

ÉTUDE DES PRINCIPAUX CRITÈRES DE LA CLASSIFICATION DES SOLS FERRALLITIQUES DE GUYANE FRANÇAISE

par

A. LÉVÊQUE *

1 - CADRE GÉOGRAPHIQUE

La Guyane française couvre, avec ses 83 500 km², environ 5 % d'une vaste région naturelle : le bouclier guyanais, dans la partie nord-est de celui-ci.

S'étendant entre les 6° et 2° de latitude nord, elle est située dans la zone équatoriale.

On peut distinguer, dans ce département français d'outre-mer, comme dans les Guyanes limitrophes, deux zones bien distinctes tant par leur morphologie et leur géologie que par leur végétation :

1 - La zone côtière, développée sur des sédiments quaternaires sableux à argileux, à la topographie basse et monotone, couverts, en partie, de savanes ;

2 - L'intérieur ou Terres Hautes, partie intégrante du bouclier guyanais proprement dit, "mer" de collines plus ou moins élevées, couvertes d'une forêt ininterrompue et très vraisemblablement primaire dans son ensemble. C'est cette dernière région qui est la plus étendue, avec environ 78 000 km², soit 94 % de la superficie du pays. Si nous ajoutons à ce fait que la zone côtière est couverte d'une grande proportion de sols hydromorphes, halomorphes et de podzols, il est bien entendu que tout l'intérêt que l'on attache aux sols ferrallitiques doit se reporter vers l'intérieur, les rares formations pédologiques que l'on pourrait, sur la zone sédimentaire, rattacher à cette sous-classe, étant développées sur des matériaux d'origine ferrallitique, phénomène qui risque de masquer quelque peu le problème.

* Maître de recherches, Centre O.R.S.T.O.M. de Lomé (Togo).

2 - CONDITIONS NATURELLES

2.1 - Géologie

Les seules formations géologiques sont des séries stratifiées antécambriennes plus ou moins métamorphisées ainsi que des venues cristallines ou éruptives. Les premières sont représentées, soit par des séricitoschistes surmontant des quartzites, pour les plus récentes (séries de l'Orapu et du Bornidoro) soit par un cortège de chloritoschistes, amphiboloschistes, talcschistes, séricitoschistes, micaschistes, tufs andésitiques ou rhyolitiques ainsi que des sédiments pyroclastiques, amphibolites et quartzites, pour les plus anciennes (séries de Paramaca et Hyléenne). Les venues cristallines sont représentées par des granites de types pétrographiques très divers : alcalin, akéritique, granodiorites, diorites quartziques, etc., avec dominance générale du microcline et de l'oligoclase. Les formations éruptives comprennent des gabbros, des pyroxénolites, et quelques dolérites, péridotites et hornblendites. Les granites dominent en étendue, couvrant 70 % de l'ensemble des Terres Hautes tandis que les formations basiques (allant des amphibolites aux péridotites) n'intéressent qu'à peine 5 % du territoire, les 25 % restant étant partagés assez inégalement entre les diverses séries sédimentaires antécambriennes.

La lithologie des Terres Hautes est donc caractérisée par la prédominance de formations riches en Silice.

2.2 - Morphologie

Elle est dominée par le phénomène de pédiplanation qui a raboté à l'extrême ce vieux socle, ne laissant plus ou moins intacts que quelques inselbergs et ensembles de hautes collines le plus souvent couronnées de cuirasses anciennes, témoins, par le groupement qu'on peut faire, des altitudes auxquelles elles culminent, de plusieurs anciennes surfaces d'érosion s'étageant entre 150-180 m et 600-800 m. En réalité, l'intérieur de la Guyane présente dans le détail un relief intensément disséqué, en une infinie succession de petites collines, par l'enfoncement du réseau hydrographique de type dentritique dans la masse de la pédiplaine. Cet enfoncement est consécutif à un soulèvement du socle très vraisemblablement récent. Les flancs des vallons présentent toujours des pentes très accentuées (jusqu'à 35°), bien que l'encaissement soit loin d'être général. La hauteur de commandement de ces collines varie, en général, de 50 à 70 m. Le drainage est très généralement rapide, et les éléments du matériau originel susceptibles d'être mobilisés dans les parties supérieures des sols ont toutes les chances d'être exportés au loin.

2.3 - Climatologie

Température moyenne d'environ 26°, sans écart saisonnier sensible, pluviométrie variant de 4 200 mm sur les régions les plus proches du rivage, à 2 100 mm sur les aires les plus continentales, répartie, en gros, en neuf mois très humides (> 100 mm) et en trois mois moyennement pluvieux (entre 40 et 100 mm) (saison sèche d'influence australe des mois de septembre, octobre et novembre), vents pratiquement nuls, humidité relative moyenne annuelle d'environ 87 %, évapotranspiration estimée par le déficit d'écoulement, à 1 600 mm en moyenne, tels sont les traits principaux du climat guyanais des Terres Hautes. Celui-ci est donc du type équatorial à subéquatorial (présence certaines années d'une "petite saison sèche" du 15 février au 15 mars), superhumide, s'apparentant au climat bas-camerounien tel que l'a défini AUBREVILLE dans les subdivisions qu'il a établi du climat guinéen forestier. Il n'existe, en particulier, aucun mois écologiquement sec.

2.4 - Biologie

Le pays est entièrement couvert par une forêt dense d'aspect inégal où des zones de grands fûts ("forêt cathédrale") alternent avec une végétation plus tassée, au sous-bois broussailleux, sans que l'on puisse invoquer pour cette dernière une quelconque action anthropique : cette répartition coïncide avec des variations notables des propriétés physiques des sols développés sur les différentes roches-mères. L'activité animale se résume à l'édification par les fourmis de quelques tumuli dispersés et le fouissage par les tatous, de galeries assez profondes. Il n'existe aucune espèce de termites constructrices, et l'activité biologique n'apporte pas de modification notable au développement des profils.

3 - CONDITIONS PÉDOGÉNÉTIQUES GÉNÉRALES

Nous voyons, après l'exposé des conditions naturelles, que tous les éléments sont, ici, réunis pour le développement de sols ferrallitiques. Le drainage, calculé selon la formule de G. AUBERT et S. HENIN, nous donne de très fortes valeurs, variant entre plus de 3 000 mm dans les régions les plus proches de l'Océan, à près de 1 400 mm pour les stations les plus éloignées du rivage. Ceci, lié à une forte température nous permet de nous attendre à trouver, en Guyane, des sols minéralogiquement très évolués d'une part, et, d'autre part, des altérations très puissantes, intéressant une grande épaisseur de la partie superficielle du socle. La réalité confirme ce schéma : les analyses totales et minéralogiques des sols nous révèlent qu'à part le quartz et en partie la muscovite, aucun minéral primaire ne subsiste, dans la grande généralité des cas, dans le sol. Celui-ci n'est constitué que de produits résiduels ou de néoformation, excessivement peu solubles : quartz, hydroxydes et kaolinite. Les quelques exemples de glissement en masse de fortes pentes sapées à leur base par la divagation d'un méandre, et les quelques sondages qui ont été effectués par le B.R.G.M., dans l'inventaire des bauxites, nous montrent, d'autre part, des profondeurs d'altération pouvant atteindre 70 m. Il est permis de considérer que les collines découpées dans la pédiplaine et dont les hauteurs de commandement sont comprises entre 50 et 100 m, ne sont le plus souvent que des amas résiduels de produits meubles engendrés par le socle dont les affleurements encore bien structurés, peu altérés, n'apparaissent, dans la majorité des cas, que dans le lit des cours d'eau.

La forte déclivité du modelé du pays amène, toutefois, une grande partie des précipitations à subir un ruissellement diffus : la "réponse" extrêmement rapide du débit des cours d'eau aux premières pluies de la grande saison humide en est une preuve. Une seconde preuve est apportée à cette façon de voir, par l'étude des profils hydriques établis en saison des pluies : la pénétration de l'eau en profondeur est pratiquement partout très difficile ; l'humidité des sols est, dès quelques décimètres (rarement plus de 1 m) inférieure à la capacité au champ telle qu'on peut l'estimer rapidement au laboratoire par la détermination de l'humidité équivalente. Il y a, là, une sérieuse antinomie de ce qui vient d'être signalé à propos de la profondeur des altérations : elle n'est cependant qu'apparente. En effet, de nombreuses constatations et études géomorphologiques en zones forestières équatoriales apportent des arguments sérieux pour voir dans le découpage actuel de la pédiplaine par le réseau hydrographique, un phénomène très rapide, très récent : il y a donc toutes chances pour que les altérations très profondes que nous pouvons noter en Guyane se soient, par conséquent, développées avant l'enfoncement du réseau hydrographique, sous une topographie très plane, au drainage externe très ralenti, la nappe phréatique s'étant ensuite abaissée progressivement jusqu'au niveau actuel du réseau de drainage. Il se peut que nous trouvions des petites nappes localisées, à des niveaux supérieurs à celui de base et leur présence pose le problème de leur alimentation malgré ces "pédoclimats" relativement secs dès une faible profondeur : point n'est, ici du moins, besoin de faire intervenir une infiltration oblique à partir de sommets dénudés (qui n'existent pratiquement pas en Guyane) ni un éventuel "effet piston" des chutes de pluies qui expurgerait vers la profondeur les horizons intermédiaires d'une partie de leur eau non gravitationnelle à l'état normal. Seule semble nécessaire et suffisante pour cette explication, une alimentation oblique partant des bassins de récep-

tion des petits ruisseaux dévalant des sommets ou bien des horizons sous-jacents aux cuirasses sommitales anciennes, favorisant , par la platitude leur topographie et leurs fentes de dislocation l'emmagasinement de volumes d'eau suffisants.

En bref, nous devons tenir compte dans l'analyse des processus pédogénétiques du facteur géomorphologique, seul susceptible de faire apprécier l'importance indiscutable du passé des sols.

L'une des conséquences de cette grosse déperdition des précipitations par ruissellement est entraînée dans la limitation des processus pédogénétiques proprement dits (redistribution d'éléments au sein du profil) au profit d'une érosion diffuse, progressive, continue, qui limite la puissance des horizons supérieurs. (Notons que cette érosion est, toutefois, restreinte, par l'efficacité du couvert végétal, comme nous pouvons en juger par la limpidité des eaux dans les dernières ramifications du réseau de drainage).

Enfin, il faut souligner pour ces Terres Hautes de Guyane, l'absence pratiquement généralisée d'indices de remaniements superficiels, mises à part quelques zones localisées, riveraines du Maroni, fleuve-frontière avec le Surinam et quelques autres grands fleuves de l'intérieur du pays. Nous pouvons trouver, là, quelques lambeaux de terrasses anciennes à des altitudes peu élevées, d'ailleurs, et des preuves de l'écoulement en masse (souligné par des *stone-lines* engendrées par le fauchage des filons de quartz) dû à la rupture d'équilibre des masses terreuses d'un versant dont le pied est creusé par ces puissants cours d'eau. Partout ailleurs, dans l'ensemble du pays, aucune preuve semblable ne vient infirmer l'hypothèse d'une pédogenèse développée sur matériaux strictement autochtones.

Il semble que les Terres Hautes guyanaises soient, depuis un temps fort long, le domaine exclusif de phénomènes d'érosion, d'exportation, le dépôt des matériaux arrachés aux versants s'effectuant sur les marges de la masse continentale, par l'intermédiaire d'un réseau hydrographique n'ayant que très peu divagué. Ces remarques sont à rapprocher de la présence jusqu'à des altitudes élevées, de témoins cuirassés d'anciennes surfaces d'érosion, preuves d'une série importante de mouvements positifs de cette partie du bouclier guyanais.

Après ces quelques considérations sur les conditions naturelles et pédogénétiques, nous pouvons esquisser le cadre général dans lequel s'effectue la formation des sols :

- Altération profonde et intense, du moins dans la masse de la pédiplaine, sous l'influence de facteurs géomorphologiques d'un passé récent.
- Enfoncement récent du réseau hydrographique, d'où abaissement de la nappe phréatique et amélioration du drainage.
- Importance du ruissellement diffus se traduisant par un décapage progressif et continu, tempéré par la protection d'un couvert forestier dense.
- Homogénéité des conditions naturelles autres que lithologiques, qui, liée à la proximité du matériau originel (par décapage) imprime aux sols le caractère de leur roche-mère ou du matériau originel du moins, et, ce, d'autant plus que les remaniements superficiels font pratiquement défaut et que les phénomènes de redistribution des divers éléments au sein des profils sont très ralentis par la faiblesse de l'infiltration.

4 - LES PRINCIPAUX PROCESSUS PÉDOGÉNÉTIQUES ET LEUR TRADUCTION EN TERMES DE CLASSIFICATION DES SOLS

4.1 - L'altération

Nous ne prendrons ici en considération que ses incidences morphologiques, laissant le soin aux minéralogistes de préciser le processus.

Il semble que le passage de la roche-mère à une formation meuble présentant toutes les caractéristiques physiques, morphologiques et minéralogiques du sol sus-jacent soit partout rapide et complet avec, toutefois, une petite restriction pour les granites, surtout ceux riches en microcline : pour ceux-ci l'épaisseur de la roche "pourrie" au sein de laquelle on trouve du haut en bas toutes les transitions entre argile souvent sériciteuse et feldspaths à peine blanchis, opacifiés, peut atteindre plusieurs mètres. La formation des hydroxydes de fer et leur fixation sur les surfaces actives présentent un caractère spontané. Le matériau originel présente sur les roches-mères riches en silice un bariolage très caractéristique, pouvant, à première vue, faire songer à un horizon temporairement hydromorphe, mais qui s'en distingue nettement par la coïncidence des diverses colorations avec la permanence de la forme des différents cristaux de la roche-mère. Dans les roches-mères à grain très fin, invisible à l'œil nu (telles que séricitoschistes, chloritoschistes, etc..) une convergence vers le bariolage s'effectue par des degrés d'altération et oxydation différents, à faible distance. Sur les roches-mères basiques, ce bariolage fait place à une couleur uniformément rouge, sauf pour les quelques millimètres du petit horizon de départ. Il semble donc que la morphologie du matériau originel présente une allure significative de la ferrallitisation, mais différente d'aspect selon que la roche-mère est basique ou non. Le critère le plus général serait surtout la rapidité du passage de la roche-mère au matériau originel, mais il faut bien avouer que pour le pédologue qui a pour tâche la cartographie, cette voie présente plus de possibilités théoriques que pratiques, étant donnée la très grande profondeur générale des altérations.

Il ne semble pas non plus, du moins pour les Terres Hautes guyanaises, que la profondeur d'altération soit un critère valable : les exemples sont nombreux sur toutes roches-mères, où, dès quelques mètres, les sondages buttent brutalement sur de gros blocs de roche-mère plus ou moins protégés d'une altération plus profonde, par leur recouvrement d'une croûte ferrugineuse (roches basiques) ou par le développement d'un pédoclimat sec (ce dernier cas est net pour les schistes à pendage subvertical), ou bien par l'amenuisement consécutif à une phase érosive puissante dont les traces sont quelquefois passablement oblitérées. Il ne sera donc accordé aucune valeur pratique, pour la classification des sols ferrallitiques, aux caractéristiques de profondeur et d'allure des zones d'altération.

4.2 - L'accumulation d'alumine libre

C'est en Guyane, le phénomène absolument général et très caractéristique des Terres Hautes. Cependant, il faut relever que malgré l'homogénéité des conditions naturelles (mises à part les variations lithologiques) et le peu de différenciation des horizons, les valeurs que prend le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ki) peut varier dans d'assez larges limites soit d'un profil, soit d'un horizon, soit, et ceci très fréquemment, d'une fraction granulométrique à l'autre. La comparaison de la validité de cette détermination pour chacun des horizons et chacune des deux fractions : argileuse ($< 2\mu$) ou terre fine (0-2 mm) montre que c'est le rapport Silice/Alumine de la fraction argileuse de l'horizon B (ou du A, quand on ne peut le différencier) qui permet les rapprochements les plus fructueux, en particulier avec les conditions climatiques. La mise en parallèle des résultats obtenus en Guyane avec ceux consignés par P. SEGALIN dans son Etude des Sols Dérivés des Roches Volcaniques basiques (1956) montre une suite très logique, dans laquelle les sols des Terres Hautes guyanaises, développés sur roches-mères beaucoup plus siliceuses, moins rapidement drainées (géomorphologie plus surbaissée et surtout moins grande dislocation du soubassement rocheux) présentent un ensemble de rapports Silice/Alumine un peu supérieur aux valeurs correspondant, dans le graphique établi par cet auteur (en fonction des pluviométries et températures), aux conditions climatiques analogues à celles de Guyane. Même à l'intérieur de ce pays, nous avons une croissance faible, mais assez régulière des Ki en direction des zones méridionales de Guyane (les plus éloignées de l'Océan) dans lesquelles la pluviométrie peut s'abaisser à 2 100 mm et où le modelé présente un relief un peu plus hardi, si bien que si nous adoptons la seule limite inférieure de 1,7 pour le Ki afin de caractériser les sols faiblement ferrallitiques, c'est à ce groupe que nous devrions rattacher, en Guyane, tous les sols des zones se situant en deçà de l'isohyète 2 500. Ce dernier volume des précipitations serait encore largement suffisant pour le développement de sols fortement ferrallitiques, mais n'oublions pas, d'une part la forte valeur présentée par l'évapotranspiration, et, d'autre part, la grande déperdition par drainage externe extrêmement rapide.

Si l'on ajoute à ces observations, le fait que l'on peut dégager au sein de régions climatiquement et géomorphologiquement homogènes, une relation assez nette entre le rapport Silice/Alumine et la composition de la roche-mère dans le sens d'une décroissance vers les plus riches en Calcium et en Fer, il est permis d'affirmer que les valeurs calculées de ce rapport reflètent fidèlement les conditions naturelles et l'orientation de la pédogenèse en Guyane.

Il est à remarquer, notons-le au passage, que cette conclusion s'étaye sur près de 300 analyses triacides, effectuées sur un éventail de sols étudiés, à peu de choses près, dans toutes les combinaisons possibles des divers facteurs naturels. Si nous étudions les valeurs présentées par le Ki pour les sols guyanais, nous pouvons voir que l'accumulation de l'alumine libre n'est que moyennement intense : au delà de l'isohyète 2500 mm, 66% des données du Ki se groupent entre 1,2 et 1,7 ; en deçà de ce même isohyète, près de 90% se groupent entre 1,7 et 2,0. Ces chiffres rapprochés des observations sur le drainage interne des sols qui est dans la grande majorité des cas, parfaitement assuré, ne laissent pas de nous étonner : en effet la combinaison d'un bon drainage et d'une forte pluviométrie devrait conduire à l'accumulation d'un plus grand pourcentage d'alumine libre. Si nous reprenons ce qui a été signalé plus haut à propos des conditions géomorphologiques anciennes dans lesquelles se sont effectuées les altérations d'une part, la difficulté des précipitations à s'infiltrer d'autre part, il apparaît que, très vraisemblablement, nous ayons à faire à une sorte de "fossilisation minéralogique" des sols due à l'enfoncement récent du réseau hydrographique, cette fossilisation ayant été permise par la permanence d'un couvert forestier protecteur sous un climat n'ayant subi que de faibles variations. Cette dernière façon de voir semble être confirmée par le fait que les plus basses valeurs du Ki correspondent précisément avec les zones planès, cependant très bien drainées (replats sommitaux par exemple) grâce, notamment, à une excellente structure de sols riches en fer dérivés de roche-mère basique, et dont la pénétration par les eaux d'infiltration est largement assurée (confirmée par l'étude des bilans hydriques).

Pour estimer la valeur critique que l'on peut assigner au rapport silice/alumine dans la subdivision de la sous-classe ferrallitique, en groupes faiblement ferrallitique et ferrallitique typique, nous devons souligner que dans les sols guyanais, cette distinction ne correspond en fait qu'à peu de chose. Les sols que l'on peut appeler faiblement ferrallitiques, si l'on se base uniquement sur le fait que leur rapport silice/alumine est compris entre 1,7 et 2, c'est-à-dire ceux que nous trouvons, en général dans les régions les plus continentales du pays, ne présentent avec les autres, guère d'autres différences chimiques et pratiquement pas de différence morphologique, à tel point qu'on peut les subdiviser comme les sols ferrallitiques typiques, en rouges, jaune sur rouge, hydromorphes à pseudo-gley, etc., unités de classification dont il sera donné, plus loin, l'occasion de traiter. Signalons que leur structure n'est pas différente non plus, quoiqu'il ne semble pas, dans un milieu aussi semblable à lui-même dans le temps et dans l'espace, et surtout en présence de types d'argiles mécaniquement assez neutres, que l'on puisse espérer voir se développer une structuration bien définie et caractéristique (tout développement net d'un type structural dans la masse du profil sous-jacent à l'horizon humifère ne pourrait être que la conséquence d'une action artificielle, par exemple l'exposition prolongée d'un déblai aux agents atmosphériques). Il ne sera donc accordé aucune importance à la structure à un niveau quelconque de la classification. L'étude des données chimiques de ces sols dont les Ki sont compris entre 1,7 et 2 ne nous montre, en général, par rapport aux autres sols ferrallitiques, qu'une faible augmentation du taux en bases échangeables, liée plus ou moins à la composition chimique de la roche-mère : sur les roches basiques nous pouvons avoir jusqu'à 4 milliéquivalents %, et ceci non seulement dans l'horizon humifère, mais dans la masse du profil. Corrélativement, la capacité d'échange restant pratiquement semblable à celle des sols ferrallitiques typiques, le pH croît de quelques dixièmes d'unités et le pourcentage de saturation qui, dans les derniers, est très généralement inférieur à 10 ou 15, est compris entre 10 et 40, valeurs qui n'en restent pas moins très basses.

En définitive, il ne semble pas que l'on doive, en Guyane, baser, à l'intérieur de la sous-classe ferrallitique, une quelconque distinction sur les valeurs du rapport Silice/Alumine, celui-ci ne reflétant qu'une faible différence dans les modalités de l'altération et ne correspondant à aucune modification fondamentale aussi bien dans le comportement physique que chimique des sols. Ce rapport, nous l'avons vu précédemment, situe toutefois très bien les sols dans le cadre pédogénétique général du pays et doit être absolument conservé au niveau de la sous-classe.

Il n'en est pas de même des sols rajeunis par l'érosion, au sein du profil desquels nous pouvons observer dès une faible profondeur (1 m ou 2 au maximum) des débris de roche-mère encore peu

altérés : dans ceux-ci les valeurs relativement élevées du rapport silice/alumine de l'argile, et celles du sol total dépassant souvent nettement 2, correspondent à une morphologie particulière, ainsi qu'à des modifications minéralogiques chimiques et physiques notables. Mais il ne faut pas perdre de vue que ces sols sont le résultat d'une action secondaire, qu'ils sont en déséquilibre avec leur environnement et qu'ils ont un "avenir" ferrallitique typique si l'action érosive cesse. En ce sens, il est donc plus plausible de les inclure, au sein du groupe ferrallitique typique, dans un sous-groupe ferrisolique, impliquant un unique faciès : celui d'érosion.

Enfin, pour clore ce paragraphe, notons que la présence d'alumine libre n'est pas incompatible avec celle de réseaux argileux de type 2,1 : à savoir l'illite, mais que cette occurrence est limitée à des sols sur roches-mères riches en séricite (certains schistes) : des pourcentages de 20 % d'illite peuvent être notés dans certains sols contenant un même taux d'alumine libre.

4.3 - Le lessivage

4.3.1 - CONSIDÉRATION GÉNÉRALE

Tous les sols guyanais des Terres Hautes étant engendrés par des zones d'altérations très fortement lixiviées de toute phase obligatoirement soluble (la silice pouvant se recombinaison en kaolinite insoluble), il va de soi que le lessivage des bases ne peut agir puisque celles-ci sont pratiquement absentes dès le départ de la formation des sols. Il est donc inutile ici de fonder des unités de classification sur le lessivage des bases.

Il sera, par conséquent, entendu que pour nos sols guyanais, le lessivage ne porte que sur des "colloïdes".

4.3.2 - ASPECTS DU LESSIVAGE

4.3.2.1 - Lessivage en argile

L'étude des profils granulométriques des sols ferrallitiques développés sur le bouclier guyanais montre que, fréquemment, l'horizon supérieur appauvri en argile ne constitue pas un véritable horizon A2, mais qu'il résulte du lessivage d'un horizon B rapproché de la surface par érosion. Nous avons, en effet, une teneur en argile dans la partie supérieure de l'horizon C, très souvent inférieure à celle de l'horizon A'B, cette dénomination caractérisant la partie supérieure lessivée du B, supposée. Il faut noter, d'autre part que la distinction du passage des horizons B à C est partout très difficile, les taux d'argile décroissant, en profondeur, selon une courbe très régulière, sans le moindre point d'inflexion, le plus souvent. En l'occurrence, il serait donc certainement plus correct, pour ces sols, de remplacer le terme B par celui de B'C, représentant la partie supérieure du C parvenue à son argification maxima grâce aux conditions d'humidité plus favorables à ce processus que connaît la partie supérieure des profils. A part quelques cas où une accumulation verticale peut être prouvée, le lessivage de l'argile semble s'effectuer très généralement obliquement. L'exploitation de nombreuses analyses granulométriques nous montre que l'entraînement de l'argile est, en général, fort limité. Combinant les observations de terrain avec les résultats des analyses il est possible de distinguer trois ensembles de sol différemment lessivés en argile : ceux dont l'indice d'entraînement est inférieur à 1,4 : peu ou non lessivés ; ceux pour lesquels les valeurs sont comprises entre 1,5 et 3 : moyennement lessivés, et ceux dont l'indice est supérieur à 3 : fortement lessivés. S'il existe tous les intermédiaires entre les deux premiers ensembles, de telle sorte qu'il est parfois difficile de les délimiter sur le terrain, il apparaît que le dernier ensemble soit, morphologiquement et pédogénétiquement, très différent. Il existe d'ailleurs une solution de continuité dans la gamme des valeurs de l'intensité de lessivage affectant les sols de Terres Hautes, les indices d'entraînement du deuxième ensemble (moyennement lessivé) se groupant à 75 % avant la valeur de 2. Le dernier ensemble, fortement lessivé, n'est que très localement représenté sur les Terres Hautes, soit sur les replats sommitaux bien conservés dans le découpage de la pédiplaine et ceci sur roches très riches en silice (quartzites et

granites), soit sur les quelques lambeaux de vieilles terrasses alluviales. Il est convenable pour ce dernier ensemble de sol de retenir, au sein de la classification un groupe particulier : celui des sols ferrallitiques lessivés. Deux sous-groupes peuvent y être distingués selon que l'horizon B et ou la partie supérieure du C présente une hydromorphie temporaire. Celle-ci étant préalable à l'induration, il est normal que cet aspect supplémentaire soit pris comme critère de l'établissement d'unités de classification de degré moindre : c'est-à-dire au niveau du faciès. Enfin, signalons que l'hydromorphie éventuelle du pédoclimat de ces sols fortement lessivés s'accompagne d'une acidification de l'humus, d'où convergence vers des morphologies podzoliques avec Ao et A1 à humus grossier et A2 très blanchi.

En définitive, la prise en considération du lessivage dans la classification des sols ferrallitiques nécessite les distinctions suivantes :

- Pour les indices d'entraînement inférieurs à 3 (en fait, presque toujours inférieurs à 2), ne se caractérisant pas par des morphologies très différentes de l'ensemble des sols du groupe ferrallitique typique, il apparaît suffisant de ne faire intervenir le phénomène du lessivage (en argile) qu'au niveau du faciès.

- Pour les indices supérieurs à 3, auxquels correspondent en fait sur le terrain des développements morphologiques bien distincts, nous retiendrons le critère "lessivage en argile au niveau du groupe, subdivisé en deux sous-groupes : sans hydromorphie ou à pseudo-gley, ce dernier présentant deux faciès : l'un sans induration, le second avec induration (concrétionnement ou cuirassement selon la série). Notons que le cuirassement de ces sols ferrallitiques lessivés hydromorphes semble ne pouvoir se développer que très difficilement dans les conditions actuelles. Les seuls exemples de leur formation sont fournis en dehors des Terres Hautes, dans un environnement spécial : bancs d'alluvions sablo-argileuses d'origine ferrallitique dominant de 1 à 2 m les sols hydromorphes d'alluvions marines : il est probable, dans ce cas, que les solutions de fer ferreux apportées par la nappe à partir de ces sols très fortement réducteurs viennent se concentrer en masse par oxydation puis précipitation au sein des bancs sablo-argileux plus aérés.

4.3.2.2 - Lessivage du fer

Actif dans les sols du groupe ferrallitique lessivé, il semble partout ailleurs très limité : si nous ne prenons en considération que la fraction du sol inférieure à 2 mm, les indices d'entraînement sont inférieurs à 1,4 dans près de la moitié des cas, malgré la forte pluviométrie et la possibilité pour l'horizon humifère de synthétiser d'assez grandes quantités de corps complexants. Mais si c'est à partir de la composition globale du sol (terre fine et concrétions) que nous calculons cet indice d'entraînement, nous voyons que très souvent, il se réduit à une valeur insignifiante. Il ne semble donc pas qu'il faille baser un stade de la classification des sols sur le lessivage du fer qui peut, d'autre part, souvent être confondu, dans les données morphologiques, avec une différence de coloration due aux actions de surface ainsi qu'à l'état d'hydratation des composés ferriques.

En résumé, le fer présente dans les sols guyanais toutes les apparences et souvent les preuves formelles d'une très grande stabilité. Il semble que sa dynamique suive généralement celle de l'argile auquel il est fortement lié. Nous touchons, ici, du doigt l'une des différences fondamentales qui sépare les sols ferrallitiques des sols ferrugineux, dans lesquels le fer semble particulièrement mobile.

4.4 - Induration (des hydroxydes de fer)

On a souvent associé les termes de sol ferrallitique et de cuirassement. Il semble bien qu'à propos de la Guyane, il faille de nouveau mettre l'accent sur leur dissociation. Il existe certes de nombreuses zones cuirassées, mais leur position dans le paysage (anciennes surfaces d'érosion) ainsi que celle, superficielle, de l'horizon induré ne laisse aucun doute sur leur caractère fossile. Il se reconstitue présentement, sur ces cuirasses, des sols encore peu évolués, par lente dissolution

organique et surtout par dislocation grâce à la végétation. Nous verrons plus loin quel rôle peuvent jouer ces cuirasses dans l'évolution des sols qu'elles dominent.

Les possibilités actuelles de formation de cuirasse (ou de carapace) en place apparaissent très incertaines. Les très rares situations dans lesquelles ce processus d'induration semble s'effectuer ne sont en réalité que des rémanences d'un cadre géo et pédo-morphologique préservé du récent modelage général du pays. Nous ne pouvons d'ailleurs trouver, en Guyane, de carapace (sauf dans les sols de la classe hydromorphe), stade de passage assez fugace en direction de la cuirasse.

En définitive, il n'apparaît pas nécessaire d'introduire dans la classification des sols guyanais, un sous-groupe de sol ferrallitique induré en place, eu égard à l'extrême incertitude de leur occurrence sous les conditions pédogénétiques actuelles : faible mobilité du fer, absence des conditions générales climatiques et géomorphologiques nécessaires à la concentration du fer.

A propos du concrétionnement les analyses confirment ce qui a été souligné au paragraphe précédent, au sujet de l'immobilité du fer : le sol peut renfermer de très forts pourcentages d'hydroxydes sans qu'il apparaisse de concrétionnement. Ce fait est normal, étant donné que les alternances d'humidification et de déshydratation sont estompées au maximum. Nous avons vu, d'autre part, que la totalité du fer, oxydé et libéré dès les premiers stades de l'altération, se fixe très rapidement à l'argile, sous une forme extrêmement divisée.

Ceci étant, nous devons passer en revue les deux cas de présence de concrétions : soit que nous les trouvons sur les sommets (ou bien dans les parties tout à fait supérieures des pentes), soit qu'elles se présentent dans les sols sur pentes, à tous les niveaux topographiques, au sein d'un horizon bien individualisé. Dans le premier cas, leur position superficielle dans le profil, la concordance du niveau topographique avec des zones cuirassées d'anciennes surfaces, leur patine, etc., tous ces éléments d'observation concordent pour leur attribuer un caractère résiduel : leur présence ne pourra donc être signifiée dans la classification qu'à un niveau assez bas : celui de la série, la notion de famille devant être exclusivement réservée au facteur roche-mère.

Dans le second cas, leur place dans le profil (en un horizon intermédiaire) leur position dans le paysage, toujours inférieure aux réservoirs d'oxydes de fer que constituent les cuirasses ou les concrétions résiduelles sommitales, leur fraîcheur, font considérer comme actuelle la formation de ces concrétions, mais, évidemment, à partir de matériaux d'**illuviation oblique**. Ce concrétionnement actuel n'apparaît que dans des sols de couleur jaune. Ce dernier aspect de la couleur méritant de par son importance, nous le verrons plus loin, qu'il soit considéré au niveau du sous-groupe, c'est tout naturellement que le concrétionnement actuel doit être pris en considération au niveau du faciès, c'est-à-dire à un niveau plus élevé que celui assigné à la présence de concrétions héritées. Ce faciès sera dénommé "concrétionné" pour bien attirer l'attention sur la différence existant entre les sols qu'il représente et ceux dont les concrétions ont été formées au cours d'un cycle pédogénétique passé : ces derniers seront appelés "à concrétions". Signalons que certaines de ces zones concrétionnées peuvent évoluer localement en cuirasse.

4.5 - Hydromorphie

Le modelé du bouclier guyanais, développant sur toutes les formations géologiques des pentes très rapides, ne favorise que très peu l'apparition de l'hydromorphie dans les sols ferrallitiques. Encore n'est-elle toujours que temporaire.

Dans les sols ferrallitiques guyanais, l'engorgement d'une partie du profil ne semble pouvoir se développer normalement que sur des formations lithologiques particulières : granites, quartzites arkosiens, et séricitoschistes, c'est-à-dire sur des matériaux où le manque de structuration de l'argile par les hydroxydes de fer, ou bien la richesse en limon, risque de restreindre la perméabilité. C'est donc d'une hydromorphie lithologique qu'il s'agit. Elle se situe au terme d'une évolution, présente des caractères très secondaires et n'a guère de répercussion sur d'autres facteurs pédogénétiques ou bien dans le bilan minéralogique des sols : le rapport silice/alumine n'est, en particulier, pratiquement jamais affecté. En général, cet horizon de pseudo-gley n'est dans les sols sur granites ou sur quartzites qu'assez peu différencié, sauf dans les situations topographiques surbaissées (assez

rars). C'est sur les séricitoschistes, engendrant un matériau beaucoup plus fin que la caractérisation morphologique est la plus facile et correspond à une redistribution poussée des oxydes de fer : taches rouge vif sur fond blanc. On trouve ces sols ferrallitiques hydromorphes, en toutes positions topographiques. La profondeur à laquelle débute l'horizon de pseudo-gley varie beaucoup d'un sol à l'autre : elle se situe en général de 80 à 180 cm, tandis que la base est comprise entre 2 et 3,5 m. La dénomination d'argile tachetée adoptée souvent à propos de certains sols ferrallitiques temporairement hydromorphes doit être abandonnée, semble-t-il, au profit de celle de pseudo-gley, phénomène pédogénétique aussi général que d'autres, comme le lessivage ou le concrétionnement par exemple.

Nous devons noter que cette hydromorphie temporaire ne s'accompagne pas de concrétionnement actuel, ce qui ne signifie pas que les témoins d'un concrétionnement ancien ne puissent exister dans ces sols. Limitée dans son intensité et dans sa localisation, peu influente sur d'autres phénomènes pédogénétiques, l'hydromorphie temporaire ne peut prendre place, dans la classification qu'au niveau du sous-groupe.

4.6 - Accumulation de la matière organique

Elle est partout très limitée et n'apparaît comme un processus génétique susceptible d'avoir une influence certaine que dans certains sols à concrétions, de replats sommitaux, position dans laquelle elle contribue à l'apparition de chaînes de sol par la complexation du fer des concrétions et l'illuviation oblique de celui-ci dans les positions topographiques inférieures. Il s'agit très souvent, dans ce cas, d'une matière organique brune à rapport C/N relativement élevé (environ 15), acide et, naturellement, très désaturée. Les teneurs du sol sur les vingt premiers centimètres varient de 6 à 7 %. Tous les autres caractères font rentrer ces sols dans le groupe ferrallitique typique : il ne sera donc établi pour eux qu'un sous-groupe humifère acide (à rapport Silice/Alumine assez bas, souvent inférieur à 1). Il ne semble pas qu'une quelconque hydromorphie soit à la base de ce développement particulier de la matière organique : le pédoclimat est, certes, plus frais car ces zones planes bénéficient d'une meilleure infiltration des pluies, mais le profil est cependant bien drainé (conditions qui expliquent, par ailleurs, l'abaissement du Ki. Il est vraisemblable de considérer l'accumulation de cette matière organique comme résultant d'un couvert forestier plus broussaillieux dans des conditions topographiques ne permettant aucune perte des débris végétaux par décapage actuel prononcé comme c'est le cas des sols sur pente couvrant pratiquement tout le pays.

Les autres sols auxquels nous pourrions attribuer la qualification d'humifères sont par leurs caractères indiscutablement ferrallitiques typiques : l'établissement à leur propos d'un sous-groupe brun-rouge ne traduirait que des différences morphologiques de détail sans implication d'un processus pédologique bien particulier et généralisé. D'ailleurs, les taux de matière organique sont à la limite de la qualification humifère (minimum de 7 % sur au moins 20 cm), la répartition de celle-ci en profondeur, acquérant, en outre, très rapidement une allure ferrallitique typique stricte : ces sols ne doivent donc être considérés que comme des curiosités analytiques. Leur présence en Guyane, dans le domaine très typiquement ferrallitique, entraîne seulement à suggérer que la limite inférieure des taux de matière organique des sols du groupe humifère soit relevée, surtout en fonction de la profondeur.

4.7 - Développement de la coloration

Il est indiscutable que les pédologues, en particulier pour la délimitation des sols ferrallitiques, utilisent très largement le critère de la couleur. C'est peut-être une méthode d'approche quelque peu outrancière et subjective, mais il faut bien considérer que la coloration intègre le résultat de nombreux processus. Certains d'entre eux, comme les liaisons fer-argile, gagneraient à être approfondis, d'une part pour confirmer d'une façon plus scientifique cette manière de voir, d'autre part pour la bonne raison qu'il y a tout lieu de penser qu'ils sont une des bases fondamen-

tales des différences de comportement des sols à l'intérieur de la classe à sesquioxydes.

En Guyane, nous pouvons distinguer, d'après leur couleur, trois ensembles de sols : les sols jaunes, les sols rouges (ou ocre), enfin les sols à horizons jaune sur rouge.

Voyons rapidement à quels aspects plus spécifiquement pédogénétiques peut correspondre cette distinction.

Sols jaunes

Ceux-ci sont relativement peu représentés et ne sont localisés pratiquement que sur divers schistes (à séricite, à talc ou à amphibole) et sur pentes, principalement dans la partie inférieure de celles-ci. Le concrétionnement actuel par illuviation oblique leur correspond. Leurs autres caractères en font des sols typiquement ferrallitiques. Nous les placerons donc au niveau du sous-groupe, la seule subdivision de celui-ci étant établie par le faciès concrétionné. Il apparaît que ces sols puissent faire transition vers le sous-groupe à pseudo-gley par une meilleure rétention de l'eau en saison des pluies. Ils ne sont, très généralement, que peu lessivés.

Sols rouges ou ocres

Leur pédoclimat est toujours relativement sec, soit par une infiltration des pluies nettement inférieure au ruissellement, soit par un drainage interne trop rapide. Leur profil est généralement très homogène, mais le développement d'un lessivage moyen en argile (surtout sur les hautes collines de granites) et la présence de concrétions fossiles, superficielles, permettent de les subdiviser respectivement en faciès non ou peu lessivé et moyennement lessivé et en séries sans concrétion et à concrétions.

Considérant que l'humus des forêts humides entraîne de préférence des colorations moins vives (jaune ou ocre-clair), il serait permis de voir dans ces sols rouges, l'action d'un climat peut-être plus sec et plus contrasté que celui que nous connaissons actuellement.

Ces sols rouges sont bien représentés en Guyane et nous les trouvons sur toutes les roches-mères et positions topographiques.

Sols à horizon jaune sur rouge

A la suite de ce qui vient d'être noté, il semblerait tentant de voir dans la différenciation de ces couleurs, du haut en bas d'un même profil, la conséquence du développement d'un sol jaune à partir d'un sol rouge supposé plus ou moins reliqué. Deux considérations viennent infirmer cette manière de voir :

- 1 - il existe, en Guyane, toute une gamme de degrés dans la différenciation des couleurs (pouvant arriver à des sols ocre-jaune sur rose-ocre) dans laquelle il est possible de reconstituer l'évolution contemporaine des deux horizons.
- 2 - les caractéristiques physiques et morphologiques de l'horizon rouge diffèrent profondément de celles des sols rouges.

Ce dernier point mérite d'être précisé : l'horizon rouge correspond, par rapport au jaune, très généralement à une augmentation de la cohérence et de la compacité, tandis que sa structure acquiert un aspect moins fondu. Des agrégats grenus, ronds ou ovoïdes, de quelques millimètres, très contigus, se développent fréquemment et peuvent préfigurer, à première vue, de petits pisolithes. Ils sont cependant toujours très tendres. Cette modification de la structure se révèle encore mieux au débit qui respecte souvent la forme des agrégats grenus ou, lorsque ceux-ci sont absents, engendre de petits polyèdres de 5 cm au maximum s'individualisant facilement. Dans la plupart des cas, à ces modifications de structure correspond une sécheresse accentuée du pédoclimat tandis que la densité de l'enracinement diminue très brutalement. Voici donc des caractères très différents de ceux des sols rouges, dans lesquels la porosité est toujours excellente et la cohérence faible. Enfin, notons qu'en profondeur cet horizon rouge est très limité, ce qui n'est pas le cas des sols rouges dont la même coloration intéresse tout le profil, ou du moins une très grande profondeur. Il ne semble toutefois pas que cette différenciation dans la couleur d'un horizon à l'autre corresponde à des variations très notables de la constitution chimique globale : seul le taux de fer présente souvent un

maximum au niveau de l'horizon rouge, mais, si nous notons que de semblables accumulations peuvent être relevées dans les autres sols, il faut bien reconnaître que ce critère analytique n'est pas suffisant.

Il faut donc rechercher ailleurs la cause de cette différenciation et la voir très certainement dans les divers états d'hydratation et de fixation des oxydes de fer, par un mécanisme hydrique ou organique restant également à préciser.

Le lessivage en argile et la présence de concrétions permet de subdiviser le dernier sous-groupe de la même manière que celui des sols rouges, c'est-à-dire en facies basés sur l'intensité de lessivage en argile, et en séries basées sur la présence de concrétions reliques.

4.8 - Données analytiques

Mises à part celles qui nous sont fournies par l'attaque triacide, l'analyse granulométrique et la détermination de la matière organique, les variations des données analytiques au sein des diverses unités de sols qui viennent d'être établies, et même de l'une à l'autre, ne permettent pas, de par la faiblesse de leur amplitude, de pousser plus avant cette classification génétique. Il serait peut-être, toutefois, nécessaire, dans l'avenir, de préciser, entre autres, par l'étude très détaillée de la fraction argileuse, les différents aspects de la capacité d'échange de ces sols. Celle-ci peut subir, au sein de la sous-classe ferrallitique des variations notables (présence de matériaux de type allophane) risquant de faire reconsidérer le problème à un niveau élevé de la classification.

5 - CONCLUSION

On peut dégager de l'exposé qui précède que l'homogénéité des conditions naturelles prévalant sur les Terres Hautes guyanaises fait, qu'au-delà des différents groupes et sous-groupes que l'on peut établir, respectivement en fonction du lessivage (groupes ferrallitiques, typique et lessivé) puis : du rajeunissement (sous-groupe ferrisolique), de l'accumulation de la matière organique (sous-groupe humifère), de l'hydromorphie (sous-groupe à pseudo-gley), de l'individualisation des couleurs (sous-groupes jaune, rouge et jaune sur rouge), on retrouve sensiblement les mêmes facies, séries et familles.

Mise à part la distinction de deux seuls groupes, typique et lessivé, l'action des différents processus pédogénétiques, toujours affaiblie, entraîne l'apparition de quantités d'intergrades dans une gamme resserrée d'éléments de classification.

L'impression générale qui se dégage de ce passage en revue tient en définitive, en deux points :

- a - l'altération ferrallitique est dominante sur tous les autres processus ;
- b - le milieu forestier équatorial qui réalise le meilleur équilibre avec le climat, d'une part, avec les sols d'autre part, est un milieu essentiellement conservateur du capital minéralogique que lui lègue l'altération ferrallitique : les redistributions des éléments minéraux engendrés ou résiduels sont très limitées d'un horizon et d'un profil à l'autre.

SOUS-CLASSE DES SOLS FERRALLITIQUES Classification des sols développés sur le bouclier antécambrien guyanais (deuxième approximation)				
Groupes	Sous-groupes	Facies	Séries	Familles
Sols faiblement ferrallitiques	Non représentés ou à caractérisation marginale			
Sols ferrallitiques typiques ou ferrallites	ferrisolique jaunes rouges (ou ocre) à horizons jaune sur rouge à pseudo-gley humifères	rajeuni par érosion concrétionnés non ou peu lessivés moyennement lessivés non ou peu lessivés moyennement lessivés non ou peu lessivés moyennement lessivés bruns très acides	 sans concrétion à concrétions sans concrétion à concrétions sans concrétion à concrétions sans concrétion à concrétions sans concrétion à concrétions à concrétions	Toutes roches-mères Divers schistes Toutes roches-mères Toutes roches-mères, granites exceptés Granites et Quartzites Toutes roches-mères, granites exceptés Roches éruptives basiques Toutes roches-mères, granites exceptés Granites et Quartzites Séricitoschistes, Diorites Séricitoschistes, Diorites Séricitoschistes Séricitoschistes, Granites, Quartzites Divers schistes, Diorites
Sols ferrallitiques lessivés	sans hydromorphie à pseudo-gley	non indurés indurés	 concrétionnés cuirassés (?)	Granites Granites, Quartzites, Alluvions des terrasses anciennes Alluvions des terrasses anciennes
Sols ferrallitiques humifères	Non représentés ou à caractérisation marginale			

6 - BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.) - Cours de Pédologie. O.R.S.T.O.M., S.S.C.-Bondy, inéd.
- AUBERT (G.) - 1964 - La classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride. *Sols afric.*, IX, 1, p.97-105.
- AUBERT (G.) - 1965 - Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la Section de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M. (1965). *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Pédol.*, III, 3, p.269-288.
- D'HOORE (J.) - 1954 - *L'accumulation des sesquioxydes libres dans les sols tropicaux*. Public. I.N.E.A.C., sér. scient., 62, Bruxelles, 131 p.
- LEVEQUE (A.) - 1966 - Les sols ferrallitiques de Guyane française. *Mém. O.R.S.T.O.M.* (à paraître).
- MAIGNIEN (R.) - 1958 - Le Cuirassement des Sols en Guinée. Thèse. *Mém. Serv. Cart. Géol. Als. Lorr.*, 16, Strasbourg, 239 p.
- MOHR (E.C.J.), Van BAREN (F.A.) - 1954 - *Tropical Soils*. N.V.Uitgeverij W. Van Hoeve, La Haye, Interscience publ., London, New-York, 498 p.
- SEGALEN (P.) - 1957 - Etude des Sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar. Thèse. Sc. nat. Paris. *Mém. I.R.S.M.*, D, VIII, 182 p.