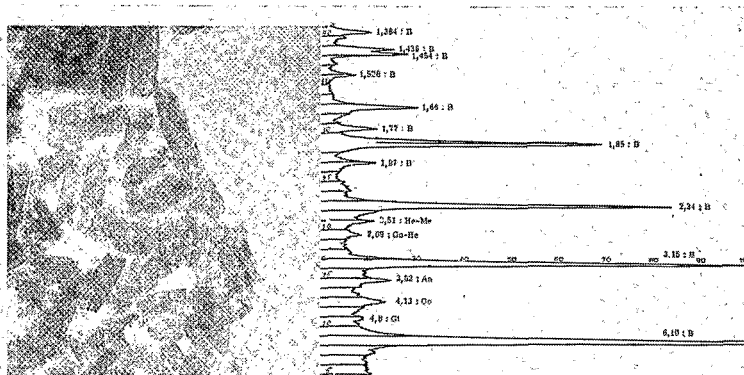
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

no 4936

Pédo  
C. R.

pectivement. Les quantités de silice ne dépassent pas 7 % et sont le plus souvent beaucoup plus faibles. Le complément à 100 est notamment assuré par de la chaux et de la magnésie en quantités très élevées pour des sols ferrallitiques et par des phosphates. La réaction est très voisine de la neutralité et la capacité d'échange, assez élevée grâce à l'abondance de la matière organique, est bien ou parfaitement saturée. L'hydroxyde de fer est principalement présent à l'état de goethite dont une bonne part sans doute mal cristallisée. La plus grande partie de l'alumine est à l'état de boehmite bien cristallisée, la gibbsite qui l'accompagne en quantités variables l'étant beaucoup moins bien, comme l'atteste son assez grande fragilité aux attaques



Sol bauxitique de karst de Lifou (après 14 cycles d'extraction des « amorphes »)

Diagramme RX. B, boehmite ; Go, goethite ; Gi, gibbsite ; An, anatase ; He, hématite ; Me, magnétite.  
Cristaux de boehmite ( $G \times 125\ 000$ ) : cliché J. Trichet, Ecole Normale Supérieure.

chimiques ménagées. L'alumine amorphe a pu être déterminée par attaques ménagées successives acides et basiques<sup>(8)</sup>, méthode qui permet de la distinguer nettement de la gibbsite même mal cristallisée : elle représente 8 à 16 % de l'alumine totale. Aucune phyllite silicatée n'est présente en quantité appréciable, sauf dans un seul sol de Lifou, plus gibbsitique que boehmitique et le moins mal pourvu en silice de tous ceux étudiés, où un peu d'argile kaolinitique a pu être détectée. L'absence ou la très faible quantité de phyllites silicatées et le fait que la presque totalité des autres constituants minéraux sont à l'état mal cristallisé ou amorphe ont permis d'isoler, par attaques chimiques ménagées, de la boehmite quasi pure et d'en photographier, sous microscope électronique, les cristaux très petits ( $0,1 \times 0,03 \mu$ ) mais bien formés.

LES SOLS JUVÉNILES ANDIQUES CALCAIRES. — L'altération des ponces y est active et les produits amorphes, oxyde de fer et surtout alumine et silice facilement extractibles par attaques chimiques ménagées, y sont abondants. Du fait de la contamination par des débris coralliens, le milieu est carbonaté et les réactions sont modérément basiques (pH 7,4). L'étude minéralogique confirme la présence d'importantes quantités de produits amorphes, mais elle permet aussi de constater un début d'individualisation de boehmite. La diffraction aux rayons X et l'analyse thermique diffé-

rentielle révèlent déjà la très probable présence de ce minéral ; surtout l'élimination de la majeure partie des produits amorphes fait nettement apparaître son pic caractéristique à 6,1 Å. Par contre, et en dépit de l'élimination de ces mêmes produits amorphes, la présence d'argiles kaolinitiques n'a pu être détectée.

ORIGINE ET MODE DE FORMATION DES SOLS BAUXITIQUES. — Les teneurs en alumine, comme en oxyde de fer et en silice, des calcaires et dolomies du substrat ne dépassent guère 0,01 %. Ainsi une origine autochtone des produits bauxitiques apparaît incompatible avec les formes morphologiques d'atolls bien conservées présentées par Lifou, Ouvéa, Niue et Rennell, comme avec l'âge pléistocène moyen et supérieur attribué à leur surélévation. Ces sols bauxitiques se seraient donc formés à partir de produits de contamination, principalement ponces flottées identiques à celles que l'on retrouve le long de la basse terrasse de ces îles, leurs fortes teneurs en phosphore devant sans doute être attribuées à des apports de guanos. Les sols juvéniles andiques, dépourvus de phyllites silicatées, mais où de la boehmite commence à s'individualiser, représenteraient le premier stade de leur pédogenèse. Le mode de formation lui-même de ces sols bauxitiques peut être déduit de leur caractère boehmitique et de l'abondance des produits amorphes ou mal cristallisés contrastant avec l'absence quasi complète de phyllites de la famille de la kaolinite. Un gel d'alumine précipité à un pH faiblement basique s'organise en pseudo-boehmite et se transforme alors facilement en boehmite bien cristallisée<sup>(9)</sup>. La boehmite apparaît quasi systématiquement lors des altérations expérimentales réalisées en condition de libre drainage, pourvu que le milieu soit légèrement basique ou voisin de la neutralité [(<sup>10</sup>), (<sup>11</sup>)]. Les gels alumino-siliciques évoluent dans le sens gibbsitique ou boehmitique en fonction du pH de l'eau de percolation<sup>(12)</sup> et la cristallisation des hydrates libres en boehmite est plutôt orientée par la présence d'ions alcalino-terreux au sein du milieu<sup>(13)</sup>. La formation de kaolinite, comme celle de gibbsite bien cristallisée, exige un milieu acide et fortement désionisé [(<sup>14</sup>), (<sup>15</sup>), (<sup>16</sup>)]. Plus encore que les alcalins, les ions alcalino-terreux inhibent la kaolinitisation et, en leur présence, les produits intermédiaires de l'altération restent à l'état de gels aluminosiliciques<sup>(17)</sup>. Ainsi les conditions de ferrallitisation n'excluant pas l'influence d'un degré élevé de saturation en calcium et (ou) magnésium sont particulièrement favorables au maintien des produits intermédiaires de l'altération à l'état amorphe et à la boehmitisation, particulièrement défavorables à la kaolinitisation et à l'individualisation de gibbsite bien cristallisée. En outre, en milieu karstique et en position haute, l'extrême perméabilité et l'absence de produits silicatés au sein du substrat carbonaté jouant le rôle percolateur correspondent aux conditions idéales d'évacuation de la silice et donc de néogenèse allitique plutôt que kaolinitique.

CONCLUSIONS. — La situation même où se présentent les sols de karst d'atolls surélevés du Sud-Ouest Pacifique a l'avantage d'isoler presque parfaitement le phénomène de bauxitisation. Plus que la nature et l'origine des matériaux ayant servi à leur édification qui peuvent ailleurs être différentes, ce qui apparaît fondamental est le processus physicochimique de leur altération en présence et sous l'influence d'un substrat carbonaté très perméable. Celui-ci, tout en assurant un soutirage intense de la silice libérée par hydrolyse, entretient un état élevé de saturation ionique du milieu, lequel reste faiblement basique ou sensiblement

neutre. Il en résulte une inhibition de la kaolinitisation et le maintien à l'état amorphe des produits intermédiaires de la pédogenèse. On en arrive ainsi à la constitution d'un résidu exclusivement ou quasi exclusivement sesquioxydique, dans lequel l'individualisation précoce de boehmite témoigne d'une allitisation en milieu carbonaté.

(\*) Séance du 29 mars 1971.

- (1) C. T. TRECHMANN, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, Londres, 107, 1959, p. 443-444.
- (2) V. A. ZANS, R. G. LEMOINE et E. ROCH, *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 3302-3304.
- (3) N. AHMAD, R. L. JONES et A. H. BEAVERS, *Soil Sc. Amer. Proc.*, 30, 1966, p. 720-722.
- (4) F. COLMET-DAAGE et coll., *Cah. ORSTOM*, série Pédol., 7, 3, 1968, p. 345-417.
- (5) L. I. GRANGE et J. P. FOX, *N. Z. Soil Bur. Bull.*, N<sup>lle</sup> série, 8, 1953, p. 1-55.
- (6) P. SCHOFIELD, *N. Z. Geol. Survey*, n° 62, 1959, 27 pages.
- (7) G. DE WEISSE, *Mineralium Deposita*, 5, 2, 1970, p. 181-183.
- (8) P. SEGALEN, *Cah. ORSTOM*, série Pédol., 6, 1968, p. 105-126.
- (9) D. PAPEE, R. TERTIAN et R. BIAIS, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 11-12, 1958, p. 1301-1310.
- (10) G. PEDRO, *Thèse Fac. Sc. Univ. Paris*, 1964, 344 pages.
- (11) J. TRICHET, *Thèse Fac. Sc. Univ. Paris*, 1969, 232 pages.
- (12) G. PEDRO et J. C. LUBIN, *Comptes rendus*, 266, Série D, 1968, p. 551-554.
- (13) G. PEDRO, J. BERRIER et D. TESSIER, *Bull. Gr. Français Argiles*, 22, 1970, p. 29-50.
- (14) M. C. GASTUCHE et A. HERBILLON, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1962, p. 1404-1412.
- (15) J. J. FRIPIAT et M. C. GASTUCHE, *Int. Clay Conf. Stockholm*, 2, 1963, p. 53-65.
- (16) C. DE KIMPE, M. C. GASTUCHE et G. W. BRINDLEY, *Amer. Miner.*, 49, 1964, p. 1-16.
- (17) G. MILLOT, *Géologie des argiles*, Masson, Paris, 1964, p. 388-400.

(Laboratoire de Pédologie de l'ORSTOM,  
80, route d'Aulnay, 93-Bondy, Seine-Saint-Denis.)