

Résumé

Dans les régions volcaniques au large développement des roches pétreuses vertes changées et roches hydrothermales-argileuses les sols aux profils puissants et avec la teneur élevée en minéraux argileux et les formations éluviales se développent très facilement. On donne l'exemple qui illustre la formation des sols et de l'éluvium sur les laves sphériques basaltiques changées hydrothermalement de la rivière Tchakva. Les argiles montmorillonitiques à structure hyaloclastique reliquatée sont transformées en éluvium ochric-caoliné; les sphères basaltiques incluses dans le dernier sont conservées intactes à cause de leur densité élevée.

On en tire la conclusion qu'on ne peut pas prendre les noyaux basaltiques pour les roches-mères, de hyaloclastes transformées en argiles avec formation d'un éluvium ochric-caoliné, néanmoins c'est une erreur que l'on fait constamment.

Il est possible, que la formation de "croûte calcifère des déserts" dans la zone de volcanisme en Afrique d'Est soit liée avec le stade post-volcanique de volcanisme calcairifié bien développé dans la région.

Zusammenfassung

In den vulkanischen Gebieten mit einer weitgehenden Entwicklung der grünsteinveränderten und hydrothermal-lehmigen Bodenformationen gibt es gute Bedingungen für Entstehung von eluvialen Bildungen und Böden mit mächtigen Profilen und hohem Gehalt an Tonmineralien.

Es wird ein Beispiel angeführt, das die Boden- und Eluviumbildung auf hydrothermal veränderten kugelförmigen Basaltlaven des Flusses Tschakra veranschaulicht. In den Ockerkaolineluviem sind hier Montmorillonittonne mit einer Reliktstruktur von Hyaloklastiten verwandelt, während die darin eingeschlossenen Basaltkugeln infolge ihrer grossen Dichte unverändert geblieben sind. Daraus folgt, dass die Basaltkerne als Muttergesteine weder für die vor dem Ton zerstörten Hyaloklastiten noch für das später entstandene Ockerkaolineluviem anzusehen sind, was allerdings ständig versucht wird. Es ist nicht ausgeschlossen, dass in Bereich des Riftvulkanismus in Ostafrika die Bildung der Wüstenkalksteinrinde mit einem postvulkanischen Stadium des hier weit entwickelten Karbonatvulkanismus verbunden ist.

10^e congrès international de la science
du sol. Moscou. 1974

GENESE ET EVOLUTION DES SUBSTANCES MINÉRALES AMORPHES ET CRISTALLISÉES DANS LES ANDOSOLS DES NOUVELLES HÉBRIDES

P. Quantin

O.R.S.T.O.M. Office de la Recherche scientifique et Technique
Outre-Mer, Bondy, France

Introduction

L'archipel des Nouvelles Hébrides est un arc volcanique situé au sud-ouest de l'Océan Pacifique entre 13 et 21° sud, 166 et 170° est. Sur les cendres entourant les appareils volcaniques d'âge récent, et sous l'action d'un climat régulièrement chaud et humide se sont constitués des andosols riches en substances minérales amorphes ou cryptocristallines. Il y est cependant observé la formation d'argiles ou d'hydroxydes cristallisés.

Sols peu évolués et Andosols saturés de l'île Ambrym; premier stade de l'altération des cendres basaltiques (photo 1).

Les sols sur cendres d'Ambrym (P. Quantin, 1972) sont toujours constitués de plusieurs sols superposés correspondant à autant de cycles éruptifs récents. Les cendres les plus récentes sont toujours très peu altérées: les sols sont peu évolués.

Les premiers produits d'altération de cendres basaltiques sont très siliceux, relativement plus que les cendres initiales; la présence de microlites de minéraux primaires ne suffit pas à expliquer ce phénomène; l'hypothèse de J. Trichet (1970) serait ici à nouveau confirmée. En même temps que ces produits se désilicifient et s'appauvrissent en cations par hydrolyse, l'apparition de phyllites argileuses, d'abord sous forme d'ébauches, puis abondante et nettement caractérisée paraît rapide: il suffirait de quelques dizaines à quelques centaines d'années.

Andosols saturés de l'île Aoba, deuxième stade de l'altération de cendres basaltiques, après un millénaire, en climat modérément humide (pluviométrie de 2 à 3 m/an).

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

37

- 5 AVR. 1977

Collection de Référence

n° B 8611

Pédo




Photo 1. Allophane
ébauches de phyllites




Photo 2. Phyllite
2:1 (1 μ)




Photo 3. Allophane
(1 μ)

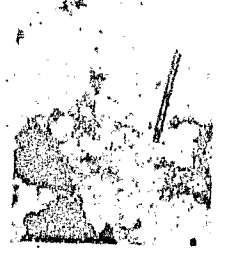


Photo 4. Imogolite

Les laves correspondant aux cendres sont des basaltes mélanocrates, généralement des ankaramites riches en phénocristaux d'augite (Warden, 1968; Parrot, 1970). L'âge des dernières éruptions, ayant contribué à la formation des sols, a été daté entre 1000 et 1500 ans (Mme G. Delibrias, 1968).

Les andosols saturés d'Aoba (Quantin, 1972) sont différenciés en profil A (B) C et très humifères en surface (5 à 15 %) bien qu'ils ne datent que d'un millénaire environ. Leur profil est polyphasé, comme à Ambrym.

Le sol est encore riche en minéraux primaires: plagioclases, pyroxènes et olivine; mais il contient aussi beaucoup de substances secondaires "amorphes" (de 10 à plus de 20 % du sol total, selon la méthode Segalen), et déjà des quantités variables de minéraux argileux.

La fraction inférieure à 2 microns est très riche en silice: la valeur du rapport moléculaire $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, souvent voisine de 4, varie de 3,5 à 13. La présence de faibles quantités (3 à 8 %) de fins microlites de plagioclases et de pyroxènes ne suffit pas à expliquer ce phénomène. La présence de silice sous une forme cryptocristalline pourrait être invoquée; mais elle n'a pu être déterminée ici comme cela l'a été au Japon (Shoji et Masui, 1969). Les diagrammes de diffraction de rayons X sont souvent difficiles à interpréter; ils mettent en évidence l'abondance de substances amorphes ou cryptocristallines. Etant donné leur richesse en silice, elles se distinguent de l'allophane définie par les auteurs japonais (Yoshinaga et Aomine, 1962a). Cependant au microscope électronique, il est observé que ce sont des mélanges de microlites primaires, de fines particules rappelant l'allophane et aussi de phyllites argileuses sous forme de fines membranes surtout ou plus rarement de tubes fins (photo 2). Certains diagrammes de rayons après enlèvement des substances amorphes du sol par la méthode de Segalen (Seiffermann, 1969), mettent nettement en évidence des argiles: le plus fréquemment des phyllites 2 : 1, dont de la vermiculite, de la montmorillonite ou des interstratifiés irréguliers; parfois aussi de l'halloysite. Il apparaît une relation entre la répartition des minéraux argileux et celle de la pluviométrie (Quantin, 1972): halloysite au pôle le plus humide, montmorillonite au pôle le plus sec.

Ainsi, dans les andosols saturés d'Aoba, on peut remarquer tout d'abord la richesse en silice des produits d'altération, l'apparition de phyllites argileuses après seulement un millénaire de formation, et le développement vers la profondeur de la cristallogénèse des argiles.

Andosols désaturés des îles Banks; troisième stade de l'Altération de centres basaltiques, après un millénaire, en climat très humide (pluviométrie de plus de 4 m/an).

Les laves correspondant aux cendres récentes sont des labradorites (A. Parrot, 1970; Ash, 1971), analogues à celles d'Ambrym.

Les Andosols désaturés des îles Banks (Quantin, 1972) sont profondément rubéfiés, différenciés en un profil A (B) C et polyphasés. L'horizon A superficiel est toujours plus jeune que les horizons (B) - C sous-jacents. Le climat est très humide, et même souvent perhumide. Les sols sont très humifères en surface (10 à 40 % de matière organique), très fortement hydratés (de 100 à près de 300 % d'eau), et fortement désaturés.

Le sol est encore riche en minéraux primaires: plagioclases et pyroxènes; mais il contient aussi beaucoup de substances secondaires amorphes où les hydroxydes de fer et d'alumine l'emportent nettement sur la silice des silicates. Il est généralement dépourvu de minéraux argileux et très riche en gibbsite.

La fraction inférieure à 2 microns est pauvre en silice et relativement riche en hydroxydes de fer et d'alumine. Ce fait est plus accusé à la base des profils vers 1 à 2 m de profondeur, sans doute en relation avec l'âge plus ancien des cendres: la valeur du rapport moléculaire SiO_2/Al_2O_3 , est voisine de 1 dans l'horizon II (B), tandis qu'elle peut parfois dépasser 2 dans l'horizon A des sols les plus rajeunis.

Les diagrammes de diffraction de rayons X sont toujours difficiles à interpréter. En dehors de microlites de feldspaths et de pyroxènes, et de gibbsite en quantité variable, s'accroissant avec la profondeur du sol, de la cristobalite apparaît fréquemment en quantité importante dans le haut du profil. Il est remarquable que la gibbsite est mieux cristallisée et plus abondante dans la fraction grossière du sol. D'autre part, la partie "amorphe" de l'alumine dosée par la méthode Segalen est vraisemblablement liée à la silice sous forme d'allophane ou d'imogolite, car le rapport moléculaire SiO_2/Al_2O_3 de la fraction inférieure à 2 microns est souvent voisin de 1, et cela en concordance avec la définition de Yoshinaga et Aomine (1962 a et b). Les hydroxydes de fer sont à l'état amorphe ou cryptocristallin; dans la profondeur du sol ils apparaissent mieux sous forme de goëthite cryptocristalline. La présence d'allophane et d'imogolite est difficile à interpréter d'après la diffraction de rayons X.

L'examen au microscope électronique a permis d'observer les figures suivantes: de fins minéraux primaires plus ou moins opaques; des

plaquettes transparentes irrégulières pouvant correspondre à de la gibbsite; plus rarement de très fines plaquettes hexagonales pouvant être attribuées à de la kaolinite; de très fins ($1/20$ à $1/100$ de μ) disques à contour ovoïde ou subhexagonal, rappelant l'allophane décrite par SUDO (photo 3); des fibres rappelant l'imogolite de Yoshinaga et Aomine (1962 b) (photo 4), mêlées à des tubes fins présumés d'halloysite, et de fines plaquettes hexagonales. Les formes cristallisées des hydroxydes ou oxydes de fer sont difficiles à voir.

La genèse des argiles semble difficile dans les Andosols désaturés et perhydratés: il n'apparaît que des traces d'halloysite ou de kaolinite très fines; par contre, il est observé parfois beaucoup d'imogolite dans la partie profonde des profils, ou elle accompagne la gibbsite. La cristallisation des hydroxydes de fer paraît aussi difficile et ne produire au mieux que des formes cryptocristallines. Par contre, l'alumine, hors des silicates, cristallise bien en gibbsite.

Ainsi, les Andosols désaturés et perhydratés sont ils la voie privilégiée de l'allitisation et de la ferralitisaiton sans genèse d'argiles; même la kaolinite ne semble pas stable dans ces conditions. Il est remarquable que cette observation rejoint les conclusions obtenues par Pedro et Lubin (1968) par la voie expérimentale. Une hypothèse pour expliquer ce phénomène pourrait être recherchée dans l'état d'hydratation permanent du sol et la jeunesse de l'altération.

Il est intéressant de comparer l'évolution de l'altération de cendres basaltiques, soit en cours du temps, soit suivant la répartition pluviométrique, en climat tropical. Dans les sols peu évolués, les premiers produits d'altération sont riches en silice. En quelques dizaines ou centaines d'années, sous un climat modérément pluvieux, se différencient des Andosols saturés contenant déjà des minéraux argileux. Ensuite, et sous les climats très humides et perhumides, les sols se désaturent et se désilicifient fortement: aluminosilicates et hydroxydes de fer amorphes ne cristallisent pas, ou mal.

B i b l i o g r a p h i e

- Ash R.P. Annual Report of the Geological Survey for the year 1970; N.H. Condom., Port Vila, 7-16, 1971.
Pedro G., Lubin J.C. Ann.Agr.Fr., 19, 3, 293-347, 1968.
Quantin P. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., X, 2 et 3, sous presse 1972.
Segalen P. Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Pédol. VI, 1, 105-126, 1968.

Shoji S. Masui J. Soil Sc. Pl. Nut. 15, 4, 161-168 et 5, 191-201, 1969.

Siefferman G. Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun Thèse, Strasbourg, 1969.

Trichet J. Contribution à l'étude de l'altération expérimentale des terres volcaniques; thèse E.N.S., Paris, 1970.

Warden A.J. Annual Report of the Geological Survey for the year 1966; N.H. Condom, Port-Vila, 1968.

Yoshinaga N., Aomine S. Soil Sc.Pl.Nut., 8, 2, 6-13, 1962 a.

Yoshinaga N. Aomine S. Soil. Sc. Pl. Nut., 8, 3, 114-121, 1962 b.

Résumé

Aux Nouvelles Hébrides, l'évolution de l'altération de cendres basaltiques a été observée depuis la pédogenèse initiale sur des cendres très récentes, à l'île Ambrym, jusqu'à la ferrallitisation sans genèse d'argiles dans les Andosols désaturés des Iles Banks, en passant par l'intermédiaire des Andosols saturés d'Aoba où la genèse des argiles apparaît et se diversifie soit vers la ferrallitisation avec halloysite soit vers la fersiallitisation avec montmorillonite selon la répartition pluviométrique. Ainsi ont pu être déduites les premières voies de la pédogenèse sur roches volcaniques basiques en climat tropical.

Summary

In the New Hebrides Islands, the evolution of weathering on basaltic ashes has been observed from the initial stage pedogenesis on recent ashes in Ambrym Island, to the ferrallitization without clay formation in unsaturated andosols (Dystrandeps) in Banks Island, through the stage of saturated andosols (Eutrandeps) in Aoba Island where clays began to crystallize and where the pedogenesis develops either towards the ferrallitization with halloysite or the fersiallitization with montmorillonite depending on the variations in rainfall. Thus the first stages of pedogenesis on basic volcanic rocks under a tropical climate have been established.

Zusammenfassung

In den Neuen Hebriden Inseln wurde die Verwitterungsdynamik der Basaltasche untersucht, angefangen mit der Anfangsphase der Bodenbildung auf sehr jungen Aschen in Ambrym Insel bis zur tonfreien Ferrallitisation von nicht gesättigten "Andoböden" in Banks Insel. Weiter-

hin wurden die gesättigten Übergangstypen der Andoböden in der Aoba-Insel untersucht, wo die Pedogenese je nach Niederschlagsverteilung entweder mit Halloysit in Richtung der Ferrallitisation oder mit Montmorillonit in Richtung der Fersiallitisation geht.

Auf diese Weise wurden die initialen Bodenbildungsrichtungen auf vulkanischen Grundgesteinen unter den Bedingungen des tropischen Klimas erforscht.

Резюме

На Новых Гебридах развитие выветривания базальтовых пеплов наблюдалось при образовании примитивных почв на весьма свежих пеплах острова Аморим, до ферраллитизации без образования глин в ненасыщенных андосолях Аоба, где образование глин развивается или в сторону ферраллитизации, с галлуазитом, или в сторону фersialлитизации, с монтмориллонитом, в зависимости от распределения осадков. Таким образом были установлены начальные пути почвообразования на вулканических основных породах в тропическом климате.