

UTILISATION DE LA CLASSIFICATION  
ORSTOM DES SOLS FERRALLITIQUES  
PAR LES PEDOLOGUES

par D. MARTIN

Animateur du Thème A

Brazzaville Mars 1974

Bondy Juillet 1974

Ce texte est surtout une constatation de la façon dont les pédologues de l'ORSTOM ont utilisé la classification actuelle des sols ferrallitiques (AUBERT, SEGALEN, 1966). Les pédologues du Thème A sont en effet continuellement confrontés, compte-tenu de l'importance des travaux de cartographie en zone ferrallitique, à ces problèmes de classification, ne serait-ce que pour rédiger les Notices de cartes. Certains pédologues semblent cependant étudier les sols plus dans l'optique de les classer à tout prix que d'en assurer une bonne connaissance. Une bonne étude d'un sol en soi devrait normalement permettre de le classer dans n'importe quel système de classification : on ne peut pas dire que ce soit toujours et partout le cas depuis l'utilisation de la nouvelle classification. La nécessité pratique de "classer" et les difficultés éprouvées pour cela ont abouti finalement à des divergences d'interprétation qu'il est nécessaire de mettre en évidence ou à des propositions nouvelles qui doivent être coordonnées.

Si les problèmes de classification n'ont pas été parmi les objectifs majeurs du Thème A, une mise au point à usage interne (pédologues ORSTOM) était nécessaire et ouvre la voie à la remise à jour prévue de la classification française. La constatation des divergences est d'ailleurs une preuve que le problème se pose et il est nécessaire de sélectionner les principaux problèmes à étudier et d'inciter les pédologues à réfléchir à ces questions et à élaborer des propositions constructives.

---

### REMARQUE LIMINAIRE.

La classification ORSTOM actuelle, bien qu'elle s'intitule toujours "Projet", a été présentée et discutée lors des réunions des Pédologues (1965, 1966) et donc approuvée dans ses grandes lignes : son utilisation telle quelle devrait donc être une obligation normale pour les pédologues de l'ORSTOM et être la seule employée dans des rapports et notices dans un souci bien compréhensible d'homogénéité de langage si ce n'est de conception. A partir de ce principe de base, la classification peut être interprétée, ce que n'ont pas manqué de faire les pédologues, et ce rapport s'efforcera de montrer les différences d'interprétation. Par contre, il me semble anormal qu'elle soit modifiée et utilisée modifiée : une telle modification devrait être simplement proposée avec des arguments valables à la fin d'un rapport ou d'une étude, dans lesquels les sols devraient cependant être étudiés dans le cadre du "Projet" actuel.

Les attitudes des pédologues devant ce problème ont été variables :

- SOUBIES (1969) a appliqué strictement la classification actuelle malgré les difficultés qu'il a eu et qu'il expose ;
- les pédologues guyanais et congolais ont également utilisé la classification, sans préciser leur interprétation ;
- les pédologues centrafricains ont fait de même en précisant certains critères (remaniement, appauvrissement) ;
- les pédologues gabonais ont abandonné pratiquement le groupe remanié et interprété volontairement la classification en reprenant les grandes catégories de CHATELIN (1966), et BOURGEAT (1970, 1971) a utilisé une interprétation très voisine à Madagascar dans un cadre régional ;
- les pédologues ivoiriens ont d'abord modifié assez profondément la classification, en précisant mieux certaines définitions et limites dans le contexte local, puis sont revenus au cadre normal de celle-ci.

### SOUS-CLASSES.

#### Critères de sous-classes.

Les critères de sous-classe sont basés sur les caractéristiques de saturation du complexe (pH et S/T), que l'on pense liées aux conditions écologiques et en

particulier à la pluviométrie (quantité de pluie, longueur de la saison sèche). Compte-tenu de la variabilité de ces caractéristiques dans les horizons A1 dues en particulier à la végétation, ce fut l'horizon B2 qui fut logiquement choisi. Des normes chiffrées ont été fixées à l'origine, puis contrôlées statistiquement (VAN DEN DRIESSCHE, 1966). Cependant des difficultés de divers ordres sont apparues dans certaines régions et ont pu être résolues différemment par les pédologues. Rappelons brièvement ces critères :

	S mé/100 g	S/T %	pH eau
Faiblement désaturé	2 à 8	40 à 80	5,5 à 6,5
Moyennement désaturé	1 à 3	20 à 40	4,5 à 6
Fortement désaturé	< 1	< 20	< 5,5

#### Détermination de la sous-classe.

Trois normes chiffrées concernant la somme S, le degré de saturation S/T et le pH ont été données, mais elles peuvent très bien ne pas se recouvrir parfaitement, ce qui avait été d'ailleurs prévu à l'origine. En fait, c'est le rapport S/T, qui a été utilisé préférentiellement par les pédologues comme critère principal de sous-classe : les normes de pH ne sont définies que par leur maximum, les valeurs de S ne correspondent pas forcément aux normes proposées en face du couple S/T-pH.

Un premier problème aurait donc dû être de normaliser la mesure de S/T pour avoir des chiffres comparables entre régions, la mesure du pH posant beaucoup moins d'incertitudes. La question s'est en effet posée au Gabon, et elle est valable pour toutes les régions à sols fortement désaturés, de l'intérêt d'une mesure globale de S au lieu de mesurer avec de grands risques d'erreur de très petites quantités de Ca, Mg, K et Na : S est souvent inférieur à 0,5 mé/100 g dans les horizons B.

En dehors de ce problème particulier, et d'après les renseignements connus, les méthodes de mesure de S et T ne sont pas ou n'étaient pas parfaitement normalisées dans les laboratoires de la zone ferrallitique.

Bases échangeables	Ca et Mg par complexométrie : Bondy, Libreville Ca, Mg, K et Na par photométrie (Technicon, Eppendorf) : Bondy, Adiopodoumé, Yaoundé.
Extraction par acétate de NH <sub>4</sub>	Ca, K et Na par photométrie : Brazzaville, Cayenne. Mg par colorimétrie au jaune thiazol : Brazzaville (jusqu'en 1971), Cayenne.
Capacité d'échange	Saturation par Cl <sub>2</sub> Ca et dosage de Cl et Ca : Bondy, Adiopodoumé, Yaoundé, Libreville. Percolation à l'acétate de NH <sub>4</sub> ; dosage de NH <sub>4</sub> après déplacement par ClK : Brazzaville (jusqu'en 1972), Cayenne.

La mesure de la capacité d'échange est maintenant unifiée dans tous les Centres. Le dosage des bases échangeables est beaucoup plus difficile à unifier en raison de problèmes de matériel : l'utilisation de la complexométrie ou de la photométrie pour de très faibles quantités de bases peut donner des résultats différents ; une méthode de dosage global de la somme S des Bases échangeables serait alors intéressante pour les horizons B2 des sols ferrallitiques fortement désaturés.

SOUBIES (1969) s'est posé le problème de savoir quel horizon B2 il fallait utiliser, quand il en existe plusieurs dans le profil et qu'ils ont des taux de saturation différents. Il semble logique (MARTIN, 1970) d'utiliser le premier horizon du profil nommé B2 ou B21 : aucune influence notable de la matière organique n'est plus décelable morphologiquement.

#### Utilisation de la sous-classe.

La détermination de la sous-classe étant faite, comment les pédologues ont-ils utilisé cette catégorie de niveau élevé ?

Le problème ne se pose en fait que dans les pays où l'on trouve plusieurs sous-classes : certains, comme le Gabon et la Guyane, n'ont pratiquement que des sols ferrallitiques fortement désaturés. En dehors de ces deux pays, on a souvent l'impression que la sous-classe est déterminée un peu mécaniquement et la plupart du temps aucune conclusion n'est tirée.

Si SOUBIES décrit scrupuleusement ses sols par sous-classe, même s'il les trouve très semblables d'une sous-classe à l'autre, ce n'est plus le cas d'ESCHENBRENNER (1969) et LATHAM (1969), qui parlent de sols fortement ou moyennement désaturés et moyennement ou faiblement désaturés : il en est souvent de même de BOULVERT (1969, 1970), JAMET (1971), BEAUDOU (1973), DENIS et al. (1973).

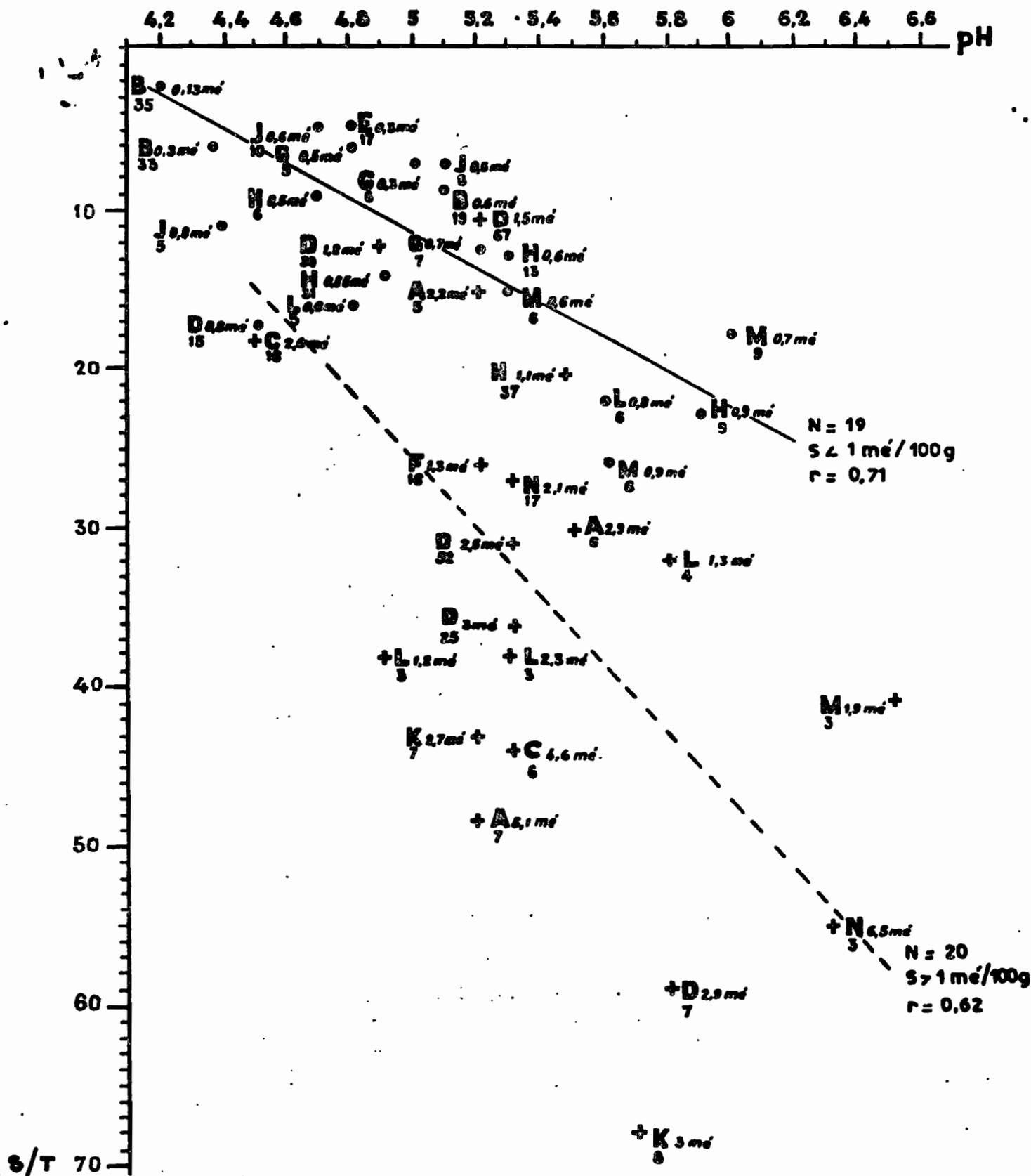
Il s'est avéré en effet que la désaturation avait une faible valeur cartographique, que des sols voisins et semblables pouvaient appartenir à des sous-classes différentes, que les toposéquences pouvaient indifféremment être constituées de sols d'une seule sous-classe ou de deux sous-classes, que les liaisons avec les indices climatiques étaient difficiles à mettre en évidence et que des changements de végétation pouvaient faire passer les sols d'une sous-classe à une autre.

Par exemple, en utilisant une seule position topographique (sommet de plateaux), LATHAM (1969) a pu faire une intéressante carte du taux de saturation sur la feuille SEQUELA. Si on se limite aux sols ferrallitiques, on observe schématiquement un bloc central de sols fortement désaturés entourés au nord et au sud de sols moyennement et faiblement désaturés, avec prédominance des sols faiblement désaturés au nord en coïncidence approximative avec une diminution de la pluviométrie. Si on observe maintenant à quels groupes et sous-groupes appartiennent ces sols, on note que la zone centrale est occupée par des sols remaniés modaux ou remaniés à recouvrement de pédogénèse ancienne, tandis qu'au nord et au sud il y a dominance de sols rajeunis et de sols rajeunis pénévolutés de pédogénèse plus récente. La désaturation semble donc liée au degré d'évolution du sol et en partie sans doute aux minéraux argileux qu'il contient.

Un tel saut du taux de saturation est observé également par VALLERIE (1973), dans le Centre-Cameroun, entre deux ensembles géomorphologiques et pédologiques d'âge et d'évolution différents. DENIS l'a même observé au niveau de la toposéquence : sols des plateaux fortement désaturés, sols des flancs de plateaux faiblement désaturés (DENIS, 1970).

Concernant l'influence de la végétation, MARTIN (1973 c) a montré que, sur des matériaux semblables, les sols sous forêt sont fortement désaturés tandis que les sols sous savane sont fortement ou moyennement désaturés.

# RELATIONS pH-S/T



Modifications apportées au graphique original (Cah. ORSTOM-Pédol. IV, 4, p. 94)

- Suppressions : Points pH-S/T à effectif  $\geq 3$

- Adjonctions		Effectif	pH	S/T	Sme
<b>B</b>	Gabon	35	4,2	2,5	0,13
<b>D</b>	Cote d'Ivoire	33	4,35	6	0,3
		67	5,2	10	1,5
		25	5,3	31	1,3
<b>H</b>	Cameroon	37	5,45	21	1,1
		31	4,9	14	0,65

ETUDE STATISTIQUE.

Une réinterprétation du graphique de VAN DEN DRIESSCHE (1966) permet de préciser l'influence des caractéristiques minéralogiques des sols. Par rapport au graphique original on a :

- supprimé les points d'effectif inférieur à 3 qui ne sont pas suffisamment représentatifs ;
- ajouté 8 nouveaux points d'effectif important tirés d'études plus récentes ;

Gabon	B 35 (1)	sol ferrallitique jaune sous forêt sempervirente
	B 33 (2)	sol ferrallitique jaune sous cacaoyère
Côte d'Ivoire (3)	D 30	sol ferrallitique sur schistes sous forêt sempervirente
	D 67	sol ferrallitique sur granite sous forêt sempervirente
	D 25	sol ferrallitique sur schiste sous forêt semi-décidue
	D 52	sol ferrallitique sur granite sous forêt décidue
Cameroun (4)	H 37	sol ferrallitique rouge sous savanes
	H 31	sol ferrallitique rouge sous forêts

L'ensemble de ces données a été séparé en deux groupes selon la valeur de S ( $S < 1$  mé/100 g et  $S > 1$  mé), puis on a calculé le coefficient de corrélation pH-S/T à l'intérieur de chaque groupe à partir des valeurs moyennes et tracé les deux droites de régression (fig. 1).

$S < 1$ mé/100 g	$S/T = 10,5$	$pH = 41,1$	$r = 0,71$	$N = 19$
$S > 1$ mé/100 g	$S/T = 21,4$	$pH = 81,5$	$r = 0,62$	$N = 20$

Bien que l'on puisse contester un tel calcul statistique, en particulier du fait que chaque couple pH - S/T représente déjà une moyenne à partir d'effectif très variable, on met en évidence deux types de relations assez différentes entre pH et S/T, type de relations que l'on sait dépendre généralement de la composition minéralogique du sol.

- 
- (1) Etudes non publiées
  - (2) Extraits de MARTIN (1973 b)
  - (3) Extraits de de BOISSEZON (1970)
  - (4) Extraits de MARTIN (1973 c)

En première approximation et connaissant la variabilité de la composition minéralogique des sols ferrallitiques, tels qu'ils sont conçus par les pédologues de l'ORSTOM, à la différence de celle des oxisols de la 7<sup>e</sup> approximation (1967), on peut admettre que :

- avec  $S < 1$  mé/100 g, la faible saturation du complexe par rapport au pH est liée à la présence de kaolinite et d'hydroxydes (dont la gibbsite) ;
- avec  $S > 1$  mé/100 g, la plus forte saturation du complexe pour un même pH est liée à la présence, en plus de la kaolinite, de minéraux argileux du type illite et interstratifiés.

### Conclusion.

À la lumière de ces observations, il semble cependant nécessaire de poursuivre l'étude de la saturation, statistiquement quand on dispose de nombreuses données, et en particulier sur les points suivants :

liaison saturation - pluviométrie, liaison saturation - minéraux argileux, éventuellement par l'intermédiaire de la liaison saturation - capacité d'échange de la terre fine ou mieux de l'argile. La recherche d'autres critères de sous-classe liés à l'écologie n'est pas à négliger non plus :

saturation, somme des B.E. et types d'humus dans les horizons A1 sous végétation naturelle (FERRAUD, 1971), mais MARTIN (1973 c) a montré que de tels critères n'ont souvent qu'une valeur régionale et peuvent être difficilement étendus à toute l'Afrique et à fortiori à l'ensemble du monde.

### GROUPE 'REMANIÉ'

#### Interprétations et précisions.

C'est le groupe qui a été le plus intensément utilisé par les pédologues, à plus ou moins bon escient. Pratiquement les critères du groupe remanié sont devenus la présence d'une stone-line ou même d'un horizon gravillonnaire ou concrétionné. Les critères donnés à l'origine étaient en fait peu précis, puis une explication du remaniement a été donnée (SEGALEN, 1969), qui aurait dû normalement limiter le groupe remanié à certaines positions dans le paysage. Les critères retenus furent finalement très variables.

La notion la plus extensive du remaniement a été donnée en Guyane : "présence en surface ou en profondeur de concrétions patinées et lustrées non intégrées à opposer aux concrétions intégrées qui semblent en place" (MISSET, 1969). DELHUMEAU (1969) précise un peu en parlant de "niveau grossier plus ou moins important constitué de gravillons ferrugineux de 1 à 3 cm, à cuticule lisse et plus dure que l'intérieur, accompagnés parfois de blocs de cuirasses vacuolaires de 5 à 50 cm. Aucune précision n'est donnée sur l'épaisseur de ce niveau, la profondeur à laquelle il apparaît, la transition avec les horizons supérieurs, le pourcentage d'éléments grossiers. D'après certaines descriptions de profil et les analyses jointes, la simple présence de gravillons patinés et lustrés et même de concrétions souvent dispersées dans l'horizon et ne formant pas un horizon compact, suffit à caractériser un sol remanié. Même si l'interprétation de la formation des éléments grossiers observés à partir de cuirasse d'une pédogénèse antérieure, origine fréquente des éléments de la stone-line en Guyane, est juste, la simple présence de quelques-uns de ces éléments dans un horizon me paraît faible pour caractériser un groupe.

Au Congo, la stone-line est généralement beaucoup mieux caractérisée, notamment par sa limite supérieure nette : aucune limite de profondeur n'a été proposée et la présence d'une stone-line à des profondeurs variant de 0,80 à 3,3 m (CARLOTTI, 1968, de BOISSEZON et al. 1969, DENIS, 1970) suffit à caractériser le groupe remanié. La présence de la stone-line, non vu dans le profil, est souvent extrapolé à partir d'autres observations : sa profondeur peut atteindre 5 à 7 m (de BOISSEZON, 1966, JAMET, 1969). Il est vrai que théoriquement la profondeur ne devrait pas entrer en ligne de compte dans l'optique d'une étude complète du profil : par exemple SEGALIN (1967) détermine le groupe remanié dans un profil à stone-line de cailloux et galets roulés à 5 m sur un glaciaire où le colluvionnement est à peu près certain et VALLERIE (1973) fait de même.

Par contre en RCA, BOULVERT (1970) et BEAUDOU (1973) limitent les sols remaniés à une profondeur de la stone-line inférieure à 1,2 m : quand la stone-line est à plus de 1,2 m le sol est considéré comme typique. Dans le même esprit MULLER (1972) détermine un sol remanié quand un horizon grossier est présent à moins de 1,5 m (profondeur d'observation des profils).

Les pédologues ivoiriens ont donné une grande importance au remaniement et il est vrai que les stone-lines sont particulièrement abondantes et souvent à faible profondeur en Côte d'Ivoire.

Des normes précises ont été fixées concernant la profondeur de la stone-line (de BOISSEZON, 1969) :

- Sol remanié (groupe) : matériaux remaniés jusqu'à 80 ou stone-line à moins de 80 cm ;
- Sol faiblement remanié : stone-line entre 40 et 80 cm ;
- Faciès remanié : stone-line discontinue à moins de 40 cm.

Les pédologues gabonais n'ont pas utilisé le groupe remanié dans les derniers rapports ou Notices (COLLINET, MARTIN, 1969, 1973 et COLLINET, FORGET, 1973) : une carte précise, à une échelle réduite, les profondeurs moyennes d'apparition de l'horizon grossier sur l'ensemble de la zone cartographiée. BOURGEAT (1970, 1971) n'a pas non plus utilisé le groupe remanié dans la classification des sols ferrallitiques récemment proposé pour Madagascar.

#### Liaisons avec d'autres processus.

Pour la plupart des pédologues, mais spécialement en Côte d'Ivoire, le remaniement est le processus majeur au niveau du groupe : à la limite, seuls les sols sans aucuns éléments grossiers dans tout le profil sont qualifiés typiques. Les pédologues guyanais et SOUBIES tiennent à peu près le même raisonnement. Au contraire BOULVERT et BEAUDOU, qui limitent le remaniement à 1,2 m, caractérise comme typique les sols à niveau grossier à plus de 1,2 m.

Le processus d'appauvrissement est le plus souvent subordonné au remaniement et par exemple n'apparaît plus qu'au niveau du sous-groupe en Côte d'Ivoire. En Guyane les sols du groupe appauvri n'ont pas d'éléments grossiers (TURENNE, BLANCANEAUX) ; il en est de même au Congo (GRAS, 1967, JAMET, 1969) : aussi les sols appauvris sont-ils limités pratiquement aux sols issus de grès ou de formations sableuses récentes. Cependant MISSET (1969) caractérise des sols du groupe appauvri, sous-groupe faiblement remanié, quand l'appauvrissement est prépondérant.

La conjonction d'un appauvrissement marqué et de la présence d'un niveau graveleux à moins de 1,2 m n'a pas été observé, semble-t-il, en RCA et BOULVERT ne s'est donc pas posé le problème de la subordination d'un processus à l'autre.

### Principaux sous-groupes.

Parmi les principaux sous-groupes reconnus, deux sont particulièrement intéressants quant à la façon dont les pédologues ont utilisé le remaniement : sols remaniés indurés et sols remaniés à recouvrement.

Le premier sous-groupe (sols remaniés indurés) a été utilisé par de nombreux pédologues (BOULVERT, LATHAM, ESCHENBRENNER, BLANCANEUX, MISSET, TURENNE) et appliqué à des sols appartenant à une situation géomorphologique bien typée : sols à horizon meuble peu épais de collines ou plateaux cuirassés.

Le profil se présente généralement ainsi :

- horizon humifère meuble avec ou sans gravillons ;
- horizon gravillonnaire plus ou moins épais (0,25 à 2,5 m) ;
- cuirasse ou carapace en niveau compact et continu ou en gros blocs plus ou moins séparés, considérée comme en place.

Si l'on reprend l'explication du remaniement par SEGALEN (1969) et en particulier l'hypothèse du "retournement", il paraît logique d'appeler remaniés uniquement les sols des pentes, alors que les sols des sommets aplanis de collines et plateaux, considérés comme en place, sembleraient à priori non remaniés : c'est à partir des plateaux non remaniés que le recul des versants contribue à la formation des sols remaniés des pentes. Le remaniement, dans ce type de sol, semble lié, pour les pédologues, à la présence, au-dessus de la cuirasse, d'un horizon gravillonnaire (gravillons patinés) qui peut être effectivement formé par destruction superficielle (remaniement ?) de la cuirasse.

La même explication vaut pour les sols remaniés à recouvrement (groupe en Côte d'Ivoire : de BOISSEZON, LATHAM, ESCHENBRENNER), les sols remaniés rouges ou jaunes au Congo (GRAS, DENIS) et les sols remaniés à recouvrement épais (JAMET, 1971). D'après leur position topographique et les sols que l'on observe sur les flancs des collines et plateaux, ces sols devraient être considérés comme non remaniés : ce n'est cependant pas le cas. La preuve du remaniement est associée, comme dans le cas précédent, à la présence d'un horizon gravillonnaire (gravillons patinés) qui aurait été mis en surface : le niveau supérieur meuble est alors logiquement appelé recouvrement. Rappelons l'importance que peuvent atteindre de tels recouvrements : 2 à 3 m. en Côte d'Ivoire, 2 à 7 m au Congo, maximum observé de 7,4 à 10 m au Cameroun dans des situations géomorphologiques et topographiques semblables (MARTIN, 1966, VALLERIE, 1973).

Cependant cette interprétation n'est pas unanime : MARIUS (1969) a classé comme typique induré des sols de plateaux cuirassés ; il en est de même pour SEGALEN (1967). De même BOULVERT (1969, 1970) classe comme typique des sols à horizon gravillonnaire à plus de 1,2 m qui seraient appelés à recouvrement par les pédologues ivoiriens.

Dans ces deux cas, l'utilisation du remaniement à un niveau élevé de la classification me paraît abusive et en contradiction avec l'explication du phénomène qu'en a donné SEGALEN (1969) : l'abus le plus manifeste, en dehors de la classification utilisée par les pédologues ivoiriens (de BOISSEZON, 1969), est la légende de la carte pédologique du Congo au 1/2 000 000 (de BOISSEZON et al., 1969), où, en dehors des sols sableux et profonds appauvris, tous les sols ferrallitiques font partie du groupe remanié.

La présence du niveau gravillonnaire pose évidemment un problème, mais ce dernier est le plus souvent résolu dans le sens purement allochtoniste : mise à nu de la cuirasse, formation en surface de l'horizon gravillonnaire, recouvrement par un matériau meuble ; l'importance et l'origine du recouvrement n'a encore reçu aucune explication valable. Aussi le point de vue autochtoniste, qui est le mien et qui n'est pas non plus prouvé, me paraît aussi valable comme hypothèse de départ : formation d'un niveau induré en profondeur d'un profil, maintien du niveau meuble superficiel, remaniement interne de la partie supérieure de la cuirasse pour former les gravillons par une action encore inexpliquée. Aucune des deux hypothèses n'étant prouvée pour le cas particulier de ces deux sous-groupes de sols ferrallitiques, il me paraît anormal d'interpréter leur mode de formation de façon aussi nette et d'utiliser cette interprétation à un niveau aussi élevé de la classification.

Le cas d'utilisation du sous-groupe "rajeuni" sera traité plus loin avec le groupe rajeuni.

### Conclusion.

Le remaniement a été très utilisé par certains pédologues et à un haut niveau de la classification, tandis que d'autres ne l'utilisaient pas ou ne l'utilisaient qu'à un niveau inférieur. Ces profondes divergences d'interprétation de la classification montrent qu'un problème se pose : le remaniement est-il réellement un processus pédogénétique et si oui, est-ce un processus pédogénétique majeur ?

GROUPE PENEVOLUE ET RAJEUNI.

Définition du groupe.

Plusieurs processus sont à l'origine de ce groupe : action de l'érosion, action d'apports éoliens ou autres, faible action du temps. Ces différentes notions ne sont pas absolument équivalentes, ne serait-ce que par l'emploi de deux termes rajeuni et pénévolué, dont la signification n'a d'ailleurs pas été parfaitement précisée à l'origine, le terme pénévolué étant seul utilisé dans le texte (AUBERT, SEGALEN, 1966) et le rajeunissement toujours associé à l'érosion, alors que les deux termes sont utilisés au même niveau dans la liste des catégories de sols.

Utilisation du groupe.

Ce groupe a d'abord été peu utilisé par certains pédologues. Au Congo, de BOISSEZON (1966), GRAS (1965-1967), JAMET (1966), DENIS (1967), de BOISSEZON et al. (1969), ne l'utilisent pas, puis DENIS (1969) ne l'utilise que dans la sous-classe faiblement désaturé. En Guyane le groupe n'est utilisé que par DELHUMEAU (1969) et TURENNE (1969, 1973) et essentiellement sous la forme du sous-groupe avec érosion et remaniement.

Au contraire les pédologues ivoiriens (de BOISSEZON, 1969) ont beaucoup utilisé le rajeunissement sans jamais employer le terme pénévolué puisqu'ils distinguent trois groupes dans lesquels il est associé, sur un pied d'égalité dans deux des groupes, au remaniement. Seule la notion de rajeunissement est utilisée avec, comme critère principal, la profondeur d'apparition de l'horizon B<sub>3</sub>C ou C, parfois associée aux teneurs en B.E. ou B.T. de ces horizons. Les pédologues ivoiriens ont ainsi précisé au même niveau du groupe les concepts rajeuni et faiblement rajeuni:

- rajeuni : horizon BC ou C avec teneurs en B.T. encore importantes à moins de 80cm, ou débris de roches peu ou pas altérées à une profondeur moindre ;
- faiblement rajeuni : mêmes critères mais limite à 1,2 m, ou lorsque l'horizon BC ou C est à moins de 80 cm mais avec des teneurs en B.T. du même ordre de grandeur que les sols non rajeunis voisins.

Dans ce dernier cas il est question d'un rajeunissement morphologique, car il n'est pas accompagné d'un rajeunissement chimique. Cette notion de rajeunissement morphologique et chimique est également utilisée par MULLER (1973). Le rajeunissement correspond donc le plus souvent à un critère de faible profondeur du sol,

sans qu'intervienne le degré d'évolution du sol, excepté le rajeunissement chimique qui se traduit par un moindre départ de bases en profondeur : il semble que tous les sols ainsi classés soient des sols évolués, mais aucune caractéristique morphologiques ou minéralogiques ne sont données qui permettent de l'affirmer. Cependant COLLINET (1973) parle également de rajeunissement chimique, quand un déphasage d'évolution apparait à l'étude de la composition chimique et minéralogique de la fraction argileuse : le terme de pénévolution est plus souvent utilisé dans ce cas, comme on le verra plus loin.

Les termes utilisés dans le cas de faible profondeur du sol (horizon B<sub>3</sub>C ou C) sont uniquement rajeuni en Côte d'Ivoire, le couple rajeuni et pénévolué au Gabon (COLLINET, 1969), rarement pénévolué seul (TURENNE, 1973 et BEAUDOU, 1973) indifféremment rajeuni et pénévolué (BLANCAINEAUX, 1971).

VALLERIE (1973) est le seul à utiliser le groupe rajeuni (sous-groupe avec érosion) pour des sols ferrallitiques typiques indurés tronqués par l'érosion et dont l'horizon gravillonnaire est en surface ou proche de la surface : cette interprétation n'est pas en accord avec le commentaire sur la classification (ALFERT et SEGALIN, 1966).

Le rajeunissement par apport a été noté comme tel par MULLER (1972) et correspond au dépôt en surface de matériaux volcaniques actuellement inertes (bombes volcaniques, etc...). L'apport de cendres volcaniques se décomposant rapidement correspondrait mieux à cette notion de rajeunissement par apport : les cas connus au Cameroun ont été notés comme sols ferrallitiques pénévolués à couverture cendreuse par SEGALIN (1967).

BOURGEAT (1970) a nettement séparé la signification des termes rajeuni et pénévolué, puisqu'il distingue deux groupes qu'il définit ainsi :

- rajeuni : horizon B ou BC entre 60 et 200 cm, donc essentiellement un critère de profondeur ;
- pénévolué : horizon B ou BC à moins de 60 cm, et en même temps bonne structuration, faces luisantes et parfois présence d'illite, donc en même temps critères de profondeur et de faible évolution.

Au contraire au Cameroun les deux termes pénévolué et rajeuni ont été successivement utilisés, associés à la notion de faible action du temps ou de sols peu évolués minéralogiquement. Pour des sols paraissant voisins par leur faible évolution minéralogique, SEGALIN (1967) utilise le terme pénévolué, mais les sols sont

également peu profonds, sans qu'il y ait action de l'érosion, tandis qu'HUMBEL (1967) utilise le terme rajeuni, la troncature par érosion pouvant alors expliquer la faible profondeur. VALLERIE (1973) n'utilise également que le terme rajeuni pour des sols à faible évolution minéralogique, d'ailleurs classés faiblement ou moyennement désaturés, mais dont la profondeur atteint 1,5 à 5 m.

Récemment JAMET (1974) a également, comme BOURGEAT, séparé la signification des termes pénévolué et rajeuni, en conservant dans le même groupe les catégories suivantes ainsi caractérisées :

- sols rajeunis : horizon BC ou C à faible profondeur ;
- sols rajeunis pénévlués : en même temps faible profondeur et faible évolution par l'observation d'une structure grossière et sans doute d'une composition minéralogique particulière ;
- sols pénévolués à B structural : sols profonds à structure grossière et sans doute composition minéralogique particulière.

La notion de B ou B<sub>2</sub> structural avait déjà été introduite par COLLINET et MARTIN (1973), associée au terme pénévolué, mais celui-ci conservait néanmoins les deux sens de rajeuni par érosion et temps d'évolution insuffisant. MULLER (1972) sépare, également la signification des termes rajeuni et pénévolué, mais en n'utilisant que le terme rajeuni dans sa classification : il distingue ainsi rajeunissement morphologique (faible profondeur), rajeunissement morphologique et chimique (teneurs en B.T.) et pénévolution (structuration nette et présence d'illite).

Alors qu'à l'origine les deux termes pénévolué et rajeuni avait exactement la même signification, il s'est fait peu à peu un partage en réservant rajeuni pour la notion de faible profondeur et pénévolué pour la notion de faible action du temps ou faible évolution minéralogique.

#### Liaisons avec d'autres processus.

Le problème le plus intéressant est de voir la façon dont a été utilisée l'action de l'érosion dans la classification des sols ferrallitiques, en particulier pour effectuer le partage entre groupe remanié et groupe rajeuni, le terme pénévolué étant généralement peu utilisé dans ce cas : d'après le commentaire de la classification remaniement, rajeunissement, pénévolution et érosion sont plus ou moins liés avec plusieurs modalités possibles.

En Côte d'Ivoire (de BOISSEZON, 1969), les deux processus ont d'abord été intimement liés au même niveau du groupe avec des critères de profondeur et d'épaisseur, sans franche subordination d'un processus à l'autre : n'apparaissaient en sous-groupe que des processus inutilisés au niveau du groupe. PERRAUD (1971) a ensuite mieux séparé les deux groupes rajeuni et remanié, mais une certaine ambiguïté subsiste entre les catégories remanié, rajeuni et rajeuni avec érosion et remaniement : tous ces sols ont une stone-line ou un horizon grossier et présentent un horizon BC à moins de 120 cm pour les premiers et à moins de 80 cm pour les seconds.

En Guyane, où les sols présentent des analogies certaines avec ceux de Côte d'Ivoire (faible profondeur, présence d'horizons grossiers), ces deux mêmes catégories ont été utilisées en utilisant plus strictement le libellé de la classification : remanié faiblement rajeuni ou pénévolué (TURENNE, 1973). Les critères exacts de différenciation ne sont explicités ni par TURENNE, ni par BLANCANETEAUX (1969, 1970, 1971), mais les sols du groupe rajeuni présentent un horizon BC à une moindre profondeur que ceux du groupe remanié.

Dans un secteur accidenté du Cameroun, MULLER (1972) a été confronté au même problème et a caractérisé ainsi les deux mêmes catégories de sols :

- les sols remaniés rajeunis présentent un horizon grossier à moins de 150 cm et un horizon BC ou C à plus d'un mètre, sans enrichissement en bases ;
- les sols rajeunis avec érosion et remaniement ont un horizon BC ou C à moins de 80 cm avec enrichissement en bases, et un horizon grossier plus ou moins bien caractérisé.

Le choix à faire entre groupe rajeuni et appauvri ne s'est, semble-t-il, posé qu'au Congo (DENIS et al., 1973). Le rajeunissement y implique un ensemble de caractéristiques bien typées (faible profondeur, richesse en bases, probabilité de minéraux illitiques et parfois structuration nette), qu'il a paru plus intéressant de conserver tous les sols ayant ces caractéristiques dans le groupe rajeuni, même quand l'appauvrissement est très prononcé : on retrouve donc au niveau du sous-groupe, en même temps, les catégories appauvri et faiblement appauvri.

Les autres processus pédogénétiques (induration, hydromorphie etc...) ne sont utilisés qu'au niveau du sous-groupe et ne pose pas de problèmes.

### Conclusion.

Le groupe rajeuni ou pénévolué pose donc un certain nombre de problèmes, ne serait-ce que parce que les processus réels caractérisent ce groupe sont en fait très variés : une séparation franche entre les termes rajeuni et pénévolué permettrait déjà d'y voir plus clair.

De même les liaisons avec le remaniement sont ambiguës, en raison du caractère un peu particulier de ce processus pédogénétique.

#### GROUPE APPAUVRI.

##### Définition du groupe.

L'appauvrissement caractérise des sols à gradient élevé d'argile (ou de fer), dans lesquels l'élimination de l'argile de l'horizon A n'aboutit pas à une accumulation en B : est considéré comme appauvri un sol dont l'indice d'appauvrissement est inférieur à  $1/1,4$ , sans autre précision (AUBERT, SEGALEN, 1966).

##### Utilisation du groupe.

Les pédologues ont rapidement éprouvé le besoin de préciser la définition précédente, concernant en particulier l'épaisseur sur laquelle doit être observé cet appauvrissement.

C'est ainsi qu'au Gabon (COLLINET, MARTIN, 1969) et au Cameroun (VALLERIE, 1971) est considéré comme appauvri un sol dont l'indice d'appauvrissement reste inférieur à  $1/1,4$  au moins jusqu'à 25-30 cm : pratiquement le même critère est utilisé en RCA (BEAUDOU, 1973, BOULVERT, 1974).

Par contre en Guyane (MISSET, 1969, TURENNE, 1973) et au Congo, (GRAS, 1965, 1967, JAMET, 1966, 1969), aucune précision n'est donnée par rapport à la définition originale : des sols très peu argileux (moins de 5 % d'argile) sont ainsi placés dans le groupe appauvri.

MULLER (1970, 1972) a particulièrement étudié l'appauvrissement au Gabon sur le plan macromorphologique et analytique et sur une gamme variée de granulométrie. Il en a conclu que les critères de l'appauvrissement, qui sont la présence et l'épaisseur d'un horizon diagnostic, la différenciation morphologique de l'ensemble du profil, l'indice d'appauvrissement, la profondeur et l'indice d'enrichissement relatif, ne peuvent être utilisés tous à la fois pour définir les unités de classification de sols appauvris : les critères sont différents selon que les sols ont une texture grossière (moins de 20 % d'argile en B), une texture moyenne (moins de 35 % d'argile en A) ou une texture fine (plus de 35 % d'argile en A) ; des chiffres concernant indice et profondeur d'appauvrissement et indice d'enrichissement sont donnés par MULLER et permettent de classer les sols dans le groupe appauvri ou le sous-groupe appauvri d'un autre groupe.

Ces critères chiffrés nécessitent normalement l'analyse de 3 ou 4 échantillons dans les 30 à 40 premiers cm du profil, ce qui est rarement le cas pour les profils analysés couramment en cartographie : aussi COLLINET (1973) les a-t-il légèrement modifié ou sont-ils utilisés avec moins de rigueur (DENIS et al., 1973).

Les critères utilisés en Côte d'Ivoire (de BOISSEZON, 1969) sont également un peu différents : l'indice d'appauvrissement moyen (moyenne de la teneur en argile sur 30 à 40 cm / teneur en argile de l'horizon B ou BC) doit être inférieur à 1/1,4 pour un sol appauvri, mais ce processus n'a d'abord été utilisé qu'au niveau du sous-groupe. LATHAM (1973) a repris les mêmes critères.

#### Liaisons avec d'autres processus.

Comme déjà dit à propos d'autres groupes, de nombreux pédologues subordonnent l'appauvrissement à d'autres processus comme le remaniement et le rajeunissement. Aussi le groupe n'est-il pas utilisé en Côte d'Ivoire, ni en Nouvelle-Calédonie et à Madagascar : PERRAUD (1971) a rétabli par la suite l'appauvrissement au niveau du groupe. Pour SOUBIES (1969) tous les sols ferrallitiques sont appauvris ou au moins faiblement appauvris et le groupe appauvri n'est pas utilisé. L'appauvrissement a été également subordonné au rajeunissement au Congo (DENIS et al., 1973), comme déjà dit et dans le cas particulier du Nord-Congo.

En Guyane (MISSET, TURENNE) et au Congo (GRAS, JAMET, de BOISSEZON et al.) les sols du groupe appauvri sont presque toujours des sols profonds sur matériaux sableux ou sablo-argileux (grès, arènes granitiques, dépôts sableux récents etc...), sans aucun élément grossier, donc non remanié.

Par contre au Gabon, où le remaniement n'est pas utilisé, le groupe appauvri est représenté sur des matériaux variés : il a même été utilisé pour des sols à forte différenciation secondaire sous l'influence de changement de végétation, à partir de sols profonds et évolués classés normalement comme typiques (MARTIN, 1973 b).

En RCA, le fait de ne pas tenir compte d'un horizon grossier à plus de 125 cm a permis à BEAUDOU (1973) de classer comme sols appauvris des sols très épais mais pouvant néanmoins présenter à grande profondeur un horizon induré, gravillonnaire ou hydromorphe, ce qui rejoint le parti adopté par MARTIN (1973 b) au Gabon.

HUMBEL (1967) et VALLERIE (1973) se sont posés le problème du passage des sols ferrallitiques appauvris aux sols ferrugineux tropicaux. VALLERIE l'a résolu en gardant les sols étudiés dans la classe ferrallitique, mais il se demande, in fine, si certaines caractéristiques morphologiques et physico-chimiques ne feraient pas pencher le choix vers les sols ferrugineux tropicaux lessivés. Quant à HUMBEL, à la limite nord de la zone ferrallitique, il a appelé sols ferrugineux tropicaux/ferrallites, sans ajouter la précision lessivé qui semblait normale d'après la description des profils, des sols qui, dans un autre contexte climatique, pourraient être déterminés comme sols ferrallitiques appauvris ou lessivés.

Il faut noter enfin que COLLINET (1973) a cartographié sous l'équateur au Gabon des taches de sols ferrugineux tropicaux lessivés : la faible profondeur et la faible évolution minéralogique des sols ainsi que de nets critères d'appauvrissement et d'accumulation lui ont permis cette détermination. MARTIN (1973 a) signale, sous forêt au Congo, un profil qui, pour les mêmes raisons, mériterait l'appellation de sol ferrugineux tropical lessivé ou au moins de sol lessivé tropical, plutôt que de sol ferrallitique lessivé, en raison de l'absence de nets critères de ferrallitisation (profondeur, intensité de l'altération).

#### Principaux sous-groupes.

Par suite de l'absence du groupe appauvri ou de sa subordination à d'autres processus, ne figurent en sous-groupe que des processus non utilisés au niveau du groupe comme l'induration, le concrétionnement et l'hydromorphie.

Seul VALLERIE (1973) a utilisé le rajeunissement au niveau du sous-groupe, mais plus pour une faible évolution minéralogique que pour une faible profondeur et, comme déjà dit, il pourrait s'agir dans ces sols plus d'un lessivage de type tropical que d'un appauvrissement caractéristique de sols ferrallitiques.

#### Conclusion.

Les critères de l'appauvrissement ont été bien précisés par MULLER et les principaux problèmes que pose ce processus sont le niveau auquel on peut l'utiliser dans la classification et les rapports entre le lessivage de type tropical (sol ferrugineux tropical lessivé) et équatorial (sol ferrallitique lessivé).

#### GROUPE LESSIVE.

Le groupe lessivé a été peu utilisé par les pédologues, car il est en fait très peu fréquent. Il a été essentiellement caractérisé en Guyane (BLANCANEAUX, 1971, TURENNE, 1973) sur matériaux sableux ou arènes granitiques et il s'agit essentiellement d'un lessivage (donc appauvrissement et accumulation) d'argile. Il a également été utilisé au Gabon par COLLINET (1973) dans le cas d'une accumulation de matière organique non associée à la podzolisation (sol lessivé à B<sub>2</sub>h).

#### GROUPE HUMIFERE.

Depuis l'adoption de la nouvelle classification, MULLER (1972) semble le seul à avoir utilisé le groupe humifère en appliquant strictement les critères retenus (plus de 7 % de M.O. sur 20 cm, ou au moins 1 % de M.O. jusqu'à 1 m) : les processus de remaniement et rajeunissement sont notés au niveau du sous-groupe quand ces conditions sont réalisées.

BOURGEAT (1971) n'a utilisé à aucun niveau le caractère humifère, alors que de tels sols avaient été notés antérieurement à Madagascar.

#### GROUPE TYPIQUE.

La plupart des pédologues ont subordonné le groupe typique à tous les autres groupes suivant en cela la lettre de la classification :

- les sols typiques n'ont pas d'horizon grossier (non remanié) ou en ont un à une profondeur non observable (plus de 1,25 m ou 1,5 m selon les pédologues) ;
- les sols typiques ne sont pas rajeunis : pas d'horizon BC ou C à moins de 60, 80 ou 120 cm selon les pédologues ;
- les sols typiques ne sont ni appauvris, ni lessivés.

Les principaux sous-groupes excluent le plus souvent des processus utilisés au niveau du groupe : ce sont essentiellement l'induration et l'hydromorphie en dehors des sous-groupes modal et jaune. Cependant DENIS (1970) et BEAUDOU (1973) utilisent le sous-groupe pénévolué avec un horizon BC à 150 cm et MISSET (1969) le sous-groupe rajeuni avec des horizons BC entre 50 et 70 cm. La possibilité de remaniement (faiblement remanié) au niveau du sous-groupe n'a été utilisé également que par MISSET avec des critères peu précis.

Les pédologues gabonais (COLLINET, MARTIN, 1969, 1973, MARIUS, 1969 à 1971, COLLINET, FORGET, 1973) puis récemment les pédologues congolais (DENIS et al., 1973) ont utilisé le groupe typique avec une toute autre signification : le groupe typique représente le concept central de la ferrallitisation et englobe des sols profonds et évolués, qui correspondent aux catégories typiques et polygéniques cuirassés de CHATELIN (1966) et également au groupe typique de l'ancienne classification (AUBERT, 1965). BOURGEAT et AUBERT (1971) séparent en fait les mêmes sols à un niveau élevé, mais en leur donnant le nom de sols profonds et anciens : le terme typique n'est utilisé qu'à un niveau inférieur avec à peu près le même sens que l'ensemble des pédologues, c'est-à-dire excluant appauvrissement et remaniement en particulier.

Les sols typiques de VALLERIE (1973) ne comprennent également que des sols anciens, profonds et évolués, mais certains sols, qui seraient également typiques pour les pédologues gabonais, sont classés dans les groupes remaniés et rajeunis avec une utilisation assez particulière de ces processus.

La plupart des sols typiques caractérisés au Cameroun par HUMBEL (1967, 1972), VALLERIE (1970) et MULLER (1972) sont également des sols anciens, profonds et évolués, bien qu'HUMBEL (1972) limite à 2 m sans autre horizon caractéristique les sols du groupe typique et qu'il y ait donc possibilité que des sols anciens et évolués mais non forcément profonds fassent partie d'autres groupes.

Il y a donc de très grandes divergences dans l'utilisation du groupe typique et celles-ci peuvent en partie s'expliquer par la répartition des sols dans les différents pays. En Côte d'Ivoire et en Guyane les sols sont souvent peu profonds et à horizon grossier proche de la surface : remaniement et rajeunissement sont privilégiés et les sols typiques (au sens Afrique Centrale et Madagascar) sont peu représentés ou n'ont pas été séparés à un niveau élevé ; certains sols observés à Seguela (LATHAM, 1969) et vraisemblablement les sols des Tandas (ESCHENBRENNER, 1969) appelés généralement remaniés indurés ou remaniés à recouvrement se rattacheraient au concept typique d'Afrique Centrale. Au contraire au Cameroun, au Gabon et au Congo ( le cas de la RCA est un peu à part en raison de l'importance de l'induration et du remaniement et de l'utilisation de la profondeur pour séparer les groupes remaniés et typiques), les différences entre sols profonds, anciens et évolués (pédogénèse ancienne) et sols moins évolués minéralogiquement, plus récents et de profondeur variable (pédogénèse récente) sont telles qu'on est obligé de les séparer à un niveau élevé : BOURGEAT a suivi à Madagascar la même démarche amorcée dès 1966 au Gabon par CHATELIN (1966).

## CONCLUSION : QUELQUES PROPOSITIONS.

La nouvelle classification des sols ferrallitiques n'a pas donné tous les résultats qu'on en escomptait à l'origine et d'importantes divergences d'interprétation se sont fait jour entre les différents pays où elle est utilisée : elle a cependant permis de se rendre compte du faible intérêt d'utiliser l'état de saturation du profil tout au moins à un niveau élevé, d'engager des discussions sur le remaniement et sa réalité comme processus pédogénétique majeur et de préciser les critères de l'appauvrissement.

Le danger, pour une classification qui se veut générale, est qu'elle soit tout entière utilisée à l'échelon régional, alors que toute la gamme des sols ferrallitiques n'est pas forcément présente. La classification ainsi proposée pour la Côte d'Ivoire (de BOISSEZON, 1969), après profonde modification du schéma initial, est sans doute bien adaptée à ce pays, plus d'ailleurs sous l'angle agronomique que pédogénétique, mais son utilisation par RIEFFEL (1971) au Congo aboutit par exemple à masquer certains processus importants. La classification de BOURGEAT et AUBERT (1971) pour Madagascar est elle aussi régionale, surtout pour les niveaux inférieurs, mais couvre déjà une gamme plus étendue de sols ferrallitiques. Ses principes, suppression des critères de saturation au niveau de la sous-classe et utilisation à ce niveau de critères d'évolution du sol, doivent être retenues. L'on pourrait avoir ainsi, au niveau de la sous-classe, les grandes catégories suivantes sommairement caractérisées :

### - sols ferrallitiques typiques (= sols profonds et anciens) :

- concept central de la ferrallitisation ;
- dominance de kaolinite et hydroxydes : des analyses minéralogiques récentes et plus précises (COLLINET, FORGET, 1973) n'exclut pas cependant la présence de traces d'illite dans ces sols ;
- structure caractéristique du structichron.

### - sols ferrallitiques rajeunis et pénévoués :

- nécessité de séparer et préciser la définition de ces termes ;
- faible profondeur et/ou faible évolution minéralogique et en particulier la présence d'illite.

- structuration particulière de certains structichrons : B structural ;
  - convient-il cependant de laisser dans une même sous-classe les deux notions de rajeuni et pénévolué et comment les séparer à un niveau inférieur ?
- ferrallites (terme employé par DUCHAUFOUR et repris par les pédologues calédoniens)
- dominance d'hydroxydes de Fe ou d'Al, pratiquement sans kaolinite.
- sols psammoferrallites
- catégorie proposée par CHATELIN (1966), BLANCANEAUX (1971), JAMET (1974) ;
  - kaolinite, hydroxydes et quartz ;
  - utiliser le critère retenu par MULLER (1972) : moins de 20 % d'argile dans l'horizon B

Ces critères rapidement exposés demandent cependant à être encore précisés.

Les principaux processus à utiliser au niveau du groupe et/ou du sous-groupe sont l'accumulation humifère, l'appauvrissement, le lessivage, le remaniement, l'induration et l'hydromorphie : la hiérarchie entre ces processus et les critères à retenir pour les utiliser à ces niveaux sont également à préciser.

B I B L I O G R A P H I E

---

- AUBERT (G.) - 1965 - Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes des sols utilisés par la Section de Pédologie de l'ORSTOM. Cah. ORSTOM, sér. Pedol. III, 3, pp. 269-288.
- AUBERT (G.), SEGALEN (P.) - 1966 - Projet de classification des sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM, sér. Pedol. IV, 4, pp. 97-112.
- AUBERT (G.), BOURGEAT (F.) - 1971 - Les phénomènes anciens de rajeunissement des sols ferrallitiques à Madagascar. C.R. Semaine Geol. Madagascar. pp. 17-23.
- BEAUDOU (A.) - 1969 - Etude de séquences de sols ferrallitiques rouges et beiges près de Bangui. ORSTOM Bangui, 61 p. multigr.
- BEAUDOU (A.G.) - 1973 - Carte pédologique au 1/100 000 à des feuilles BAMBARI et BIANGA. ORSTOM, Bangui, 119 p. multigr.
- BLANCANEAUX (Ph.) - 1969 - Notice de la carte pédologique du Haut-Kourou. ORSTOM, Cayenne, 74 p. multigr. + dossiers d'analyses.
- BLANCANEAUX (Ph.) - 1970 - Notice de la carte pédologique St JEAN N.E. ORSTOM, Cayenne, 107 p. multigr. + résultats analyt.
- BLANCANEAUX (Ph.) - 1971 - Etude pédologique au 1/30 000 à du Bassin-versant de la Crique Grégoire. ORSTOM, Cayenne, 48 p. multigr. + Annexes.
- BLANCANEAUX (Ph.) - 1971 - Création d'un groupe psammo-ferrallitique. Note dactylographiée, 3 p.
- de BOISSEZON (P.) - 1966 - Reconnaissance pédologique de la partie orientale du massif du Chaillu. ORSTOM Brazzaville, 71 p. multigr.
- de BOISSEZON (P.), MARTIN (G.), GRAS (F.) - 1969 - Les sols du Congo, in "Atlas du Congo". 5 p.
- de BOISSEZON (P.) - 1969 - Note sur la classification des sols ferrallitiques. ORSTOM Adiopodoumé, 13 p. multigr.
- de BOISSEZON (P.) - 1970 - Etude du complexe absorbant des sols ferrallitiques forestiers de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Pedol., VIII, 4, pp. 391-418.
- BOULVERT (Y.) - 1969 - Notice de la carte pédologique Batangafo-Moussafoyo. ORSTOM Bangui, 85 p. multigr.
- BOULVERT (Y.) - 1970 - Notice de la carte pédologique Bouca. ORSTOM Bangui, 79 p. multigr.
- BOULVERT (Y.) - 1971 - Notice de la carte pédologique KOUKI. ORSTOM Bangui, 79 p. multigr.
- BOULVERT (Y.) - 1974 - Cartes pédologiques de l'Guham (RCA) en cours de publication.
- BOURGEAT (F.) - 1970 - Contribution à l'étude des sols sur socle ancien. Thèse Strasbourg, ORSTOM, 310 p. multigr.
- BOURGEAT (F.) et AUBERT (G.) - 1971 - Les sols ferrallitiques à Madagascar. ORSTOM Tananarive, 33 p. multigr.

- BRUGIERE (J.M.), MARIUS (C.), TURENNE (J.F.) - 1967 - Mission pédologique mixte au Surinam. ORSTOM Cayenne, 29 p. multigr.
- BRUGIERE (J.M.), BLANCANEAUX (Ph.), TURENNE (J.F.) - 1970 - Mission pédologique mixte au Surinam. ORSTOM Cayenne, 21 p. multigr.
- CARLOTTI (V.) - 1965 - Cartographie du plateau des Cataractes. ORSTOM Brazzaville, 63 p. multigr.
- CHATELIN (Y.) - 1966 - Essai de classification des sols ferrallitiques du Gabon. Cah. ORSTOM, sér. Pedol., IV, 4, pp. 45-60.
- CHATELIN (Y.) - 1967 - Influence des conceptions geomorphologiques et paléoclimatiques... Cah. ORSTOM, sér. Pedol., V, 3, pp. 243-255.
- COLLINET (J.), MARTIN (D.) - 1969 - Notice de la carte pédologique Lambaréné. ORSTOM Libreville, 152 p. multigr.
- COLLINET (J.), MARTIN (D.) - 1973 - Carte pédologique au 1/200 000 à LAMBARENE. Notice explicative n° ORSTOM, Paris, p.
- COLLINET (J.), FORGET (A.) - 1973 - Carte pédologique au 1/200 000 à BOUÉ-MITZIC. ORSTOM, Libreville, 174 p. multigr.
- DELHUMEAU (M.) - 1969 - Notice de la carte pédologique Régina S.O. ORSTOM Cayenne, 51 p. multigr.
- DELHUMEAU (M.) - 1969 - Notice de la carte pédologique Régina S.E. ORSTOM Cayenne, 43 p. multigr.
- DENIS (B.) - 1967 - Etude pédologique de la zone témoin de Marchand. ORSTOM Brazzaville, 112 p. multigr.
- DENIS (B.) - 1970 - Etude pédologique du secteur Sud du district de Mouyondzi. ORSTOM Brazzaville, 118 p. multigr.
- DENIS (B.) - 1971 - Etude pédologique de la zone Kinkala - Madingou. ORSTOM Brazzaville, 379 p. multigr.
- DENIS (B.), JAMET (R.), MARTIN (D.) - 1973 - Projet de développement de la culture du cacaoyer dans la Sangha. Etude pédologique. ORSTOM Brazzaville, 134 p. multigr. + Annexes.
- ESCHENBRENNER (V.) - 1969 - Etude géomorphologique et pédologique de Tanda. ORSTOM Adiopodoumé, 83 p. multigr. + dossiers d'analyses.
- FAUCK (R.) - 1971 - Les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique Occidentale. Thèse Strasbourg, ORSTOM, 377 p. multigr.
- GRAS (F.) - 1965 - Etude pédologique de la zone témoin de Tsiaki. ORSTOM Brazzaville, 74 p. multigr.
- GRAS (F.) - 1967 - Etude pédologique des abords de la Bouenza. ORSTOM Brazzaville, 87 p. multigr.
- HUMBEL (F.X.) - 1967 - Carte pédologique au 1/50 000 à NGAOUNDERE, ORSTOM Yaoundé, 118 p. multigr.
- HUMBEL (F.X.), BARDERY (J.) - 1972 - Cartes pédologiques au 1/50 000 à NKAMBE 1b et 2a. ORSTOM, Yaoundé, 140 p. multigr. + Annexes.
- JAMET (R.) - 1966 - Etude pédologique de la zone témoin de Holle. ORSTOM Brazzaville, 96 p. multigr.

- JAMET (R.) - 1969 - Carte pédologique au 1/200 000 de Pointe-Noire. ORSTOM Brazzaville, 103 p. multigr.
- JAMET (R.) - 1971 - Carte pédologique de la Kémo-Gribingui : feuille CRAMPEL. ORSTOM Brazzaville, 152 p. multigr.
- JAMET (R.) - 1974 - Etude pédologique au 1/200 000 de la région Les Saras. ORSTOM Brazzaville (en cours de multigr.)
- LATHAM (M.) - 1969 - Notice de la carte pédologique Séguéla. ORSTOM Adiopodoumé, 84 p. multigr.
- LATHAM (M.) - 1973 - Les sols d'un massif de roches ultra-basiques de la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie. ORSTOM, Nouméa, 46 p. multigr.
- MARIUS (C.) - 1967 - Notice de la carte pédologique au 1/50 000 de ROURA. ORSTOM Cayenne, 37 p. multigr.
- MARIUS (C.) - 1967 - Notice de la carte pédologique au 1/50 000 de REGINA N.O. ORSTOM Cayenne, 26 p. multigr.
- MARIUS (C.) - 1969 - Notice de la carte pédologique Cayenne au 1/50 000. ORSTOM, Paris, n° 37, 60 p.
- MARTIN (D.) - 1966 - Etudes pédologiques dans le Centre-Cameroun. Mém. ORSTOM n° 19, 91 p. + cartes.
- MARTIN (D.) - 1970 - Nomenclature et définition des horizons de sols ferrallitiques. ORSTOM Libreville, 26 p. multigr.
- MARTIN (D.) - 1973 a - Les sols des cacayères de la Sangha. ORSTOM, Brazzaville 43 p. multigr.
- MARTIN (D.) - 1973 b - Les sols des cacayères du Woleu-Ntem. ORSTOM Brazzaville 44 p. multigr.
- MARTIN (D.) - 1973 c - Les horizons supérieurs des sols ferrallitiques sous forêt et sous savane du Centre-Cameroun. Cah. ORSTOM sér. Pédol., XI, 2, pp. 61-85.
- MISSET (M.) - 1969 - Notice de la carte pédologique REGINA N.E. ORSTOM Cayenne, 46 p. multigr. + dossiers d'analyses.
- MULLER (J.P.) - 1970 - Contribution à l'étude du phénomène d'appauvrissement. ORSTOM Libreville, 141 p. multigr.
- MULLER (J.P.) - 1972 - Etude macromorphologique des sols ferrallitiques appauvris en argile du Gabon. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., X, 1, pp. 77-93.
- MULLER (J.P.), MOUKOURI (H.N.), BARBERY (J.) - 1972 - Carte pédologique au 1/50 000 de BAFOUSSAM 3C. ORSTOM, Yaoundé, 368 p. multigr. + Annexes.
- PERRAUD (A.) - 1969 - Contribution à l'étude des composés humiques de la matière organique des sols forestiers de Côte d'Ivoire. ORSTOM Adiopodoumé, 18 p. multigr.
- PERRAUD (A.) - 1971 - La matière organique des sols forestiers de la Côte d'Ivoire. Thèse Nancy, 87 p. multigr.
- PERRAUD (A.) - 1971 - Les sols de Côte d'Ivoire. In Le Milieu naturel de Côte d'Ivoire, Mem. ORSTOM n° 50, pp. 265-391.
- RIEFFEL (J.M.) - 1971 - Etude pédologique de la zone Dolisie - Kimongo. ORSTOM Brazzaville, 207 p. multigr.

- SEGALEN (P.) - 1967 - Les sols de la Vallée de Noun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., V, 3, pp. 287-349.
- SEGALEN (P.) - 1969 - Le remaniement des sols et la mise en place de la "stone-line" en Afrique. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., VII, 1, pp. 113-127.
- SOUBIES (F.) - 1969 - Sols et pédogénèse dans la cuvette d'Ambalavao. ORSTOM Tananarive, 169 p. multigr.
- TURENNE (J.F.) - 1969 - Notice de la carte pédologique Mana - St LAURENT S.O. ORSTOM Cayenne, 86 p. multigr. + dossiers d'analyses.
- TURENNE (J.F.) - 1973 - Cartes pédologiques au 1/50 000 à St LAURENT S.W. et S.E. Notice explicative n° 49. ORSTOM, Paris, 109 p.
- VALLERIE (M.), BARBERY (J.) - 1970 - Cartes pédologiques au 1/50 000 à FOUMBAN 3d et 4c. ORSTOM, Yaoundé, 112 p. multigr. + Annexes.
- VALLERIE (M.) - 1971 - Contribution à l'étude des sols de la région Centre Sud Cameroun. ORSTOM Yaoundé, 117 p. dactylo.
- VALLERIE (M.) - 1973 - Contribution à l'étude des sols du Centre-Cameroun. ORSTOM, Paris, Trav. et Doc. n° 29, 111 p.
- VAN DEN DRIESSCHE (R.) - 1966 - Un problème de classification numérique. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., IV, 4, pp. 91-96.