LES CLASSIFICATIONS DES SOLS

P. SEGALEN

O.R.S.T.O.M. - PARIS - 1977

LES CLASSIFICATIONS DES SOLS

Revue Critique.

" Les classifications sont nombreuses et fondées sur des principes différents. Il peut être utile d'examiner, à l'échelle mondiale, les problèmes de classification".

H. DOST, 1960.

P. SEGALEN.

Services Scientifiques Centraux de

l' ORSTOM

70-74, Route d'Aulnay - 93140 BONDY.

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» «et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représen- «tation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou «ayants cause, est illicite» (alinéa 1er de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon «sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal».

© O.R.S.T.O.M. 1977

LES CLASSIFICATIONS DES SOLS.

AVANT - PROPOS.

1. PARTICULARITES DES CLASSIFICATIONS DES SOLS.

1.1. Introduction.
1.2. Les Objectifs généraux de la classification des sols.
1.3. Que faut-il classifier ?
1.4. Les Caractéristiques des Classifications.
1.5. Conclusion.

2. LES CLASSIFICATIONS GENETIQUES A VOCATION UNIVERSELLE.

2.1. Introduction.
2.2. Les Classifications russes.
2.3. La Classification américaine avant 1960.
2.4. La Classification française.
2.5. Autres Classifications : ROBINSON, DEL LLANO, TOMASZEWSKI.

3. LES CLASSIFICATIONS GENETIQUES INCOMPLETES EN ZONE TEMPEREE.

3.1. Les Classifications concernant les pays européens.
3.2. La Classification en Allemagne.
3.3. La Classification en Grande-Bretagne.
3.4. La Classification en Pologne.
3.5. La Classification dans les Balkans.
3.6. La Classification en Israël.
3.7. La Classification en Uruguay.
3.8. La Classification en Nouvelle-Zélande.

4. LES CLASSIFICATIONS GENETIQUES INCOMPLETES EN ZONE INTERTROPICALE.

4.1. Introduction.
4.2. Les Classifications en Afrique.
4.3. La Classification Australienne avant 1960.
4.4. La Classification à Cuba.
4.5. Conclusions sur les Classification génétiques.

5. LES CLASSIFICATIONS OBJECTIVES.

5.1. La Classification des sols de DE SIGMOND.
5.2. La "Soil Taxonomy".
5.3. La Classification des sols au Canada.
5.4. La Classification des sols au Brésil.
5.5. La Classification des sols en Australie après 1960.
5.6. La Classification des sols en Nouvelle-Zélande après 1968.
5.7. La Classification des sols en Roumanie après 1974.
5.8. La Classification des sols de FITZPATRICK.
5.9. La liste des Unités de la F.A.O.
5.10. Conclusions sur les Classifications objectives.

6. QUELQUES CLASSIFICATIONS UTILITAIRES.

6.1. La Classification de KOWALINSKI.
6.2. La Classification des sols rizicoles de KANNO.
6.3. Conclusions sur les Classifications utilitaires.

7. CONCLUSIONS.

7.1. L'évolution permanente des classifications est-elle une nécessité ?
7.2. Caractères spécifiques de la classification des sols.
7.3. Le meilleur mode de classification.
7.4. Les critères à retenir.

8. BIBLIOGRAPHIE.

AVANT - PROPOS

Les pages qui suivent constituent un examen critique des classifications des sols. Il est apparu utile, à la fois de connaître et faire connaître, les nombreux systèmes qui sont proposés ou utilisés dans différents pays ou parties du monde, et ainsi de faciliter la mise sur pied d'un système à venir.

Après plus d'un an d'examen de la littérature, il est certain que plusieurs ouvrages ou articles importants auront échappé à l'investigation; soit, parce qu'ils sont difficiles à trouver, soit parce qu'ils sont écrits dans une langue non connue de l'auteur. En effet, la littérature pédologique de langue russe est difficilement accessible, surtout celle du début du siècle. Par contre, à partir de 1958, les articles essentiels sont traduits en anglais et, de ce fait, sont faciles à connaître. Les références aux articles et ouvrages russes antérieurs à 1958 n'ont pas été indiqués en bibliographie. Ceux qui peuvent accéder aux articles originaux de cette époque, pourront trouver les références voulues dans les traités de JOFFE[1] ou VILENSKIY[2] ou dans la mise au point de BASINSKI[3], par exemple, et enfin, et surtout, dans tous les articles des auteurs soviétiques publiés dans "Pochvovedenie" et traduits dans "Soviet Soil Science". Les données fondamentales dues à DOKUCHAEV, SIBIRTSEV, PRASOLOV ... etc sont certainement très largement connues ; de toutes façons, elles sont très fréquemment rappelées dans la plupart des articles des auteurs soviétiques modernes.

L'examen de la bibliographie montrera au lecteur que le nombre de titres consacrés à la classification des sols est fort grand. Si elle concerne surtout quelques zones particulières du globe (en Europe et Amérique du Nord surtout), il est facile de voir que, même dans des pays petits par la superficie (comme Cuba, la Nouvelle-Zélande, ou l'Uruguay), les problèmes de classification ont été traités de manière approfondie.

(1) JOFFE ; Pedology, 1948 ; (2) VILENSKIY, Soil Science, 1963 ;
(3) BASINSKI, 1959.

Toutes les classifications n'ont pas été citées : ou bien elles n'étaient pas facilement accessibles, ou bien elles ne présentaient pas un caractère d'originalité particulier. Mais, le nombre de références et leur répartition mondiale montrent bien que le problème de la classification des sols n'a jamais laissé les pédologues indifférents.

Les solutions proposées sont à première vue très diverses. Mais, en fait, les options fondamentales se ramènent à deux : la classification doit-elle être génétique ou non ? L'on verra, dans les pages qui suivent, que quel que soit le pays, la zone géographique, la nature des sols, c'est la seule véritable question à laquelle il faut apporter une réponse. Jusqu'en 1960, toutes les classifications étaient génétiques. Depuis cette date, une divergence importante a été enregistrée. Dans des systèmes de plus en plus nombreux, les sols sont classifiés sur leurs propriétés et non sur leur origine connue ou supposée. Aucune nouvelle classification ne peut se développer maintenant sans qu'une option claire et nette ait été prise sur le problème de la genèse.

En effet, on peut considérer qu'il existe deux types de classifications. Dans la première, on associe étroitement à la classification, les facteurs et/ou les processus de formation du sol. Dans la seconde, on se réfère uniquement aux caractéristiques des sols. Les classifications dites utilitaires n'ont été qu'à peine abordées, les systèmes numériques, pas du tout.

On n'a pas voulu faire de distinction fondamentale entre une classification et une liste d'unités de sols. Dans la première, les unités sont reliées entre elles par un mode de coordination plus ou moins apparent, voulu ou non. Ce peut être le bioclimat, le développement du profil, différents processus, les constituants des sols. Mais plusieurs systèmes sont dépourvus de mode de coordination, et se présentent sous forme de liste. Mais, même une liste prend une tournure taxonomique ne serait-ce que par l'ordre de présentation adopté. Aussi on en repoussera aucune.

1. PARTICULARITES DES CLASSIFICATIONS DES SOLS.

1.1. INTRODUCTION.

Les pédologues se sont occupés de classification dès la création de leur discipline, puisque DOKUCHAEV et SIBIRTSEV furent les premiers classificateurs. Ils eurent, par la suite, de nombreux disciples. Les systèmes mis sur pied concernaient, soit un seul pays, ou région géographique bien délimitée, soit la totalité du globe. Aucun de ceux qui ont été proposés jusqu'à présent n'a été universellement adopté alors que les classifications des plantes ou des animaux, proposées il y a deux siècles sont utilisées dans le monde entier et ne sont pas mises en question, même lors de découvertes importantes qui doivent être intégrées.

On peut, pour expliquer ceci invoquer la nature même des objets à classer, nombreux, difficiles à délimiter, à nommer ... etc.

CONTINUITE ET COMPLEXITE.

Tout d'abord, comme les roches, les sols ne constituent pas d'entité limitée dans l'espace, comme une plante ou un animal. Ils s'étendent dans les trois directions, en formant un continuum au sein duquel il faut placer des limites forcément arbitraires. Le nombre d'unités ainsi crées se succèdent les uns aux autres par des changements brutaux et graduels ; cependant KOVDA et al[1] constataient que si la couverture de sols est caractérisée par la progressivité et le nombre de transitions, cette difficulté n'avait pas découragé les pédologues qui ont toujours su distinguer les sols les uns des autres. Cette difficulté se retrouve pour les climats où les transitions graduelles sont la règle, ce qui n'a pas empêché de définir des climats et de les classifier.

Le nombre élevé de sols différents est également une difficulté qui a été ressentie par de nombreux pédologues. KELLOGG[2] déclarait *"chaque fois que nous examinons un sol, nous le trouvons différent de n'importe quel autre"* ; *"il n'y a pas de fin au nombre de limites de sols que l'on peut dessiner sur une carte"*. De son coté TOMASZEWSKI[3] notait

(1) KOVDA et al., 1964 ; (2) KELLOGG, 1939 ; (3) TOMASZEWSKI, 1964.

qu'en Pologne, sur 30 millions d'hectares, on comptait 8.000 profils de sols différents et que dans le monde entier, ce nombre devenait énorme. A tel point que FITZPATRICK[1] et YAALON[2] déclaraient qu'il y avait trop de sols pour faire une bonne classification.

EVOLUTION DU SOL.

Le sol ne se reproduit pas. Il se forme progressivement à partir d'une roche mise au contact de la biosphère sous l'influence surtout de facteurs bioclimatiques. Comme il ne reste pas toujours semblable à lui-même, on dit qu'il évolue. Mais, on ne sait pas avec certitude quelles sont toutes les étapes par lesquelles il est passé, ni le temps exact pris par chacune d'elles. L'examen détaillé de certains caractères fait penser que des étapes peuvent être courtes, d'autres beaucoup plus longues ne font l'objet que de changements très lents, au point qu'on peut parler (improprement) d'*"état stationnaire"*(1). Le sol peut être enterré; il peut être exhumé ultérieurement. La fin du sol ne peut véritablement intervenir que par ablation.

SCIENTIFIQUES ET UTILISATEURS.

Les classifications des animaux, des plantes, des roches, sont des constructions à objectif scientifique. A aucun moment, il n'a été prévu de catégorie qui tienne compte de l'usage que l'homme peut être amené à faire des plantes, des animaux ou des roches. Par contre, en ce qui concerne les sols, beaucoup de pédologues tiennent à présenter une classification destinée à un ou plusieurs utilisateurs. Certes, l'aspect scientifique n'est jamais oublié, mais des critères utilitaires sont presque toujours inclus dans le système. Ils sont soit présentés séparément, soit étroitement entremêlés avec les données scientifiques. Les premiers utilisateurs étant les cartographes, il est souhaité, par certains, que les systèmes mis sur pied ne s'adressent qu'à eux.

(1) FITZPATRICK, 1967 ; (2) YAALON, 1960.

(1) *"Steady state"* de NIKOFOROFF, 1949.

Cependant, il y a aussi des classificateurs qui soutiennent, comme LEEPER[1], qu'on n'a pas à se préoccuper des utilisateurs. Les objets sols doivent être classifiés pour eux-mêmes. Une bonne classification doit permettre de déboucher facilement sur tous les usages envisagés.

VOCABULAIRE.

La mise sur pied d'une classification implique le recours à un vocabulaire convenant à tous les objets à classer. Ce vocabulaire était jusqu'à présent très pauvre et dépourvu de message. Les uns se contentaient des mots d'origine populaire déjà existants, ou alors avaient recours à des mots courants fondés par exemple sur la couleur, ce qui ne va pas sans créer de confusion[2]. Les autres au contraire, estimaient que des mots nouveaux devaient être créés de toutes pièces pour pallier les lacunes existantes[3]. Les deux méthodes n'ont pas été suivies de manière harmonieuse[4] ; le même mot n'a pas forcément le même sens dans différents systèmes. Les confusions ainsi créées ne peuvent être combattues que par la création de mots nouveaux[5] appelés à jouer le rôle du latin dans les classifications des êtres vivants. Mais, la mise au point d'un vocabulaire satisfaisant ne résoud pas, pour autant, tous les problèmes qui restent encore fort nombreux.

CLASSIFICATION ET BON SENS ; PERSPECTIVES.

Ceci n'a pas manqué de donner à penser que le domaine de la classification était de ceux où les pédologues perdaient leur bon sens pour se laisser aller à des considérations non pédologiques[1]. De ce fait, certains chercheurs[6] ont marqué leur désaffection pour ce type de problèmes, en laissant entendre que l'essentiel était déjà résolu et qu'il n'y avait qu'une actualisation périodique à effectuer.

(1) LEEPER, 1956 ; (2) Il suffit de rappeler ici l'abus du mot "*brun*" dans un grand nombre de classifications. (3) CHATELIN, 1976 ;(4) PAPADAKIS, 1962 ; (5) FITZPATRICK, 1967 ; FAO, 1968, 1975.(6) JONES, 1959.

En fait, la pédologie est une science jeune que l'on a cherché, presque depuis le début, à enfermer dans un cadre définitif. Or, cette discipline et ses voisines (chimie, physique, minéralogie, biologie etc) sont en évolution constante et ont fait des progrès considérables au cours des dernières décades. On ne pouvait pas tout connaître dès le départ. Il est normal que l'on adapte la classification des sols au progrès scientifique(1), qu'on s'efforce toujours de le faire. C'est à cette condition que certains pédologues quitteront l'attitude sceptique affichée depuis plusieurs années.

En réalité, cette attitude n'est pas partagée par tous, et cela est heureux. L'examen de la littérature parue depuis vingt ans, montre bien que ce problème n'a jamais été abandonné et qu'il fait, sans cesse, l'objet de réflexions.

Dans les pages qui suivent, on cherchera à discerner quels sont les objectifs d'une classification des sols, la nature des objets à classer, et les caractéristiques des différentes classifications. Parmi les nombreux systèmes existant, certains ont été proposés, soit pour un pays, soit pour l'ensemble de la planète. Pour terminer, un effort sera fait pour indiquer quelles sont les conditions qui devraient être remplies pour mettre sur pied une classification.

1.2. LES OBJECTIFS GENERAUX DE LA CLASSIFICATION DES SOLS.

Les objectifs généraux de la classification des sols sont ceux qui permettent de donner satisfaction aux deux catégories de destinataires qui ont été présentées plus haut, à savoir les scientifiques et les praticiens(2). Une classification scientifique devrait, si elle est bien construite, pouvoir donner satisfaction à de nombreux types d'utilisateurs ; par contre, une classification purement utilitaire risque d'être artificielle, de décevoir les scientifiques, en un mot d'être insuffisante.

(1) SIMONSON, 1962 ; (2) Sous ce vocable sont rangés tous les utilisateurs non scientifiques de la classification des sols : agriculteurs, forestiers, planificateurs, ingénieurs divers...

STRUCTURE SCIENTIFIQUE.

Pour certains[1], la classification doit demeurer un outil strictement scientifique, réservé à la diffusion des connaissances. DUCHAUFOUR [2] y voit une structure scientifique qui tient compte de la genèse des sols, dans ses unités supérieures. CLINE[3], considère qu'il s'agit d'une organisation de nos connaissances, telle que *"les propriétés des objets puissent être rappelées et que les relations mutuelles puissent être comprises plus facilement, avec un objectif spécifique"*. C'est également l'attitude de KELLOGG[4] pour lequel la classification permet de placer *"les sols dans des catégories convenables, pour mieux les étudier et mettre en lumière leurs rapports"*et aussi d'en remémorer les principales caractéristiques, de faire la synthèse de nos connaissances, et de saisir les rapports entre les sols et leur environnement. MITCHELL[5] suggère de rechercher dans la classification un schéma mondial convenant au maximum de destinataires. Ce doit être un cadre de référence, un langage plus commode pour communiquer, diffuser les résultats de la recherche et comparer les sols à travers le monde.

Les auteurs, qui ont émis des avis analogues aux précédents, sont fort nombreux[6]. Ils y voient le reflet des connaissances au moment où elles sont établies et comme telles doivent pouvoir être révisées.

STRUCTURE UTILITAIRE.

Mais pour d'autres pédologues, la classification doit avant tout avoir un objectif utilitaire. Le premier de ceux-ci est la cartographie. C'est à celle-ci que pensent beaucoup de ceux qui ont réfléchi aux objectifs de la classification.

Pour DUCHAUFOUR[2] ou AUBERT[7], la classification doit fournir aux cartographes un outil pour la mise au net des cartes et permettre le transfert des résultats qu'elles fournissent. Pour AVERY[8], elle est destinée à fournir une base systématique aux légendes des cartes de sols d'un pays. De même, pour KELLOGG[9], la classification est destinée,

(1) MUIR, 1969 ; FITZPATRICK, 1967 ; LEEPER, 1956 ; (2) DUCHAUFOUR, 1963, 1965 ; (3) CLINE, 1949 ; (4) KELLOGG, 1938, 1963 ; (5) MITCHELL, 1973 ; (6) RIECKEN, 1963 ; GERASIMOV, 1964 ; AVERY, 1965 ; GLAZOVSKAYA, 1966 ; MUIR, 1969 ... etc.(7) AUBERT, 1965 ; (8) AVERY, 1973 ; (9) KELLOGG, 1963.

sans ambiguïté possible, aux cartographies quelle qu'en soit l'échelle et à faire des prédictions sur le comportement des sols.

Quant à G. SMITH (1), il va encore plus loin, en assurant que les éléments de référence de la classification doivent être pris de telle manière qu'elle serve le mieux les ingénieurs chargés d'utiliser les sols et qu'elle rende le mieux compte du comportement des plantes dans le sol. C'est dans cet esprit que la *"Soil Taxonomy"* a été construite et est utilisée. KOVDA et al.(2) souhaitent également que la classification soit un guide pour les usagers de toute sorte en vue d'une meilleure utilisation des sols.

CLASSIFICATION SCIENTIFIQUE ET UTILITAIRE.

Il semble donc qu'il y ait opposition nette entre deux catégories de classificateurs. D'une part, ceux qui souhaitent qu'elle ait avant tout un contenu scientifique, qu'elle soit universelle, générale, apte à accueillir tous les sols connus ou à connaître, mais aussi qu'elle puisse servir à des utilisateurs variés.

D'autre part, ceux qui veulent que l'aspect pratique soit affirmé nettement dès le départ (aux niveaux élevés de la classification par exemple) et pensent que tout système non bâti de cette façon est sans impact sur le public.

Un équilibre entre ces deux points de vue a été tenté par MACVICAR(3) qui écrit que la classification est destinée à fournir :

- la compréhension de l'ensemble des sols et de leurs propriétés.
- un système qui peut être adapté, avec un effort additionnel minimum, aux besoins de tous les utilisateurs.
- la possibilité de ranger tous les sols de la manière la plus satisfaisante, permettant la mise sur pied de légendes de cartes intelligibles et sensées.
- la possibilité de prévoir le sol qui n'a pas encore été observé, mais dont la présence dans la nature peut être envisagée.

(1) G. SMITH, 1963 ; (2) KOVDA et al., 1967 ; (3) MACVICAR, 1969.

La recherche de cet aspect synthétique des classifications est un des problèmes importants de la pédologie actuelle. Le milieu naturel apparait à mesure qu'on l'explore davantage et qu'on le connait mieux, de plus en plus complexe. C'est ce qu'avaient reconnu depuis longtemps KELLOGG (1) ou BUSHNELL(2). Il faut donc recourrir à toutes sortes de techniques nouvelles et utiliser un vocabulaire de plus en plus élaboré et de ce fait assez ésotérique, du moins au début de sa mise en oeuvre. L'utilisateur, lui, est confronté avec des problèmes en apparence plus concrets où les solutions doivent être immédiates.

Y a-t-il donc deux réponses fournies par deux systèmes différents ou bien une seule ? Les réponses à des préoccupations de type différent, scientifique ou utilitaire, peuvent-elles être contenues dans un seul et même système ? Certes, leur imbrication permanente ne permet pas de clarifier facilement le problème. Mais, il devrait être possible de concilier les deux points de vue en mettant l'accent sur leur complémentarité et non pas sur leur incompatibilité.

1.3. QUE FAUT-IL CLASSIFIER ?

Dès qu'on cherche à répondre à cette question, des difficultés importantes apparaissent, suivant la manière dont on conçoit les classifications. Doit-on prendre en compte les facteurs, les processus de formation ou bien les caractéristiques des sols ou bien encore un regroupement de sols ?

FACTEURS ET PROCESSUS.

Pour un certain nombre de classificateurs, l'élément essentiel est le recours aux facteurs de formation des sols et tout spécialement aux facteurs bioclimatiques. Cette position est celle des classificateurs russes anciens (DOKUCHAEV, SIBIRTSEV) et de certains auteurs soviétiques modernes(3).

(1) KELLOGG, 1938 : *"Soil science has entered a period beyond simple natural history"* ; (2) BUSHNELL, 1945 : *"It is futile to resist the inevitable trend in soil science toward tremendous elaboration ..."*.
(3) ROZOV et al., 1967.

Il n'est pas inutile de rappeler que pour GERASIMOV (1) *"chaque type génétique zonal correspond strictement à une combinaison définie de conditions bioclimatiques, caractéristiques d'une zone naturelle donnée"*. C'est à une position assez analogue, quoique plus générale, que peuvent se rattacher les classifications dites écologiques (DUCHAUFOUR[2]).

Pour l'ensemble de l'école française[3], les processus et les facteurs de formation ont une importance majeure. Pour d'autres classificateurs, c'est le recours aux processus qui constitue l'élément essentiel. Pour JOFFE[4], par exemple, la classification des sols est équivalente à celle des processus.

LE PROFIL.

Cependant, un nombre croissant de pédologues pensent que toute classification doit s'appuyer sur certaines caractéristiques du profil. Dès 1927, MARBUT[5] estimait que c'était l'entité la plus convenable pour exprimer les caractéristiques du sol. L'U.S.D.A.[6], le prend en considération en le divisant en deux parties, le solum et le matériau altéré. Cette division se retrouve chez les auteurs soviétiques[7] qui reconnaissent le *"sol proprement dit"* et la *"croûte d'altération"*.

Certes, le mot profil évoque une entité à deux dimensions et comme s'étonne JONES[8], *"penser qu'un objet à deux dimensions puisse servir à classifier des objets à trois dimensions défie l'entendement"*. En effet, il semble que les pédologues soient bien conscients de l'ambiguïté du mot profil. On ne se contente plus d'observer ce qui est visible sur la face apparente d'une coupe. Il est impossible de rendre compte de la structure, ou de la disposition des racines en s'en tenant à un objet bidimensionnel.

En fait, tous les pédologues, consciemment ou non, se réfèrent à un objet tridimensionnel. C'est lui qui est nécessaire pour étudier le sol, pour effectuer les prélèvements permettant de caractériser certaines propriétés. Le volume minimum[9] est celui qui contient toutes

(1) GERASIMOV, 1964 ; (2) DUCHAUFOUR, 1976 ; (3) C.P.C.S., 1967 ;
(4) JOFFE, Pedology p. 176 ; (5) MARBUT, 1927 ; (6) U.S.D.A., 1951 ;
(7) GERASIMOV, 1968 c ; (8) JONES, 1959 ; (9) FITZPATRICK, 1971.

les propriétés que l'on veut étudier. Ceci conduit tout naturellement au pédon.

LE PEDON est apparu dans la littérature pédologique avec la *"7th Approximation"* en 1960[1, 2] ; c'est une des pièces maîtresses de la *"Soil Taxonomy"*[3]. C'est le volume minimum qui a *"la plus petite surface du sol que nous devons décrire, échantillonner, afin de représenter la nature et l'arrangement de ses horizons et la variabilité dans ses propriétés qui seront contenues dans les échantillons"*.

"La limite inférieure est quelque part entre le sol et le non-sol". Cette très grande imprécision de la limite inférieure du pédon apparaît très regrettable.Cette limite est effectivement difficile à fixer.

Pour certains, le pédon doit être arrêté à la partie intéressée par les eaux de pluies tombant au cours de l'année ; ce qui se trouve au-dessus sera considéré comme la *"partie vivante"*du sol, au-dessous comme le matériau originel.

Pour d'autres, le pédon doit être limité à la partie intéressée par l'activité biologique, celle qui est explorée par les racines.

Dans ces conditions, aucune limite naturelle, précise et constante ne pourra être proposée. C'est ce qui amène CLINE[4] à écrire que le sol s'étend depuis la surface *"into the parent materiel"* ou SIMONSON (5) que la limite inférieure est *"obscure"*. En U.R.S.S., CHIZIKOV[6] rencontre les mêmes difficultés et finalement ne propose pas de solution générale, après avoir fait remarquer que la limite des racines est proche de la surface dans les sols des pays à climat humide, alors que dans les déserts, elle peut se situer à plus de vingt mètres de profondeur.

Cette difficulté est sans doute due à ce que les horizons des profils sont insuffisamment définis surtout dans les pays à couverture glaciaire et que l'on confonde parfois altérite et roche-mère. Peut-être est-ce dû, également, à ce que le bas du profil n'est pas toujours facilement et économiquement accessible. Dans beaucoup de pays de la zone

(1) U.S.D.A., 1960 ; (2) SIMONSON et GARDNER, 1960 ; (3) U.S.D.A.,1975 ; (4) CLINE, 1949 ; (5) SIMONSON, 1962 ; (6) CHIZIKOV, 1968.

intertropicale, on ne peut connaître facilement la totalité du profil. Mais parfois, des travaux de génie civil importants[1], permettent d'avoir accès, sinon à la totalité du profil, du moins à une bonne partie de l'altérite.

Beaucoup ont résolu cette difficulté en s'en tenant à une profondeur de 2 mètres[2], ou même 1,5 mètre[3], considérée comme suffisante ,car correspondant à la partie du profil explorée par les racines des plantes cultivées. Ces faibles profondeurs sont très souvent, dans la zone tempérée sans répercussion dommageable à l'examen de la totalité du pédon. Dans la zone intertropicale, au contraire, c'est se limiter volontairement à une petite partie du sol qui a, parfois, plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.

BOULAINE[4] a adopté une définition du pédon compatible avec celle de l'U.S.D.A. : *"volume élémentaire nécessaire et suffisant pour définir, à un instant donné, l'ensemble des caractères structuraux et des constituants matériels du sol"*. Il fixe la limite inférieure du sol à *"la structure géologique non affectée par la dynamique de la matière vivante"*. Cette définition amène à se poser deux questions :

- Dans les sols très épais des régions équatoriales actuelles, on peut se demander si la base du sol est véritablement affectée par la dynamique de la *"matière vivante"*.
- Dans le cas où un sol formé dans des conditions chaudes et humides ne se trouve plus, par suite de variations climatiques, dans son milieu de genèse, mais dans des conditions très sèches, la dynamique de la matière vivante va être très différente. Comment en tenir compte ?

On peut donc penser que la définition du solum d'une part, de l'altérite et de la roche-mère d'autre part est seule de nature à éviter l'arbitraire.

(1) Les travaux des transamazoniennes, au Brésil, de diverses voies de chemin de fer en Afrique tropicale, par exemple ; (2) VAN WAMBEKE, 1967 ; D'HOORE, 1968 ; U.S.D.A., 1975 ; (3) AVERY, 1973 ; (4) BOULAINE, 1969.

LE POLYPEDON.

Quoiqu'il en soit, malgré les imperfections dans la définition de la base du profil, le pédon, constitue semble-t-il, le meilleur moyen de concentrer l'attention sur les variations des propriétés des sols[1]. Dans la *"Soil Taxonomy"*, on considère que le pédon constitue un objet limité qu'on peut observer[2,3]. Mais on peut aussi considérer [4] que le milieu sol étant presqu'entièrement continu, les individus sont déterminés après décision sur les limites. Certes, le pédon n'est pas représentable sur une carte, alors qu'un ensemble de pédons peut l'être[5]. On peut alors faire appel au *"soil individual"* ou *"polypedon"* qui se compose d'un ou plusieurs pédons contigus et limités de tous côtés par des *"non-sols"* ou pédons de nature différente. C'est le polypédon qui peut servir à l'établissement des séries de sols en cartographie. Une notion très proche de ce concept est celle du *"génon"* de BOULAINE [6] tandis que le *"pédogénon"* de LAMOUROUX [7] est une unité paysagique.

LA CHAINE DE SOLS.

En 1936, le concept de catena ou chaîne de sols, fit son entrée en pédologie[8], et tout spécialement dans la zone intertropicale. Il était fondé sur l'observation que la circulation des solutions n'était pas seulement verticale, mais aussi oblique. Il apparut rapidement à certains[9] que ceci était de nature à modifier la conception de la genèse des sols et par contre-coup la classification de ceux-ci. [10,11] La circulation oblique des solutions se vit attribuer une importance considérable pour l'explication de la genèse des sols dans différentes régions du globe. En Afrique du Nord[12], en Afrique tropicale[13,14], un certain nombre de séquences caractéristiques furent étudiées, où l'ensemble des sols peuvent être considérés comme génétiquement apparentés, puisque les éléments ou constituants perdus par les sols de l'amont peuvent servir à nourrir ceux de l'aval. Mais les observations de ce type sont encore en nombre limité et n'existent que dans certains domaines. Leur utilisation dans une classification, sans doute

(1) MUIR, 1962 ; (2) U.S.D.A., 1974 ; (3) GIBBONS, 1968 ; (4) KNOX, 1965; (5) MACVICAR, 1969 ; (6) BOULAINE, 1969 ; (7) LAMOUROUX, 1967 ; (8) MILNE, 1936 ; (9) GREENE, 1945 ; (10) WINTERS, 1949 ; (11) BUSHNELL, 1945 ; (12) RUELLAN, 1971 ; (13) BOCQUIER, 1973 ; (14) BOULET,

encore prématurée, pourra être envisagée dans l'avenir. Ailleurs, par suite de la nature des roches-mères, des conditions climatiques, de l'évolution antérieure des sols, la circulation oblique des solutions est souvent très réduite, alors que la circulation verticale l'emporte. Les sols situés alors sur un versant ne sont pas reliés génétiquement : il s'agira alors d'une séquence de sols.

Dans leur examen de l'ensemble des sols d'une région, BEAUDOU et CHATELIN[1] ont passé en revue l'ensemble des niveaux d'approche et ont distingué successivement : l'organisation microscopique, l'horizon, le pédon, le segment fonctionnel, le paysage pédologique, la région pédologique. Sans entrer dans le détail de ces différents niveaux, notons qu'au centre se trouve le pédon. C'est lui qui, dans l'état actuel de nos connaissances, est accessible à tous. Il peut être décomposé en horizons caractéristiques et ceux-ci pensent à leur tour être examinés de manière de plus en plus fine, afin de saisir l'agencement des constituants. Il peut servir également à des regroupements pour constituer des ensembles variés à des échelles diverses. Il apparait donc devoir demeurer longtemps encore le fondement de toute classification[2].

SOLS VIERGES, SOLS CULTIVES.

Un dernier problème souvent soulevé est celui des sols vierges et sols cultivés. Dans les pays de longue tradition agricole, un profil non perturbé n'existe plus. Des horizons nouveaux, fabriqués par l'homme sont même apparus (en Hollande par exemple). De même, l'activité humaine entraîne l'amincissement des horizons humifères, l'enlèvement de portions de profils; ceci amène à remettre en question[3], le sol en tant que *"corps naturel"* des fondateurs de la pédologie. En effet, le sol a été modifié de manière non naturelle depuis sa formation. Dans beaucoup de pays de la zone intertropicale, les sols vierges abondent ;

(1) BEAUDOU et CHATELIN, 1976 ; (2) KOVDA et al., 1967 rappellent que Neustreuev et Polynov faisaient appel entre 1920 et 1930 aux notions de *"unité élémentaire de couverture pédologique"* et *"élément de complexe de sol"* qu'ils estiment analogues au pédon et polypédon ; (3) DOST, 1960.

il en est de même sur d'immenses surfaces de la partie asiatique de l'U.R.S.S. ou du Canada. Mais, dans une classification, on ne doit pas traiter différemment, les deux ensembles de sols, cultivés et non cultivés[1,2]. Par conséquent, la classification doit s'appliquer aux deux.

1.4. LES CARACTERISTIQUES DES CLASSIFICATIONS.

Les classifications répondent au besoin qu'ont les hommes de mettre en ordre leurs connaissances pour mieux les comprendre eux-mêmes et mieux les faire comprendre aux autres. Aussi, toutes les classifications sont-elles des oeuvres humaines. Une classification n'est pas une vérité qu'il s'agit de mettre à jour[3], mais une invention de l'homme qui organise des idées de la manière qui lui paraît la plus judicieuse et utile. Un certain nombre de problèmes font l'objet de discussions, sinon de disputes.

CLASSIFICATION NATURELLE OU ARTIFICIELLE.

Un des plus fréquents est de savoir si une classification est artificielle ou naturelle. Parmi les défenseurs des systèmes artificiels nous trouvons les Australiens, dont les porte-paroles sont LEEPER[4] et NORTHCOTE[5]. LEEPER pense qu'une classification est établie pour des motifs de convenance. Elle est basée sur une propriété ou un petit nombre de propriétés. Le système est simple, facile à manipuler. S'il est bon, de nombreux collègues s'y rallient et son auteur n'en demande pas plus.

Mais, pour d'autres, comme KUBIENA[6] ou MUIR[7] une caractéristique importante d'une classification est d'être naturelle. Celle-ci doit être basée sur des caractéristiques naturelles, immédiatement perceptibles. Elle doit pouvoir utiliser, lorsqu'elles seront connues, toutes celles que l'on découvrira. Un tel système ne doit pas être considéré comme figé ou complet, il doit être ouvert à toutes les connaissances nouvelles. Il représente l'état d'avancement atteint par

(1) KELLOGG, 1963 ; (2) AVERY, 1973 ; (3) CLINE, 1963 ; (4) LEEPER, 1956 ; (5) NORTHCOTE, 1960-65 ; (6) KUBIENA, 1958 ; (7) MUIR, 1969.

la science du sol aujourd'hui. Beaucoup de classifications cherchent à intégrer le maximum de propriétés, pensant qu'on se rapprochera ainsi mieux de la nature. Mais peut-on imaginer qu'une véritable classification naturelle soit possible ? Il faudra toujours sélectionner les critères, les placer à un niveau déterminé, les hiérarchiser.

CLASSIFICATION GENETIQUE OU OBJECTIVE.

Une classification doit-elle faire appel à la genèse ? Pour beaucoup, c'est un véritable article de foi qu'on ne met pas en question. La plupart des auteurs rappellent souvent que DOKUCHAEV, dès 1879, a établi que les sols sont le produit de l'action de l'environnement sur une roche-mère donnée et que ceci a été le point de départ de la pédologie contemporaine. Pour les auteurs soviétiques(1,2), il n'y a pas d'autre approche pour résoudre les problèmes de classification que la méthode génétique. ROZOV(3) qualifie les classifications antérieures à DOKUCHAEV de *"formalistes"*, c'est-à-dire basées sur des propriétés sans relation directe avec la genèse. Celles qui mettent au premier plan des propriétés de second ordre, qui ne tiennent pas suffisamment compte des propriétés déterminantes (mais il n'est pas indiqué à quoi on les reconnaît), sont appelées *"formalistes-génétiques"*.

De son côté JOFFE(4) est un tenant de la génétique à laquelle il associe étroitement la fertilité. C'est ainsi qu'il distingue l'<u>école génétique</u> qui cherche les faits pédologiques qui sont de nature à aider à proposer un programme d'utilisation du sol, avec la plus haute productivité ; et l'<u>école géologique-agronomique</u>, purement empirique car elle cherche à forcer le sol à produire sans le connaître(4).

Les tenants de l'école génétique, se fondant sur l'enseignement de DOKUCHAEV, considèrent qu'il doit être tenu compte, dans la classification, des facteurs de formation, des processus, ou des deux.

(1) GERASIMOV le rappelle maintes fois ; (2) IVANOVA et ROZOV, 1958 ; (3) ROZOV, 1956 ; (4) On laissera à JOFFE, 1948, la responsabilité d'une telle affirmation.

La première attitude est celle d'un grand nombre de classificateurs soviétiques[1] qui intègrent dans le schéma qu'ils présentent les zones bioclimatiques. La seconde prend en compte essentiellement les processus; on peut citer par exemple les tentatives de VOLOBUYEV[2] et celle de GLAZOVSKAYA[3] qui s'appuient essentiellement sur les processus. Enfin, dans la troisième catégorie, on retrouvera les classifications américaine d'avant 1960[4], française[5], allemande[6] et bien d'autres, dans lesquelles on trouvera associés processus et facteurs de formation, généralement dans cet ordre.

Parmi les justifications des positions génétiques il apparait intéressant de citer ici un certain nombre d'auteurs non soviétiques comme KUBIENA, YAALON et G. SMITH.

KUBIENA[7] écrit en effet : *"Nous ne trouvons jamais de chernozem en Afrique équatoriale, de sols rubéfiés récents en Europe du Nord, de podzols dans les semi-déserts, de braunerde dans l'Arctique"*. Or, de telles affirmations sont sans cesse battues en brèche par les faits ; on connaît des chernozems et kastanozems dans la zone intertropicale, des sols bruns dans l'Arctique, des podzols près de l'Equateur.

YAALON[8] de son côté, dit que l'environnement représente les facteurs responsables des propriétés des sols, qu'il y a le minimum d'arbitraire quand le type génétique est défini en reliant la morphologie aux facteurs de l'environnement. Le système climatique zonal a été, et est encore, en usage dans des pays de la zone tempérée[9] où les facteurs biologiques et climatiques sont impliqués.

(1) IVANOVA et ROZOV, 1960 ; GERASIMOV et IVANOVA, 1958 ; VILENSKIY, 1963 ; KOVDA et al., 1967 ; (2) VOLOBUYEV, 1964 ; (3) GLAZOVSKAYA, 1966 ; (4)KELLOGG et al., 1938 ; (5) C.P.C.S., 1967 ; (6) MÜCKENHAUSEN, 1962, 1965 ; (7) KUBIENA, 1958 ; (8) YAALON, 1960 ; cet auteur, malgré les restrictions qu'il présente pour une classification génétique, participe à sa mise sur pied pour les sols de son pays. (9) Dans ce texte, on entendra par *"zone intertropicale"*, la partie du globe située entre les tropiques Nord et Sud ; par *"zone tempérée"*, les parties situées entre le tropique et le cercle polaire correspondant et *"zone polaire"*, la partie située au Nord du cercle polaire Nord et Sud du cercle polaire Sud. Il ne leur est attachée aucune signification bioclimatique. Le mot région conservera un sens géographique limité.

Or, l'environnement n'est jamais en repos et il y a toujours un déphasage entre les facteurs extérieurs et la situation pédologique actuels. De plus, dans les pays de la zone intertropicale (aride ou humide), il faudrait pouvoir évaluer les climats passés et l'histoire géomorphologique du lieu où s'est développé le sol, ce qui est le plus souvent assez difficile. Quant aux processus, YAALON reconnait que la connaissance à leur sujet est encore réduite.

G. SMITH[1] explicite l'approche génétique de la manière suivante : *"Partout où les facteurs tels que le climat, le relief, les organismes vivants y compris l'homme, agissent pendant un temps donné sur une roche-mère, sont les mêmes, le sol est le même"*. On peut comprendre ceci en ajoutant qu'il y a une véritable relation de cause à effet entre un environnement et un sol donnés. Ceci est appliqué, consciemment ou non, par tous les cartographes qui savent que, si l'un de ces facteurs change, le sol change aussi[2].

Même dans l'élaboration de la Soil Taxonomy, où l'on semble s'éloigner nettement de la genèse, G. SMITH[3] insiste sur les relations qui existent entre les grandes unités de la classification et les données génétiques ; il déclare également que seules les propriétés qui résultent de la pédogenèse ou qui l'influencent doivent être utilisées. Enfin, il qualifie le nouveau système américain de morphogénétique[4] ; ce qui sera contesté par bien des observateurs critiques.[5]

Ainsi, le souhait de beaucoup d'auteurs a été et demeure d'établir les classifications en les fondant sur la genèse. Peu à peu cependant, certains comme YAALON en ont reconnu les limites, et d'autres comme G. SMITH, tout en s'en éloignant ont voulu s'y raccrocher le plus possible. Il est apparu à beaucoup, imprudent de fonder une classification sur la genèse, car comme le rappelle SIMONSON[6],

(1) G. SMITH, 1963 ; (2) VINE, 1966, est plus restrictif, mais développe une idée analogue ; (3) G. SMITH, 1965 ; (4) On peut se demander quelles propriétés du sol ne sont pas dues à la genèse. Le problème essentiel est bien celui du choix qu'on ne saurait abriter derrière la genèse. (5) En particulier par GERASIMOV et al., 1964 ; GERASIMOV, 1969 ; (6) SIMONSON, 1962.

celle d'un grand nombre, sinon de la plupart, des sols paraît avoir été plus complexe qu'on ne le croit. Les preuves en sont de plus en plus nombreuses. Beaucoup de sols ont été soumis à plusieurs cycles d'*"horizonation"* qu'on arrive plus ou moins bien à identifier. Les explications qu'on peut fournir sur les sols relèvent alors beaucoup plus de l'intuition que de l'observation ou de l'expérimentation.

Aussi, fonder une classification seulement sur des interprétations demeure plein de risques d'erreurs et SIMONSON recommande alors de recourrir à la morphologie et la composition du sol.

De son côté, KUBIENA(1) écrit que *"les systèmes doivent être basés sur les propriétés et non sur l'explication des propriétés"*.

Il apparaît donc que certains auteurs sont conscients du hiatus qui existe entre les explications encore mal fondées et parfois subjectives et les propriétés visibles et/ou mesurables. Ces dernières sont seules de nature à donner à la classification l'objectivité voulue. Aussi, on peut approuver G. SMITH(2), de s'appuyer sur des critères ayant une signification élevée dans la genèse du sol. Car, même si nous savons qu'il y a encore beaucoup de choses à apprendre, des progrès considérables ont heureusement été déjà accomplis. C'est la position qui a été adoptée dans la *"Soil Taxonomy"* où les définitions des catégories de sols ont été données en terme de morphologie et non de genèse. Certes, on peut regretter l'importance excessive accordée à l'epipédon mollique et à l'horizon argilique. Mais, quoiqu'il en soit, on peut s'appuyer sur des horizons ou des caractéristiques définis de manière précise et objective. A l'approche génétique basée sur des relations et des explications dont on n'est pas toujours certain, on peut donc en proposer une autre qu'on qualifiera d'objective, car elle est fondée sur la connaissance objective des faits.

(1) KUBIENA, 1958 (KELLOGG, dès 1938, avait déjà écrit à peu près la même chose). (2) G. SMITH, 1963 ; mais quel est le critère dépourvu d'une telle signification ?

CLASSIFICATION ASCENDANTE OU DESCENDANTE.

Un autre souci des classificateurs est de savoir si la classification doit être ascendante ou descendante.

Une classification descendante est analytique[1]. Elle part de principes généraux et descend de catégories très larges, fondées sur un petit nombre de critères vers des catégories de plus en plus détaillées. Les classifications descendantes sont, par exemple, celles des Russes et des Français.

Une classification ascendante est, au contraire, synthétique. Elle procède d'une base très large, s'appuie sur un nombre élevé de données. On procède dans le système, par réduction et simplification. La classification américaine est de ce type, préconisé déjà par MARBUT (2). En partant de nombreuses données de terrain, on terminait par un petit nombre de caractéristiques fondamentales correspondant, par exemple, aux *"pedocal"* et *"pedalfer"*.

Pour MANIL[1], une classification descendante est seule possible lorsqu'on ne dispose que d'un nombre limité de données disponibles ; il pense qu'elle doit être essentiellement génétique. Mais on peut très bien concevoir une classification descendante basée sur des propriétés.

CLASSIFICATION COMPLETE OU INCOMPLETE.

La classification doit-elle être complète ou incomplète ? Ce problème se rattache étroitement à celui de savoir si elle doit être scientifique ou utilitaire. Une classification complète doit comprendre tous les niveaux. Les plus hauts se réfèrent à un degré de généralisation élevé ; ils intéressent surtout les scientifiques. Les plus bas s'adressent surtout aux utilisateurs.

En raison de la nature particulière du sol qui est un corps naturel, parfois modifié par l'homme, celui-ci doit être défini avec le maximum de précision et d'objectivité, donc de manière scientifique, dès les niveaux supérieurs

(1) MANIL, 1959 ; (2) MARBUT, 1927.

Mais, le sol est également destiné à des utilisateurs, notamment en agriculture. Il est donc apparu nécessaire à beaucoup de choisir à cette fin des critères destinés aux usagers.

Dans l'une, on part du sol qu'on définit d'abord comme une entité naturelle dotée de caractéristiques propres ; puis comme le support d'une végétation naturelle ou cultivée. Deux séries de caractéristiques distinctes doivent permettre de répondre aux deux soucis des classificateurs.

Dans l'autre[1], on pose, en principe, que le sol est destiné à l'utilisation. Les critères scientifiques et utilitaires peuvent être présents ensemble à divers niveaux. C'est le cas de la *"Soil Taxonomy"*.

LANGAGE.

Une conséquence découlant du choix précédent est le langage à adopter.

Pour les uns, il faut s'en tenir aux noms vernaculaires ou usuels que les usagers connaissent bien. Les cultivateurs doivent avoir leur tâche facilitée si le vocabulaire est simple et connu de longue date[2]. C'est un peu dans le même esprit que l'on se réjouit lorsqu' une classification ne comporte que des unités que l'on peut déterminer sur le terrain, sans recours au laboratoire[3] ; ce recours étant considéré comme une faiblesse.

Mais, pour les autres ceci n'est ni possible, ni souhaitable. La classification ne s'adresse pas seulement à l'utilisateur d'un champ ou d'un domaine. Elle s'adresse par dessus ceux-ci, à l'ensemble des usagers qui pour communiquer doivent se servir d'un langage identique. Le recours aux mots usuels comme *"latérite"*, *"sol brun"* ou *"podzol"*, qui reçoivent dans des pays différents, des acceptions différentes n'est pas souhaitable. Il importe dès le départ, que les mots utilisés soient définis de manière stricte en s'exposant au risque de donner à un mot un sens différent de celui qu'il a ailleurs. Ou bien alors il faut fabriquer des mots nouveaux, simples, sans locutions longues, difficiles à retenir. C'est là une condition de la transmission de la

(1) G. SMITH, 1963 ; (2) AVERY, 1973 ; (3) MOSS, 1954.

classification. C'est bien ce qu'ont compris les auteurs de la *"Soil Taxonomy"* et de la *"légende des cartes des sols du monde"* de la FAO.

PRESENTATION DE LA CLASSIFICATION.

Enfin, la présentation de la classification peut également varier, d'un exemple à l'autre. ROZOV[1] indique qu'elle peut être systématique quand elle se présente sous la forme d'une liste. Toutes les listes ne sont pas identiques. Elles suivent, généralement, un ordre déterminé. La classification de KUBIENA, comme dans la française, va des sols les moins développés aux plus développés. Dans la classification russe, on suit un ordre climatique. La *"Soil Taxonomy"* présente ses unités principales suivant l'ordre alphabétique, ce qui tendrait à laisser entendre qu'il n'y a pas de lien entre elles.

La classification peut encore être dynamique lorsqu'elle est présentée par un schéma montrant des liens évolutifs entre les différentes classes.

1.5. CONCLUSIONS.

Après avoir examiné les caractéristiques présentées par la classification, essayons de résumer celles qui paraissent souhaitées par un nombre important d'auteurs.

Elle doit être générale, souple, ouverte pour que tous les sols puissent y être acceuillis.

Elle doit servir au plus grand nombre possible d'usagers ; mais cette condition est difficile à remplir[2].

Elle doit être objective en s'appuyant sur des caractéristiques qui ne puissent faire l'objet d'interprétations divergentes ; mais nous savons que les critères possibles sont en nombre infini[3] et que les choix sont nombreux.

Il semble préférable qu'elle soit naturelle, qu'elle soit la plus complète possible.

Le choix reste ouvert en ce qui concerne les liaisons de la classification avec la genèse ; on peut également hésiter entre une classification ascendante ou descendante, ainsi qu'entre plusieurs

(1) ROZOV, 1956 ; (2) MULCAHY et al., 1967 ; (3) GIBBONS, 1961.

types du langage qui doit lui être associé.

Au stade actuel de nos connaissances, c'est le pédon[1] qui parait devoir être au centre de toute classification.

Dans les chapitres suivants, on examinera les différentes sortes de classifications qui ont été mises au point pour des pays ou ensembles de pays, en commençant par les classifications dites *"génétiques"*.

(1) au sens BOULAINE, 1969.

2. LES CLASSIFICATIONS GENETIQUES.

2.1. INTRODUCTION.

Les classifications génétiques sont celles qui tiennent à mettre l'accent, à l'intérieur de la classification elle-même, sur des relations étroites entre les facteurs de formation, les processus et les sols eux-mêmes. Les classifications de ce type sont nombreuses, certaines ont tendance à être universelles, d'autres à s'appliquer à un pays ou un groupe de pays.

Seront passées en revue, d'abord, les classifications à vocation universelle, c'est-à-dire les classifications russes, françaises et américaines (d'avant 1960) ; ensuite les classifications génétiques incomplètes de pays de la zone tempérée, puis celles de la zone intertropicale. Ces deux ensembles sont différents, tant en ce qui concerne les sols eux-mêmes qu'en ce qui concerne la manière dont la classification est abordée.

2.2. LES CLASSIFICATIONS RUSSES.

SOURCES.

Les classifications russes anciennes (ou soviétiques modernes) ne nous sont connues qu'au travers d'une double traduction. D'abord du Russe en Anglais (ou en Allemand), puis en Français. Il ne semble pas que les traductions directes du Russe en Français de textes pédologiques soient très nombreuses(1). Il est évident que cette double traduction est de nature à faire perdre certaines subtilités des documents concernés. De plus, la connaissance des textes de base n'est pas aisée pour un pédologue ne connaissant pas la langue russe. Cependant, les premiers auteurs sont cités sans cesse dans la littérature pédologique et surtout soviétique. Par conséquent, les principes de base qui sont souvent rappelés peuvent être considérés comme connus de tous. Dans les pages qui suivent, la référence à DOKUCHAEV, SIBIRTSEV ... etc sera faite à travers un auteur moderne ou bien, le plus souvent, ne donnera pas lieu à un renvoi bibliographique.

(1) Il est juste de rappeler que lors du congrès international de Paris en 1956, beaucoup de communications d'auteurs russes ont été présentées en Français.

Il faut signaler que certains documents modernes sont souvent d'une grande brièveté, surtout lorsqu'ils traitent de la classification des sols. Alors que la *"Soil Taxonomy"* dépasse sept cent pages, les documents russes accessibles tiennent en quelques pages. Les classifications sont très souvent réduites à des tableaux, avec un commentaire restreint. On ne peut donc s'attendre à recevoir, de cette manière, une information aussi étendue que celle qui est offerte par l'U.S.D.A., par exemple.

LES PRINCIPES DE BASE.

Les fondements et l'évolution des classifications russes ont été présentées par de nombreux auteurs, qui ne manquent pas de rappeler ce que la pédologie doit à DOKUCHAEV et à ses disciples et successeurs.

Il est utile de se souvenir, d'entrée de jeu, que l'URSS correspond à un contexte géographique exceptionnel : un pays immense, où les sols et les facteurs de formation sont nombreux et variés. Toutefois, le pays malgré ses dimensions exceptionnelles, est situé dans sa quasi-totalité dans les zones tempérée et polaire ; ce n'est qu'à l'extrémité sud de la partie européenne du pays que des climats, présentant un été relativement chaud et un hiver doux, peuvent être observés. De plus, il y a toujours de vastes espaces, peu modifiés par l'homme où les sols peuvent être étudiés dans ce que l'on peut appeler encore l'état naturel. C'est dans cette situation, exceptionnelle en Europe, qu'a pris naissance la pédologie moderne.

Les premières études s'appuient sur le *"type génétique du sol"*(1), pour lequel il y a identité entre les propriétés, les processus responsables des propriétés et les facteurs de formation qui ont orienté ces processus. Cette liaison très étroite entre les trois éléments constitue en fait, le fondement de la pédologie en tant que science autonome. En vertu de la relation :

Facteurs → Processus → Sols

les deux premiers, ou au moins, un des deux premiers termes doit apparaître dans la classification(2).

(1) SIBIRTSEV, 1895, 1898, 1900, cité par BASINSKI, 1959 ; (2) IVANOVA et ROZOV, 1958 : *"Dans la solution du problème de la classification, la seule approche correcte permettant des généralisations est l'approche génétique"*.

Les pédologues du monde entier ont reconnu, avec les Russes, les cinq facteurs suivants : climat, facteurs biotiques, topographie, roche-mère et temps. Mais les Russes ont attribué, en raison de la nature de leur pays, une importance particulière aux facteurs bioclimatiques : les premières classifications[1], débutent toujours par une énumération des zones climatiques actuelles du globe. Toutefois, bien que ces classifications aient fortement influencé les classifications d'autres régions du monde, tous les systèmes présentés par les pédologues de langue russe sont loin d'être semblables. Certains donnent la préséance à d'autres facteurs, ou aux processus.

Enfin, les classifications russes sont toutes très fortement marquées par les problèmes d'utilisation[2]. Tous les sols rassemblés dans une unité doivent pouvoir être utilisés de la même manière, porter les mêmes cultures et fournir les mêmes rendements. La classification doit donc intégrer la fertilité.

Les classifications russes se sont établies sur ces principes. Lorsqu'ils ont été connus dans le reste du monde, et particulièrement à la suite de la traduction en allemand, puis en anglais du livre de GLINKA[3], ils ont très fortement influencé la plupart des écoles pédologiques naissantes. En effet, ils apportaient les éléments d'explication qui faisaient défaut jusqu'alors. La pédologie, étroitement liée à d'autres sciences, comme la géologie ou la chimie, pouvait devenir une discipline autonome. Les premières classifications américaines[4] en portent l'empreinte. En France, c'est par AGAFONOFF (5) que la pensée pédologique pénètre et qu'une première classification est esquissée.

LES PREMIERES CLASSIFICATIONS.

Les premières approches de la classification furent celles de DOKUCHAEV et de ses disciples qui distinguèrent d'abord trois ensembles : les sols *"normaux"*, *"de transition"* et *"anormaux"* ou *"cosmopolites"*. Sous l'influence de SIBIRTSEV[6], ces catégories furent rebaptisées *"sols zonaux, intrazonaux et azonaux"* et mieux définis. Tab. 1.0.

(1) Voir par exemple, celles de VILENSKIY, 1927 ; IVANOVA et ROZOV, 1956 et 1960 ... etc ; (2) IVANOVA, 1956 ; (3) GLINKA, 1914 ; (4) MARBUT, 1927 ; BALDWIN et al., 1938 ; (5) AGAFONOFF, 1936 ; (6) SIBIRTSEV, in BASINSKI, 1959.

C'est DOKUCHAEV qui, dès 1899, énonça le principe de la zonalité. Il écrit en effet que *"tous les principaux agents de formation du sol sont distribués à la surface du globe sous forme de bandes ou zones s'étalant plus ou moins parallèlement aux latitudes. Il s'ensuit nécessairement que les sols doivent aussi être distribués zonalement, en accord strict avec le climat et la végétation..."* (1). A cette zonalité horizontale, DOKUCHAEV ajouta la zonalité verticale due à la présence de chaînes de montagnes. Cette dernière fut perfectionnée plus tard par PRASOLOV(2).

Les sols zonaux sont ceux où interviennent les phénomènes externes (climatiques et biologiques) pour déterminer les processus responsables des propriétés des sols. L'U.R.S.S. est ainsi divisée en zones bio-climatiques caractérisées par un ou plusieurs sols zonaux.

Les sols intrazonaux constituent des taches dans une zone. Ils sont sous la dominance d'un facteur local, autre que le bio-climat, comme la roche-mère ou la topographie. VISOTSKIY(3), dès 1906, développa cette notion. Les sols zonaux se différencient dans un pays à peu près plat, sur une roche-mère de comportement hydrique moyen (limon argileux). Lorsque le sol est plus humide ou plus sec, il sera considéré comme intrazonal.

Les sols azonaux sont incomplètement développés, en raison d'une roche-mère particulière ou de jeunesse.

Les deux principes de la zonalité furent matérialisés dans les cartes présentées, au début du siècle par DOKUCHAEV, pour la Russie d'Europe et l'ensemble du monde. C'est sur ces bases que prit véritablement naissance la pédologie. Les sols étaient liés, par des relations de cause à effet, à leur environnement. Une illustration éclatante de ces relations était fournie par la Russie d'Europe. Ces conceptions allaient être exportées dans le monde extérieur par l'intermédiaire du livre de GLINKA(4) et elles allaient trouver, dans la région du monde qui s'en rapprochait le plus, les Etats-Unis et le Canada, une brillante confirmation avec des bandes zonales distribuées, il est vrai, de manière différente.

(1) DOKUCHAEV, in IVANOVA et al., 1967 ; (2) PRASOLOV, 1926, 1931, in IVANOVA et al., 1967 ; (3) VISOTSKIY, 1906, cité par LIVEROVSKIY, 1960; (4) On trouvera des précisions sur ces travaux dans JOFFE, 1948 ; BASINSKI, 1959 ; IVANOVA et al., 1967.

Après la première guerre mondiale, les études pédologiques se poursuivent dans l'URSS qui a remplacé la Russie. L'enseignement de DOKUCHAEV et de ses proches continuateurs est honoré et considéré par tous comme un fondement qui ne sera que très rarement remis en question. Toutefois, diverses tendances vont se faire jour, se traduisant par des systèmes de classification s'écartant plus ou moins du tronc commun initial. Ce sont ces diverses tendances qui vont être présentées ci-après avec, pour terminer, les points communs de tous ces systèmes, les grandes subdivisions de la classification.

LES CLASSIFICATIONS GEOGRAPHICO-GENETIQUES.

Les classifications géographico-génétiques ou écologiques-génétiques, apparaissent les plus nombreuses et les plus importantes en URSS. Les premiers travaux tendent, tout naturellement, à définir le cadre géographique dans lequel se situent les sols. Il faut citer dans ce domaine, les travaux de KOSSOVICH, AFANASIEV, NEUSTRUEV, VILENSKIY, ZAKHAROV...(1). Les subdivisions proposées sont d'abord purement climatiques, mais par la suite, elles comportent également des données sur la végétation (forêt, steppe, prairie etc.). Peu à peu, aux facteurs, succèdent les processus et les sols.

AFANASIEV(2) distingue d'abord cinq zones climatiques qualifiées de *"froide, fraîche, tempérée, subtropicale, et tropicale"*. Tab. 1. Puis, VILENSKIY(3) présente un tableau à double entrée avec température et humidité. Puis, les divisions climatiques deviennent voisines des zones climatiques de KÖPPEN(4). Pour les zones d'humidité, il est fait référence à WEIGNER(5). En ce qui concerne la température, une quantité cumulée pendant l'année est prise en considération ; pour les précipitations, on fait le quotient: Pluie + neige/quantité évaporée.

Pour tenir compte des variations climatiques qui peuvent intervenir dans la masse du continent eurasiatique, la notion de continentalité a été introduite pour séparer les zones où l'influence

(1) Cf. JOFFE, 1948 ; BASINSKI, 1959 ; IVANOVA et al. 1967 ;
(2) AFANASIEV, 1927 (cité par G. SMITH, 1965) ; (3) VILENSKIY, 1963 ;
(4) KÖPPEN, 1900 ; (5) WEIGNER, 1926.

Tableau n° 1.0.
La première classification des sols.

V.V. DOKICHAEV

	Class A	Normal (Vegetative-terrestrial or zonal soils)					
Zones	Boreal (Northern)	Taiga	Forest Steppe	Steppe	Desert Steppe	Aerial or Desert Zone	Subtropic and Tropic Forest
Groups	Tundra (dark-brown soils)	light-gray podzols	Gray and dark-gray soils	Chernozem	Chestnut and brown soils	Aerial soils. Zheltozem white earth, etc.	Lateritic soils or Krasnozem
	Class B	Transitional Soils		Class C		Abnormal Soils	
Groups	Surface-bog or bog-meadow soils	Carbonate or rendzinas	Secondary Solonetz	bog soils	Alluvial soils	Aeolian soils	

Tableau 1.1.
Classification des sols. VILENSKIY, 1927.

Climatic conditions of soil formation		Humidity regions	Arid A	Semiarid SA	Feebly arid FA	Semihumid SH	Humid H
Temperature zones	*Zonality*	*Soil divisions*	*Soil types*				
Polar	Zonal Soils	Hydrogenic H	Tundra HA	Semi-bog HSA	Bog HFA	—	Concealed podzol, podzolized bog HH
Cold		Phytohydrogenic PH	Sward PHA	—	Black meadow PHFA	Degraded meadow PHSH	Podzolized PHH
Temperate		Phytogenic P	Gray PA	Chestnut brown PSA	Chernozem (Black soils) PFA	Degraded (Gray-forest) soils PSH	Podzolized PH
Subtropic		Thermophytogenic TP	—	Yellow soils of arid steppe TPSA	Yellow TPFA	Degraded yellow soils TPSH	Podzolized yellow soils TPH
Tropic		Thermogenic T	Red soils of semi-deserts TA	Red soils TSA	Laterite TPA	Degraded red soils TSH	Podzolized red soils TH
Temperate		Halogenic G	Dry salines GA	Columnar alkali soils GSA	Black columnar alkali soils GFA	Degraded alkali soils GSH	Podzol-like alkali soils GH
Temperate	Intrazonal Soils	Phytohalogenic PG	Gray alkaline soils PGA	Chestnut alkaline soils PGSA	Black alkaline soils PGFA	Degraded alkaline soils PGSH	Podzol-like alkaline soils PGH
All zones		Hydrohalogenic HG	Salines containing chlorides and sulfates; salines containing calcium carbonate, and salines containing sodium carbonate.				
Subtropic and tropic		Thermohalogenic TG	Alkali soils of the subtropical and tropical zones.				
Subtropic and tropic		Thermohydrogenic TH	Bog soils of the subtropical and tropical zones.				
Mountain region	Soils of vertical zones	Orogenic O	Soils of high mountain regions				

de la mer est très importante, du reste du continent. Enfin, l'importance des massifs montagneux sur le pédoclimat des sols des plaines environnantes a été également très étudiée[1].

Les zones étudiées traditionnellement par les pédologues soviétiques se sont agrandies peu à peu[2]. Des travaux de terrain et de cartographie ont concerné de vastes territoires en Europe orientale, Afrique, Asie, Amérique, grâce à des missions effectuées par GERASIMOV, ZONN, FRIDLAND, SOKOLOV, parmi beaucoup d'autres. Les travaux des géographes-généticiens ont conclu à la valabilité des vues de DOKUCHAEV à l'extérieur comme à l'intérieur des frontières de l'URSS.

Les classifications qui ont été proposées successivement et dont quelques unes figurent dans les tableaux 1 à 13 montrent l'évolution qui a marqué les différents schémas présentés. Pour l'ensemble des classifications, on note que l'encadrement est climatique et
Tab. 2 géographique avec VILENSKIY[3]. Avec IVANOVA[4], puis GERASIMOV et
Tab. 3 IVANOVA[5], les premières subdivisions sont bioclimatiques, tandis que des indications sont données sur le drainage (sols automorphes, auto-hydromorphes, hydromorphes). La classification des sols de l'
Tab. 4 URSS présentée par l'Institut DOKUCHAEV[6] a diversifié bien davantage les climats avec la sommation des températures et l'indice d'humidité; tandis qu'une colonne est prévue pour la végétation, le drainage n'
Tab. 5 apparait pas. Le tableau présenté par TIURIN[7] fait apparaître, au niveau le plus élevé, le climat en précisant la période de développement des végétaux, le type de produit d'altération (siallitique, allitique etc...), et le type de drainage. Le schéma de ROZOV et
Tab. 6 IVANOVA[8] donne également des précisions sur le type de climat, l'altération, les cycles biologiques, le drainage et introduit des données sur les complexes organo-minéraux. A l'intérieur de ces tableaux, dont les entrées se diversifient et s'alourdissent de plus en plus, les sols apparaissent sous leurs noms traditionnels. Ce mode

(1) TIURINOV, 1926 ; ABOLIN, 1930 ; GORBUNOV et KIMBERG, 1960 ; LIVEROVSKIY et KORNBLYUM, 1960 ; cités par IVANOVA et al., 1967 ;
(2) à partir de ZAKHAROV, 1948 ; cité par IVANOVA et al., 1967 ;
(3) VILENSKIY, 1927 (traduction 1963) ; (4) IVANOVA, 1956 ; (5) GERASIMOV et IVANOVA, 1959 ; (6)
(7) TIURIN, 1965 ; (8) ROZOV et IVANOVA, 1967.

de présentation de la classification des sols est très souvent défendu avec vigueur par GERASIMOV[1] en particulier, qui paraît être le meilleur défenseur de l'héritage de DOKUCHAEV. Il a écrit de nombreux articles pour fortifier cette position qu'il considère comme la seule valable, bien que souvent critiquée à l'extérieur, comme à l'intérieur de l'URSS[2].

OBSERVATIONS SUR LES CLASSIFICATIONS GEOGRAPHICO-GENETIQUES.

L'établissement de classifications des sols fondées sur la géographie, puis sur l'écologie parait pouvoir bien se comprendre dans le contexte de l'Europe de l'Est. C'est l'immensité du territoire qui a permis l'observation d'une grande variété de sols et de facteurs de formation. Cette variation simultanée des sols et des facteurs a attiré l'attention des fondateurs de la pédologie. C'est elle qui a permis de pousser plus loin encore les relations, au point qu'on a estimé que la connaissance de l'un entrainait forcément celle de l'autre. La classification des climats, puis des bio-climats, devait conduire à celle des sols. C'est pourquoi sols et bioclimats ne paraissent pas pouvoir être dissociés.

Pourtant, doit-on négliger les autres facteurs de formation des sols : roches-mères, topographie, temps. En Russie d'Europe, cette étroite association des bioclimats et des sols n'a été rendue possible que parce que les autres facteurs de l'environnement ne connaissaient que peu de variations.

En effet, les matériaux dont dérive le sol paraissent dans un premier temps relativement homogènes. Il s'agit de matériaux d'origine glaciaire déposés tels quels où remaniés par les eaux et le vent. La topographie subit assez peu de variations importantes. Le temps dont ont disposé les sols pour évoluer, était peu important mais à peu près le même (quelques dizaines de milliers d'années). De leur côté, les variations du bioclimat s'opéraient très graduellement en zones à peu près parallèles aux latitudes. A l'intérieur de telles zones, le sol était considéré comme "*normal*" par MUIR[3].

(1) GERASIMOV, 1962, 1964, 1969 etc. (2) SMETANIN, 1959 ; GORSHENIN, 1960 ; (3) MUIR, 1962 ; il n'en donne cependant aucune définition.

Tableau n° 2.1

Groupe mondial des classes de pédogenèse boréale.

YE.N. IVANOVA, 6e Cong. Intern. Sol (Paris), 1956.

Classes des sols	Groupes de pédogenèse (sous-classes des sols)	Types de sols		
		rang automorphique	rang auto-hydromorphe	rang hydromorphe
1	2	3	4	5
Classe 1 Sols des toundras arctiques.	1. de toundra arctique.	sols arctiques; sols des toundras.		
	2. subarctique de gazon.	sols des prairies de gazon.		
	3. marécageux.			sols marécageux des toundras.
	4. solonchakeux.		solonchaks arctiques.	
Classe 2 Sols boréaux cryogènes des taïgas.	1. cryogène de taïga.	sols ferrugineux des taïgas. sols des taïgas.	sols des taïgas; sols gleyeux des taïgas.	
	2. marécageux			sols marécageux cryogènes.
	3. solonchakeux.	solods cryogènes.		
Classe 3 Sols boréaux de la taïga et des forêts	1. podzolique de gazon	sols podzoliques; sols gris forestiers sols forestiers de gazon (saturés).	sols marécageux podzolisés; sols gris forestiers gleyeux; sols gleyeux de gazon.	
	2. marécageux.			sols marécageux.

Tableau n° 2.2

Groupe mondial des classes de pédogenèse sub-boréale.

Classes des sols	Groupes de pédogenèse (sous-classes des sols)	Types de sols		
		rang automorphique	rang auto-hydromorphe	rang hydromorphe
1	2	3	4	5
Classe 4 Sols subboréaux des forêts et des prairies humides.	1. de sol brun.	sols forestiers humides acides non podzolizés sols forestiers bruns.	sols forestiers humides, acides non podzolisés; gleyeux: sols bruns forestiers gleyeux	
	2. de prairie. sol brun.		sols bruns des prairies.	
Classe 5 Sols subboréaux steppiques.	1. steppique.	chernozems: sols châtains.	sols chernozemiques des prairies; sols châtains des prairies.	
	2. de prairie.			sols des prairies
	3. marécageux.			sols marécageux des prairies.
	4. solonetzeux.	solonetzs steppiques.	solonetzs des prairies; solods.	
	5. solonchakeux.			solonchaks des steppes.
Classe 6 Sols subboréaux désertiques.	1. désertique.	sols bruns semi-désertiques; sols gris-bruns désertiques; sols des takyrs; (gris-bruns primitifs).	sols bruns désertiques des prairies; sols gris-bruns lessivés.	
	2. de takyr.		takyrs.	
	3. solonetzeux.	solonetzs désertiques.		
	4. solonchakeux.			solonchaks des déserts.

Tableau n° 2.3

Classes des sols	Groupes de pédogenèse (sous-classes des sols)	Types de sols		
		rang automorphique	rang autohydromorphe	rang hydromorphe
1	2	3	4	5
GROUPE MONDIAL DES CLASSES DE PEDOGENESE SUBTROPICALE				
Classe 7 Sols subtropicaux, humides forestiers.	1. jeltozémique.	jeltozems (sols jaunes; jeltozems podzoliques).	jeltozems gleyeux.	
	2. krasnozémique.	krasnozems (sols rouges) krasnozems podzoliques.	krasnozems gleyeux.	
	3. marécageux.			sols marécageux subtropicaux.
Classe 8 Sols subtropicaux des forêts sèches et des steppes.	1. de sol marron.	sols marron; sols gris-marron.	sols marrons des prairies forestières; sols gris-marrons des prairies-steppes;	
	2. de prairie.			sols des prairies subtropicales.
	3. solonetzeux.		sols solonetzeux subtropicaux.	
Classe 9 Sols subtropicaux désertiques.	1. sérozémique désertique.	sérozems; sols désertiques subtropicaux.	sols des prairies. sérozémiques.	
	2. solonchakeux.			solonchaks des régions subtropicales.

Tableau n° 2.4

Classes des sols	Groupes de pédogenèse (sous-classes des sols)	Types de sols		
		rang automorphique	rang auto-hydromorphe	rang hydromorphe
1	2	3	4	5
GROUPE MONDIAL DES CLASSES DE PEDOGENESE TROPICALE				
Classe 10 Sols tropicaux désertiques.	1. désertique-tropical.	sols désertiques tropicaux.	sols rouges-bruns des prairies désertiques.	
		sols rouges-bruns des savanes désertiques.		
	2. solonchakeux.			solonchaks.
Classe 11 Sols tropicaux secs et forestiers.	1. de sol rouge tropical.	sols rouges-bruns des savanes sèches.	sols rouges-bruns des prairies-savanes.	
	2. de prairie.			sols tropicaux des prairies.
	3. solonetzeux.		sols solonetzeux tropicaux.	
Classe 12 Sols des savanes et forêts humides tropicales.	1. latéritique.	sols rouges des savanes à herbes hautes.	sols rouges gleyeux des savanes à hautes herbes.	
		sols latéritiques.	sols latéritiques gleyeux.	
	2. de gazon tropical.	sols noirs des savanes.		
	3. marécageux.			sols marécageux tropicaux.

Tableau n° 3.1

Schéma général de classification des sols.

I.P. GERASIMOV, YE.N. IVANOVA. Sov. Soil Sci., 1958.

Soil Classes	Soil-formation groups (soil-sub-classes)	Soil groups[a]		
		Automorphic	Automorphic-Hydromorphic	Hydromorphic
I. World group classes of northern soil formation				
Class I-Arctic tundra soils	1. Arctic-tundra	Arctic soils	--	--
		Tundra soils	--	--
	2. Subarctic sod	Sod soils	--	--
	3. Bog-tundra	--	--	Tundra-bog soils
	4. Arctic Solonchaks	--	Solonchak-arctic	--
Class II-(boreal) northern frozen taiga soils	1. Frozen-taiga	Taiga ferrous soils	--	--
		Pale yellow taiga soils	Pale yellow taiga soils	
	2. Frozen-bog	--	--	Frozen bog soils
	3. Frozen Solonetz	Frozen solodi	Frozen gley solodi	--
Class III-(boreal) northern taiga and forest soils		Podzolic soils	Podzolic-bog soils	--
	1. Forest-taiga	Gray-forest soils	Gray forest gley soils	--
	2. Sod-taiga	Sod-taiga (including sod-carbonate)	Sod-gley soils	--
	3. Bog	--	--	Bog soils
Class IV-Sub-boreal humid forest and meadow soils	1. Brown earth	Humid forest acidic non-podzolic soils	Humid forest acidic non-podzolic gley soils	--
		Brown forest soils	Brown forest gley soils	
	2. Meadow-brown	?	Meadow-brown earth soils (Prairie) ?	?
	3. Sod humid-forest	Humic-carbonate[b]	Humic carbonate gley soils	--
	4. Bog	--	--	Bog soils
Class V-Sub-boreal steppe soils	1. Steppe	Chernozems	Meadow-Chernozem soils	--
		Chestnuts	Meadow-chestnut soils	--
	2. Meadow	--	--	Meadow soils
	3. Meadow-bog	--	--	Meadow-bog soils
	4. Solonetz	Solonetz steppe soils	Solonetz meadow, solodi	
	5. Solonchak	--	--	Solonchak steppe

[a] Groups are subsequently divided into subgroups, genera, species, types and sub-types.

[b] Soil on carbonate rocks amongst brown forest soils.

Tableau n° 3.2

Soil Classes	Soil-formation groups (soil-subclasses)	Soil groups		
		Automorphic	Automorphic-Hydromorphic	Hydromorphic
Class VI-Subboreal desert soils	1. Desert	Brown semi-desert soils	Brown meadow-desert soils	--
		Gray-brown	--	--
	2. Takyr	--	Takyrs	--
	3. Solonetz desert	Solonetz desert	Solonetz meadow-desert	--
	4. Solonchak desert	--	--	Solonchak desert
II. World group classes of Subtropic soil Formation				
Class VII-Subtropic humid forest soils	1. Zheltozem	Zheltozem	Gley Zheltozem	--
	2. Krasnozem	Krasnozem	Gley Krasnozem	--
	3. Bog subtropic	--	--	Bog subtropic soils
Class VIII-Subtropic dry forest Savannah and steppe soils	1. Cinnamon-brown earth	Cinnamon-brown soils	Cinnamon-brown meadow forest soils	--
		Gray cinnamon-brown soils	Gray cinnamon-meadow-steppe soils	--
	2. Sod subtropic ?[b]	--	Smolnitsy ?	--
	3. Meadow subtropic	--	--	Meadow subtropic soils
	4. Solonetz subtropic ?[c]	Solonetz subtropic ?[c]	Meadow-solonetz subtropic soils ?[c]	
Class IX-Subtropic desert soils	1. Sierozem desert	Sierozems	Meadow-Sierozem soils	--
		Subtropic desert soils	--	--
	2. Solonchak subtropic	--	--	Solonchak subtropic
III. World group classes of Tropic Soil Formation (Not as yet divided into types)				
Class X-Tropic humid Savannah and forest soils				
Class XI-Tropic dry-forest Savannah soils				
Class XII-Tropic desert soils				

[c] Provisional Entry.

Tableau n° 4.1

Sols de la zone sub-boréale; d'après la liste systématique des sols d'Eurasie, Institut Dokuchaev.

Facies	Climatic moisture	Zone natural vegetation	Soil types	Soil subtypes
1	2	3	4	5
1. *West European oceanic* Σ_{+t} = 2400-4000°C Mild winter	Humid K >1,0	Broad-leaved forests, beech prevailing	Brown forest	Acid (non-podzolized) Podzolized (Sol brun lessivé) Saturated
			Brown forest gleyed	Podzolized Saturated
			Podzolic	Humic-podzolic on sands and loamy sands
2. *Middle and south European subocranic* (Danube-Pontic) Σ_{+t} = 2400-4000°C Cool winter	Humid K >1,0	Broad-leaved forests beech, *Quercus* prevailing	Brown forest	Podzolized Saturated Dark Covervana (on sands) Cinnamonic
			Brown forest gleyed	Podzolized Saturated
	Subhumid and subarid 1,0> K >0,3	Broad-leaved forests, *Quercus* prevailing	Brownish-gray forest	Brownish-gray forest Brownish-dark-gray forest
			Brownish-gray forest gleyed	Brownish-gray forest gleyed Brownish-dark-gray forest gleyed
		Meadow steppes and *Quercus* forests	Chernozems	Strongly leached Leached (with deep carbonates)
		Steppes		With medium mycelium carbonates
				With high mycelium carbonates
				With surface mycelium carbonates
		Mostly meadows of the steppe zone	Meadow-chernozemic	
		Dry steppes	Chestnut	Dark chestnut with mycelium carbonates Chestnut with mycelium carbonates Light chestnut with mycelium carbonates
		Meadows of the dry steppe zone	Meadow-chestnut	
3. *East European subcontinental* Σ_{+t} = 2400-4000°C Cold winter	Subhumid and subarid 1,0> K >0,3	Broad-leaved forests, *Quercus* prevailing	Gray forest	Light gray forest Gray forest Dark gray forest
			Gray forest gleyed	
		Quercus forests and meadow steppes Steppes	Chernozems	Podzolized Leached Typical Common Southern
		Mostly meadows of the steppe zone	Meadow-chernozemic	
		Dry steppes	Chestnut	Dark chestnut Chestnut Light chestnut
		Meadows of the dry steppe zone	Meadow-chestnut	
	Arid K <0,3	Desertic steppes (semideserts)	Brown semidesertic (solodized-alkaline)	
			Meadow brown semidesertic	

Tableau n° 4.2

4. *West Asiatic continental* Σ_{+t} = 2200-2400°C Severe winter	Subhumid and subarid 1,0> K >0.3	Narrow-leaved forests, birch prevailing	Gray forest	
		Birch forests and meadow steppes	Gray forest gleyed Chernozems	Podzolized (thick) Leached (thick) Common (weakley leached, tonguish) Southern (weakly leached, tonguish)
		Mostly meadows of the steppe zone	Meadow-chernozemic (mostly alkaline)	
		Dry steppes	Chestnut	Dark chestnut (mostly alkaline) Light chestnut (mostly alkaline)
		Meadows of the dry steppe zone	Meadow-chestnut	
	Arid K <0,3	Desertic steppes (semideserts)	Brown semidesertic	
		Deserts	Gray-brown desertic Primitive desertic	
		Meadows of the desert zone	Meadow-desertic	
5. *Central Asiatic strongly continental* Σ_{+t} = 2000-3400°C Severe winter with little snow	Subhumid and subarid 1,0> K >0.3	Birch-larch forests Birch-larch forests and meadow steppes Steppes	Gray forest (cryogenic gleyed) Chernozems	Podzolized seasonally cryogenic (frozen) Leached seasonally cryogenic (frozen) Common (shallow) Southern (shallow)
		Mostly meadows of the steppe zone	Meadow-chernozemic	
		Dry steppes	Chestnut non-alkaline	Chestnut (non alkaline) Light chestnut (non alkaline)
	Arid K <0,3	Desertic steppes (semideserts)	Brown semidesertic (non-alkaline, low in carbonates)	
			Light brown semidesertic (« Sierozems » low in carbonates)	
		Deserts	Gray-brown semidesertic low in carbonates	
6. *East Asiatic monsoonocenic* Σ_{+t} = 1800-3200°C Cool winter	Humid K >1,0	Coniferous forests	Brown forest seasonaly cryogenic frozen gleyed	
		Coniferous-broad-leaved forests	Brown forest gleyisolic and podzolized	
		Broad-leaved forests Steppic meadows	Brown forest non saturated Chernozemic prairie soils (brunizems)	

Tableau n° 6.1

Liste systématique des sols d'U.R.S.S.

N.N. ROZOV et YE.N. IVANOVA. Sov. Soil Sci., 1967.

Ecological-genetic (bioclimatic groups or classes)	Genetic orders	Biophysicochemical orders: Predominantly fulvate unsaturated throughout the entire profile. Humate part bound with R_2O_3. Readily soluble salts and carbonates removed.	Fulvato-humate slightly non-saturated and nonsaturated in the upper part of the profile, saturated in the lower part. Humate part bound with R_2O_3 and Ca. Readily soluble salts removed (or leached).	Predominantly humate-calcium. Adsorbed Ca^{++} predominant in the humus horizon, further down Ca^{++} and Mg^{++}. Humate part bound primarily with Ca^{++} and, partly, with R_2O_3. Readily soluble salts leached or in the lower part of the profile.	Humate-fulvate calcium. Adsorbed Ca^{++} and, to some extent, Mg^{++} in the humus horizon, Na^{+} often found below. Humate part bound with Ca. Readily soluble salts in the lower and middle part of the profile.	Humate-fulvate-sodium. Na^{+} along with Mg^{++} and Ca^{++} plays the determining role in composition of adsorbed bases. Readily soluble salts may be found in all profile horizons.
		Arctic				
Soils of tundra and Arctic regions ΣT° > 10 C = 0–600	Automorphic	Gley Tundra Sod Tundra Residual-Peat Tundra				
Precipitation (annual) = 120–150 mm. Moisture coefficient* > 1	Weakly hydromorphic-alluvial	Alluvial Tundra-Sod				
Weathering** siallitic-fragmental	Semihydromorphic	Waterlogged (moss-gley) Tundra				
Biological cycle*** strongly retarded nitrogen	Hydromorphic	Bog Tundra Alluvial Tundra-Bog				
Soils of frozen taiga regions ΣT° > 10 C = 600–800	Automorphic	Frozen Taiga Frozen Sod Taiga	Pale yellow frozen Taiga Frozen Sod-calcareous Frozen Meadow Forest			
	Weakly hydromorphic-alluvial	Frozen Alluvial Sod				
Precipitation (annual) = 150–400 mm. Moisture coefficient > 1 Fragmental-siallitic weathering Biological cycle – strongly retarded calcium-nitrogen	Semihydromorphic	Frozen Taiga waterlogged	Waterlogged pale-yellow frozen-Taiga Frozen waterlogged Humus-calcareous Frozen Meadow Chernozemlike Frozen Taiga Solonis			
	Hydromorphic stagnant-frozen	Frozen Upland Bog	Frozen Meadow Frozen Meadow Bog Frozen Lowland Bog Frozen Alluvial Bog			Frozen Meadow Solonetzes Frozen Solonchaks
Soils of taiga-forest boreal regions ΣT° > 10 C = 600–2,400 Precipitation (annual) = 400–800 mm. Moisture coefficient > 1 Weathering—siallitic Biological cycle—strongly retarded calcium-nitrogen	Automorphic	Podzolic Forest Ash-volcanic (Acid)	Sod Lithogenic Sod-calcareous Gray Forest			
	Weakly-hydromorphic Alluvial	Alluvial Sod				
	Semihydromorphic	Bog-Podzolic	Sod-Gley Gley Gray Forest Alluvial Sod-Gley			
	Hydromorphic	Upland Bog Lowland Bog Alluvial Bog				
Soils of Brown Earth-Forest subboreal regions ΣT° > 10 C = 1,800–3,800	Automorphic	Brown Forest (Brown Earths) Podzolic Brown Earths	Brown Rendzinas			

Tableau n° 6.2

Ecological-genetic (bioclimatic groups or classes)	Genetic orders	Biophysicochemical orders					
		Predominantly fulvate nonsaturated throughout the entire profile. Humate part bound with R_2O_3. Readily soluble salts and carbonates removed.	Fulvate-humate slightly nonsaturated and non-saturated in the upper part of the profile, saturated in the lower part. Humate part bound with R_2O_3 and Ca. Readily soluble salts removed (or leached).	Predominantly humate-calcium. Adsorbed Ca^{++} predominant in the humus horizon, further down Ca^{++} and Mg^{++}. Humate part bound primarily with Ca^{++} and partly with R_2O_3. Readily soluble salts leached or in the lower part of the profile.	Humate-fulvate calcium. Adsorbed Ca^{++} and, to some extent, Mg^{++} in the humus horizon, Na^{+} often found below. Humate part bound with Ca. Readily soluble salts in the lower and middle part of the profile.	Humate-fulvate-sodium. Na^{+} along with Mg^{++} and Ca^{++} plays the determining role in composition of adsorbed bases. Readily soluble salts may be found in all profile horizons.
Precipitation (annual) 450–1,000 mm. Moisture coef. > 1 Weathering: siallitic with clay formation Biological cycle—moderately retarded calcium-nitrogen	Weakly-hydromorphic Alluvial	Alluvial Sod of Brown Earth zone					
	Semihydromorphic	Gley Brown Forest (Gley Brown Earths) Podzolic Brown Earth Gley Alluvial Sod Gley of Brown Earth zone	Meadow Chernozem-like of prairies				
	Hydromorphic	Alluvial Bog of Brown Earth zone and prairie zone	Meadow Dark of prairie zone Alluvial moist-Meadow of prairie zone				
Soils of steppe subboreal regions	Automorphic			Chernozems Chestnut		Steppe Solonetzes (Chernozem) Steppe Solonetzes (Chestnut)	
	Weakly Hydromorphic Alluvial			Alluvial Meadow Compact Alluvial Meadow			
ΣT° > 10C — 1,800–3,400 Precipitation (annual) = 220–640 mm. Moisture coefficient 0.3–1 Weathering—siallitic carbonate Biological cycle—intensive nitrogen-silicon and nitrogen-silicon-calcium	Semihydromorphic			Meadow Chernozem Meadow Chestnut		Meadow Steppe Chernozem Solonetzes. Meadow Steppe Chestnut Solonetzes	
	Hydromorphic			Meadow Meadow-Bog Alluvial Moist Meadow Alluvial Meadow Bog		Meadow Solonetzes Hydromorphic Steppe Solonchaks	
Soils of semidesert and desert subboreal regions ΣT° > 10 C = 2,400–4,200. Precipitation (annual) = 75–300 mm. Moisture coefficient < 0.3 Weathering—siallitic carbonate-gypsum-fragmental-silty Biological cycle—intensive nitrogen-silicon	Automorphic				Semidesert Brown Desert Gray-Brown Desert Takyrlike Sandy Desert Irrigated Desert Alluvial Desert-Meadow	Semidesert Solonetzes Desert Solonchaks	
	Weakly-hydromorphic Alluvial						
	Semihydromorphic				Meadow Desert Meadow Desert Takyrlike Irrigated Meadow Desert	Meadow Semidesert Solonetzes	
	Hydromorphic				Desert Meadow Desert Irrigated Meadow Alluvial Desert moist-Meadow Alluvial-Clayey-Bog	Semidesert Meadow Solonetzes Desert Hydromorphic Solonchaks	
Soils of semidesert moderately warm and subtropical regions	Automorphic				Sierozems Irrigated Sierozems		

Tableau n° 6.3

Ecological-genetic (bio-climatic groups or classes)	Genetic orders	Biophysicochemical orders				
		Predominantly fulvate nonsaturated throughout the entire profile. Humate part bound with R_2O_3. Readily soluble salts and carbonates removed.	Fulvate-humate slightly nonsaturated and non-saturated in the upper part of the profile, saturated in the lower part. Humate part bound with R_2O_3 and Ca. Readily soluble salts removed (or leached).	Predominantly humate-calcium. Adsorbed Ca^{++} predominant in the humus horizon, further down Ca^{++} and Mg^{++}. Humate part bound primarily with Ca^{++} and partly, with R_2O_3. Readily soluble salts leached or in the lower part of the profile.	Humate-fulvate calcium. Adsorbed Ca^{++} and, to some extent, Mg^{++} in the humus horizon, Na^{+} often found below. Humate part bound with Ca. Readily soluble salts in the lower and middle part of the profile.	Humate-fulvate-sodium. Na^{+} along with Mg^{++} and Ca^{++} plays the determining role in composition of adsorbed bases. Readily soluble salts may be found in all profile
ΣT° > 10 C = 3,600-5,600 Precipitation (annual) 120-350 mm. Moisture coefficient < 0.3 Weathering—siallitic-carbonate with weak clay formation Biological cycle—very intensive nitrogen-silicon and nitrogen-silicon-calcium	Weakly-hydromorphic Alluvial				Alluvial Meadow of Sierozem zone	
	Semihydromorphic				Meadow Sierozem Irrigated Meadow-Sierozem	
	Hydromorphic				Waterlogged Meadow Irrigated Meadow of Sierozem zone Alluvial Clayey Bog of Sierozem zone	Meadow Solonetz of Sierozem zone Hydromorphic Solonchaks of Sierozem zone
Soils of semidry moderately warm and subtropical regions	Automorphic			Cinnamon-Brown Gray-Cinnamon-Brown		
	Weakly-hydromorphic Alluvial			Alluvial Meadow of Cinnamon-Brown Earth zone		
ΣT° > 10 C = 3,600-4,400 Precipitation (annual) 350-600 mm. Moisture coefficient 0.3-1 Weathering—siallitic-carbonate, with expressed clay formation Biological cycle—very intensive nitrogen-calcium	Semihydromorphic			Meadow Cinnamon-Brown Meadow Gray—Cinnamon-Brown		
	Hydromorphic			Meadow of Cinnamon-brown Earth zone Alluvial Meadow Bog of Cinnamon-brown Earth zone		
Soils of moist subtropical regions	Automorphic	Yellow Earths Podzolic-Yellow Earth. Red Earths				
	Weakly-hydromorphic Alluvial	Subtropic Alluvial Sod				
ΣT° > 10 C = 4,000-4,300 Precipitation (annual) — 1,000-2,300 mm Moisture coefficient > 1	Semihydromorphic	Gley Yellow Earths Gley Podzolic Yellow Earth Red Earths Gley Subtropic Alluvial Sod-Gley				
Weathering—ferralitic Biological cycle—very intensive calcium-nitrogen	Hydromorphic	Subtropical Alluvial Bog				

*Moisture coefficients after Vysotskiy-Ivanov
**Predominant weathering direction after Poiynov
***Predominant type of biological cycle after Rodin and Bazilevich

Tableau n° 7

Principales formations sols-géochimie de bon drainage.

V.A. KOVDA, YE.V. LOBOVA, B.G. ROZANOV. Sov. Soil Sci.1967.

I. Formation of acid allitic soils (bauxitic, allitic)
Humid rainy tropics
Typical minerals: boehmite, gibbsite, hydrargyllite

II. Formation of acid allitic-kaolinitic soils (kaolisol, ferruginous)
Humid tropics
Typical minerals: kaolinite, gibbsite, goethite

III. Formation of acid kaolinitic soils (Red Earths, Yellow Earths, Rubrozems)
Humid subtropics
Typical minerals: kaolinite, goethite, hydromicas

IV. Formation of acid siallitic soils (Podzolic, Brown-podzolic, Brown Forest, Lessivé)
Humid, temperate, and cold belt
Typical minerals: hydromicas, kaolinite, vermiculite, residues of primary minerals

V. Formation of neutral and weakly alkaline siallitic soils (Cinnamon-Brown, Chestnut)
Moderately dry subtropics; temperate climate
Typical minerals: palygorskite, chlorite, montmorillonite, calcite, illite

VI. Formation of neutral and weakly alkaline montmorillonitic humus soils (Chernozems, Brunizems, Vertisols, Smolnitsas, Grumosols)
Frequently dry or periodically dry climate of savannas, steppes, prairies
Typical minerals: montmorillonite, calcite (aragonite), sometimes gypsum

VII. Formation of alkaline and saline soils (Takyrs, Solonetzes, Solonchaks)
Climate mostly dry or periodically dry

Typical minerals: primary minerals, montmorillonite, hydromicas, calcite, gypsum, semihydrate, halite, mirabilite, etc.

VIII. Formation of volcanic soils on ashes (Andosols, Hydrosol soils, Kuroboku, Trumao)
Varied climate
Typical minerals: primary minerals, especially volcanic glass, allophanes

Cette notion, particulièrement importante, a été reprise dans des pays comme les U.S.A., où les similitudes géographico-pédologiques étaient évidentes. La présence d'un "*accident*", de roche-mère, de topographie et drainage, entrainait l'exclusion de la zonalité et la création du sol intrazonal, ou du sol de montagne.

Cette conception est difficilement défendable dans le reste du monde, où l'on ne peut pas privilégier une roche-mère, une situation topographique. Il faut tenir compte de tous les facteurs et non d'un seul.

Mettre les sols sous la dépendance des climats exige de définir ceux-ci avec grande précision. Pendant très longtemps, ceux-ci ont été qualifiés et définis de manière sommaire ; il a fallu se contenter d'expressions telles que *"sub-boréal, humide forestier", "tropical sec et forestier"*, où aucun des mots utilisés n'était accompagné de définition. Peu à peu, cependant, les précisions de température et précipitations qui faisaient défaut sont apparues, mais elles arrivaient un peu tard, au moment où l'on se posait la question suivante :

Les sols sont-ils en relation aussi étroite qu'on le dit avec les caractéristiques bioclimatiques actuelles ? Si cette relation peut paraître vérifiée en U.R.S.S.[1], elle ne peut être retenue dans d'autres parties du monde, en particulier dans la zone intertropicale. Les exemples des sols bruns observés de l'arctique à l'équateur, des podzols décrits dans diverses parties de la région équatoriale sont bien connus. Beaucoup de pédologues ont d'ailleurs pu constater que dans de nombreux cas, ces relations n'existaient pas et ont renoncé à les inclure dans les classifications, alors qu'ils n'y voyaient qu'un élément d'explication[2]. Cette position a été également celle des Américains à partir de 1960 et de beaucoup d'autres dans le monde.

Enfin, on peut constater que ces classifications ne font jamais état de manière explicite des caractéristiques des unités pédologiques retenues. Les classifications sont toujours réduites à l'état de tableaux et on peut imaginer que les unités sont décrites ailleurs.

(1) IVANOVA et al., 1958 ; (2) HARRIS, 1968 ; YAALON, 1960 , ont constaté l'échec de ces relations.

Mais un élément fondamental de toute classification, à savoir la définition des unités et surtout de leurs limites n'est jamais abordé.

Par conséquent, de telles constructions restent très abstraites et ne peuvent être que très difficilement transposées ailleurs.

CLASSIFICATION HISTORICO-GENETIQUE.

Cependant l'approche zonale et climatique n'a pas été considérée comme adéquate par tous et a été considérée comme insuffisante pour rendre compte de la genèse et de la distribution des sols. C'est ainsi que KOVDA(1), à plusieurs reprises a insisté sur l'importance de l'histoire des sols, et par conséquent, sur celle du facteur temps. En 1967, KOVDA, LOBOVA et ROZANOV(2) proposent une classification dite *"historico-génétique"*. Ils s'appuient sur le fait que les sols ont une histoire compliquée qu'ils continuent d'évoluer avec le temps, et qu'ils ne peuvent être considérés comme le produit des seules conditions de formation actuelles.

En effet, KOVDA et al(3) considèrent que les sols n'ont pu manquer d'être fortement marqués par les évènements du tertiaire et du quaternaire. Les glaciations et déglaciations successives ont en effet laissé des traces indélébiles et en particulier ont provoqué des fluctuations des nappes phréatiques accompagnées d'une forte hydromorphie des sols. De plus, l'orogénèse alpine a affecté très fortement de grands compartiments de l'écorce terrestre provoquant des érosions et des alluvionnements importants. Tout ceci fait que des zones d'âge différent pourront supporter des sols très variés, même si elles connaissent actuellement des conditions bioclimatiques analogues.

Ces considérations ont amené les auteurs(4) à mettre sur pied une classification où apparaissent huit grands modes de formation des sols (tableau 7) auxquels sont associés un type de climat (pas très précis) et un contenu minéralogique (très précis). Les sols eux-mêmes sont subdivisés en quinze catégories correspondant aux formations précédentes. Chacune est subdivisée en de nombreux groupes (jusqu'à neuf), correspondant à l'accumulation, à l'hydromorphie (cinq catégories), au relief montagneux (tableau 8). On a donc à tenir compte

(1) KOVDA, 1964 ; KOVDA et SAMOYLOVA, 1966 ; (2) KOVDA, LOBOVA et ROZANOV, 1967 ; (3) KOVDA, ROZANOV, SAMOYLOVA, 1969 ; (4) KOVDA, 1964 ; KOVDA et al., 1967.

Tableau n° 8.1

Classification historico-génétique des sols pour une carte mondiale à l'échelle 1/5.000.000.

V.A. KOVDA, YE.V. LOBOVA, B.G. ROZANOV. Sov. Soil Sci., 1967.

A. Soils of the humid tropical series
- 1. Hydroaccumulative
  - A 1a. Mangrove (Af, Au, As, NA, SA)[3]
- 2. Hydromorphic
  - A 2a. Tropical Alluvial (Af, Au, As, NA, SA)
  - A 2b. Brown soils of river valleys (Af)
  - A 2c. Tropical, mineral Bog (Af, As, SA)
- 3. Mesohydromorphic
  - A 3a. Laterites with groundwater (As, SA)
- 4. Paleohydromorphic
  - A 4a. Tropical Podzols (Af, As, SA)
- 5. Proterohydromorphic
  - A 5b. Lateritic (SA)
- 6. Primitive-automorphic
  - A 6a. Eutrophic Tropical Brown (Af)
- 7. Automorphic
  - A 7a. Tropical Andosols (Af)
  - A 7b. Ferrisol (Af, SA)
- 8. Paleoautomorphic
  - A 8a. Yellow Ferralitic (Af, Au, NA, SA)
  - A 8b. Red Ferralitic (Af, Au, As, NA, SA)
- 9. Mountain
  - A 9a. Mountain Ferrisols (Af)
  - A 9b. Mountain Ferralitic (As)
  - A 9c. Podzolized Mountain Ferralitic (Au, As)
  - A 9d. Humified Mountain Ferralitic (Af)
  - A 9e. Mountain Ferralitic with a dark horizon (Af)
  - A 9f. Mountain Tropical Andosols (Af)

B. Soils of the arid-humid tropical series
- 2. Hydromorphic
  - B 2a. Calcareous Tropical Alluvial (SA)
- 3. Mesohydromorphic
  - B 3a. Tropical Maritime Dune (Af, Au)
- 5. Proterohydromorphic
  - B 5a. Iron-bearing tropical (Af, As)

C. Soils of the arid tropical series
- 1. Hydroaccumulative
  - C 1a. Soils of sebkas [salt marshes] and shotts [shallow saline lake basins] (Af)
- 2. Hydromorphic
  - C 2a. Tropical Meadow (As)
- 3. Mesohydromorphic
  - C 3a. Tropical Saline (Af, SA)
- 4. Paleohydromorphic
  - C 4a. Vertisols of depressions (Af, As, SA)
  - C 4b. Tropical with calcareous pan (Af)
  - C 4c. Tropical gypsiferous (Af)
  - C 4d. Calcareous Red Brown (Af, As, SA)
- 5. Proterohydromorphic
  - C 5a. Regurs (Af, Au, As, SA)
- 6. Primitive-automorphic
  - C 6a. Tropical semidesert (Af, Au)
- 7. Automorphic
  - C 7a. Tropical arid Brown (Af, Au)
- 8. Paleoautomorphic
  - C 8a. Tropical desert Red (Af, As, SA)

D. Soils of the humid subtropical series
- 2. Hydromorphic
  - D 2a. Subtropical Alluvial (Af, Au, As, NA, SA)
  - D 2b. Subtropical Bog (SA)
- 3. Mesohydromorphic
  - D 3a. Rendzinas with groundwater (As)
- 5. Proterohydromorphic
  - D 5a. Yellow Podzolic (NA, SA, E)
  - D 5b. Red Podzolic (NA, SA, E)
  - D 5c. Yellow Earth, Podzolized surface gleyed (E)
- 7. Automorphic
  - D 7a. Red Rendzinas (Au, E)
  - D 7b. Terra Rossa (Au, E)
  - D 7c. Rubrozems (SA)
  - D 7d. Yellow-Brown (As)
  - D 7e. Yellow—Cinnamon-Brown (As)
  - D 7f. Reddish Brown Forest (As, E)
  - D 7g. Neutral Brown Forest (brown—cinnamon-brown) (As, E)
  - D 7h. Subtropical Andosols (NA, SA)
- 8. Paleoautomorphic
  - D 8a. Red Earths (Au, As, E)
  - D 8b. Yellow Earths (Au, As, E)
- 9. Mountain
  - D 9a. Red Mountain Rendzinas (E)
  - D 9b. Mountain Terra Rossa (E)
  - D 9c. Mountain Red Earths (As, E)
  - D 9d. Mountain Yellow Earths (As, E)
  - D 9e. Mountain-forest Brown Yellow-Earth (E)
  - D 9f. Subtropical Mountain Andosols (NA)

E. Soils of the arid-humid subtropical series
- 3. Mesohydromorphic
  - E 3a. Meadow Cinnamon-Brown (E)
- 4. Paleohydromorphic
  - E 4a. Smolnitsas (E)
  - E 4b. Reddish-black Prairie soils (SA)
- 5. Proterohydromorphic
  - E 5a. Chalky-calcareous Cinnamon-brown (As, SA)
  - E 5b. Cinnamon-brown, leached, sometimes podzolized (E)
  - E 5c. Kheylutu (As)
- 7. Automorphic
  - E 7a. Noncalcareous Brown (Au, SA)

Tableau n° 8.2

E 7b. Mediterranean Red (Af, SA, E)
E 7c. Mediterranean Brown
E 7d. Red-Brown (Au)
E 7e. Mediterranean Brown Rendzinas (Af, Au)

9. Mountain
E 9a. Mountain Cinnamon-brown (As, SA, E)
E 9b. Mountain Cinnamon-brown, leached, sometimes podzolized (E)

F. Soils of the arid subtropical series
2. Hydromorphic
F 2a. Meadow, mostly saline (As, SA)
F 2b. Subtropical Solonchaks Meadow (Au)
3. Mesohydromorphic
F 3a. Meadow-Sierozemic (E)
4. Paleohydromorphic
F 4a. Gray Cinnamon-Brown, micellar-calcareous (As)
F 4b. Sierozems (As, Sa, E)
5. Proterohydromorphic
F 5a. Gray Cinnamon-brown (As, SA)
F 5b. Sierozems (As)
7. Automorphic
F 7a. Arid Brown (Af, Au)
8. Paleoautomorphic
F 8a. Reddish Desert soils (As)
9. Mountain
F 9a. Mountain Gray Cinnamon-brown
F 9b. Mountain Sierozems (As)

G. Soils of the humid subboreal series
1. Hydroaccumulative
G 1a. Maritime Marsh (As, E)
2. Hydromorphic
G 2a. Subboreal Alluvial (Au, As, NA, SA, E)
3. Mesohydromorphic
G 3a. Gley Brown Forest (E)
G 3b. Brown, taiga weakly podzolized gleyed (As)
5. Proterohydromorphic
G 5a. Gley and podzolized Brown Forest (As)
G 5b. Podzolized Brown Forest (E)
G 5c. Gray-brown Podzolic (Au, NA, E)
7. Automorphic
G 7a. Typical Brown Forest (NA, SA, E)
G 7b. Acid Brown Forest (As, NA, SA, E)
G 7c. Brown-gray Forest (transitional to Gray Forest) (E)
G 7d. Dark Brown Forest soils (transitional to Chernozems) (E)
G 7e. Cinnamon-brown Brown Forest (transitional to Cinnamon-brown) (E)
G 7f. Lessivé soils (Af, E)
G 7g. Rendzina Brown (E)
9. Mountain
G 9a. Mountain Black-cinnamon-brown (As)
G 9b. Typical Mountain Brown Forest (As, E)
G 9c. Acid Mountain Brown Forest (E)
G 9d. Podzolized Mountain Brown Forest (E)
G 9e. Mountain Lessivé soils (E)
G 9f. Mountain Rendzina Brown (E)

H. Soils of the cryogenic subboreal series
5. Proterohydromorphic
H 5a. Chernozems, podzolized cryogenic-gleyey (As)
7. Automorphic
H 7a. Cryogenic-gleyey Gray Forest (As)
9. Mountain
H 9a. High-Mountain cryogenic Meadow-solonchakic (As)

I. Soils of the arid-humid subboreal series
2. Hydromorphic
I 2a. Humified Alluvial (As, Au, NA, E)
I 2b. Meadow (As, E)
3. Mesohydromorphic
I 3a. Meadow-Chernozem (As, E)
I 3b. Leached Meadow-Chernozem (As, E)
I 3c. Solods (Au, As)
4. Paleohydromorphic
I 4a. Brunizems (NA, SA)
I 4b. Typical Chernozems (Au, As, NA, SA, E)
I 4c. Strongly Leached Compact Chernozems (E)
I 4d. Highly micellar-calcareous Chernozems (E)
I 4e. Superficial micellar-calcareous Chernozems (E)
I 4f. Southern solonetzic Chernozems (E)
5. Proterohydromorphic
I 5a. Podzolized Chernozems (As, E)
I 5b. Leached Chernozems (As, E)

Tableau n° 8.3

I 5c. Micellar-calcareous Chernozems (E)
I 5d. Leached deeply micellar-calcareous Chernozems (E)
I 5e. Ordinary Chernozems (As, E)
I 5f. Shallow Ordinary Chernozems (As)
I 5g. Southern Chernozems (As, E)
I 5h. Shallow Southern Chernozems (As)
I 5i. Light Gray Forest (E)
I 5j. Gray Forest (As, E)
I 5k. Dark Gray Forest (E)

6. Primitive-automorphic
I 6a. Nonpodzolized Sod-Forest (As)

9. Mountain
I 9a. Alpine Mountain-meadow (Af, Au, As, NA, SA, E)
I 9b. Subalpine Mountain-meadow (As, SA, E)
I 9c. Chernozemlike Mountain-meadow (As, E)
I 9d. Mountain Chernozems (As, E)
I 9e. Mountain Chernozems, leached and podzolized (E)
I 9f. Mountain Gray Forest (As, E)

J. Soils of the arid subboreal series

2. Hydromorphic
J 2a. Solonetzic and Solonchakic Meadow (As→E)
J 2b. Solonchaks (Af, Au, NA, SA, As, E)

3. Mesohydromorphic
J 3a. Meadow Solonetzes (E)
J 3b. Solonetzic Meadow-Chestnut (E)
J 3c. Meadow-Chestnut (As)
J 3d. Meadow-Desert (As)

4. Paleohydromorphic
J 4a. Takyrs (As)
J 4b. Solonetzes (Af, Au, As, NA, E)
J 4c. Solodized Solonetzes (Af, Au, E)
J 4d. Semidesert Solonetzic Brown (Au, As)
J 4e. Solonetzic Light Chestnut (As, E)
J 4f. Solonetzic Chestnut (As, E)
J 4g. Solonetzic Dark Chestnut (E)
J 4h. Gray Brown, desert multi-calcareous (Au—As)

5. Proterohydromorphic
J 5a. Desert Gray Brown (As)
J 5b. Brown, semidesert shallow calcareous (As, SA)
J 5c. Light Chestnut (As, E)
J 5d. Chestnut soils (As, SA, NA, E)
J 5e. Micellar-calcareous Chestnut (E)
J 5f. Dark Chestnut (E)
J 5g. Micellar-calcareous Dark Chestnut (E)

6. Primitive-automorphic
J 6a. Primitive Desert (As)
J 6b. Extradesert (As)

9. Mountain
J 9a. Mountain Desert (As)
J 9b. Semidesert Mountain brown (As, E)
J 9c. Mountain Chestnut (As, E)
J 9d. High-Mountain Steppe (As)
J 9e. High-Mountain Desert-steppe (As)
J 9f. High-Mountain Desert (As)

K. Soils of the humid boreal series

2. Hydromorphic
K 2a. Acid Alluvial (Au, As, NA, E)
K 2b. Leached Meadow (As)
K 2c. Peat Bog (As, E)
K 2d. Humus-peat Bog (As, E)

3. Mesohydromorphic
K 3a. Podzolic-Bog (As, E)
K 3b. Illuvial-humus Podzolic-Bog (E)
K 3c. Gley-Podzolic (As, E)
K 3d. Peat-Podzolic-Gley (Au, E)
K 3e. Sod-Podzolic-Gley (Au, E)
K 3f. Sod-Gley (E)

4. Paleohydromorphic
K 4a. Illuvial-humus Podzolic (As)
K 4b. Illuvial-ferruginous Podzolic (E)
K 4c. Illuvial-humus-ferruginous Podzolic (E)
K 4d. Illuvial-multihumus Surface Podzolic (E)
K 4e. Illuvial-ferruginous-humus Surface Podzolic (E)

5. Proterohydromorphic
K 5a. Podzolic (Au, As, NA, E)
K 5b. Weakly Sod-Podzolic (E)
K 5c. Sod-Podzolic (As, E)
K 5d. Sod Pale-yellow Podzolic (E)
K 5e. Sod Pale-Yellow-Podzolic, surface gleyed (E)

7. Automorphic
K 7a. Sod-calcareous (E)

Tableau n° 8.4

K 7b. Boreal Andosols
K 7c. Subpolar Coarsely-humus, Sod (E)

9. Mountain
K 9a. Mountain Podzolic (As, E)
K 9b. Mountain Sod-Podzolic (E)
K 9c. Nonpodzolized Mountain Taiga Sod (As)
K 9d. Humus-illuvial Mountain Taiga (As)
K 9e. Ferruginous Mountain Taiga (As)
K 9f. Mountain Taiga Brown (As)
K 9g. Acid Mountain Forest (E)

L. Soils of the cryogenic boreal series
2. Hydromorphic
L 2a. Cryogenic Moss-Bog (As, NA)
3. Mesohydromorphic
L 3a. Gley-Cryogenic-Taiga (As)
L 3b. Cryogenic-Taiga Semibog (As)
4. Paleohydromorphic
L 4a. Solodized Cryogenic-Taiga (As)
5. Proterohydromorphic
L 5a. Neutral Cryogenic-Taiga (As)
7. Automorphic
L 7a. Acid Cryogenic-Taiga (As)
L 7b. Shallow humus Sod (As)

M. Soils of the humid cryogenic polar series.
2. Hydromorphic
M 2a. Tundra Bog (E)
3. Mesohydromorphic
M 3a. Tundra Gley (E)
M 3b. Tundra Peat-gley (E)
4. Paleohydromorphic
M 4a. Illuvial-humus podzolized Tundra (E)
M 4b. Illuvial-ferruginous-humus podzolized Tundra (E)
6. Primitive automorphic
M 6a. Subarctic Tundra (As)
M 6b. Arctic Tundra (As, E)
M 6c. Primitive Tundra (E)
9. Mountain
M 9a. Mountain Tundra (As, E)

N. Soils of the humid-arid cryogenic polar series
6. Primitive automorphic
N 6a. Arctic (As)

P. Rock outcrops and other non-soil formations
P a. Ferruginous crusts (Af, As)
P b. Salt crusts (Af, As)

P c. Clay crusts (Af, As)
P d. Stone beds (Af)
P e. Wind-blown sands (Af, Au, As, E)
P f. Lunette crusts (Af)
P g. Rock outcrops (Af, As)
P h. Stony deserts (Af, Au, As)
P i. Glaciers and permanent snows (As, E)

successivement : du complexe climato-minéral, de l'histoire qui a agi sur l'accumulation des matériaux ou sur l'hydromorphie, sur le relief, avant de définir le groupe de sol. Il apparait intéressant de s'attarder quelque peu sur la notion d'hydromorphie. Plusieurs catégories sont prévues : hydromorphe, mèso-hydromorphe, paléo-hydromorphe, protero-hydromorphe. La paléo-hydromorphie concerne les sols qui n'ont plus de nappe phréatique ou d'accumulation hydrogéochimique, mais conservent des caractéristiques reliques d'une hydromorphie ancienne. Ces reliques de l'hydromorphie sont : la montmorillonite, les concentrations de silice, (poudre, croûtes etc.), des indurations, du gley,des concrétions de manganèse ou de fer, des pores et cavernes, des accumulations de carbonate ou sulfate de calcium, des résidus de flore ou faune aquatique.

OBSERVATIONS SUR LA CLASSIFICATION HISTORICO-GENETIQUE.

On peut faire, à propos de cette classification de très nombreuses observations. Certaines ont été faites, avec beaucoup de détail par GERASIMOV(1).

Il apparaît très utile de rappeler que le facteur temps ne saurait être négligé dans toute étude de la genèse des sols et non expédié(2) en disant que, sans le facteur temps, il ne saurait y avoir de sols. Les observations de KOVDA et al.(3) sont parfaitement justifiées. Mais les choses sont beaucoup plus compliquées, comme l'a d'ailleurs souligné GERASIMOV(1). Cet auteur, en effet, a raison de faire référence au monde intertropical où il n'y a eu ni glaciation, ni transgression marine, ni orogenèse récentes ; mais, par contre, une histoire continentale jalonnée de longs cycles d'érosion et de courtes phases tectoniques accompagnées parfois de formidables épanchements volcaniques. L'âge des sols est donc particulièrement important, mais on ne saurait le ramener aux seuls processus biologiques, si importants soient-ils, alors qu'on néglige les processus géochimiques ; les premiers se mesurent en siècles ou millénaires, les seconds en centaines de milliers ou millions d'années. L'introduction du temps dans la classification est donc un problème encore non résolu.

(1) GERASIMOV, 1968 ; (2) GERASIMOV et GLAZOVSKAYA, 1965 ;
(3) KOVDA et al., 1967.

Il en est de même de l'hydromorphie passée GERASIMOV[1] est certainement dans le vrai en faisant remarquer qu'aucun des critères retenus pour la paléo-hydromorphie n'est vraiment spécifique de celle-ci (à part le dernier). Toutes les caractéristiques énoncées se trouvent également dans des milieux actuels, non hydromorphes.

On peut regretter l'importance attachée à la notion de sols de montagne. On aurait souhaité que soient précisées les caractéristiques génétiques qui différencient, par exemple, une *"terra rossa de montagne"* d'une *"terra rossa automorphe"*.

Cette tentative est donc intéressante, car elle n'accepte pas l'actualisme des sols des classifications géographiques-génétiques, et elle tente de présenter une approche qui tienne compte du passé des sols. Malheureusement, les arguments présentés n'apportent pas les précisions que l'on aurait souhaité. De plus, les unités qui remplissent le cadre présenté ne sont pas définies, du moins dans le texte.

CLASSIFICATION ORGANO-MINERALE.

Une autre approche de la classification des sols, que l'on propose de qualifier d'*"organo-minérale"* est celle de VOLOBUYEV[2]. Tout en s'appuyant, dès le départ, sur les concepts fondamentaux de la science du sol génétique tels qu'ils ont été énoncés par DOKUCHAEV, cet auteur propose une classification différente.

Il s'appuie tout d'abord sur les travaux de TYURIN[3] pour lequel des différences dans les caractéristiques des sols sont dues à l'humus et à l'importance relative de ses divers constituants et plus particulièrement les acides fulviques et humiques, ainsi que les métaux auxquels ils sont associés. De plus, il prend en compte les travaux de POLYNOV[4], qui ont montré l'importance des produits de l'altération des minéraux des roches-mères. En combinant les substances organo-minérales et les constituants minéraux, VOLOBUYEV obtient dix-sept types d'associations organominérales qui sont responsables des processus de formation du sol (tableau 10-11).

(1) GERASIMOV, 1968 ; (2) VOLOBUYEV, 1964 ; (3) TYURIN, 1937 cité par VOLOBUYEV ; (4) POLYNOV, 1934.

Tableau n° 9

Types de réactions organo-minérales dans les processus de formation du sol

VOLOBUYEV, Sov. Soil Sci., 1964.

Main types of organic matter in the soil	Principal phases of mineral changes in relation to soil formation						
	Rocky-sandy	Calcitic	Sialitic	Argil-laceous	Allitic	Arena-ceous	Chloride-Sulfate
Calcium humin-humate	Primitive	Humin-calcareous	Calcium-saturated	Compact ar-gillaceous	Ferroallitic-alkaline	—	Residual saline
Calcium fulvate-humate		Humate-calcareous					Solonchakic
Sodium fulvate-humate		—	Sodium-saturated			Sodium-degraded	
Nonsaturated humate-fulvate		—	Nonsaturated	Argillaceous	Ferritic	Arenaceous	—
Reduced humate-fulvate		Gley		Gley-argil-laceous	Allitic		
Humic-peaty		Bog					—

Tableau n° 10

Divisions, classes de sols et types de formation du sol.

VOLUBUYEV, Sov. Soil Sci., 1964.

Division I. Genetically independent soils		Division II. Genetically dependent soils	
Soil classes	Types of soil formation	Soil classes	Types of soil formation
Primitive	A. Rocky-sandy	Primitive-hydrogeneic	a. Primitive-meadow
	B. Desert-argillaceous		b.
Humate-calcareous	C.	Hydrogenic-calcium	c. Meadow
	D. Humic-carbonate		d. Meadow-forest
Humin-calcareous	E. Calcareous-accumulative		
	F.		
Calcium-saturated	G. Steppe		
	H. Dry forest		
Sodium-saturated	I. Solonetzic	Hydrogenic-sodium	i. Meadow-Solonetzic
	J.		j.
Compact argillaceous	K. Black clay	—	—
	L.		
Ferroallitic-alkaline	M. Allitic-Silicic	Hydrogenic-ferroallitic-alkaline	m.
	N.		n.
Sodium-degraded	O. Solodic	Hydrogenic-Solonetzic	o. Meadow-Solodic
	P.		p.
Nonsaturated	Q. Sod	Hydrogenic-nonsaturated	q. Sod-Gley
	R. Podzolic		r. Gley-forest
Subatmospheric Gley	S.	—	—
	T. Gley-Podzolic		
Argillaceous	U. Sod-clay	Hydrogenic-argillaceous	u.
	V. Clay-forest		v.
Gley-argillaceous	W.		
	X. Lessivé		
Ferritic	Y.	Hydrogenic-ferruginized	y.
	Z. Ferritic		z.
Allitic	Γ.	Gley-allitic	γ. Allitic-gley
	Δ. Allitic		δ.
Arenaceous	Θ.	Hydrogenic-sandy	θ.
	Λ.		λ. Ferruginized
Residual-saline	Ξ. Humic-sulfate	—	—
Solonchakic	Π. (?)	Solonchakic	ξ. Solonchakic
Bog	Σ. subatmospheric-Bog	True-Bog	σ. Grassy-Bog
			υ. Forest-Bog
			φ. Peaty-Bog

Tableau n° 11

Classification des Sols.

VOLOBUYEV, Sov. Soil Sci., 1964.

Divisions	Soil classes	Types of soil formation	Soil communities and genetic groups														
			1. Tundra	2. Cold-Sod	3. Forest-Tundra	4. Light Earth	5. Sierozem	6. Chestnut	7. Chernozem	8. Sod-Podzolic	9. Cinnamon-Brown	10. Yellow Earth	11. Desert-Tropic	12. Light Red Earth	13. Dry Savanna	14. Red-Brown Earth	15. Red Earth
Division I. Genetically independent soils	Primitive	A. Rocky-sandy B. Desert-argillaceous	A1			B4							A11				
	Humate-calcareous	C. D. Humic-carbonate					C5			D8							
	Humin-calcareous	E. Calcareous-accumulative F.				E4 F4							E11				
	Calcium-saturated	G. Steppe H. Dry forest					G5	G6 H6	G7								
	Sodium-saturated	I. Solonetzic J. —					I5	I6	I7								
	Compact argillaceous	K. Black clay L. —							K7		K9					K14	K15
	Ferroallitic-alkaline	M. Allitic-Silicic N. —												M12			
	Sodium-degraded	O. Solodic P. —				O4	O5										
	Nonsaturated	Q. Sod R. Podzolic	Q1	Q2						Q8 R8							
	Subatmospheric Gley	S. — T. Gley-Podzolic	S1	T3						T8							
	Argillaceous	U. Sod-clay V. Clay-forest						U6		V8	U9 V9	V10		U12	U13	V14	V15
	Gley-argillaceous	W. — X. Lessivé								X8	X9	X10					
	Ferritic	Y. Z. Ferritic										Z10					Z15
	Allitic	Γ. — Δ. Allitic															Δ15
	Arenaceous	Θ. — Λ. —								Θ8							Θ15
Division II. Genetically dependent soils	Residual-saline	Ξ. Humic-sulfate						Ξ6									
	Bog	Σ. Subatmospheric Bog		Σ3						Σ8							
	Primitive-hydrogenic	a. Primitive-meadow b. —							a7								
	Hydrogenic-calcium	c. Meadow d. Meadow-forest					c5 d5	c6	c7								
	Hydrogenic-sodium	i. Meadow-Solonetzic j. —						i6									
	Hydrogenic-ferroallitic-alkaline	m. — n. —															
	Hydrogenic-Solonetzic	o. Meadow-Solodic p. —							o7								
	Hydrogenic-nonsaturated	q. Sod-Gley r. Gley-Forest								q8 r8		r10					
	Hydrogenic-argillaceous	u. — v.															
	Hydrogenic-ferruginized	y. — z. —								y8							
	Gley-allitic	γ. Allitic-gley δ. —														γ14	δ15
	Hydrogenic-sandy	θ. — λ. Ferruginized															λ15
	True-Bog	σ. Grassy-Bog ω. Forest-Bog φ. Peaty-Bog	σ1		φ3					σ8							ω15
	Solonchakic	ζ. Solonchakic					ζ5			ζ8							

L'auteur [1] associe ces associations organominérales avec les deux grands types de formation du sol: les sols génétiquement indépendants qui se développent sans l'introduction venant de l'extérieur de produits de la pédogénèse et les sols génétiquement dépendants qui se développent avec des produits provenant de l'extérieur du sol[1]. Il en résulte un certain nombre de classes qui sont rappelées au tableau 10.

Ensuite, on passe à une nouvelle catégorie qui est celle des *communautés de sols* et *groupes génétiques* qui est tout à fait analogue à celle des *"groupes de pédogenèse"* ou *"sous-classes"* des classifications géographiques. A l'intérieur du cadre ainsi créé, l'auteur place les groupes de sols génétiques caractéristiques du monde. On obtient ainsi le tableau n° 12.

OBSERVATIONS.

L'objectif de cette classification est donc de rencontrer à partir des *"groupes génétiques"* dont la liste est donnée en annexe jusq'aux unités supérieures qui donneront successivement la constitution minérale et organo-minérale. Malheureusement, on a l'impression que les communautés de sol sont fixées d'avance. Ce sont elles qu'on aurait voulu voir reconsidérées et beaucoup mieux définies. Le lecteur aurait voulu qu'on lui précise ce qu'il faut entendre par *"Tundra"* *"light earth"* *"dry savanna"* *"chernozem"* et comment on peut mettre sur le même plan des formations végétales et des sols. Par ailleurs, la liste de sols comprend des termes inconnus du lecteur non initié tel que *"Saxaul soils"* ou *"Tugay soils"*. Ici encore des définitions claires des unités de base auraient été nécessaires.

CLASSIFICATION GEOCHIMIQUE.

Une autre classification est celle des *"associations géochimiques"* présentée par Mme GLAZOVSKAYA[2], qui s'appuie sur les principes suivants :

(1) VOLOBUYEV, 1964 ; (2) GLAZOVSKAYA, 1966.

1 - les caractéristiques les plus significatives, qui permettent de classer les sols, sont le résultat de l'interaction des parties organiques et minérales du sol. Ce sont, par conséquent, ces caractéristiques qui doivent servir à séparer les sols au plus haut niveau. (cf. VOLOBUYEV[1]).

2 - Les sols sont des formations qui ont une histoire plus ou moins compliquée qui se traduit par plusieurs propriétés et qui peuvent être considérées comme *"reliques"* par rapport aux processus actuels.

3 - Les sols représentent une partie assez compliquée du paysage géochimique. Par conséquent, certaines de leurs caractéristiques sont associées avec leur état actuel, dans le paysage géochimique.

Parmi les unités taxonomiques, GLAZOVSKAYA[2] a distingué : (cf. tableau 13).

- les <u>associations géochimiques</u>, basées sur la réaction du sol et les conditions oxydo-réductrices dominantes.

- les <u>classes de sols</u> fondées sur les caractéristiques qui traduisent les processus de formation du sol : 1. l'accumulation de matière organique ; 2. la formation des minéraux secondaires ; 3. le mouvement des constituants du sol à travers le profil ; 4. la formation de gley; 5. les accumulations hydrogéniques.

- les <u>familles de sols</u> qui se distinguent par des différences qualitatives dans la composition du sol : tourbes, humus ; minéraux secondaires ; horizons éluviaux ou illuviaux ; accumulations hydrogéniques récentes ou reliques.

- les <u>groupes de sols</u>. Différenciés par les températures du sol, responsables de la dynamique des différents processus.

Un tableau général (tableau 13bis) à deux entrées donne verticalement, les conditions du pH, horizontalement les conditions oxydo-réductrices. Les classes et familles sont données ensuite suivant les processus formateurs des sols. Chaque famille est désignée par un symbole avec, au numérateur les horizons essentiels, au dénominateur la matière organique, le fer, le calcium.

(1) VOLOBUYEV, 1964 ; (2) GLAZOVSKAYA, 1966.

Tableau n° 12

Liste de groupes de sols caractéristiques du monde.

VOLOBUYEV, Sov. Soil Sci., 1964.

A1. Arctic Tundra Soils
Q1. Tundra-Sod Soils
S1. Tundra-Gley Soils
Σ1. Tundra-Bog Soils
Q2. Cold-Sod Soils
T3. Gley-Forest Tundra Soils
H3. Frozen-Bog Soils
B4. Sandy Light-Earth Soils
E4. Light-Earth Soils (Light Sierozems)
F4. Saxaul Soils
O4. Gray-Brown Soils
E5. Sierozems (Typical, Dark)
C5. Brown Soils
I5. Sierozemic Solonetzes
O5. Solodic Sierozems
c5. Meadow-Sierozemic Soils
d5. Tugay Soils
ξ5. Sulfate-Chloride Solonchaks
C6. Chestnut Soils
H6. Light Cinnamon-Brown Soils
I6. Chestnut Solonetzes
U6. Gray-Chestnut Soil
Ξ6. Humic-Sulfate Chestnut Soils
c6. Meadow-Chestnut Soils
i6. Meadow Solonetzes
C7. Chernozems
I7. Chernozemic Solonetzes
K7. Compact Chernozems
a7. Chernozem-Meadow Soils
c7. Meadow-Chernozemic Soils
o7. Solod-Meadow Soils
D8. Humic-Carbonate Soils
Q8. Sod Soils
R8. Sod-Podzolic Soils
T8. Gley-Podzolic Soils
V8. Brown Forest Soils
X8. Brown Sols Lessivés (Pseudopodzolic Soils)
Σ8. Subatmospheric-Bog Soils
q8. Sod-Gley Soils
r8. Gray-Forest Podzolized Soils
y8. Ferruginized Meadow Soils
Σ8. Herbaceous-Bog Soils
ξ8. Alum Earths
K9. Smolnitzas
U9. Sod Cinnamon-Brown Soils (Cinnamon-Brown Earths)
V9. Cinnamon-Brown Soils
X9. Cinnamon-Brown Degraded Soils
V10. Yellow Earths
X10. Yellow-Earth Podzolic Soils
Z10. Yellow Red Earths
r10. Yellow Earth Gley Soils
A11. Hammada Soils
E11. Desert-Tropical Soils
ξ11. Gypsum-Lime Solonchaks
M12. Semidesert Tropical Soils
U12. Red-Brown Soils
U13. Red Soils of Savannas
K14. Regurs
V14. Red Cinnamon-Brown Soils
b14. Groundwater Laterites
K15. Margallitic Soils
V15. Rubrisols
Z15. Red Earths (Ochrosols)
Δ15. Laterites-Allites (Oxysols)
Θ15. Podzolized Allites
δ15. Spotted-Clay Forest Soils
λ15. Bleached Tropical Soils
ν15. Mangrove Soils

Tableau n° 13

Association géochimique des sols et leurs caractéristiques diagnostiques.

M.A. GRAZOVSKAYA, Sov. Soil Sci., 1966.

Soil reaction	Oxidizing-reducing conditions		
	Oxidizing conditions predominant, no permanent horizon of gravitational water	Oxidizing-reducing conditions in the upper part of the profile but predominantly reducing conditions in the lower part; a horizon of gravitational water of varying level constantly maintained in the lower part of the profile.	Reducing conditions predominant over a large part of the profile; horizon near the gravitational water, with slight fluctuations in level.
	Designations of associations and basic soil characteristics		
Acid throughout entire profile	1. Association of acid (fulvate) subaerial soils. Predominance of fulvic acids and brown humic acids, nonsaturation, weak biogenic accumulation of fertility elements, often mobility of colloids, a low level of natural fertility, large amounts of fertilizers required. A leaching water regime.	2. Association of acid superaqueous soils. Acidic weakly mineralized waters, a fulvate-ulmate humus composition with considerable humus accumulation, nonsaturation, new formations of ferric hydroxides in the oxidized part of the profile and of vivianite in the reduced part of the profile. Low level of natural fertility; drainage and large amounts of fertilizer necessary. Periodic exchange of stagnant water and leaching water regimes	3. Association of acid aqueous soils. Acidic weakly mineralized waters, accumulation of peat of low ash content, a fulvate humus composition, nonsaturation, new formations of vivianite throughout the entire profile, polyhydrate ferric hydroxides in the upper part of the profile. Very low level of fertility. Drainage and radical chemical melioration necessary. A stagnant water water regime.
Acid or weakly acid in the upper and alkaline in the lower part of the profile	4. Association of acid-alkaline (humate-fulvate) subaerial soils. A humate-fulvate humus composition, weak nonsaturation in the upper part of the profile, some colloid mobility, residual or newly-formed carbonates in the lower part of the profile, significant biogenic accumulation of fertility elements. A high level of fertility, small amounts of fertilizers required. A periodically leaching water regime.	5. Association of acid-alkaline superaqueous soils. Neutral or weakly alkaline waters of weak and average mineralization, a humate-fulvate humus composition with appreciable humus accumulation, a weak nonsaturation in the upper part of the profile, presence of carbonates in the lower part, new formations of ferric oxides in the upper and of vivianite in the lower part of the profile, frequent silicification, presence of adsorbed sodium. Average fertility level, drainage required. A periodic exchange of stagnant water, leaching and weak seepage water regimes.	
Neutral or weakly alkaline in the lower part of the profile	6. Association of neutral to alkaline (humate) soils. Predominance of the group of humic acids bound with calcium, stability of organic and mineral colloids, base saturation, presence of new formations of calcium carbonates and sometimes gypsum in the lower part of the profile. Significant biogenic accumulation of fertility elements but often a low availability. A nonleaching water regime.		
Alkaline throughout entire profile	7. Association of alkaline (fulvate-carbonate) soils. Weak accumulation of humus of a fulvate-humin composition. Intensive carbonate accumulation, presence of gypsum and often of readily-soluble salts, presence of adsorbed sodium, low availability of nutrients, irrigation and often chemical melioration required. A nonleaching water regime.	8. Association of alkaline superaqueous soils. Mineralized or strongly mineralized waters, with alkaline reaction, hydrogenic accumulation of various salts in the horizon of capillary water, gleying in the lower part of the profile, often silicification and hydrogenic clay formation. A low level of fertility; drainage and chemical melioration required. A seepage water regime.	9. Association of alkaline aqueous soils. Mineralized or strongly mineralized alkaline waters with a shallow water table, peat of high ash content, or clay, often salinized or carbonates formed and ferruginized, new formations of siderite and sometimes hydrotroilite. A low level of fertility. Drainage and chemical melioration required. A periodic exchange of stagnant water and seepage regimes.

Tableau n°13 bis

Les régions bioclimatiques du globe groupées sur la base de chaleur et humidité.

IVANOVA, ROZOV et FRIDLAND, Sov. Soil Sci., 1967.

Thermal zone		Moisture regions					
		Extra humid	Humid	Semihumid	Semiarid	Arid	Extra Arid
Polar (with the subzones	Arctic and antarctic			Arctic			Periglacial-Desert**
	Subarctic and subantarctic	Tundra (acid gleyed soils)*					
Boreal		Sod illuvial-humic*** (acid subaerial soils)	Podzolic-Taiga Forest (acid subaerial soils)	Frost-affected-Taiga (acid subaerial soils)			
Subboreal			Brown-Earth Forest (acid subaerial soils)	Chernozemic-Chestnut (neutral-alkaline subaerial soils)		Brown-Desert (alkaline subaerial soils)	
Subtropical			Yellow-Earth Forest (acid subaerial soils)	Cinnamon-Brown-Earth (neutral-alkaline subaerial soils)		Sierozemic-Desert (alkaline subaerial soils)	
Tropical		Wet-Forest Ferralitic (acid subaerial soils)		Savanna Alferritic *** (acid-alkaline and neutral-alkaline subaerial soils)		Reddish-Desert*** (alkaline subaerial soils)	

*The parentheses contain the names of the soil-geochemical areas of M.A. Glazovskaya within which the given soil-bioclimatic region falls.

**According to K.K. Markov.

***Names not established.

OBSERVATIONS.

Cette classification s'éloigne des classifications soviétiques habituelles. Au lieu de tenir compte des bioclimats, elle s'adresse aux processus qui en dérivent. Trente six ont été répertoriés, mais aucun n'a été défini ; aucune valeur numérique n'est proposée ; aucune profondeur limite, en ce qui concerne les horizons, n'est indiquée. Exemple : Processus de base de la formation des sols : *"Post hydrogenic cemented"* ; classe: *"Salty posthydrogenic"* ; famille : *"Calcareous posthydrogenic"* (relict). A aucun endroit du texte, on ne trouvera l'explication de cette phraséologie.

Par conséquent, remplacer les facteurs par les processus de formation du sol ne résoud en rien les problèmes. Aucune définition n'est proposée pour aucun des concepts avancés. Le travail considérable de cette classification est difficilement utilisable, sinon par des initiés.

A l'appui de l'approche précédente, vient de se ranger en 1974, GERASIMOV[1] lui-même qui se réfère aux *"processus élémentaires des Sols"* ou en abrégé P.E.S. en vue de la classification des sols. Il énumère un grand nombre de processus en termes très généraux et forcément très imprécis. Par exemple *"enlèvement et extraction des bases et d'une partie de la silice ainsi que d'oxydes de fer et alumine, ce qui est caractéristique de la siallitisation typique"*. En écrivant ceci, l'auteur donne les lignes générales d'un processus. Mais hélas, ceci n'est en aucune façon utilisable pour la classification qui a besoin, non de concepts, mais de caractéristiques concrètes. Mais, il est intéressant que GERASIMOV écrive plus loin que *"Il est évident que chacun d'entre eux (P.E.S.), a besoin d'une caractérisation diagnostique (ou bien d'un ensemble d'indicateurs)"*.

Lorsque les pédologues soviétiques cesseront de polariser leur attention sur les facteurs ou les processus de formation, pour s'intéresser enfin aux sols eux-mêmes, on peut être assuré que des progrès importants dans la classification des sols sont à prévoir.

(1) GERASIMOV, 1974.

Les classifications qui viennent d'être présentées font partie d'une très vaste gamme de travaux effectués par les pédologues russes puis soviétiques. Elles montrent combien est grande la variété des systèmes proposés, bien que tous les auteurs assurent que le schéma présenté est hérité, en ligne directe, des travaux fondamentaux de DOKUCHAEV(1).

Cependant malgré la grande diversité de la pensée pédologique soviétique, les *unités* de la classification présentent moins de variétés et se retrouvent dans beaucoup de travaux.

LES UNITES DES CLASSIFICATIONS SOVIETIQUES.

Les Classes sont définies presqu'exclusivement sur des critères de climat et de végétation. Par exemple, on peut lire :

"Sols de Forêt et Taïga boréales"
"Sols de prairie et forêt humide sub-boréale"
"Sols de forêt et savane humides". etc.

Cette nomenclature correspond, au départ, aux bandes climatiques d'URSS et est extrapolée sur le reste du monde. A chaque classe, correspond un ensemble défini de sols qui résultent de l'action du climat et de la végétation.

Les Sous-Classes sont reliées, du moins en gros, au mode de drainage du sol. *"Automorphe"* s'applique aux sols *"normalement"* drainés ; il est équivalent au terme *"zonal"*. *Semi-hydromorphe*, ou *automorphe-hydromorphe*, *hydromorphe*, *alluvial* sont parmi les autres sous-classes les plus fréquemment reconnues.

(1) Il a bien fallu faire un choix dans le grand nombre de schémas proposés. Pour avoir un aperçu plus complet des travaux russes et soviétiques, il faudrait également se référer à TUMIN, 1907 ; KOSSOVICH, 1910 ; GLINKA, 1922, 1924 ; NEUSTRUEV, 1926 ; PRASOLOV, 1926 ; WILLIAMS, 1936 ; TSYGANOV, 1955 etc.

Ces deux niveaux ont été subdivisés de manière plus élaborée. TYURIN[1], par exemple, distingue quatre *"formations"*[2], pour l'URSS, polaire, boréale, sub-boréale et subtropicale. Chaque formation est divisée à son tour en *"formes"* : océanique, continentale, extracontinentale ; dans chacune de celles-ci l'on retrouvera les classes et sous-classes.

Le *"Type"* est le niveau de classification le plus utilisé pour les comparaisons régionales et les généralisations ; il apparaît assez proche du *"great soil group"* des Américains. C'est une catégorie majeure de sols[3], se développant dans une seule catégorie de conditions bioclimatiques, hydrologiques, et caractérisée par une manifestation claire des processus fondamentaux de formation du sol, parfois en combinaison avec d'autres processus pédogénétiques. Les points principaux de type sont :

- même type d'accumulation de la matière organique et même mode de distribution ;
- mêmes modes de décomposition des substances minérales et de synthèse des constituants nouveaux, qu'ils soient minéraux ou organo-minéraux ;
- même type de migration des constituants du sol ;
- même type de profil ;
- mêmes opérations à accomplir pour maintenir et accroître la fertilité.

Le point fondamental, dans cette définition, est que chaque type n'a pu se développer que dans <u>un seul</u> ensemble de conditions bio-climatiques et hydrologiques.

Les *"Sous-types"* présentent des différences qualitatives à l'intérieur des types. La nomenclature tient compte des changements de température, de l'emplacement auxquels ces changements sont attribués. Les adjectifs *"chaud"*, *"froid"*, du nord, du sud sont alors utilisés. Les sous-types se rapprochent, dans une certaine mesure des intergrades.

(1) TYURIN, 1965 ; (2) On retrouvera ces formations dans la classification des sols de Cuba de STEPANOV, 1964. (3) BASINSKI, 1959.

Les *"genres"* sont déterminés par référence aux roches-mères dans la mesure où celles-ci interviennent sur la texture ou la composition du sol, à celle de l'eau de la nappe, à quelques caractéristiques reliques ou fossiles. Ici encore, certaines sont de type intergrade.

Les *"espèces"* sont définies à l'aide d'adjectifs se rapportant au degré de développement du processus le plus important comme par exemple la teneur en matière organique pour les chernozems. On utilisera les adjectifs : fort, moyen, faible.

OBSERVATIONS SUR LES UNITES DE LA CLASSIFICATION.

Les critiques que l'on peut formuler sur les classes et sous-classes ont été exposées maintes fois, il s'agit d'unités géographiques et non d'unités de sols. De plus, les données bioclimatiques sont des données actuelles. Il n'est pas toujours possible d'affirmer que ces données sont effectivement responsables à elles seules de la différenciation des sols qui leur sont associées.

De plus, la relation sol-environnement assez étroite en URSS ne se retrouve pas systématiquement ailleurs. Par exemple, la taïga des "sols de la taïga et de la forêt boréale" correspond en URSS à des podzols. Or, dans le reste du monde on trouve des podzols liés non à un climat et une végétation, mais à une roche-mère très perméable, siliceuse, très pauvre en fer et à un climat où les précipitations l'emportent sur l'évapotranspiration[1]. Ceci permet la présence de podzols en France, en Floride, en Côte d'Ivoire, à Madagascar, en Amazonie etc... On ne peut donc que regretter l'importance excessive accordée aux facteurs extérieurs aux sols au détriment des caractéristiques des sols eux-mêmes. On peut regretter également la rigueur des relations entre le type et les conditions bioclimatiques et hydrologiques qui en sont à l'origine.

Enfin, que dire de l'imprécision des termes comme *"du Nord"* *"du Sud"* se référant aux chernozems, ainsi que les adjectifs *"chaud"*, *"froid"* ou *"fort"*, *"moyen"*, *"faible"* etc.

(1) cf. PONOMAREVA, 1966.

LE LANGAGE.

Les pédologues russes ou soviétiques n'ont pas estimé nécessaire de créer un langage propre à la pédologie. Ils ont simplement utilisé celui qui leur était fourni par les premiers pédologues qui avaient puisé dans le vocabulaire populaire, surtout russe. C'est ainsi que les mots *"podzol"*, *"chernozem"*, *"solonetz"* etc.. ont été adoptés par les Russes d'abord, et par beaucoup de pédologues étrangers ensuite. Il est évident qu'en eux-mêmes, ces mots n'ont qu'un contenu très limité (faut-il rappeler que chernozem signifie terre noire, krasnozem terre rouge etc.). Ce n'est que peu à peu, que chacun de ces termes s'est nourri d'une signification de plus en plus riche et diversifiée dans le domaine de la morphologie et des constituants organiques et minéraux.

Ce qui fait qu'à l'heure actuelle, dans le monde entier, ces mots peuvent être utilisés sans gros risque d'erreur. Mais il n'en est pas de même pour les *"sols bruns"* qui existent depuis la zone polaire jusqu'à l'équateur. Il est douteux que les différents sols bruns soient équivalents, ou alors les fondements de la pédologie sont à revoir. De plus, on abuse d'expressions de couleurs très proches les unes des autres et susceptibles de créer et entretenir des confusions : *"straw colored taïga soils"*, *"brown meadow desert soils"* *"cinnamon-brown"* ou *"gray-cinnamon-brown soils"* etc. Poussée à ce point, la référence à la couleur rend la compréhension difficile et le message véhiculé est maigre. Il serait beaucoup plus judicieux de faire référence à des caractéristiques moins subjectives et plus stables que la couleur.

Par ailleurs, tous les mots, substantifs et adjectifs auraient besoin d'être définis. Il suffit de se référer à la liste de sols donnée par VOLOBUYEV(1) pour se rendre compte combien il est difficile de comprendre à quoi se rapportent les mots utilisés(2). De même, certains adjectifs, s'ils ne sont pas accompagnés de valeurs chiffrées sont sans signification pour le lecteur non initié.

En fait, on peut supposer que ces mots sont surement expliqués et précisés dans la littérature pédologique soviétique, dont seulement une petite partie nous est accessible. Cependant, les difficultés de vocabulaire auxquelles se heurte le lecteur étranger sont res-

(1) VOLOBUYEV, 1964 ; (2) De même, jusqu'à une période très récente, des termes comme polaire, boréal ... etc, n'étaient pas définis.

senties également à l'intérieur de l'URSS. Certes, les uns[1] se réjouissent de la nature typiquement populaire des noms de sols ; cependant, d'autres [2] regrettent la faiblesse du contenu scientifique de ces noms, dont certains seulement comme podzol ou chernozem, ont acquis une résonance internationale. On a regretté le recours à la couleur, la référence aux facteurs géographiques. Ceci se traduit forcément par des noms très longs qui alourdissent la désignation des sols pour lesquels la brièveté est souhaitée. Ex[2] :

"chernozem de forêt xérophytique, à calcaire micellaire profond, chaud, lessivé".

Toutefois, si une réforme profonde est souhaitée, des critiques n'ont été formulées que pour les systèmes en usage[3] ; aucun système nouveau n'a été proposé.

CONCLUSIONS.

L'impression générale qui se dégage de l'étude des systèmes russes et soviétiques est que leurs auteurs manipulent avec adresse, sinon virtuosité les idées générales et les théories. Tout en se référant aux fondements établis par DOKUCHAEV, ils aboutissent à des types de classification très variés, dont quelques-uns seulement ont été présentés dans les pages précédentes.

La lécture de ces propositions est singulièrement enrichissante, bien qu'on puisse faire à leur sujet un certain nombre de remarques critiques :

a) les classifications présentées se résument à des tableaux à multiples entrées ; de simples au début, ils deviennent de plus en plus compliqués. Mais ceci ne saurait suffire pour une classification (on verra plus loin à quel degré de précision et par conséquent à quelle dimension est arrivée la *"Soil Taxonomy"*. Aussi, aucune de ces tentatives ne peut être considérée comme très fonctionnelle.

(1) GERASIMOV et IVANOVA, 1958 ; GERASIMOV, 1969 ; (2) LIVEROVSKIY, 1970 ; (3) ORLOVSKIY, 1967.

b) Les unités présentées sont toutes des unités supérieures, par conséquent difficilement utilisables concrètement sur le terrain.

c) L'importance de la fertilité du sol est souvent annoncée ; on ne la voit pas réellement apparaître dans une quelconque des classifications.

d) Les classifications doivent enfin s'appuyer sur des données concrètes, des faits objectivement décrits[1], et chiffrés, afin de les rendre vraiment communicables, et non sur des concepts qui sont des abstractions interprétées différemment par les divers lecteurs. Ce point est particulièrement ressenti par les étrangers[2].

e) Pour que un progrès véritable soit possible, il apparaît nécessaire de séparer la genèse de la terminologie. Cette tendance, encore peu répandue en URSS, ne s'est pas encore traduite dans la classification[3].

2.3. LES CLASSIFICATIONS AMERICAINES, AVANT 1960.

Les premières classifications américaines n'ont pas eu, comme celles de l'URSS, de tendance universaliste. Mais, le territoire des U.S.A. est tellement vaste et la variété de sols si grande, qu'une classification établie pour ce pays doit pouvoir être utilisée hors des frontières, tout au moins dans des zones géographiques similaires. Malgré ses dimensions considérables, les U.S.A. ne sont que très peu représentés dans la zone intertropicale (Hawaii, Puerto Rico et quelques archipels du Pacifique). Mais certains pédologues américains (KELLOGG, par exemple) voyagent de plus en plus, après la deuxième guerre mondiale, dans la zone intertropicale, en Amérique comme en Afrique et acquièrent rapidement une très bonne connaissance des sols tropicaux. Par ailleurs, d'autres pédologues américains (TEDROW, par exemple) prospectent l'Alaska et recueillent des informations sur la zone polaire jusqu'alors peu connue. Ceci fait que, peu à peu, les schémas de classification mis au point, d'abord pour les U.S.A.,

(1) DOBROVOLSKIY, 1971 ; (2) KELLOGG, 1960 ; (3) KARAVAYEVA, 1973 ; LIVEROVSKIY et al, 1974.

pourront s'appliquer au monde entier et deviendront de plus en plus *"universalistes"*.

LES PREMIERES CLASSIFICATIONS.

Les premières tentatives de classification des sols américains paraissent être celles de HILGARD et LOUGHRIDGE[1] puis celle de COFFEY[2]. Ils ont certainement dû avoir connaissance des travaux de l'école pédologique russe. Ils considèrent, en effet, le sol comme *"un corps naturel, indépendant, de formation biogéologique, différant nettement de la roche sous-jacente, quoique lui étant étroitement apparenté*[3]...COFFEY propose cinq subdivisions : (I) sols arides, non lessivés, pauvres en humus, (II) sols foncés des prairies, partiellement lessivés, riches en humus ; (III) sols forestiers de couleur claire, lessivés, pauvres en humus ; (IV) sols de couleur foncée, marécageux, lessivés, riches en humus ; (V) sols organiques ou tourbe et muck. Il était estimé que les sols déjà reconnus au cours de cartographie, pouvaient être rangés dans une de ces catégories.

LA CLASSIFICATION DE MARBUT.

La tentative suivante de classification des sols fut celle de MARBUT[4]. Il la présenta au premier congrès international de science du sol qui se tint aux U.S.A. en 1927. Son retentissement fut considérable. MARBUT était informé des travaux des pédologues russes, à travers l'ouvrage de GLINKA[5] traduit en 1914. Le nombre de cartes pédologiques et de données analytiques et morphologiques était déjà très important à cette époque aux U.S.A. Les sols inventoriés recevaient des noms locaux, généralement le nom de la ville ou du comté près desquels ils avaient été reconnus pour la première fois. Des observations morphologiques, souvent très précises, étaient accompagnées de quelques données analytiques (comme la granulométrie ou le pH).

(1) HILGARD et LOUGHRIDGE, 1911 ; (2) COFFEY, 1912 ; (3) un peu plus tard ABLEITER, en 1949, dira *"un corps géographique naturel à trois dimensions"* ; (4) MARBUT, 1927 ; (5) GLINKA traduit en Allemand par Stremme en 1914, puis en Anglais par Marbut en 1928.

Un grand nombre d'unités, dénommées *"séries de sols"* étaient déjà disponibles à cette époque. Une comparaison à distance des séries était possible[1], dans une certaine mesure, mais aucune compréhension véritable de la genèse des sols ne pouvait en être déduite.

MARBUT décide donc l'élaboration d'une classification ascendante, à partir de séries, en procédant à des simplifications successives. Les catégories supérieures auront de moins en moins de caractéristiques ; la dernière, la plus élevée, n'en ayant plus qu'une seule. Sans doute sous l'influence de l'école russe, MARBUT attache-t-il beaucoup d'importance à la notion de *"mature"* et *"immature soils"* équivalente de *"sols évolués"* et *"sols peu évolués"*. Il insiste également sur ce que doivent être les caractéristiques *"normales"*. Le relief doit être *"smooth, undulating or rolling"*, tandis que la nappe phréatique doit être très au-dessous du solum. La notion d'altération ne parait pas lui être très familière puisque tout ce qui est au-dessous du solum, d'origine transportée, ou éluvium, est appelé *"geological material"*. Dans ces conditions, les facteurs climatiques et biotiques peuvent exercer leur action de manière significative[2].

Pour l'établissement des unités de sols, MARBUT[3] précise la liste des caractéristiques du profil jugées nécessaires : 1) le nombre des horizons du profil ; 2) leur couleur avec un accent particulier sur celle des horizons de surface ; 3) leur texture ; 4) leur structure ; 5) leur disposition relative ; 6) leur composition chimique ; 7) leur épaisseur des horizons ; 8) la nature géologique du matériau du sol.

PEDOCAL ET PEDALFER.

Sept catégories majeures furent distinguées (tableaux 14 et 15). Une innovation importante de cette classification fut l'introduction au niveau supérieur du concept de *"pedocal"* et *"pedalfer"*.

(1) BENNETT et ALLISON, 1928, dans leur étude des sols de Cuba, ont trouvé des similitudes telles avec les sols du Sud-Est des U.S.A. qu'ils leur ont donné parfois des noms américains (Scrauton, Norfolk, Coxville etc.). (2) Il n'est pas inutile de rappeler les similitudes qu'offrent les U.S.A. et l'U.R.S.S. : couverture d'origine glaciaire, abondance du loess, topographie plane(en dehors des zones montagneuses) etc. (3) MARBUT, 1927.

Le terme pédocal[1] s'applique à un sol qui contient, dans un horizon du solum , une couche de carbonate de calcium, avec ou sans la présence d'autres sels. Le terme pédalfer[2] s'applique à un sol dépourvu de carbonates secondaires mais qui contient, au contraire, du fer et de l'aluminium. MARBUT montra, carte à l'appui, qu'on pouvait diviser le territoire des U.S.A. en deux moitiés. A l'ouest, la plus sèche était caractérisée par des pédocals ; à l'est, la plus humide, est caractérisée par des pédalfers. La limite étant schématisée par une ligne nord-sud allant du Minnesota au Texas. Evidemment, cette limite n'est qu'indicative car des pédocals existent à l'est, des pédalfers à l'ouest de la ligne de partage.

Au niveau des catégories moyennes, figurent des sols définis par des chercheurs russes ou européens. Certains d'entre eux, toutefois, ne sont encore que très sommairement connus (sols de toundra, sols jaunes, sols rouges etc.).

On aurait aimé avoir quelques précisions sur les sols évolués ou peu évolués, mais l'auteur déclare qu'il est encore impossible de donner des descriptions générales de profils qui caractérisent ces deux groupes qui dépendent très largement de l'environnement. De nouvelles subdivisions apparaîtront plus tard comme *"gray-brown podzolic"*. L'influence de la géographie et surtout des climats demeurent fortes ; la nomenclature est encore rudimentaire. (Tableau 15).

LA CLASSIFICATION DE SOILS AND MEN, 1938.

De nouveaux progrès furent accomplis avec la classification présentée par BALDWIN, KELLOGG et THORP[3] parue dans *"Soils and Men"*. Cette fois, les catégories de MARBUT reçoivent des noms. Pour les catégories supérieures, il s'agit d'ordre, sous-ordre, grand groupe de sol et famille. Pour les catégories inférieures, celles du cartographe sur le terrain, il s'agit de série, type, phase. (Tableau 16).

(1) Pedocal provient de *"pedon"*, sol et *"cal"* de calcaire ; *"al"* de aluminium et *"fer"* de ferrum. Ces deux métaux peuvent exister sous forme d'hydroxydes libres ou de minéraux argileux.
(2) MARBUT, 1935 ; (3) BALDWIN, KELLOGG, THORP, 1938.

VII	Pedalfers	Pedocals
VI	Sols Podzoliques Sols Latéritiques	Pedocals de Zone Tempérée " de Zone Tropicale
V	1. Toundra 2. Podzols 3. Sols Bruns Forestiers 4. Sols rouges 5. Sols jaunes 6. Sols de Prairie 7. Latérites 8. Latérites Ferrugineuses	9. Pedocals Nord-Tempéré 10. " Tempérés de latitude moyenne 11. " Sud-Tempérés 12. Pedocals de régions tropicales encore à connaître
IV		Divisions de 10 : chernozems, sols chatains sols bruns, sols gris Divisions de 9, 11 et 12 non nommées
III	Sols à profils parfaitement développés Sols à profils imparfaitement développés	
II	Séries de sols	
I	Unités basées sur la texture de l'horizon supérieur	

Tableau n° 14 - Les catégories de sols de MARBUT, 1927.

VI	Pedalfers	Pedosols
V	Sols dérivant de matériaux mécaniquement Sols dérivés de produits de décomposition siallitique Sols dérivés de produits de décomposition allitique	→ — id —
IV	Toundra Podzols Sols "gray-brown Podzolic" Sols rouges Sols jaunes Sols de prairie Sols latéritiques Latérites	Chernozems Sols bruns foncés Sols bruns Sols gris Sols pédocaliques des régions arctique et tropicale
III	Groupes de sols évolués mais reliés entre eux Sols de marais Sols de gley Rendzines Sols alluviaux Sols peu évolués sur pentes Sols salés Sols à alcalis Sols de tourbe	→ — id — " " " " " " " " "
II	Séries	Séries
I	Types	Types

Tableau n° 15 - Les catégories de sols de MARBUT, 1935.

Tableau n° 16

Classification des Sols des U.S.A. sur la base de leurs caractéristiques.

BALDWIN, C.E. KELLOGG et THORP in Soils and Men, 1938.

Category VI Order	Category V Suborder	Category IV Great soil groups	Category III Family [1]	Category II Series [1]	Category I Type [1]
Zonal soils — Pedalfers	Soils of the cold zone	1. Tundra soils			
	1. Light-colored soils of arid regions	2. Desert soils	Mesa	Mesa	Mesa gravelly loam.
				Chipeta	Chipeta silty clay loam.
		3. Red Desert soils	Mohave	Mohave	Mohave loam.
				Reeves	Reeves fine sandy loam.
		4. Sierozem	Portneuf	Portneuf	Portneuf silt loam.
		5. Brown soils	Joplin	Joplin	Joplin loam.
				Weld	Weld loam.
		6. Reddish Brown soils	Springer	Springer	Springer fine sandy loam.
				White House	White House coarse sandy loam.
	2. Dark-colored soils of the semi-arid, subhumid, and humid grasslands.	7. Chestnut soils	Rosebud	Rosebud	Rosebud fine sandy loam.
				Keith	Keith silt loam.
		8. Reddish Chestnut soils	Amarillo	Amarillo	Amarillo fine sandy loam.
				Abilene	Abilene clay.
		9. Chernozem soils	Barnes	Barnes	Barnes very fine sandy loam.
		10. Prairie soils	Carrington	Carrington	Carrington loam.
				Tama	Tama silt loam.
		11. Reddish Prairie soils	Zaneis	Zaneis	Zaneis very fine sandy loam.
				Renfrow	Renfrow silt loam.
		12. Degraded Chernozem soils			
	3. Soils of the forest-grassland transition.	13. Noncalcic Brown or Sierozem Brown soils	Holland	Holland	Holland sandy loam.
				Vista	Vista sandy loam.
				Fallbrook	Fallbrook fine sandy loam.
			Placentia	Sierra	Sierra coarse sandy loam.
				Placentia	Placentia fine sandy loam.
				Ramona	Ramona sandy loam.
			Weiskittel	Weiskittel	Weiskittel loam.
				Tindstrom	Tindstrom fine sandy loam.
			Kalkaska	Kalkaska	Kalkaska loamy sand.
				Au Train	Au Train loamy sand.
			Rubicon	Rubicon	Rubicon sand.
				Roselawn	Roselawn sand.
	4. Light-colored podzolized soils of the timbered regions.	14. Podzol soils	Hermon	Hermon	Hermon loam.
				Colton	Colton loamy sand.
				Becket	Becket loam.
Zonal soils — Pedalfers	4. Light-colored podzolized soils of the timbered regions (cont'd).	15. Brown Podzolic soils	Gloucester	Gloucester	Gloucester loam.
					Gloucester sandy loam.
				Merrimac	Merrimac sandy loam.
					Merrimac loamy sand.
			Miami	Miami	Miami silt loam.
				Fox	Fox silt loam.
		16. Gray-Brown Podzolic soils	Plainfield	Bellefontaine	Bellefontaine loam.
				Plainfield	Plainfield loamy sand.
				Coloma	Coloma loamy sand.
			Chester	Chester	Chester loam.
				Frederick	Frederick silt loam.
			Porters	Porters	Porters loam.
		17. Yellow Podzolic soils	Norfolk	Norfolk	Norfolk sandy loam.
				Orangeburg	Orangeburg sandy loam.
	5. Lateritic soils of forested warm-temperate and tropical regions.	18. Red Podzolic soils (and Terra Rossa).	Orangeburg	Greenville	Greenville sandy loam.
				Magnolia	Magnolia sandy loam.
				Cecil	Cecil sandy loam.
		19. Yellowish-Brown Lateritic soils	Coto	Coto	Coto clay.
		20. Reddish-Brown Lateritic soils	Bayamón	Bayamón	Bayamón clay.
		21. Laterite soils	Nipe (ferruginous).	Nipe	Nipe clay.
				Rosario	Rosario clay.
			Sage	Sage	Sage clay.
Intrazonal soils	1. Halomorphic (saline and alkali) soils of imperfectly drained arid regions and littoral deposits.	1. Solonchak or saline soils	Lahontan	Lahontan	Lahontan clay loam.
				Fresno	Fresno clay loam.
			Phillips	Phillips	Phillips loam.
		2. Solonetz soils	Beadle	Rhoades	Rhoades loam.
				Beadle	Beadle silt loam.
		3. Solonchak soils	Arvada	Arvada	Arvada clay loam.
				Beckton	Beckton silty clay loam.
		4. Wiesenböden (Meadow soils)	Clyde	Clyde	Clyde silty clay loam.
				Webster	Webster silty clay loam.
		5. Alpine Meadow soils	Dunecom	Dunecom	Dunecom silt loam.
			Edwards	Edwards	Edwards muck.
		6. Bog soils	Carlisle	Carlisle	Carlisle muck.
				Pamlico	Pamlico muck.
			Greenwood	Greenwood	Greenwood peat.
				Spaulding	Spaulding peat.
	2. Hydromorphic soils of marshes, swamps, savannas, and flats.	7. Half Bog soils	Maumee	Maumee	Maumee loam.
				Berglund	Berglund loam.
			Grundy	Grundy	Grundy silt loam.
				Oswego	Oswego silt loam.
		8. Planosols	Clermont	Clermont	Clermont silt loam.
				Vigo	Vigo silt loam.
			Crete	Crete	Crete silt loam.
				Idana	Idana silty clay loam.
			Saugatuck	Saugatuck	Saugatuck loamy sand.
				Allendale	Allendale sandy loam.
		9. Ground-Water Podzol soils	Leon	Leon	Leon sand.
				St. Johns	St. Johns loamy sand.
			Tifton	Tifton	Tifton fine sandy loam.
		10. Ground-Water Laterite soils		Cassina	Cassina clay.
			Brooks	Brooks	Brooks clay loam.
		11. Brown Forest soils (Brunizem)	Burton	Burton	Burton loam.
				Hetzel	Hetzel clay.
			Houston	Houston	Houston clay loam.
				Bell	Bell clay.
		12. Rendzina soils	Aguilita	Aguilita	Aguilita clay.
				Pablo	Pablo clay.
			Underwood	Underwood	Underwood stony loam.
				Muskingum	Muskingum loam.
		13. Lithosols	Muskingum	Muskingum	Muskingum stony silt loam.
			Decidu	Decidu	Decidu stony loam.
			Wabash	Wabash	Wabash clay loam.
				Cass	Cass loam.
			Laurel	Laurel	Laurel fine sandy loam.
			Sharkey	Sharkey	Sharkey very fine sandy loam.
				Sharkey	Sharkey clay.
Azonal soils		2. Alluvial soils	Genesee	Genesee	Genesee silt loam.
				Huntington	Huntington silt loam.
			Gila	Gila	Gila very fine sandy loam.
				Pima	Pima silty clay loam.
			Hanford	Hanford	Hanford loam.
				Yolo	Yolo loam.
		3. Sands (dry)			

En fait, ces deux ensembles sont fort différents et s'adressent à deux groupes de lecteurs. Les catégories inférieures font appel surtout à des critères de terrain :(1) disposition et caractéristiques des horizons, (11) texture de l'horizon de surface ; (111) pente, pierrosité, érosion. Les noms donnés aux sols sont des noms de comtés, de villes, suivis de la texture pour fixer la classe texturale de la partie labourable du sol (topsoil), comme par exemple *"Amarillo fine sandy loam"*. Ce nom a un contenu utilitaire destiné à un agriculteur qui en a besoin pour décider de la culture à entreprendre ou de la manière à l'effectuer. Très généralement, l'utilisateur des séries de sols se soucie peu des catégories supérieures. Celles-ci sont très nettement génétiques et scientifiques.

Les ordres sont au nombre de trois et très marqués par l'école russe : sols zonaux (pédocals et pédalfers), intrazonaux et azonaux. Les sols zonaux sont ceux qui se développent sur la topographie *"normale"*, à bon drainage de MARBUT. *"Ils sont placés sous l'influence des conditions bioclimatiques, pendant suffisamment de temps pour que les caractéristiques du sol puissent s'exprimer pleinement et à partir d'un matériau originel de texture non extrême"*(1).

Les sols intrazonaux sont ceux qui ont des caractéristiques plus ou moins bien développées qui traduisent l'influence de quelque facteur local (relief, drainage) qui l'emporte sur les effets du climat et de la végétation. Les sols azonaux sont sans caractéristiques bien développées à cause de la jeunesse du sol, ou d'une roche-mère particulière.

Les sous-ordres se réfèrent à des conditions géographiques propres pour les sols zonaux ; des conditions spéciales dues aux sels, à l'eau, au calcaire pour les sols intrazonaux.

Mais, l'unité la plus importante est indubitablement le grand groupe de sol (*great soil group*). A ce niveau, un effort particulier est fait pour désigner le sol par une de ses caractéristiques

(1) Dans Soils and Men, il est écrit : *"not of extreme texture"*. BALDWIN et al., 1938.

essentielles. Dans les sols zonaux, la référence est faite surtout à la couleur (p. ex. Brown Soils, Reddish-chestnut soils, chernozem (1) soils ... etc).

L'existence de sols bruns dans les pédocals et les pédalfers a posé quelques problèmes de nomenclature. Etudiés primitivement en Chine où ils étaient dénommés *"Shantung soils"*, et ils ont été appelés finalement *"Non-calcic brown soils"*. Cette appellation a eu un certain succès et a été utilisée au Brésil(2).

On peut être surpris également du rapprochement des sols latéritiques et des sols podzoliques(3). Mais, aux U.S.A. beaucoup de sols latéritiques sont lessivés. Pour les sols intrazonaux, il a été fait appel à beaucoup de noms vernaculaires d'origine européenne comme *"solonetz"*, *"wiesenboden"* ou *"rendzina"*.

LA CLASSIFICATION de 1949 - 1953.

En 1949, une nouvelle reflexion sur la classification des sols se traduit par un numéro spécial de *"Soil Science"* consacré aux problèmes généraux de la classification. Le schéma de 1938 est modifié substantiellement (4) (Tableau 17). Au niveau des ordres, les termes *"pédocal"* et *"pédalfer"* disparaissent ; tandis que les termes *"zonal, intrazonal et azonal"* sont maintenus ainsi que les principaux sous-ordres.

La liste des *"great soil groups"* est modifiée avec l'introduction de *"Red-Yellow Podzolic"*, de *"Humic Gley"*, *"Low-humic gley"*. Les andosols font leur apparition mais ne sont pas inclus dans la classification. Une nouvelle grande unité, celle des *"grumosols"* apparait, grâce aux travaux de OAKES et THORPE(5) ; elle deviendra les *"Vertisols"* dans la 7th Approximation. Les grands groupes de sols des Hawaii ont été développés par CLINE et MATSUSAKA et TAMURA, JACKSON et SHERMAN(6) ; plusieurs groupes de latosols ont été reconnus.

(1) Chernozem, est-il besoin de le rappeler, signifie terre noire.
(2) cf. § 5.4. ; (3) podzolique aux U.S.A. est équivalent de lessivé;
(4) THORPE et SMITH, 1949 ; (5) OAKES et THORPE, 1950 ; (6) TAMURA et al., 1953.

Tableau n° 17

Catégories supérieures de la classification des Sols.

J. THORP et G.D. SMITH, Soil Science, 1949.

ORDER	SUBORDER	GREAT SOIL GROUPS
Zonal soils	1. Soils of the cold zone	Tundra soils
	2. Light-colored soils of arid regions	Desert soils Red desert soils Sierozem Brown soils Reddish-Brown soils
	3. Dark-colored soils of semiarid, subhumid and humid grasslands	Chestnut soils Reddish Chestnut soils Chernozem soils Prairie soils Reddish Prairie soils
	4. Soils of the forest-grassland transition	Degraded Chernozem Noncalcic Brown or Shantung Brown soils
	5. Light-colored podzolized soils of the timbered regions	Podzol soils Gray wooded, or Gray Podzolic soils* Brown Podzolic soils Gray-Brown Podzolic soils Red-Yellow Podzolic soils*
	6. Lateritic soils of forested warm-temperate and tropical regions	Reddish-Brown Lateritic soils* Yellowish-Brown Lateritic soils Laterite soils*
Intrazonal soils	1. Halomorphic (saline and alkali) soils of imperfectly drained arid regions and littoral deposits	Solonchak, or Saline soils Solonetz soils Soloth soils
	2. Hydromorphic soils of marshes, swamps, seep areas, and flats	Humic-Glei soils* (includes Wiesenboden) Alpine Meadow soils Bog soils Half-Bog soils Low-Humic Glei* soils Planosols Ground-Water Podzol soils Ground-Water Laterite soils
	3. Calcimorphic soils	Brown Forest soils (Braunerde) Rendzina soils
Azonal soils		Lithosols Regosols (includes Dry Sands) Alluvial soils

* New or recently modified great soil groups.

Les familles, séries[1] et phases sont réexaminées. Il est précisé que ce sont ces unités qui seront prises en compte de préférence pour l'utilisation et le travail du sol en vue d'obtenir des récoltes ainsi que pour effectuer des prévisions. Mais, dès ce moment, les auteurs de cette remise à jour sont conscients des difficultés qu'il y a à harmoniser les deux moitiés d'une classification dont l'une est génétique et l'autre utilitaire, et préparées séparément.

OBSERVATIONS SUR LES CLASSIFICATIONS AMERICAINES D'AVANT 1960.

Quelques années après cette publication de 1949, prend fin une période remarquable de la science pédologique américaine jalonnée par les travaux de chercheurs qui l'ont orientée pendant de nombreuses années et portant les noms de HILGARD, COFFEY, MARBUT, BALDWIN, KELLOGG, THORPE, G. SMITH (parmi les plus éminents). Dans le domaine de la classification, on peut noter une double approche.

D'abord, celle de la base, du technicien de l'agriculture, du cartographe. Elle est confrontée à des problèmes concrets, immédiats. Elle a affaire à des agriculteurs, des éleveurs qui se soucient peu d'idées générales ou de théories scientifiques[2]. Ici, les données immédiates relatives au sol lui-même suffisent largement: quelques caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques, déterminées avec précision servent à identifier des séries de sols. Pendant toute cette période, les cartes des sols des U.S.A. et de divers pays où travaillent des pédologues américains présentent des séries comme seules unités cartographiques. Mais, pour quelqu'un qui ne connait pas la région en question, les données ainsi fournies sont de peu d'intérêt, les extrapolations étant rarement possibles.

Simultanément, les chefs du *"Soil Survey Division"* tentent d'élaborer une classification cohérente des sols de leur pays. Ils sont guidés dans cette voie par les travaux de l'école russe qui, peu à peu, malgré la barrière de la langue, deviennent connus du monde entier. Les catégories supérieures de la classification sont d'inspiration génétique, puisque aux niveaux supérieurs, on retrouve

(1) RIECKEN et SMITH, 1949 ; (2) Il leur est évidemment indifférent de savoir que leur approche est purement empirique, il leur suffit qu'elle soit efficace.

les termes zonaux, intrazonaux, azonaux et la référence aux facteurs de formation du sol, plus particulièrement aux facteurs bioclimatiques. La classification devient alors, à ce niveau, typiquement géographique.

L'unité taxonomique principale est le grand groupe de sol pour lequel est précisée la caractéristique essentielle, la couleur. Le sous-groupe va apparaître à son tour pour prendre en compte des ressemblances qui peuvent apparaître entre deux groupes (plus tard, on parlera d'intergrade).

Les critiques que l'on peut faire sur les unités supérieures sont analogues à celles relatives aux unités supérieures des classifications soviétiques. Elles sont abstraites, mal définies car elles font référence au paysage et surtout à la couleur des sols. La notion de conditions normales provenant directement des conceptions russes est caractéristique de cette période de la pédologie américaine. La liaison est alors difficile entre les catégories supérieures et inférieures. Ceci est dû au fait que la classification est descendante pour les catégories supérieures, puisqu'on part de principes généraux pour arriver à un regroupement de sols ; et, ascendante pour les catégories inférieures, puisque avec une masse de données fournies par les nombreuses cartes de sols, on s'efforce de rejoindre les unités précédentes.

NOUVELLE ORIENTATION.

La poursuite de la reflexion sur la classification va orienter les Américains sur une voie tout à fait différente. Ils vont en effet à partir de 1951 :

a) renoncer à toute formulation génétique directe dans la classification, qui sera résolument ascendante.

b) donner une priorité aux caractéristiques des sols. Mais aux caractéristiques habituelles vont s'en ajouter d'autres : le climat du sol, les régimes de l'eau et de la température, dont certains se verront attribuer une très grande importance.

c) renoncer à la nomenclature traditionnelle et mettre en oeuvre des termes entièrement nouveaux.

Ces changements se manifestent par la sortie en 1960 de la *"7 th Approximation"* qui deviendra, après quelques rectifications, la *"Soil Taxonomy"*, dont l'analyse figure au paragraphe 5.2.

2.4. La Classification Francaise.

DEVELOPPEMENT DES ETUDES DES SOLS.

Le territoire français métropolitain est restreint et situé à l'intérieur de la zone tempérée. Toutefois, au cours des années passées, l'influence française s'est étendue sur tous les continents : en Afrique, Asie, Amérique du Sud, Océanie, etc. Une organisation particulière , l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer a été mise sur pied par la France pour étudier sur le plan scientifique les territoires dont elle avait la charge, en vue de promouvoir leur développement. L'activité de la section de Pédologie de cet Office, dans les différents pays d'Outre-Mer, jointe à l'expérience acquise en métropole, ont permis aux pédologues français de mettre sur pied une classification des sols dont la vocation était universelle.

Certes, la classification des sols a concerné, tout d'abord, les sols de la France métropolitaine. Elle était destinée à servir la cartographie commencée dès la fin de la guerre. Elle avait donc un caractère incomplet et n'avait pu envisager la totalité des sols connus. Les premiers travaux ont été ceux de OUDIN(1), AGAFONOFF(2), ERHART(3) qui s'inspiraient des enseignements de l'école russe qui étaient connus en France dès la fin de la première guerre mondiale.

Une première classification dès 1944, fut publiée par DEMOLON(4) Elle comportait deux ensembles. Les sols évolués et les sols peu évolués. Le premier, fondé sur le principe de la zonalité climatique comprend six séries ou catégories importantes : sols des régions froides, sols podzoliques, sols lessivés, sols bruns, rendzines, sols méditerranéens. Le second est basé sur des caractères azonaux et comporte les sols alluviaux et les sols squelettiques.

(1) OUDIN, 1937, 1952 ; (2) AGAFONOFF, 1936 ; (3) ERHART, 1933 ;
(4) DEMOLON, 1944 ; chapitre 3 de la *"Dynamique du Sol"*.

A partir de 1944, de nombreux pédologues français vont travailler en dehors de la métropole. L'équipe de l'ORSTOM, sous la direction de G. AUBERT entreprend des travaux dans de nombreux pays francophones de la zone inter-tropicale et de la région méditerranéenne. A partir de 1960, son action s'étend à l'ensemble de la zone inter-tropicale, dans les Amériques, en Asie, en Afrique sans distinction de pays. D'autres pédologues français travaillent également à l'étranger, en particulier en Afrique du Nord[1]. Il en résulta qu'une connaissance étendue des sols du monde fut acquise peu à peu.

Aussi, dès 1956, AUBERT et DUCHAUFOUR[2] purent-ils présenter une classification dont la vocation est cette fois mondiale. Par la suite, AUBERT[3] put présenter diverses versions plus élaborées de la classification. De 1963 à 1967 un groupe de pédologues français travaillant soit en France, soit à l'étranger, se réunissait sous l'égide de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (C.P.C.S.) et présentait une proposition d'ensemble, sous une forme provisoire, qui n'a pas été reprise depuis 1967. C'est cette base que DUCHAUFOUR[4] a adoptée pour son *"Précis de Pédologie"* en y apportant quelques retouches. Enfin, cet auteur[5] a présenté en 1976, une classification dite écologique.

LE PROJET DE 1956. AUBERT - DUCHAUFOUR.

Le projet de 1956 est fondé sur les principes suivants[2] : (cf. Tableau 18)

Les sols sont rassemblés en 10 classes principales où l'on fait apparaître : 1) le degré d'évolution conduisant à une différenciation de plus en plus marquée (A)C, A C, A (B) C, A B C ; 2) la nature physico-chimique de l'évolution liée à trois propriétés essentielles : les conditions de l'altération, le type d'humus, le chimisme du complexe absorbant.

Les sous-classes se distinguent par un facteur écologique de base qui conditionne l'évolution (climat, roche-mère, conditions de station pour le régime hydrique).

(1) On peut citer, en particulier, BOULAINE, DURAND, GAUCHER ... Il y en eut bien d'autres. (2) AUBERT, DUCHAUFOUR, 1956. (3) AUBERT, 1963, 1964, 1965, 1966 ; (4) DUCHAUFOUR, 1970 ; (5) DUCHAUFOUR, 1976;

Tableau n° 18.1

Projet de classification des Sols

G. AUBERT, Ph. DUCHAUFOUR, 6e Cong. Intern. Sci. Sol, 1956.

CLASSE	SOUS-CLASSE	GROUPE
I. — SOLS MINERAUX BRUTS à profil (A)C	1. SOLS BRUTS CLIMATIQUES.	a) *Sols polygonaux arctiques.* b) *Sols gris subdésertiques.*
	2. SOLS BRUTS NON CLIMATIQUES.	a) *Sols bruts d'érosion.* b) *Sols alluviaux bruts.*
II. — RANKERS à profil AC	1. RANKERS CLIMATIQUES.	a) *Toundra.* b) *Ranker alpin.*
	2. RANKERS NON CLIMATIQUES.	*Ranker d'érosion.*
	3. SOLS JEUNES A NAPPE PHRÉATIQUE.	*Sols alluviaux à nappe.*
III. — SOLS CALCIMORPHES à profil AC	1. SOLS DE STEPPES.	a) *Chernozems.* b) *Sols châtains et châtain rouge.* c) *Sols bruns et brun rouge.* d) *Sols à croûte.*
	2. SOLS CALCAIRES.	*Rendzines.*
	3. SOLS HYDROMORPHES.	a) *Sols noirs tropicaux.* b) *Sols calcimorphes d'alluvions à nappe.*
IV. — SOLS EVOLUES A MULL profil A(B)C ou ABC	1. SOLS BRUNS NON HYDROMORPHES.	a) *Sols bruns tempérés.* b) *Sols lessivés.*
	2. SOLS BRUNS A NAPPE.	*Sols bruns d'alluvions à nappe.*
V. — SOLS EVOLUES A HUMUS BRUT profil ABC		a) *Sols bruns podzoliques.* b) *Sols du groupe podzolique.*

Tableau n° 18.2

VI. — SOLS FERRUGINEUX DE CLIMAT CHAUD profil A(B)C ou ABC	1. SOLS ROUGES MÉDITERRANÉENS.	a) *Sol rouge méditerranéen non lessivé.* b) *Sol rouge méditerranéen lessivé.*
	2. SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX.	a) *Sols ferrugineux tropicaux non lessivés.* b) *Sols ferrugineux tropicaux lessivés.* c) *Sols ferrugineux tropicaux profondément lessivés.* d) *Sols ferrugineux à cuirasse en place.* e) *Sols à cuirasse ferrugineuse de bas de pente.*
VII. — SOLS FERRALLITIQUES profil ABC ou BC		a) *Sols faiblement ferrallitiques.* b) *Sols ferrallitiques typiques.* c) *Sols ferrallitiques humifères.* d) *Sols ferrallitiques à cuirasse en place.* e) *Sols à cuirasse ferrallitique de bas de pente.*
VIII. — SOLS HALOMORPHES	1. SOLS HALOMORPHES A PROFIL AC.	*Sols salins.*
	2. SOLS HALOMORPHES PROFIL A(B)C OU ABC.	a) *Sols à alcali.* b) *Solonetz.* c) *Soloth.*
IX. — SOLS HYDROMORPHES à horizon particulièrement réduit profil Ag ou AG	1. SOLS HYDROMORPHES CONTINENTAUX.	a) *Pseudogley.* b) *Gley.*
	2. SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS MARINES.	a) *Polders.* b) *Sols « poto-poto ».*
X. — SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES		a) *Tourbe mésotrophique.* b) *Tourbe oligotrophique.*

Les groupes diffèrent entre eux par une particularité du processus évolutif ; par exemple, l'intensité de l'altération ou le degré d'évolution ou le degré de lessivage des colloïdes.

Les sous-groupes, à partir du profil d'ensemble, caractérisent une phase particulière de l'évolution du groupe.

Ce document très bref, présenté lors d'un congrès donne un cadre, encore très général, fixe les idées directrices pour les classifications qui vont peu à peu se développer dans les années suivantes.

CLASSIFICATION AUBERT, 1965.

La classification de 1965 d'AUBERT[1] fut présentée à GAND au cours d'une réunion sur la classification des sols. Elle reprend les idées développées en 1956 en vue de la distinction des classes. La première est le degré d'évolution des sols par laquelle on sépare les sols minéraux bruts et les sols peu évolués qui ne comportent pas de profil nettement différencié, ni d'évolution affirmée des constituants minéraux originels d'une part, de tous les autres sols qui eux ont un profil A(B)C ou ABC. La deuxième idée est le mode d'altération défini par la nature des sesquioxydes et la dominance de certains types d'argile dont la présence s'exprime par des couleurs et des structures. La troisième idée est le type de répartition de la matière organique dans le profil. Différents types d'humus sont énumérés ; et, surtout la notion nouvelle de répartition *"isohumique"* est introduite. La quatrième est représentée par certains processus fondamentaux : hydromorphie, halomorphie, considérés comme plus rapides que les précédents.

Au niveau des sous-classes sont prises les conditions, difficiles à préciser, du pédoclimat.

Au niveau des groupes, on se réfèrera aux caractères morphologiques correspondant à des processus d'évolution. A ce niveau, on peut avoir des distinctions suivant des degrés d'intensité des processus comme entre podzols et sols podzoliques, sols fortement ou faiblement ferrallitiques.

(1) AUBERT, 1963, 1965.

Les sous-groupes sont aussi distingués entre eux par l'intensité d'un processus ou par la manifestation d'un processus secondaire. On peut envisager ici une subdivision supplémentaire celle des faciès.

Les subdivisions inférieures sont celles des familles correspondant aux roches-mères ; les séries à des particularités morphologiques ou physico-chimiques ; les types à la granulométrie de surface; les phases à des modifications temporaires ou à des actions de courte durée. Cette classification voit apparaître un certain nombre de classes nouvelles.

Tout d'abord, celle des vertisols et paravertisols pour laquelle est adopté le nom proposé dans la 7th Approximation de 1960. Deux sous-classes sont distinguées : les vertisols topomorphes qui doivent leurs caractères à une situation topographique favorisant un mauvais drainage ; les vertisols lithomorphes où le drainage est meilleur.

Les sols calcimagnésiques correspondent en gros à l'ancienne classe calcimorphe amputée des sols de steppe et des sols hydromorphes. Subsistent les rendzines, les sols bruns calcaires et les sols à accumulation gypseuse.

Les sols isohumiques ou steppiques présentent des teneurs en matière organique qui peuvent être élevées, mais qui s'amenuisent progressivement, alors qu'elles diminuent brutalement dans les sols forestiers. On y trouvera les brunizems, les chernozems, les sols chatains, les sols bruns isohumiques, les sols bruns et chatains subtropicaux, les sierozems et les sols isohumiques des pseudo-steppes tropicales. Certains de ces sols pourront ne présenter que des teneurs en matière organique très faibles ; beaucoup d'entre eux présentent des accumulations notables et caractéristiques de calcaire secondaire.

Les"sols à mull" sont caractérisés par un humus de type mull avec peu de sesquioxydes métalliques liés au complexe argilo-humique. Ces sols sont subdivisés, suivant le pédoclimat, frais comme en zone tempérée, ou chaud comme en zone intertropicale.

Les podzols, appelés également "sols à mor" avec deux sous-classes avec ou sans gley.

Les sols riches en sesquioxydes et hydrates métalliques sont divisés en trois sous-classes. Parmi les diverses caractéristiques, on peut retenir les suivantes : les sols rouges et bruns méditerranéens sont formés sur roche calcaire ou bien riche en calcium ; les sols ferrugineux tropicaux présentent un contenu minéral riche en sesquioxydes de fer et/ou manganèse, associés à des minéraux argileux de type kaolinite et illite, avec un degré de saturation supérieur à 40 % ; les sols ferrallitiques sont caractérisés par une évolution rapide de la matière organique, par une altération plus poussée des constituants, une série de critères est proposée dont le rapport moléculaire silice/alumine inférieur ou égal à 2.

Les sols halomorphes sont peu différents de ceux présentés dans la classification précédente.

Les sols hydromorphes sont subdivisés en trois sous-classes d'après la nature ou la quantité de matière organique (sols tourbeux, semi-tourbeux ou minéraux).

CLASSIFICATION C.P.C.S. 1967.

Cette classification a servi de base aux discussions du groupe de pédologues du C.P.C.S. Elle sera légèrement modifiée et sera présentée en 1967. Malgré le grand nombre de signataires et sans doute à cause de cela, elle ne fut pas considérée comme entièrement satisfaisante et ne fut pas publiée. Le document final n'en existait pas moins et fut utilisé ; mais il resta ronéotypé et tiré à un petit nombre d'exemplaires. (cf. Tableau 19).

Des différences apparurent au niveau des deux premières classes, avec la présence de sols dûs au froid (cryosols, sols à permagel) à vrai dire peu familiers des pédologues français.

Les vertisols furent restructurés, non plus en fonction de la situation topographique et des roches-mères, mais suivant le drainage.

Une nouvelle classe apparut, celle des Andosols, correspondant aux sols à allophane, de mieux en mieux étudiés aux Antilles (1) et présents dans de nombreux sols d'Amérique latine et d'Asie. Elle est subdivisée en deux sous-classes : des sols humifères (et) tempérés, des sols peu humifères (et) tropicaux(2).

Les sols isohumiques ont maintenant quatre sous-classes différenciées en fonction du pédoclimat.

Les sols brunifiés sont subdivisés en sous-classes, également d'après les conditions climatiques : tempérés humides, tempérés atlantiques, boréaux et tropicaux.

Les sols podzolisés sont répartis en podzolisés atlantiques non ou peu hydromorphes, hydromorphes et à pédoclimat froid.

Les sols à sesquioxydes sont scindés en deux classes, en tenant compte de caractères dont le plus important est la nature des minéraux argileux estimés à l'aide du rapport silice/alumine.

La classe des sols à sesquioxydes comprend les sols ferrugineux (tropicaux) et les sols fersiallitiques. Les différences les plus importantes entre ces deux sous-classes sont la couleur, la structure et la liaison entre les minéraux argileux et les sesquioxydes de fer.

La classe des sols ferrallitiques est divisée en trois sous-classes pour tenir compte des disparités qui existent au niveau du complexe absorbant et qui sont attribuées aux conditions climatiques : sols ferrallitiques fortement, moyennement et faiblement désaturés.(3)

La classe des sols hydromorphes est peu modifiée ; les trois sous-classes sont maintenues.

La classe des sols halomorphes devient la classe des sols sodiques qui se subdivise en sols à structure non dégradée et sols à structure dégradée.

(1) COLMET-DAAGE et al., 1965 ; (2) Cette classe fut restructurée par la suite par un groupe de pédologues français et espagnols. (groupe de travail Andosols, 1972) ;
(3) AUBERT et SEGALEN, 1966.

Tableau n° 19 (1)

CLASSE I - Sols minéraux bruts.

S/Classe - Sols minéraux bruts non climatiques.

Groupes	I/11	Sols minéraux bruts d'érosion
	I/12	Sols minéraux bruts d'apport alluvial
	I/13	— " — d'apport colluvial
	I/14	" d'apport éolien
	I/15	" d'apport volcanique
	I/16	" anthropiques

S/Classe - Sols minéraux bruts climatiques des déserts froids - Cryosols bruts.

Groupes	I/21	groupe des Lithosols des déserts froids
	I/22	" Cryosols bruts inorganisés
	I/23	" Cryosols bruts organisés

S/Classe - Sols Minéraux bruts des déserts chauds (ou xériques).

Groupes	I/31	Lithosols des déserts chauds
	I/32	Sols minéraux bruts xériques inorganisés
	I/33	" " " d'ablation
	I/34	" " " inorganisés d'apport
	I/35	" " " organisés d'apport

CLASSE II - Sols Peu Evolués.

S/Classe des Sols Peu Evolués à Permagel.

Groupes	II/11	Sols à forte ségrégation de glace non coordonnée
	II/12	Sols à forte ségrégation de glace ordonnée en réseau
	II/13	Sols sans ségrégation de glace importante à réseau organisé
	II/14	Sols bruns arctiques

S/Classe des Sols Peu Evolués Humifères.

Groupes	II/21	Rankers
	II/22	Sols Humifères litho-calciques
	II/23	Sols peu évolués à allophane

S/Classe des Sols Peu Evolués xériques.

Groupes	II/31	Sols gris subdésertiques
	II/32	Xérorankers

.../...

S/Classe des Sols Peu Evolués non climatiques.

Groupes II/41 Sols d'érosion
II/42 " d'apport alluvial
II/43 " " colluvial
II/44 " " éolien
II/45 " " volcanique friable
II/46 " " anthropique

III. CLASSE des Vertisols.

S/Classe des Vertisols à drainage externe nul ou réduit.

Groupe III/1 Vertisols à drainage externe. nul ou réduit à *structure arrondie*
III/2 id. à *structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs.*

S/Classe des Vertisols à drainage externe possible.

Groupe III/3 Vertisols à drainage externe nul et à *structure arrondie, sur au moins les 15 cm supérieurs.*
Groupe III/4 Vertisols à drainage externe nul et à *structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs.*

IV. CLASSE des Andosols.

S/Classe Andosols des Pays Froids.

Groupe IV/11 Andosols Humifères désaturés

S/Classe Andosols des pays tropicaux.

Groupe IV/21 Sols saturés
Groupe IV/22 Sols désaturés

V. CLASSE des Sols Calcimagnésiques.

S/Classe des Sols Carbonatés.

Groupes V/11 Rendzines
V/12 Sols Bruns calcaires
V/13 Cryptorendzines

S/Classe des Sols Saturés.

Groupes V/21 Sols bruns calciques
V/22 Sols humiques carbonatés
V/23 Sols calciques mélanisés

S/Classe des Sols Gypseux.

V/31 Sols gypseux rendziniformes
V/32 Sols bruns gypseux

VI. CLASSE des Sols Isohumiques.

S/Classe des sols isohumiques de pédoclimat relativement humide.

Groupe VI/11 Brunizems

S/Classe des sols isohumiques à pédoclimat très froid.

Groupes VI/21 Chernozems
VI/22 Sols chatains
VI/23 Sols bruns isohumiques

S/Classe des sols isohumiques à pédoclimat frais pendant la saison pluvieuse.

Groupes VI/31 Sols marrons
VI/32 Sierozems

S/Classe des sols isohumiques à pédoclimat à température élevée en période pluvieuse.

Groupe II/41 Sols bruns subarides

VII. CLASSE des Sols Brunifiés.

S/Classe des sols brunifiés des climats tempérés humides.

Groupes VII/11 Sols Bruns
VII/12 Sols lessivés

S/Classe des sols brunifiés des climats tempérés continentaux.

Groupes VII/21 Sols gris forestiers
VII/22 Sols derno podzoliques

S/Classe des sols brunifiés des climats boreaux.

Groupe VII/31 Sols lessivés boréaux

.../...

S/Classe des Sols Brunifiés des climats tropicaux.

Groupe VII/41 Sols bruns eutrophes tropicaux

VIII. CLASSE des Sols Podzolisés.

S/Classe des Sols Podzolisés de Climat Tempéré.

Groupe VIII/11 Podzols
VIII/12 Podzolique
VIII/13 Ocres Podzoliques
VIII/14 Cryptopodzoliques

S/Classe des Podzols de Climat Froid.

Groupe VIII/21 Podzols boreaux
VIII/22 Podzols alpins

S/Classe des Sols Podzoliques Hydromorphes.

Groupe VIII/31 Molken-podzols
VIII/32 Podzols de nappe tropicaux

IX. CLASSE des Sols à Sesquioxydes de Fer.

S/Classe des Sols Ferrugineux tropicaux.

Groupe IX/11 Sols Ferrugineux tropicaux peu lessivés
IX/12 Sols Ferrugineux tropicaux lessivés
IX/13 Sols Ferrugineux tropicaux appauvris

S/Classe des Sols Fersiallitiques.

Groupe IX/21 Sols Fersiallitiques à réserve calcique, et le plus souvent peu lessivés
IX/22 Sols Fersiallitiques sans réserve calcique et lessivés

X. CLASSE des Sols Ferrallitiques.

S/Classe : Sols Ferrallitiques Faiblement désaturés en (B).

groupe X/11 Typique
X/12 appauvris
X/13 remaniés
X/14 rajeunis ou pénévolués

.../...

S/Classe des Sols Ferrallitiques moyennement désaturés en (B).

Groupe X/21 Typique
X/22 Humifères
X/23 Appauvris
X/24 Lessivés
X/25 Rajeunis ou pénévolués

S/Classe des Sols Ferrallitiques Fortement désaturés en (B).

Groupe X/31 Typique
X/32 Humifère
X/33 Appauvris
X/34 Remaniés
X/35 Rajeunis ou Pénévolués
X/36 Lessivés

XI. CLASSE des Sols Hydromorphes.

S/Classe des Sols Hydromorphes organiques.

Groupe XI/11 Sols de tourbe fibreuse
XI/12 Sols de tourbe semi-fibreuse
XI/13 Sols de tourbe altérée

S/Classe des Sols Hydromorphes moyennement Organiques.

Groupe XI/21 Sols Humiques à gley
XI/22 Sols Humiques à stagnogley

S/Classe des Sols Hydromorphes peu humifères ou minéraux.

Groupes XI/31 Sols à gley
XI/32 Sols à pseudogley
XI/33 Sols à stagnogley
XI/34 Sols à amphigley
XI/35 Sols à accumulation de fer en carapace ou cuirasse
XI/36 Sols à redistribution du calcaire et du gypse.

XII. CLASSE des Sols Sodiques.

S/Classe des Sols Sodiques à structure non dégradée.

Groupe XII/11 Sols salins

S/Classe des Sols Sodiques à structure dégradée.

Groupe XII/21 Sols salins à alcalins

XII/22 Sols sodiques à horizon B solonetz

XII/23 Sols sodiques à horizon blanchi solodisés.

MODIFICATIONS DUCHAUFOUR, 1970.

Par la suite, DUCHAUFOUR[1] introduira quelques modifications significatives à divers niveaux (Tableau 20).

Les Andosols ne sont plus considérés comme une classe indépendante et constituent une unité particulière (sols apparentés) de la classe des sols à profil peu différencié qui a remplacé celle des sols peu évolués.

La classe des sols isohumiques est augmentée d'une cinquième sous-classe, celle des sols à pédoclimat très sec avec les sols gris subdésertiques, et les sols à croûte gypso-calcaire.

La classe des sols calcimagnésiques se voit adjoindre également des sols apparentés : les rendzines à gypse.

La classe des sols brunifiés est restructurée en trois sous-classes : les sols bruns tempérés, les sols lessivés atlantiques, les sols lessivés continentaux ou boréaux[2]. Les sols bruns eutrophes ne constituent plus qu'un sol apparenté.

Les sols podzolisés, ont trois sous-classes au lieu de deux: les sols podzolisés atlantiques non ou peu hydromorphes ; les sols podzolisés hydromorphes et les sols podzolisés à pédoclimat froid ; les podzols de nappe tropicaux sont apparentés.

Les sols ferrallitiques voient apparaître une nouvelle subdivision, celle des ferrallites pauvres en minéraux argileux.

Les sols hydromorphes sont fortement modifiés puisque les nouvelles subdivisions sont pseudo-gley, stagnogley, gley et tourbes, avec comme sols apparentés les pélosols.

CLASSIFICATION ECOLOGIQUE.

A partir de 1976, DUCHAUFOUR[3] donnera à la classification française dont il suit les grandes tendances, tout en les modifiant peu à peu, une orientation nettement écologique. Le *"sol ne peut pas être réellement défini en dehors du milieu dans lequel il s'est formé"*.

(1) DUCHAUFOUR, 1970 ; (2) Il apparait très significatif que le mot *"brun"* ait été supprimé pour les deux dernières sous-classes ; il n'y a pas de définition, ni par conséquent de limite entre *"boréaux"*, *"atlantiques"* ou *"continentaux"*. (3) DUCHAUFOUR, 1976 a et b.

Le *"sol intègre tous les facteurs écologiques, climat, végétation, matériau minéral"*. L'état d'équilibre n'est pas atteint immédiatement mais par une évolution, rapide ou lente, simple ou complexe qui a été elle-même conditionnée par l'ensemble des facteurs du milieu. Les caractères du sol sont coordonnés entre eux et constituent le profil dont chacun des horizons est relié aux autres par des *"liens génétiques"*.

DUCHAUFOUR attache une importance particulière à la matière organique qui est, au moins pour les sols tempérés et froids, un élément intégrateur du milieu. Mais pour que cette action soit efficace, son action doit avoir été prolongée * et la végétation naturelle installée depuis longtemps.* L'auteur distingue la pédogenèse de type climatique (celle qui suit les zones des auteurs russes) et celle qui dépend de la station (roche-mère, drainage).

L'atlas écologique ne se veut pas être une classification ; toutefois il suit la présentation des principales classes énumérées précédemment.(1).

OBSERVATIONS SUR LES CLASSIFICATIONS FRANCAISES.

Si l'on n'examine que les classifications postérieures à la seconde guerre mondiale, on peut considérer que ces systèmes sont l'oeuvre de AUBERT et DUCHAUFOUR qui, au fil des années, leur ont imprimé les caractéristiques successives qui ont été passées en revue. AUBERT au nom du groupe ORSTOM, DUCHAUFOUR au nom des pédologues métropolitains, ont su marier en un ensemble cohérent les sols des pays tempérés et ceux de la zone intertropicale. Le schéma obtenu, s'il n'est pas tout à fait complet(2), est suffisamment général pour classer la plupart des sols du monde. Il est résolument descendant, puisqu'il est construit à partir de quelques unités qui vont en se diversifiant par augmentation du nombre des critères. Il est morphogénétique. En effet, s'il est tenu compte des conditions de formation du sol et du processus, aux niveaux supérieurs, les caractères morphologiques interviennent au niveau des groupes et des sous-groupes.

* souligné par P.S.
(1) Une classification génétique nouvelle a été proposée par GAVAUD 1977 pendant la rédaction de ce texte.
(2) Surtout les régions boréales.

Tableau n° 20.1

Classification des Sols.

Adoptée par Ph. DUCHAUFOUR, Précis de Pédologie, 1970.

CLASSE I. — *Sols minéraux bruts*

DÉFINITION. — Sol à désagrégation physique superficielle, à très faible altération chimique et presque entièrement dépourvu de matière organique.

1° SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION OU D'APPORT :

Lithosols : sols d'érosion sur roche dure
Régosols : sols d'érosion sur roche meuble
Sols d'apport : colluvial, alluvial, éolien, volcanique

2° SOLS MINÉRAUX BRUTS, DES DÉSERTS FROIDS :

Cryosols et *sols polygonaux*, alpins ou boréaux

3° SOLS MINÉRAUX BRUTS DES DÉSERTS CHAUDS :

Dunes (erg)
Sols pierreux désertiques (reg)
Sols d'apports fins (Takyrs)

CLASSE II. — *Sols à profil peu différencié*

DÉFINITION. — Sol à profil A_1C, formé sur roche silicatée, et dépourvu d'horizon (B) d'altération ; ou si cet horizon existe, il est masqué par une incorporation profonde de matière organique.

1° SOLS À PERMAGEL :

Cryosols

2° SOLS HUMIFÈRES, SUR ROCHE DURE ET ACIDE : *Ranker* :

Sols de pente : Ranker d'érosion (à moder)
Sols à évolution climatique · Ranker cryptopodzolique et Ranker alpin

3° SOLS PEU ÉVOLUÉS, *sensu stricto* :

Sols d'érosion
Sols colluviaux
Sols alluviaux
Sols éoliens (dunes)
Sols d'apports volcaniques

(Sous-groupes. — Humifères, hydromorphes)

4° SOLS PEU ÉVOLUÉS ; CLIMAT SEC : *Xéroranker*

SOLS APPARENTÉS : ANDOSOLS

DÉFINITION. — Sols à allophane formés sur matériel volcanique.

1° ANDOSOLS TRÈS HUMIFÈRES (surtout tempérés) :

Andosols types (eutrophe, oligotrophe)
Andosols brunifiés
Sols andopodzoliques

2° ANDOSOLS PEU HUMIFÈRES (tropicaux) :

Andosols eutrophes (saturés)
Andosols oligotrophes (désaturés)

CLASSE III. — *Vertisols*

DÉFINITION. — Sols riches en argiles gonflantes à profil A(B)C, à (B) structural, prismatique, à larges « slickensides » lisses.

1° VERTISOL SANS DRAINAGE « EXTERNE » (*hydromorphe*) :

Vertisol hydromorphe « grumeleux » (en surface)
Vertisol hydromorphe non grumeleux (en surface)

2° VERTISOLS À DRAINAGE « EXTERNE » (*lithomorphe*) :

Vertisol lithomorphe « grumeleux » (en surface)
Vertisol lithomorphe non grumeleux (en surface)

Tableau n° 20.2

Classe IV. — *Sols calcimagnésiques ou calcimorphes*

Définition. — Sols formés sur des roches contenant du calcaire ou de la dolomie, à profil de type A_1C, [parfois A (B) C] et à complexe absorbant saturé ou presque saturé en calcium et magnésium.

1° Sols calcimorphes très humifères
pauvres en éléments silicatés - Montagne :
Sols humiques carbonatés
Sols humiques carbonatés, acidifiés
Sols humiques carbonatés, à mor
Sols « lithocalciques », à mor

2° Sols calcimorphes humifères
contenant des éléments silicatés en proportion variable :

a) *Rendzine typique* (profil A_1C très calcaire)
Rendzine initiale
Rendzine modale (noire ou brun foncé)
Rendzine très calcaire (blanche ou gris clair)

b) *Rendzine brunifiée* [profil A_1 (B) C, peu calcaire, (B) caillouteux, peu épais]
Pararendzine : structure et texture sableuses

3° Sols calcimorphes faiblement humifères
à horizon (B) brun, bien développé :
Sol brun calcaire : (B) polyédrique brun

Sols apparentés

Rendzines à gypse

Classe V. — *Sols isohumiques*

Définition. — Sols à incorporation profonde de matière organique (A_1 épais), très humifiée et très polymérisée, à taux de saturation en bases (Ca et Mg) en général élevé.

1° Sols isohumiques à complexe partiellement désaturé en surface
pédoclimat relativement humide :
Brunizem

2° Sols isohumiques à complexe saturé
pédoclimat très froid :
Humifère : Chernozem
Moyennement humifère : Sols châtains
Peu humifères : Sols bruns isohumiques

3° Sols isohumiques à complexe saturé et à pédoclimat très contraste :
Sols marrons
(sous-groupes : modal - à croûte calcaire - vertique)
Sols bruns Sierozems

4° Sols à pédoclimat très sec : croûte gypsocalcaire :
Sols gris subdésertiques

5° Sols isohumiques à complexe saturé, à pédoclimat chaud :
Sols bruns subarides

Classe VI. — *Sols brunifiés* (à mull)

Définition. — Sol à humus de type mull (parfois moder), non calcaire, caractérisé par un horizon d'altération (B), de couleur brune, ou par un horizon d'accumulation B_t de type « argillique ».

Tableau n° 20.3

1° SOLS BRUNS TEMPÉRÉS :
entrainement très faible ou nul de l'argile et du fer :

Sols bruns calciques
Sols bruns modaux
Sols bruns acides
Sols bruns andiques
Sols bruns marmorisés
Sols bruns cryptopodzoliques
Sols bruns faiblement lessivés

2° SOLS LESSIVÉS ATLANTIQUES :
entrainement marqué de l'argile et du fer : A_1 peu épais, horizon B de type argillique :

Sols bruns lessivés (souvent avec faciès « marmorisé »)
Sols lessivés modaux
Sols lessivés acides
Sols lessivés podzoliques
Sols lessivés à pseudogley

3° SOLS LESSIVÉS CONTINENTAUX OU BORÉAUX :
A_1 épais - B_t argillique :

Sols gris forestiers
Sols dermo-podzoliques
Sols gris lessivés boréaux

SOL APPARENTÉ

Sol brun eutrophe tropical

CLASSE VII. — *Sols podzolisés*

DÉFINITION. — Humus de type mor ou moder : altération très poussée des silicates, migration importante des sesquioxydes complexés avec formation d'un B « spodique ».

1° SOLS PODZOLISÉS ATLANTIQUES NON OU PEU HYDROMORPHES :

Podzols : ferrugineux, humo-ferrugineux, humiques
Sols podzoliques
Sols podzoliques et podzols à hydromorphie profonde
Sols ocre podzoliques
Sols humo-cendreux

2° SOLS PODZOLISÉS HYDROMORPHES
sur l'ensemble du profil :

Podzols humiques à gley
Podzols ferrugineux hydromorphes

3° SOLS PODZOLISÉS À PÉDOCLIMAT FROID :

Podzols boréaux
Podzols alpins

SOLS APPARENTÉS

Podzols de nappe tropicaux

CLASSE VIII. — *Sols ferrugineux de climat chaud*

DÉFINITION. — Sols très colorés (ocre ou rouge) riches en oxydes de fer, fortement individualisés mais dépourvus d'alumine libre.

1° SOLS FERSIALLITIQUES :

Liaison forte entre les oxydes de fer et les argiles de type illite dominante :

a) *Sols bruns fersiallitiques*

Sols bruns fersiallitiques lessivés
Sols bruns fersiallitiques non lessivés (peu évolués ou remaniés)

b) *Sols rouges fersiallitiques*

Sols rouges fersiallitiques brunifiés (en surface)
Sols rouges fersiallitiques lessivés
Sols rouges fersiallitiques non lessivés (peu évolués ou remaniés)

2° SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX :

faible liaison entre les oxydes de fer et les argiles de type kaolinite dominante (parfois illite+kaolinite) :

Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés
Sols ferrugineux tropicaux lessivés (avec ou sans concrétions)
Sols ferrugineux tropicaux appauvris

Tableau n° 20.4

Classe IX. — *Sols ferrallitiques*

Définition. — Sols à altération complète des minéraux primaires, riches en goethite et souvent en gibbsite, à argiles de type kaolinite (horizon *oxique*)

1° Ferrallites :

Sols riches en gibbsite et en goethite, pauvres en kaolinite

2° Sols ferrallitiques :

sols très riches en kaolinite, pauvres en gibbsite :

Sols ferrallitiques peu désaturés

Groupes (et sous-groupes) : typiques, appauvris, remaniés, indurés

Sols ferrallitiques moyennement désaturés

Groupes (et sous-groupes) : typiques, humifères, appauvris, remaniés, hydromorphes, indurés

Sols ferrallitiques très désaturés

Groupes (et sous-groupes) : typiques, humifères, remaniés, appauvris, lessivés, hydromorphes, indurés

Classe X. — *Sols hydromorphes*

Définition. — Sols dont la saturation par l'eau, temporaire ou permanente, affecte la quasi-totalité du profil et provoque une réduction du fer accompagnée souvent d'une mobilisation et d'une migration localisée de cet élément.

1° Pseudogley : Sols peu humifères à nappe temporaire perchée :

Pseudogley de surface (à nappe superficielle)
Pseudogley à nappe perchée
Pseudogley podzolique

2° Stagnogley : Sols humifères à nappe stagnante, supermanente (montagne) :

Stagnogley modal
Stagnogley podzolique
Stagnogley de pente (circulation lente de la nappe)
Molkenpodzol

3° Gley : Sols à nappe permanente peu profonde et réductrice :

Gley minéral
Gley humique (2 types : avec, ou sans horizon d'oxydation)
Gley-podzol
Amphigley
Gley alluvial (semi-gley)

4° Tourbes : Sols organiques à nappe permanente et superficielle :

Tourbe oligotrophe : fibreuse, évoluée (type mor)
Tourbe eutrophe : fibreuse, semi-fibreuse, évoluée (type « muck »)

Sols apparentés

Pélosols : Sols à engorgement du profil par l'eau capillaire :

Pélosol brunifié
Pélosol pseudogley
Pélosol vertique

Classe XI. — *Sols sodiques*

Définition. — Sols caractérisés par la présence de sels de sodium solubles, ou par la présence de sodium échangeable dans le complexe absorbant.

1° Sols à sels de sodium et à structure non dégradée :

Sols salins : solontchak

2° Sols à complexe sodique, à structure dégradée :

Sols alcalins : solontchak-solonetz
Sols sodiques à horizon B (natrique) : solonetz
Sols sodiques à horizon blanchi : solod

Le sol est envisagé dans sa totalité depuis la surface jusqu'à la roche-mère intacte. La classification est faite pour être utilisée par les cartographes.

Si l'on examine la classification à ses différents niveaux, on peut faire les constatations suivantes :

a) les classes sont fondées sur "le degré d'évolution du sol et le développement du profil". Cette notion, qui paraît analogue à celle qui a présidé à l'ordonnance des sols dans l'ouvrage de KUBIENA[1], est à l'origine de la présentation des sols suivant la succession morphologique : (A) R, A C, A(B)C, A B C.

La présence d'une classe de *"sols minéraux bruts"* apparaît tout à fait normale. Il s'agit de sols encore très fortement marqués par les roches-mères non altérées et où l'accumulation de matières organiques est à peine perceptible. La différenciation en horizons est à peine perceptible. Ces sols s'observent sous toutes les latitudes, et pour des raisons variées.

La classe des *"sols peu évolués"* apparait beaucoup moins heureuse ; sa définition est très difficile. Ou bien aucune tendance nette n'est discernable dans le profil et le sol doit être rattaché à la classe précédente, ou bien, ces tendances sont discernables et le sol doit être rattaché à une autre classe. Il devient très difficile de respecter la règle qui veut que l'horizon A, qui est un horizon minéral, ne contienne pas de matière minérale qui n'ait pas subi d'altération sensible. DUCHAUFOUR[2] remplace cette classe par celle des *"sols à profil peu différencié"*, où il ne doit pas y avoir d'horizon (B), tout en reconnaissant que *"si cet horizon existe, il est masqué par une incorporation profonde de matière organique"*. Il n'y a guère de classe de sol où l'on ne puisse trouver cette *"incorporation profonde"*. Ceci est particulièrement vrai pour les andosols, mais aussi, les vertisols, les sols calcimagnésiques, les sols isohumiques, les sols brunifiés et même les sols ferrallitiques.

(1) KUBIENA, 1954.
(2) DUCHAUFOUR, 1970.

Les classes autres que *"sols minéraux bruts"* et *"sols peu évolués"* appartiennent donc aux sols évolués. Ils se distinguent par: l'aspect géochimique matérialisé par le mode d'altération et les produits qui en sont issus, la matière organique, l'eau, les produits solubles.

Les critères qui permettent de distinguer les classes les unes des autres n'apparaissent pas très clairement. Il n'y a pas de fil conducteur permettant de passer d'une catégorie à une autre. On ne voit pas, par exemple, sur quelles bases indiscutables un sol est rattaché à la matière organique plutôt qu'à la matière minérale. Pour certains sols de couleur brune, on souhaiterait des arguments vraiment déterminants pour permettre le choix entre sols calcimagnésiques, sols brunifiés, sols fersiallitiques etc. La définition des unités supérieures n'a pas été poussée suffisamment loin pour permettre leur délimitation précise.

Le choix de *"l'isohumicité"* de la matière organique comme critère du plus haut niveau, n'apparait pas très heureux car les modes et surtout les limites de cette répartition ne sont pas fournis de manière nette. Il existe, et ceci n'apparait pas souhaitable, des sols isohumiques qui ne contiennent que très peu de matière organique. Celle-ci ne joue donc qu'un rôle négligeable par rapport à la fraction minérale nettement prédominante.

L'importance attachée au calcaire, en tant que roche-mère et constituant, et au calcium ionique apparaît excessive, même si c'est pour rendre compte des caractéristiques dominantes de quelques sols fréquents en France et en Europe. En effet, pour beaucoup de sols, classés dans d'autres catégories, il peut exister des horizons dont les caractères morphologiques sont déterminés par la présence d'ions alcalino-terreux. La distinction entre cette classe et les autres classes n'est pas, en outre, nettement établie.

Les sols brunifiés apparaissent difficilement identifiables en se servant de la définition de la classe. En effet, la couleur brune du sol, l'horizon de mull, l'horizon (B) d'altération ou B d'accumulation existent dans bien d'autres sols, seuls ou ensemble.

La définition des sols podzolisés fondée d'abord sur la présence d'un mor et d'une morphologie particulière est nettement améliorée par le recours aux caractères spécifiques de l'horizon B podzolique, analogues à celles retenues pour l'horizon B spodique[1].

Les sols sodiques regroupent, dans un même ensemble, des sols qui contiennent des sels et d'autres qui n'en contiennent pas.

L'ordre dans lequel les sols ont été présentés apparaît manquer de logique. Les andosols, les vertisols, les sols à hydroxydes, les sols ferrallitiques doivent l'essentiel de leurs propriétés aux constituants minéraux. Ils sont séparés en deux par trois classes de sols (isohumiques, brunifiés et podzolisés) où l'horizon humifère a une importance majeure.

On peut passer, sur le terrain, graduellement et dans certaines conditions, d'une classe (ou sous-classe) à une autre. C'est une raison supplémentaire pour mieux préciser les définitions de chaque catégorie et les limites de chacune d'entre elles.

b) Les Sous-Classes. La classification fait intervenir l'environnement à ce niveau. Il est alors fait référence au *"pédoclimat"* dont il est dit qu'il est *"difficile à préciser"*[2]. Les références aux climats utilisées manquent, à l'évidence, de clarté et précision comme *"climat tempéré, climat tempéré humide, tempéré continental ; pédoclimat très froid, frais pendant les saisons pluvieuses"*... etc. L'absence de définition des termes utilisés rend tout classement impossible. De plus, le nombre de possibilités climatiques étant considérable, il aurait fallu se référer à une classification des climats ; même ainsi l'on trouve sans peine des sols dont l'environnement climatique ne correspond pas à ceux qui ont été prévus. Enfin, il faudrait être assuré que, comme pour les classifications géographiques russes et soviétiques, les conditions climatiques actuelles sont bien celles qui sont responsables de la formation des sols que nous observons. Pour la classe des sols ferrallitiques[3], on a tenté de court-circuiter les conditions climatiques en les remplaçant

(1) cf. Soil Taxonomy p. ; (2) AUBERT, 1965 ; (3) AUBERT et SEGALEN, 1966.

par des caractéristiques que l'on considérait en être directement issues. Le nombre d'exceptions provoquées, à n'en pas douter, par des variations climatiques intervenues depuis la formation des sols, est tel qu'il faut y renoncer.

On voit donc apparaître, aux niveaux supérieurs de la classification un des défauts majeurs, qui est l'absence de définition précise des modes d'évolution et de l'environnement qui leur est associé. Il en résulte des ambiguités telles que pour certains sols il est difficile de décider dans quelle catégorie ils doivent être placés. Ce sont alors des éléments subjectifs qui décident de la classification.

c) Les autres unités. Les groupes sont fondés sur des caractéristiques morphologiques et physico-chimiques. Ils constituent des ensembles relativement homogènes et beaucoup mieux délimités. Mais ici encore, la précision laisse beaucoup à désirer. Un sol, décrit par exemple au niveau des groupes[1], comme formé *"le plus souvent sur des matériaux assez argileux (sont) relativement riches en matières organiques ..."* ne pourra évidemment être identifié avec sécurité. De cette manière, plusieurs sols peuvent être classés différemment par plusieurs pédologues qui ne pourront alors manquer de se laisser influencer par leurs tendances personnelles[2].

Les sous-groupes, lorsqu'ils constituent de véritables intergrades ou extragrades, sont facilement compréhensibles, mais ici encore, les limites entre deux unités ont besoin d'être définies.

Peu d'indications précises sont fournies sur les unités inférieures.

Le vocabulaire utilisé est toujours traditionnel, en ce sens qu'il fait toujours appel à des mots usuels ou déjà utilisés dans la littérature pédologique. Aucun vocable nouveau n'a été introduit qui soit propre au système. Ceci se traduit par le recours à des noms assez longs, et d'autant plus longs que l'on descend vers les unités moyennes.

(1) AUBERT, 1965 ; (2) Ce que G. SMITH, 1965, déclare avec force qu'il faut éviter.

Le projet de classification écologique de DUCHAUFOUR[1] appelle quelques observations particulières. Elle prend pour base les fondements proposés par DOKUCHAEV et que rappellent les auteurs modernes comme SCHRÖDER[2] ou GERASIMOV[3] : l'ensemble des facteurs du milieu, par conséquent l'écologie sont responsables des processus et des caractères. On ne dira jamais assez combien cette trilogie est fondamentale pour expliquer les sols. Son application à la classification apparait, par contre, très discutable, pour les deux raisons principales déjà maintes fois exposées, à savoir que : a) le cadre écologique a besoin d'être défini avec précision. On ne peut, pour établir une classification, se contenter des vocables *"climat tempéré", "climat boréal", "climat chaud"* etc. Le ferait-on d'ailleurs, qu'on ne pourrait manquer rapidement d'avoir des difficultés avec les sols dont l'évolution est conditionnée par un facteur stationnel et on ne sait pas exactement jauger avec exactitude ce qui revient au bioclimat et à la station. Il est évident que l'on ne peut se satisfaire dans une classification de termes aussi peu précis que ceux qui ont été relevés dans l'exposé du système[4].

d) La définition du milieu est toujours présentée comme celui qui agit actuellement. Or, on sait de mieux en mieux, que les sols ont mis très longtemps à se former, que très souvent l'état actuel, de l'ensemble constituants et morphologie, est héritée de conditions anciennes, variées.

Par conséquent, l'approche écologique est particulièrement utile pour comprendre la genèse et tout spécialement la dernière partie de celle-ci, mais ne peut pas résoudre les problèmes posés par la classification.

CONCLUSIONS.

Cette reflexion sur la classification française permet donc de formuler un certain nombre de constatations.

1. Elle s'est voulue, aux niveaux supérieurs, génétique ; elle a cherché à inclure, dans cet ordre l'évolution des sols et les facteurs de cette évolution. Aux niveaux moyens, elle s'est voulue morphologique.

(1) DUCHAUFOUR 1976 a et b ; (2) SCHRÖDER, 1971 ; (3) GERASIMOV, 1974 ; (4) comme : *"action prolongée", "végétation naturelle installée depuis longtemps ... etc.*

2. Elle s'est heurtée à tous les niveaux essentiellement à des définitions insuffisantes, et des évolutions, et des résultats de ces évolutions, et des morphologies dont il fallait rendre compte.

3. Elle a considéré comme assuré que les facteurs de l'environnement et les évolutions étaient liés par des relations de cause à effet. C'est peut-être vrai dans certains cas, ce ne l'est certainement pas dans d'autres, et ceci rend impossible toute généralisation.

4. Le vocabulaire s'est révélé trop lié à la tradition pour rendre compte de toutes les situations.

Les difficultés rencontrées sont d'ailleurs à peu près les mêmes dans toutes les classifications génétiques.

2.5. QUELQUES AUTRES CLASSIFICATIONS GENETIQUES A VOCATION UNIVERSELLE.

Un certain nombre de classifications ont été publiées dans la littérature pédologique essentiellement dans le but d'éclairer les problèmes posés par tout système de classification des sols. Elles ne résultaient pas comme les précédentes de la mise en ordre de données accumulées par de très nombreuses prospections sur un territoire considérable, mais plutôt de réflexions générales sur les sols présentés dans la littérature.

2.5.1. La classification de ROBINSON.

Cette classification apparaît dans la troisième édition de son traité[1]. Sa vocation universelle est évidente. Les subdivisions suivantes apparaissent ; elles ne portent pas de nom. (Tableau 21).

1. Les Sols bien drainés ; les sols mal drainés.
2. La percolation de l'eau à travers le profil (le terme de percolation a été préféré à lessivage car il désigne la facilité variable avec laquelle l'eau circule à travers le profil).
3. Présence ou absence d'humus brut ; données climatiques (telles que arctique, tempéré, subtropical, tropical).
4. Des unités qu'on peut assimiler à *"great soil group"* des classifications américaines ou *"type"* des soviétiques.

(1) G.W. ROBINSON, 1949.

- Soils with free drainage		
+ Completely leached Pedalfers	with Raw Humus	1. Humus podzols 2. Iron podzols
	absence of raw humus	3. Brown earths 4. Degraded chernozems 5. Prairie soils 6. Yellow Podzolic soils 7. Red Podzolic soils 8. Tropical red loams 9. Ferralites
+ incompletely leached Pedocals	—	10. Chernozems 11. Chestnut soils 12. Brown desert soils 13. Grey desert soils
- Soils with impeded drainage		
+ absence of soluble salts	Subarctic	14. Tundra
	Temperate	15. Gley soils 16. Gley podzols 17. Peat podzols 18. Peat soils
	Subtropical and Tropical	19. Vley soils
+ présence of soluble salts	—	20. Saline soils 21. Alcaline soils 22. Soloti

Tableau n° 21 - Classification des sols de G.W. ROBINSON, 1949.

Dans cette classification, on voit apparaître des facteurs de formation, comme les climats ou le drainage, mélangés à des processus (leaching), des constituants (raw humus). Cette tentative a beaucoup intéressé les spécialistes mais ne semble pas avoir été adoptée.

2.5.2. La classification de DEL LLANO.

DEL LLANO[1] propose un schéma de classification (Tableau 22) où les caractéristiques chimiques et morphologiques apparaissent au niveau le plus élevé. Deux ordres dénommés *oxyhydrodynamique* et *halohydrodynamique* sont divisés à leur tour en huit sous-ordres : *regosols, calcisols, pseudo-podzols, semi-podzols, podzols, latosols, gleysols, alkalisols*. A ces unités supérieures correspondent des familles et des types, comme unités moyennes.

Malheureusement, aucune explication n'est fournie avec ce tableau ; aucune justification n'est présentée, aucune limite n'est proposée entre les unités. Par conséquent, le lecteur qui souhaite obtenir davantage de précision sur cette tentative, manque des informations essentielles.

2.5.3. La classification de TOMASZEWSKI.

TOMASZEWSKI[2] présente une classification à trois niveaux (Tableau 23).

a) Catégories. Elles sont fondées sur les conditions bioécologiques de l'environnement. Quatorze catégories ont été reconnues, dont dix correspondent à une distribution zonale. Une catégorie, celle des montagnes, est très hétérogène.

b) Les Types. regroupent des sols présentant une identité dans la morphologie et dans les propriétés physiques et chimiques.

c) Les Genres sont différenciés d'après les roches-mères.

C'est évidemment au niveau des catégories que le système est critiquable. Les types et les genres rassemblent de grandes unités facilement identifiables.

(1) DEL LLANO, 1956 ; (2) TOMASZEWSKI, 1964.

Les catégories sont introduites tantôt par une formation végétale (toundra, forêt, turf... etc), tantôt par un climat (subtropical, tropical ...), tantôt encore par un processus (halomorphie, hydromorphie). Le terme de sol forestier est particulièrement mal choisi car il existe des forêts dans des régions très variées du monde. Les définitions sont nettement insuffisantes : qu'est-ce qu' un *climat modérément aride* ? Peut-on vraiment dire que l'environnement des steppes arides est analogue à celui des savanes subtropicales ? Le fait de mettre un sol forestier en culture, le transforme en sol cultivé ... etc. Rien n'est indiqué pour faciliter le passage d'une catégorie à une autre aucune limite n'est envisagée.

Le recours à un facteur bioécologique implique de savoir le définir correstement, et de connaître sa responsabilité de la formation des sols.

Tableau n° 22.1

Classification Phylogénétique des sols du Monde.

L. DEL LLANO. 6e Cong. Intern. Sci. Sol, Paris, 1956.

Orders	Suborders	Families	Types	(Synonyms)	Varieties (equivalent to Soil Series)	Sub-varieties (equivalent to Soil Types)
OXYHYDRODINAMIC SOILS	Regosols *	Lithosol Soils (entirely juvenile). Lithosol Soils (entirely juvenile). Xerosol Soils (climax crude soils of cold and dry desert).	Types based on rock composition.			
	Calcisols	Chernozem Soils.	Cher. Prototype. Cher. Neotype. Cher. Lithotype. Cher. Paleotype.	(Chernozem) (Aluvial) (Lithosol) (Planosol)		
		Chestnut Soils.	Ch. Prototype. Ch. Neotype. Ch. Lithotype. Ch. Paleotype.	(Chestnut) (Aluvial) (Lithosol) (Planosol)		
OXYHYDRODINAMIC SOILS	Calcisols	Reddish Chestnut Soil.	R. Ch. Prototype. R. Ch. Neotype. R. Ch. Lithotype. R. Ch. Paleotype.	(Chestnut) (Aluvial) (Lithosol) (Planosol)	Varieties (equivalent to Soil Series)	Sub-varieties (equivalent to Soil Types)
		Brown Soils.	Br. Prototype. Br. Neotype. Br. Lithotype. Br. Paleotype.	(Aluvial) (Lithosol)		
		Reddish Brown Soils.	R. Br. Prototype. R. Br. Neotype. R. Br. Lithotype. R. Br. Paleotype.	(Aluvial) (Lithosol)		
		Sierozem Soils.	Si. Prototype. Si. Neotype. Si. Lithotype. Si. Paleotype.	(Aluvial) (Lithosol)		
		Desert Soils.	Des. Prototype. Des. Neotype. Des. Lithotype. Des. Paleotype.	(Aluvial) (Lithosol)		
		Red Desert Soils.	R. Des. Prototype. R. Des. Neotype. R. Des. Lithotype. R. Des. Paleotype.	(Aluvial) (Lithosol).		
		Rendzina Soils.	Rend. Prototype. Rend. Neotype. Rend. Lithotype. Rend. Paleotype.	(Rendzina) (Protorendzina)		
	Pseudo-podzols	Soloth Soils.	S. Prototype. S. Neotype. S. Lithotype. S. Paleotype.	(Soloth) (Solodized-solonetz)		
	Semi-podzols	Prairie Soils.	Pr. Prototype. Pr. Neotype Pr. Lithotype. Pr. Paleotype.	(Prairie) (Aluvial) (Lithosol) (Planosol)		
		Reddish Prairie Soils.	R. Pr. Prototype. R. Pr. Neotype. R. Pr. Lithotype. R. Pr. Paleotype.	(Reddish Pr) (Aluvial) (Lithosol) (Planosol)		
		Shantung Brown Soils.	Sh. B. Prototype. Sh. B. Neotype. Sh. B. Lithotype. Sh. B. Paleotype.	(Shantung B) (Aluvial) (Lithosol)		
		Degraded Chernozem Soils.	D. Cher. Prototype. D. Cher. Neotype. D. Cher. Lithotype. D. Cher. Paleotype.			

* Taken from Regolith.

Tableau n° 22.2

Orders	Suborders	Families	Types	(Synonyms)	Varieties (equivalent to Soil Series)	Sub-varieties (equivalent tot Soil Types)
OXYHYDRODINAMIC SOILS	Podzols	Gray Podzolic Soils (Podzol).	G. P. Prototype. G. P. Neotype. G. P. Lithotype. G. P. Paleotype.	(Podzol)		
		Brown Podzolic Soils.	Br. P. Prototype. Br. P. Neotype. Br. P. Lithotype. Br. P. Paleotype.			
		Gray Brown Podzolic Soils.	G. B. P. Prototype. G. B. P. Neotype. G. B. P. Paleotype. G. B. P. Lithotype.			
		Red - Yellow Podzolic Soils.	R. Y. P. Prototype. R. Y. P. Neotype. R. Y. P. Lithotype. R. Y. P. Paleotype.			
		Yellow Podzolic Soils.	Y. P. Prototype. Y. P. Neotype. Y. P. Lithotype. Y. P. Paleotype.			
	Latosols	Various families of Latosolic Soils.				
	Gleisols	Tundra Soils.	T. Prototype.			
		Ground Water Podzolic Soils *.	G. W. P. Prototype.			
		Ground - Water Latosolic Soils *.	G. W. L. Prototype.			
		Low-Humic Glei Soils.	L. H. G. Prototype.			
		Humic-Glei Soils.	H. G. Prototype.			
		Half Bog Soils.	H. B. Prototype.			
		Bog Soils.	Bog Prototype.			
HALOHYDRODINAMIC SOILS	Alkalisols**	Manglar Soils (intertropical mangroove swamps).	M. Prototype.	(Aluvial)		
		Solonchak Soils.	Sol. Prototype. Sol. Neotype. Sol. Lithotype. Sol. Paleotype	(solonchak) (Marine orig) (Solonchak-solonetz)		
		Solonetz Soils.	So. Prototype. So. Neotype. So. Lithotype. So. Paleotype.	(Solonetz) (Solonchak-solonetz) (Solonetz-soloth)		
		Organic Soils (rich in soluble salts) **				

* Provisional.
** As suggested and mentioned by W. P. Kelley.

Tableau n° 23

Schéma de classification des sols du Monde.

TOMASZEWSKI, 8e Cong. Intern. Sci. Sol (Bucarest), 1964.

Categories of soils	Types and kinds of soils
1. Tundra soils	Gray gley soils, peat-gley soils
2. Forest soils	Podzol soils, brown soils, gray-brown soils, alluvial soils, laterite soils, rendzina soils.
3. Turf soils	Turf-meadow soils, turf-pasture soils, humus and dark-brown prairie soils
4. Steppe soils	Chernozems, degraded chernozems
5. Arid steppe soils	Chestnut soils, dark-brown soils, gray earth of arid steppes
6. Semidesert soils	Gray-brown soils of the semidesert, gray earth
7. Desert soils	Primitive soils, of the desert, sand, clay, and stony soils
8. Subtropical savanna soils	Gray-Brown soils, Reddish-Brown soils, Terra-rossa
9. Subtropical humid soils	Red earth, yellow-brown humid soils, laterites, black earth
10. Tropical humid soils	Red earth, red clays, laterites, black earth
11. Cultivated soils	Post-podzol soils, gray-brown soils, chernozems, rendzinas, alluvial soils, red earth, yellow earth, irrigated soils, peat soils
12. Alluvial soils	Stratified mineral soils, mineral-humus soils, slime-swamp alluvial soils
13. Hydromorphic soils	Peat soils, peaty gley soils, moorsh soils, mineral-humus soils
14. Halomorphic soils	Solontchak soils, solonetz soils
15. Mountain complexes	Mountain forest soils, mountain turf soils, cultivated mountain soils, peaty mountain soils, soils of mountain basins

3. LES CLASSIFICATIONS GENETIQUES INCOMPLETES EN ZONE TEMPEREE.

Les classifications incomplètes s'appliquent à un territoire bien circonscrit, pays ou groupe de pays ; de ce fait, elles ne concernent qu'un nombre limité de sols et, par conséquent, ne peuvent prétendre à l'universalité comme les classifications précédentes.

Elles sont bâties, ou bien sur un modèle génétique particulier, ou bien sur un schéma analogue à l'un de ceux qui existent ailleurs. Ce type de classification est destiné aux légendes des cartes de sols d'un ou plusieurs pays. Il a pour inconvénient de mettre trop en valeur un ou plusieurs processus ou types de sols dont l'importance n'est pas niable pour le pays en question, mais qui peut paraître excessive par rapport à l'ensemble des autres sols du monde. Sur le plan des connaissances, cette attitude peut, par contre, être bénéfique.

Ces classifications peuvent être regroupées suivant leur application géographique. Les unes intéressent la zone tempérée, les autres la zone intertropicale. Dans les premières : les classifications de pays européens, d'Israël, de Nouvelle-Zélande, d'Uruguay; dans les secondes : les classifications africaines et australienne.

3.1. LA CLASSIFICATION DES SOLS CONCERNANT LES PAYS EUROPEENS.

En 1953, KUBIENA présenta un ouvrage superbement illustré intitulé *"The Soils of Europe"*, qui constitue un ouvrage de base, car, aux descriptions détaillées de chaque sol correspondent des illustrations en couleur qui permettent d'identifier et de se remémorer les catégories présentées. Les cinq regroupements de sols étaient effectués de la manière suivante.

- Sols à profil (A)C. La vie existe dans le sol, mais il n'y a pas d'horizon humifère reconnaissable.
- Les Sols à profil A C, ont un horizon humifère distinct, mais pas d'horizon B.
- Les Sols à profil A(B)C, n'ont pas d'horizon illuvial mais uniquement un horizon (B) d'altération.
- Les Sols à profil A B C, ont un horizon B illuvial développé.
- Les Sols à profil B/ABC ont en surface des matériaux illuviaux remontés par capillarité et précipités irréversiblement.

Chaque catégorie est divisée en trois, d'après la qualité du drainage : *subaquatique*, toujours sous l'eau ; *semi-terrestre*, à engorgement intermittent ; *terrestre*, non hydromorphe.

Les horizons humifères sont décrits avec beaucoup de détail tandis qu'un vocabulaire très varié est mis en oeuvre pour les désigner.

L'ensemble des sols est présenté en suivant les trois classes de drainage énumérées précédemment. La première classe comprend des sols non tourbeux et des sols tourbeux. La deuxième classe comprend une variété de sols hydromorphes, riches ou non en matière organique, mais aussi les sols salins et à alcalis. La troisième classe présente l'ensemble des autres sols d'Europe y compris des latosols considérés comme des reliques.

Le schéma des classification de KUBIENA est axé sur le développement morphologique et la succession qui est indiquée est celle que suivra la classification française[1]. On peut s'interroger sur les raisons qui ont conduit l'auteur à placer les latosols qui se développent sur de grandes épaisseurs, avant les sols bruns. On peut s'étonner également de la très faible importance accordée au lessivage. Les sols lessivés, dont on sait qu'ils sont très répandus en Europe, sont difficiles à trouver, sinon associés aux podzols.

Enfin, si les horizons humifères ont été minutieusement analysés, les caractères distinctifs et spécifiques n'apparaissent pas avec suffisamment de netteté. Les horizons minéraux font l'objet de quelques études micromorphologiques qui sont certainement parmi les premières du genre. Par contre, la nature même des constituants n'est que très sommairement indiquée.

Cette classification est présentée par son auteur comme naturelle car elle permet au niveau de différenciation morphologique voulu d'insérer tout sol nouveau qui viendrait à être découvert.

(1) AUBERT et DUCHAUFOUR, 1956.

3.2. La classification des sols en Allemagne.

C'est MÜCKENHAUSEN[1] qui en Allemagne Fédérale a été l'animateur de la classification. La conception de ses diverses "*approximations*" s'inspire très directement de l'ouvrage de KUBIENA.

MÜCKENHAUSEN propose les niveaux de classification suivants: *abteilung* (ou section) *klasse* (ou classe), *type subtype* (équivalents de groupe et sous groupes). Quatre sections sont prévues au lieu des trois de KUBIENA : *sols terrestres, semi-terrestres, subhydriques, de marais*. Diverses expressions nouvelles apparaissent, dont certaines seront reprises dans des pays voisins comme la France, la Pologne ou la Grande-Bretagne : (Tableau 24)

Les Plastosols sont considérés comme des sols fossiles qui se sont développés au tertiaire ou au quaternaire ; ils sont très argileux et très riches en kaolinite.

Les Staunässe böden sont des sols à mauvais drainage interne où se développe le pseudogley.

Les Pelosols dérivent de marnes et d'argiles. Il s'agit de sols très argileux à mauvais drainage interne et où l'on ne distingue pas d'horizon B.

Les Terrae Calcis sont des sols reposant sur des calcaires ou dérivant des calcaires.

Les Latosols sont l'équivalent des sols ferrallitiques. Ils sont développés sur les basaltes du Vogelsberg.

Cette classification est résolument génétique. Son auteur considère qu'elle s'appuie sur "*des hypothèses de travail et non sur des spéculations*". Elle est descendante. Le vocabulaire comme celui de KUBIENA, est vernaculaire formé par un mélange de termes allemands et européens.

Cette classification est complétée par celle de la République Démocratique Allemande présentée par EHWALD[2]. Elle utilise des termes analogues à ceux de KUBIENA et de MÜCKENHAUSEN. Sa présenta-

(1) MÜCKENHAUSEN, 1962, 1965 ; (2) EHWALD, 1967.

tion est analogue aux précédentes puisque les divisions essentielles sont les sols anhydromorphes, hydromorphes (avec traits hydromorphes au-dessus de 60-70 cm), complètement hydromorphes minéraux, complètement hydromorphes organiques (Tableau 25).

3.3. La classification des sols en Grande-Bretagne.

La classification des sols en Angleterre et au pays de Galles a été menée à bien par AVERY[1] qui présente successivement deux versions, qui se rapprochent de la classification de KUBIENA, ainsi que de celle de la France.

En 1956, l'ensemble des sols est réparti en deux grandes divisions : les sols automorphes ou terrestres, c'est à dire les sols bien drainés ou assez bien drainés, et les sols hydromorphes ou semi-terrestres. Chaque division comporte des grands groupes et des sous-groupes. La première division comprend : sols bruts, sols humifères de montagne, sols calcaires, sols lessivés à mull, sols podzolisés (à mor). La deuxième comprend : sols alluviaux, sols gris hydromorphes, podzols à gley, tourbeux à anmor, tourbes.

A chaque groupe est affecté un type de profil avec ses horizons caractéristiques. Au niveau des sous-groupes apparaissent des unités comme rendzine, sol brun ... etc.

La classification de 1973 est bâtie de manière un peu différente. Les divisions, liées à la présence ou l'absence d'hydromorphie, ont disparu. Elle comprend maintenant quatre niveaux : grand groupe, groupe, sous-groupe, série.

La série a une valeur surtout locale, comme aux U.S.A. Les trois premières subdivisions s'appuient sur : 1) la composition du matériau-sol à des profondeurs définies, 2) la présence ou l'absence d'horizons diagnostiques qui traduisent le degré ou le mode d'altération du matériau originel.

(1) AVERY, 1956, 1973.

Tableau n° 24.1

Les catégories supérieurs de la classification des sols de la République Fédérale d'Allemagne.

E. MÜCKENHAUSEN, in Pédologie, 1965.

A Terrestrial soils

Klassen (classes)	*Typen (types)*
a Terrestrische Rohböden (terrestrial soils with beginning of soil formation)	I Alpiner Rohboden (alpine Rohboden)
	II Arktischer Strukturboden (arctic structure soil — tundra soil)
	III Syrosem (extremely shallow lithosol)
b A-C-Böden (soils with A-C-profile unweathered in the subsoil)	I Ranker
	II Rendzina
	III Pararendzina
c Steppenböden (dry prairie soils)	I Tschernosem (chernozem)
	II Brauner Steppenboden (brown prairie soil)
d Pelosole (highly clayey soils derived from clay-sediments)	I Pelosol
e Braunerden	I (Typische) Braunerde
	II Parabraunerde
	III Fahlerde (pale Parabraunerde with very strong eluviation)
f Podsole (podzols)	I Podsol (podzol)
	II Bändchen-Podsol (podzol with thin iron pan)
g Terrae calcis	I Terra fusca
	II Terra rossa
h Plastosole (palaeosols highly clayey and high in kaolinite)	I Braunlehm
	II Graulehm
	III Rotlehm
i Latosole (latosols)	I Roterde (red latosol)
	II Gelberde (yellow latosol)
k Staunässeböden (soils with occasional wetness due to low permeability)	I Pseudogley
	II Stagnogley (Pseudogley wet over a long period)
l Terrestrische anthropogene Böden (terrestrial man made soils)	I Plaggenesch (plaggen soil)
	II Hortisol (old garden soil)
	III Rigosol (very deep mixed soil, e.g. in vineyards)

Tableau n° 24.2

B Semiterrestrial soils

Klassen (classes)	*Typen (types)*
a Auenböden (soils in the valleys with a strongly fluctuating water table)	I Rambla (Auenboden with beginning soil formation)
	II Paternia (young Auenboden)
	III Borowina (rendzinalike Auenboden)
	IV Tschernosemartiger Auenboden (chernozemlike Auenboden)
	V Vega (brown Auenboden)
b Gleye	I Gley (low humic gley)
	II Nassgley (wet gley)
	III Anmoorgley (humic gley)
	IV Moorgley (gley intergrading to bog soil)
	V Tundragley
c Marschen (marshes)	I Seemarsch (marsh influenced by seawater)
	II Brackmarsch (marsh influenced by brackish water)
	III Flussmarsch (marsh influenced by river water)
	IV Moormarsch (marsh with peat in the subsoil)

C Subhydric soils

	Typen (types)
	I Protopedon
	II Gyttja
	III Sapropel
	IV Dy

D Bog soils

	Typen (types)
	I Niedermoor (bog soils with vegetation depending on ground water)
	II Übergangsmoor (bog soils intergrading between Niedermoor and Hochmoor)
	III Hochmoor (bog soils with vegetation depending on rainfall, highly acid)

Tableau n° 25

Résumé des principaux types de sols de la République Démocratique Allemande.

E. EHWALD, Sov. Soil Sci., 1967.

1. Anhydromorphe Böden (nonhydromorphic soils, i.e., soils without hydromorphic features to a depth of 60-70 cm)
1.1. Nonhydromorphic soils without the features (signs) of Holocene floodplain or colluvial sedimentation
1.1.1. Rohböden (undeveloped soils)
1.1.2. Ranker (after Kubiena and Mückenhausen, but including the poorly developed "Pelosols" of Mückenhausen).
1.1.3. Rendzina (Rendzinas, including Mückenhausen's "Pararendzina")
1.1.4. Schwarzerde (Chernozem)
1.1.5. Braunerde (Brown earth)
1.1.6. Parabraunerde* (in the sense of "Sol brun lessivé" of French and Belgian authors)
1.1.7. Griserde* (transitional soils between Parabraunerde and Chernozem, with black clay films in the B horizon)
1.1.8. Fahlerde (in the sense of typical "Sol lessivé")
1.1.9. Braunpodsol* (in the sense of "Brown Podzolic soil" of American authors)
1.1.10. Rosterde* (only on plowland; cultivated Brown Podzolic and Weakly Podzolic)
1.1.11. Podsol (in the sense of Western European authors: soils with an illuvial horizon of sesquioxides and acidic humus)
1.1.12. Regosol (strongly reworked soils)
1.2. Nonhydromorphic soils with features of floodplain or colluvial sedimentation
1.2.1. Vega (Brown Floodplain and old Floodplain soils after Kubiena)
1.2.2. Colluvial soils (?? soils in thick eroded deposits)
2. Hydromorphic soils (soils with hydromorphic features above 60-70 cm)
2.1. Semihydromorphic soils (hydromorphic soils, whose humus horizons cannot be distinguished from humus horizons of comparable nonhydromorphic soils by thickness, humus content, and form or by color, often with nonhydromorphic transitional horizons between the A and G horizon)
2.1.1. Staugleye (equivalent to Pseudogley after Kubiena and Mückenhausen. Soils with surface wetting. In all probability, not one type but a group of types. Further separation to date not clear. Therefore, we present here only certain subtypes transitional to nonhydromorphic types or transitional types)
2.1.1.1. Schwarzstaugley* (Chernozemlike soils with surface wetting and with hydromorphic features below 40 cm)
2.1.1.2. Braunstaugley* (Brown earthlike soils with surface moisture and hydromorphic features below 40 cm)
2.1.2. Amphigley (after Cornescu: soils with mixed wetting)
2.1.3. Semihydromorphe Grundgleye (semihydromorphic soils with groundwater wetting, most often with nonhydromorphic transitional horizons)
2.1.3.1. Schwarzgrundgley* (Chernozemlike soils with groundwater wetting)
2.1.3.2. Braungrundgley* (Brown Earthlike soils with groundwater wetting)
2.1.3.3. Rostgrundgley* (soils similar to Rosterde but with groundwater wetting)
2.1.3.4. Gleypodsol* (soils with an illuvial-humus or humus-ferruginous horizon and groundwater wetting)
2.2. Completely hydromorphic mineral soils (hydromorphic soils with a higher humus content, darker color, and differing from original nonhydromorphic soils in humus form)
2.2.1. Humusstaugley (in the sense of Mückenhausen's Stagnogley). Completely hydromorphic mineral soils with surface moisture
2.2.2. (Humus-) Grundgleye (in the sense of Mückenhausen's (Eu-) Gley; completely hydromorphic soils with soil gleying and humus content under 15%)
2.2.3. Anmoorgleye* (completely hydromorphic soils with a humus horizon containing 15-30% humus)
2.2.4. Moorgleye* (completely hydromorphic soils with a 20- to 40-cm thick peaty horizon)
2.3. Completely hydromorphic organic soils (with peaty layers over 40 cm thick (lowland, transitional and upland peat soils are distinguished and among them according to thickness of the peaty layer: "Gleymoore" (40-80 cm), "Halbmoore" (semipeaty soils, 80-120 cm) and "Vollmoore" (peaty soils over 120 cm)

*Taxonomic units which are difficult to define at the type or subtype level.

Le matériau-sol peut être organique, minéral, humique, calcaire, ferritique. La nature de l'argile n'est jamais envisagée[1]. Une importance assez grande est accordée aux tourbes et horizons tourbeux.

Les horizons diagnostiques sont analogues et ceux qui ont été décrits dans diverses publications américaines, canadiennes ou britanniques[2]. Il y a quelques références à des données chiffrées en ce qui concerne le pH, la teneur en carbone, le fer.

Les dix grands groupes suivants ont été retenus :

Terrestrial raw soils	*Podzolic soils*
Hydric raw soils	*Surface water gley soils*
Lithomorphic soils	*Ground water gley soils*
Pelosols	*Man made soils*
Brown soils	*Peat (organic) soils*

On note, entre les deux classifications, un changement assez net. La première fortement influencée par KUBIENA et DEMOLON, est très génétique, les facteurs extérieurs se voient attribuer, par le biais de l'hydromorphie, une influence très nette. Cette influence se maintient encore dans la classification de 1973 avec la référence à la nappe phréatique (de surface ou profondeur).

Dans la deuxième, un gros effort pour bien définir les profils, par le biais des horizons diagnostiques, est tenté. On peut regretter que les critères retenus n'apparaissent pas toujours très homogènes : absence d'horizon diagnostique, un constituant particulier comme l'argile des pélosols, le B podzolique etc.

Cette classification est manifestement incomplète. Elle est destinée, avant tout, à la cartographie des sols d'Angleterre et du Pays de Galles. Aucune nouveauté n'est apparue dans le vocabulaire, AVERY s'en tient à celui en usage.

(1) C'est regrettable ; mais on peut penser que les variations de minéraux argileux sont de peu d'influence sur les caractéristiques des sols. (2) cf. 7th Approximation et Soil Taxonomy de l'U.S.D.A. ; the System of Soil Classification for Canada.

3.4. La classification des sols en Pologne.

La classification des sols de Pologne élaborée en 1974[1] comprend les subdivisions suivantes :

Classes - Les sols sont caractérisés par des propriétés biologiques, physiques, chimiques ; leur formation est le résultat de facteurs biotiques et abiotiques identiques dans un environnement géographique déterminé.

Types - C'est l'unité de base de la classification. Il exprime une phase relativement durable d'une direction déterminée par un processus de formation du sol. Le sol est divisé en horizons génétiques qui résultent des changements auxquels le sol est soumis : altération, accumulation de constituants minéraux et organiques.

Sous-types - Il s'agit d'un type modifié par un autre processus de formation du sol qui interfère sur les propriétés biologiques, physiques et chimiques et la morphologie.

Genre - Il est déterminé par la roche-mère ou le substrat du sol.

Espèce - Déterminée par la texture du sol.

Treize classes ont été ainsi déterminées :

1. Sols minéraux bruts non carbonatés.
2. Sols minéraux non carbonatés faiblement développés.
3. Sols calciques.
4. Chernozems.
5. Sols bruns.
6. Podzols.
7. Sols marécageux.
8. Sols de marais.
9. Sols de semi-marais.
10. Sols alluviaux et déluviaux.
11. Sols salins ou halomorphes.
12. Sols cultivés.
13. Sols industriels.

(1) Commission de Genèse, classification ..... 1974.

Ce système est génétique et dans plusieurs parties, présente beaucoup d'analogies avec le système géographique soviétique. Une importance considérable est accordée aux facteurs, aux processus de formation des sols avant d'envisager le sol lui-même.

La définition de l'environnement est particulièrement vague et imprécise. Par exemple, les chernozems se développent dans des *"conditions climatiques modérément humides et chaudes"*, tandis que les sols bruns correspondent à un *"climat modéré, chaud, plus ou moins humide"*. Il paraît très difficile de fixer des limites géographiques quelconques sur ces bases. Il existe deux classes (12 et 13) de sols qui résultent d'activités humaines ; mais leurs caractères distinctifs ne sont pas indiqués.

La classification est descendante. Le vocabulaire est celui que l'on trouve dans les classifications européennes, c'est-à-dire constitué d'un ensemble de termes vernaculaires généralement liés à la couleur.

3.5. LA CLASSIFICATION DES SOLS DANS DES PAYS BALKANIQUES.

On se référera aux classifications présentées pour la Yougoslavie par FILIPOVSKI et al[1], la Roumanie par PAUNESCO et CHIRITA[2] et la Bulgarie par YOLEVSKI et al[3]. Ces trois classifications se rattachent au système géographique soviétique. On retrouve généralement trois niveaux :

L'Ordre s'appuie sur les caractères du drainage automorphe, semi-hydromorphe, hydromorphe ou zonal, intrazonal, azonal.

La Classe (Yougoslavie) est fondée sur une succession déterminée d'horizons (cf. KUBIENA, 1953).

Le "Type génétique" constitue le niveau le plus important. C'est là qu'on retrouve les unités de sols bien connues. Elles résultent d'un ensemble de caractères génétiques liés à des processus et à des propriétés particulières.(cf. Tableau 26).

Ces classifications forcément incomplètes attachent beaucoup d'importance à certains sols comme *chernozem, smonitza* (vertisol) ou *gaynyatcha* (sol brun). Le vocabulaire est à base de noms vernaculaires d'origine locale, russe ou allemande.

(1) FILIPOVSKI et al., 1964 ; (2) PAUNESCO et CHIRITA, 1964.
(3) YOLEVSKI et al., 1964.

Tableau n° 26

Classification des sols en Yougoslavie.

G. FILIPOVSKI et al., 8e Cong. Intern. Sci. Sol (Bucarest), 1964.

Orders	Classes	Soil types
Automorphic (terrestrial soils)	1. (A)—C profile	1.1. Silicate syrozem 1.2. Silicate calcareous syrozem 1.3. Limy-dolomitic syrozem 1.4. Sandy-dolomitic syrozem
	2. A—C profile	2.1. Limy-dolomitic black soil 2.2. Rendzina 2.3. Humous-silicate soil (ranker) 2.4. Smonitza (terrestrial) 2.5. Chernozem
	3. A—(B)—C profile	3.1. Gaynyatcha (brown forest soil) 3.2. Limy-dolomitic brown soil 3.3. Acid brown soil 3.4. Terra rossa 3.5. Terra fusca 3.6. Brown soil on serpentine
	4. A—B—C profile	4.1. Illimerized (lessivé) soil 4.2. Podzol 4.3. Brown podzolic soil
	5. Ag—Bg—C profile	5.1. Pseudogley
	6. Redeposited soils (Mostly stratified profiles)	6.1. Alluvial deposits 6.2. Deluvial (colluvial) deposits 6.3. Aeolian deposits
Hydromorphic (semiterrestrial) soils	1. Wet and meadow soils A—CG or A—C—G	1.1. Wet black soil ("ritska crnica") 1.2. Grey wet soil 1.3. Smonitza (hydromorphic) 1.4. Dark meadow soil (transition to meadow chernozem)
	2. Gley soils A—G	2.1. Mineral-gley soil 2.2. Peaty-gley soil 2.3. Gley-pseudogley soil
	3. Peat soils T—G	3.1. Low peat 3.2. High peat (raised bog) 3.3. Transitional peat
	4. Halomorphic soils	4.1. Solonchak soils 4.2. Solonetz soils 4.3. Solod soils

Tableau n° 27

La classification des Sols d'Israël - DAN KOYOUMDJISKY, 1963.

	Soil Order: Climatogenic Soils	
Climatogenic soils of humid and subhumid regions	Krasnozem	Krasnozem (Orthokrasnozem); Podzolic krasnozem.
	Hamra	Hamra (Orthohamra); Brown hamra; Nazzazic hamra.
Climatogenic soils of semi-arid and arid regions	Brown (and dark-brown) soils	Light-brown soils; Dark-brown soils; Dark-brown grumusolic soils; Husmas.
	Sierozem	Sierozem (Orthosierozem); Calcareous sierozem; Stony sierozem.
	Reg (Hammada)	Reg (Orthoreg); Lithosolic reg; Regosolic reg.
Grumusols	Grumusols	Brown grumusol; Reddish-brown grumusol; Hydromorphic grumusols.
Climatolithogenic soils	Terra rossa	Red terra rossa; Reddish-brown terra rossa; Hamric terra rossa.
	Dark rendzina	Brown rendzina; Dark pararendzina (dark kurkar soils).
	Protogrumusol "Brown lithosol"	
	Soil Order: Lithogenic Soils	
Rendzina soils	Light rendzina (Xerorendzina)	Light rendzina (Ortho-light rendzina); Brown light rendzina; Light pararendzina (kurkar soils); Grumusolic rendzina.
	Desert lithosols	Rendzinic desert lithosols; Calcareous desert lithosols; Siliceous desert lithosols.
Regosols	Regosols	Red fine-textured (grumusolic) regosol; Brown fine-textured (grumusolic) regosol; Hamric regosol; Sandy regosol; Loessial regosol; Stony regosol.
	Soil Order: Fluviogenic and Aeolian Soils	
Weathered Fluviogenic soils	Colluvial-alluvial soils (weathered)	Red colluvial-alluvial soils; Brown rendzinic colluvial-alluvial soils; Brown basaltic colluvial-alluvial soils; Light-coloured chalky colluvial-alluvial soils; Light-coloured kurkaric colluvial-alluvial soils.
	Alluvial soils (weathered)	Hamric alluvial soils; Brown alluvial soils; Grumusolic alluvial soils.
Unweathered Fluviogenic and Aeolian soils	Coarse desert alluvium	Coarse alluvium; Coarse regosolic alluvium; Coarse chalky-marly alluvium.
	Sandy soils	Aeolian sand; Alluvial sand.
	Loess and desert alluvium	Gravelly and stony loessial alluvial soils; Chalky-marly alluvial soils; Loess and loessial alluvium; Sandy loessial alluvial soils.
	Soil Order: Hydrogenic Soils	
Organic soils	Organic soils	Peat; Organo-mineral soils.
	Gley soils (hydromorphic soils)	Fine-textured gley (grumusolic gley); Gley (Orthogley); Sandy gley; Calcareous gley.
Planosols	Nazzaz (pseudogley, planosol)	
Halomorphic soils	Solonchak soils	Organic solonchak; Alluvial and aeolian solonchak; Marly solonchak

Les sols *Fluviogéniques* et *éoliens* sont des sols de plaine, de vallées ou de dépressions. Le développement des profils est considéré comme retardé.

Les sols *Hydromorphes* ou *Hydrogéniques*, ont un profil caractéristique formé en peu de temps.

Les Sous-ordres sont fondés sur des différences majeures dans le lessivage, le régime hydrique du sol, la formation d'argile, la présence de gley, l'accumulation de sels, de carbonates, différences liées à des variations des conditions extérieures. Dans l'ordre climatogénique, les différences sont introduites par le lessivage ou la formation d'argile qui dépendent principalement du climat. Dans les sols lithogéniques ou fluviogéniques, les différences proviennent de la roche-mère.

Un sous-ordre particulier est dit *"climato-lithogénique"* pour tenir compte de l'influence importante que le climat humide ou aride, le temps et la roche-mère ont sur les propriétés du sol.

Les grands groupes de sols sont fondés sur les propriétés des sols, mais un accent particulier est mis sur les processus et les facteurs de formation des sols. Les critères sont en gros ceux de la classification géographique soviétique[1]. Les considérations sur la fertilité sont écartées et reléguées au niveau de la famille, car elles sont considérées comme étant liées à la roche-mère. La nomenclature est celle en usage à cette époque. Un certain nombre de noms locaux comme *"hamra et nazzaz"* ont été adoptés. La référence à la végétation a été abandonnée car celle-ci est considérée comme liée très étroitement au climat ; de plus, la végétation naturelle a été détruite au cours des temps historiques.

Les sous-groupes correspondent aux intergrades et sont désignés par l'adjonction d'un adjectif qui rappelle le groupe vers lequel tendent les propriétés. Le préfixe *"ortho"* peut être ajouté.

Les Familles sont différenciées surtout sur des propriétés dont l'importance pour le développement des plantes est grande entre autres la nature de la roche-mère. Il est indiqué qu'il est tenu compte de ces propriétés, *"dans la mesure où elles ne sont pas déterminantes pour la tendance générale des processus pédogénétiques"*.

(1) IVANOVA et ROZOV, 1960.

Les Types rassemblent tous les sols ayant le même arrangement d'horizons génétiques, ou bien des propriétés déterminées à une profondeur définie. On les distingue par la texture de l'horizon B. On tient compte également du contenu en gypse, en calcaire ; de la profondeur des roches etc. On ajoute un adjectif correspondant à la propriété : *"sandy brown hamra"*.

OBSERVATIONS.

La classification israëlienne est génétique. Elle commence par fixer le cadre géographique et surtout les climats qui sont ceux établis par MEIGS[1]. Un tel système implique que les sols observés sont bien le résultat du climat actuel, ce dont on peut discuter dans cette région du bassin méditerranéen. Par ailleurs, une influence prédominante a été attribuée aux roches-mères, à l'eau, au vent etc. On peut être surpris de voir les grumosols placés au niveau des sous-ordres réservé aux facteurs de formation, à l'intérieur de l'ordre climatogénique. Un certain nombre de grands groupes sont désignés par les noms de *Krasnozem, Hamra, terra rossa* etc. En les examinant, on constate que les différences véritables ne se situent pas au niveau des processus mais à celui des roches-mères et des textures. Il est, en effet, très difficile de lier un grand groupe aux facteurs de formation ainsi qu'il est tenté de le faire. (Tableau 28).

Cette classification apporte des données très intéressantes et utiles sur les sols d'Israël. Mais, elle essaie de relier, dans la classification, les sols aux facteurs actuels. C'est une tentative dont au moins un des auteurs[2] reconnait qu'elle est difficilement réalisable.

(1) MEIGS, 1952 ; cité par DAN et KOYUMDJISKY, 1963.
(2) YAALON, 1960.

Tableau n° 28.1

Les grands groupes de sols d'Israël.

YAALON, 1961.

Soil-forming Factors*	Soil-forming Processes	Characteristic Soil Properties
	Great Soil Group: Krasnozem	
c1—humid	Atmospheric wetting. Mainly downward movement of water and materials. Wetting to entire soil depth during rainy season. Slow, incomplete drying towards end of summer. Total leaching of salts and calcium carbonate.	ABC soils.
p—usually basic silicate rock or fine-textured sediments		Non-calcareous, non-saline, fine-textured. Moderately to slightly acid reaction (pH = 5.0–6.0).
r—normal**	Considerable leaching of silica out of the soil and of calcium out of the exchange complex.	Mainly kaolinitic clay.
t—prolonged		Appearance of free sesquioxides.
	Frequent illuviation of clay into the B-horizon. Slight erosion and deposition.	Red or reddish-brown.
	Great Soil Group: Hamra	
c1—mainly subhumid	Atmospheric wetting. Mainly downward movement of water and materials. Wetting to entire soil depth during winter, drying towards end of summer.	ABC soils. Characteristic coarse textured, eluvial A-horizon and illuvial B-horizon.
p—arid or intermediate silicate rocks or loamy and sandy sediments		Non-calcareous, non-saline. Slightly acid to neutral reaction (pH = 6.7–7.0). Kaolinitic and montmorillonitic clay.
r—normal	Total leaching of salts and calcium carbonate. Limited leaching of silica out of the soil and of calcium out of the exchange complex.	
t—prolonged		Free sesquioxides.
	Leaching of clay into B-horizon.	Red or reddish-brown B-horizon.
	Relatively fast formation of kaolinitic and montmorillonitic clay.	
	Slight erosion and deposition.	
	Great Soil Group: Brown Soils	
c1—semiarid to arid	Atmospheric wetting to certain soil depth and drying in spring or early summer.	ABcaC or ABCca soils.
p—variable, mostly calcareous sediments and loess		Calcareous, non-saline. Alkaline reaction (pH = 7.5–8.2; sometimes higher because of sodium concentration). Calcium saturation, sometimes sodium saturation of the exchange complex.
r—normal	Total leaching of salts and gypsum. Partial leaching of calcium carbonate and its redeposition in deeper layers.	
t—prolonged	Probably some illuviation of clay. Formation of montmorillonite and other 2:1 clays in B-horizon.	Mainly montmorillonite and illite. Brown to light-brown A-horizon, dark-brown or brown B-horizon.
	Slight erosion and deposition.	

Tableau n° 28.2

	Great Soil Group: Sierozem	
cl—arid	Atmospheric wetting to limited soil depth and drying after each rainfall. Only in rainy years constant soil moistening and drying out in spring.	ABcaC, A(B)caC, or A(B)Cca soils. ca-horizons close to surface, presence of c_{ca}, sometimes sa-horizons.
p—variable; mostly loess	Partial leaching and redeposition in deeper layers of calcium carbonate, salts, and gypsum.	Calcareous, sometimes saline soils. Alkaline to neutral reaction. Exchange complex saturated with calcium, sometimes with sodium. Illite and montmorillonite clay. Light-brown to yellowish-brown A, brown B horizon.
r—normal	Slow formation, mainly in B-horizon, of clay minerals with a wide SiO_2/R_2O_3 ratio.	
t—prolonged	Slight erosion and deposition.	
	Great Soil Group: Reg (Hammada)	
cl—extremely arid	Atmospheric wetting of soil surface by occasional rains and subsequent rapid drying.	Shallow ABC soils with thin horizons.
p—variable; always containing hard gravel and stones	Very limited leaching of salts from uppermost layer.	Calcareous, saline, and gypseous. Slightly alkaline to neutral reaction.
r—level, mostly plateaus	Extremely slow clay formation, mainly in B-horizon.	A_0-horizon of gravel and stones (desert pavement).
t—very long	Insignificant erosion because of gravel pavement.	Pale brown A, reddish-brown to brownish-yellow B-horizon.
	Great Soil Group: Grumusol	
cl—humid to subhumid	Mainly atmospheric wetting to entire soil depth during winter. Temporary saturation, at least of upper layers, during rainy season. Drying out during summer.	AC soils, sometimes ca horizons.
p—basic silicate rock or fine-textured sediments	Total leaching of salts; sometimes total, often only partial, leaching of calcium carbonate.	Non-saline, usually calcareous, fine textured. pH = 6.5–8.2. Exchange complex mostly saturated with calcium; sometimes sodium or hydrogen present.
r—normal (level to undulating)	Churning prevents illuviation.	Mainly montmorillonitic clay.
t—variable, mostly prolonged	Formation of montmorillonite clay.	Black to reddish-brown.
	Slight erosion and deposition.	
	Great Soil Group: Terra Rossa	
cl—humid to subhumid	Atmospheric wetting to entire soil depth during rainy season, and drying out towards end of summer.	AC or A(B)C soils. Mostly non-calcareous, fine textured.
p—hard limestone, dolomite, in humid climate also Nari	Total leaching of calcium carbonate; partial leaching of silica.	Slightly acid to neutral reaction.
r—mainly moderate to steep slopes	Relatively fast formation of kaolinitic or montmorillonitic clay.	Kaolinitic or montmorillonitic clay.
t—prolonged	Prevention of erosion because of outcrops in rock and fast percolation of rain into rock crevices.	Free sesquioxides.
		Red to reddish-brown.

* cl = climate; p = parent material; r = topography; t = time

** According to Marbut (1927)

3.7. La classification des sols en Uruguay.

LA CLASSIFICATION DE RIECKEN, 1959.

La première classification des sols est due à RIECKEN[1]. Elle est nettement à l'image de celle en usage aux U.S.A. à cette époque. RIECKEN a adopté le terme de *pradera* (prairie), sans doute pour souligner l'abondance de cette formation végétale et la présence d'un épais horizon humifère, analogue à ceux que l'on observait dans les prairies de l'Ouest américain. Les unités essentielles sont les *"gran grupos de suelos"* réunis en trois ordres (cf. Tableau 29).

Cette classification comportant un vocable ambigü *"pradera"* utilisé pour désigner des sols, a été longtemps en usage. Le vocabulaire est traditionnel, et s'applique à des unités reconnues ailleurs (planosol, solonetz etc.). Il y est fait très souvent référence aux couleurs.

LA CLASSIFICATION DE 1975.

A partir de 1975, une nouvelle classification est mise en oeuvre par la *"Dirección de Suelos y Fertilizantes"*. Le nouveau système s'appuie sur les progrès accomplis par la *"Soil Taxonomy"* et la *"Légende des sols de la F.A.O."*, dans le domaine de la définition des unités et des horizons. Elle est à fondement génétique. (cf. Tableau 30).

L'Ordre s'appuie sur un processus pédologique ou l'absence de processus.

Le grand groupe est basé sur l'orientation ou sur l'intensité des processus pédogénétiques fondamentaux. Ceux-ci se traduisent par une séquence caractéristique d'horizons diagnostiques : les *argisols* et les *planosols* sont deux grands groupes appartenant à l'ordre des *sols lixiviés saturés*.

Le sous-groupe résulte de l'action d'un processus pédogénétique secondaire : le grand groupe des *vertisols* est divisé en sous-groupes *rupti-ques* et *hapliques*.

(1) RIECKEN, 1959.

La classe prend en considération des propriétés chimiques en relation avec la capacité d'échange ou le degré de saturation. Trois niveaux sont prévus *eutrique*, *subeutrique* et *dystrique*.

Le Type est basé sur le degré d'illuviation dans le profil. Quatre catégories : *haplique*, pas d'horizon B illuvial ; *typique*, présence d'un horizon argiluvique, mais pas de transition abrupte; il y a bien un B textural mais pas aussi développé que dans le cas des sols luviques ; *luvique*, a un horizon argiluvique plus développé que le précédent mais pas de changement abruptique ; *abruptique* horizon argiluvique et changement textural abrupte ou bien horizon A_2 discontinu ou très mince.

La Famille. Les sols sont séparés sur la granulométrie de l'horizon supérieur.

La Phase : caractère qui affecte de façon significative la valeur agronomique du sol.

Les Horizons Diagnostiques sont des horizons qui résultent des processus pédogénétiques ; leurs caractéristiques morphologiques, chimiques et physiques sont définies avec précision.

Horizons Superficiels.

H. Mélanique : horizon assombri par la matière organique (plus de 2 %), avec une saturation en cations bivalents supérieure à 50 % à pH 7,0, de structure modérée à forte ; avec des exigences en ce qui concerne la couleur, l'épaisseur, la texture.

H. Umbrique : analogue au précédent, à l'exception des bases remplacées par l'ion hydrogène.

H. Ocrique : couleur plus claire, chroma plus élevé; plus pauvre en matière organique ; ou bien est trop mince pour être ombrique ou mélanique.

H. Histique : analogue à tourbeux.

H. Albique : horizon éluvial qui a perdu argile et fer, seuls ou en combinaison. Sa position est diagnostique. Il apparait toujours au-dessus de B_t et toujours sous A_1 ou A_p, sauf si la partie supérieure du sol est érodée ; est équivalent de A_2.

SOLS ZONAUX.

Praderas pardas, medias y maximas

Praderas negras

Praderas rojas

Praderas planosolicas

Grumosols negros y pardo grisaceos muy oscuros

Podzolicos rojos y amarillos de saturación media (ou praderas arenosas)

SOLS INTRAZONAUX.

Gley humicos

Planosoles

Solonetz

SOLS AZONAUX.

Litosoles y regosoles

Tableau n° 29 - Schéma de la classification des sols d'Uruguay par RIECKEN, 1959.

ORDRE I. Sols peu développés

Grand groupe 1. Lithosols
2. Arenosols
3. Fluvisols
4. Inceptisols

ORDRE II. Sols Melaniques

Grand groupe 1. Brunosols
2. Vertisols

ORDRE III. Sols saturés lessivés

Grand groupe 1. Argisols
2. Planosols

ORDRE IV. Sols désaturés lessivés

Grand groupe 1. Luvisols
2. Acrisols

ORDRE V. Sols halomorphes

Grand groupe 1. Solonetz
2. Solonetz solodisé
3. Solod

ORDRE VI. Sols hydromorphes

Grand groupe 1. Gleysols
2. Histosols

Tableau n° 30 - Schéma de la classification des sols d'Uruguay par "Direccion de Suelos y Fertilizantes", 1975.

Horizons Subsuperficiels.

H. Argiluvique : horizon enrichi en argiles cristallines silicatées d'origine éluviale (Horizon B_t).

H. Natrique : analogue au précédent mais avec un contenu en sodium échangeable et une structure particulière (colonnaire ou prismatique grossière).

H. Gleyique : horizon indicatif de conditions d'hydromorphie prononcée, due à la saturation par l'eau pendant une période prononcée de l'année. Ceci se traduit par une couleur de fond grisâtre avec taches nettes.

H. Cambique : horizon marqué par l'altération du matériau original, qui a acquis une structure de sol après la formation d'oxydes et de minéraux argileux, tandis que des minéraux primaires altérables sont encore présents. Il s'agit d'un horizon (B), sans caractéristiques d'illuviation.

Divers adjectifs s'appliquent à ces horizons pour mieux les définir tels que : eutrique, dystrique, haplique, luvique, abruptique ... etc.

OBSERVATIONS SUR LA NOUVELLE CLASSIFICATION.

La nouvelle classification uruguayenne est, du fait de l'exiguïté du territoire (187.000 km^2), forcément incomplète. Des catégories de sols, très répandues dans le monde, ne sont pas représentées dans le pays et sont passées sous silence. D'autres se voient attribuer une très grande importance.

La classification réalise un compromis entre une mise à jour des concepts et vocabulaire nouveaux (horizons diagnostiques) et le désir de maintenir la classification dans la ligne génétique. Ce faisant, elle montre ce que peut donner une classification génétique moderne. Les unités moyennes, grâce aux horizons diagnostiques, sont beaucoup plus précises, et mieux définies ; par contre, les unités supérieures, ordres et grands groupes, demeurent aussi imprécis tant dans la définition du concept central que dans celle des limites avec les catégories voisines.

On peut regretter que : a) la primauté soit donnée à l'illuviation et que le degré de saturation demeure le critère de distinction majeur entre deux ordres (lixiviés saturés et lixiviés désaturés) ; b) que les termes *"tipico"*, *"luvico"*, *"abruptico"* appliqués aux horizons argiluviques ne soient pas mieux précisés ; c) qu'aucune référence à la couleur[1] n'ait été faite pour les acrisols dont certains sont fortement colorés en jaune ou rouge ; d) que la référence à la constitution minéralogique n'ait été formulée qu'à propos des seuls sols mélaniques (qui sont à prédominance de minéraux 2/1) ; e) qu'aucune référence à la matière organique, autrement que par le caractère isohumique, n'apparaisse.

Dans l'ensemble, cette classification morphogénétique présente un gros progrès par rapport à l'ensemble des classifications du même genre par le souci de mieux préciser les horizons et les sols. Quelques définitions mériteraient, certes, d'être améliorées (en ce qui concerne les horizons lessivés et les vertisols par exemple). La primauté donnée au lessivage fait qu'elle est conforme aux options de la Soil Taxonomy et de la légende F.A.O.

3.8. La classification des sols en Nouvelle-Zélande.

La première classification en Nouvelle-Zélande apparut véritablement à partir de 1920, grâce, en particulier aux travaux de RIGG, GRANGE et TAYLOR[2]. C'est ce dernier[3] qui, avec POHLEN[4], lui donna en 1962, une forme définitive, essentiellement génétique. Cette classification aurait pu ne pas revêtir des caractères particuliers et s'inspirer de celle de son grand voisin australien. Mais les sols néo-zélandais dérivent, pour une large part, de cendres volcaniques, surtout acides ou neutres, ce qui leur a donné pendant longtemps (les sols allophaniques y sont connus depuis 1933), des caractéristiques difficiles à intégrer dans un moule commun. De plus, la nomenclature des sols a été longtemps remarquablement banale par l'emploi de couleurs très proches l'une de l'autre (à base de termes comme *"yellow-grey"*, *"brown-grey"*, *yellow-brown"* earths) ou bien alors par une terminologie scientifique

(1) une fois n'est pas coutume: les acrisols étant les seuls sols du pays colorés par des sesquioxydes, il aurait été judicieux d'en tenir compte. (2) cités par POHLEN, 1962 ; (3) TAYLOR et POHLEN, 1962 ; (4) POHLEN, 1962.

tout à fait originale où tous les sols portaient des noms fabriqués de toutes pièces, destinés à synthétiser l'ensemble de leurs propriétés. C'est cette dernière tentative qui va être examinée ci-après.

LA CLASSIFICATION GENETIQUE DE 1962.

Sept catégories essentielles sont distinguées. Les catégories supérieures vont de I à II ; elles correspondent en gros aux niveaux supérieurs habituels (classes ou ordres et grands groupes). Les catégories inférieures vont de IV à VII.

La catégorie I correspond à onze *"Basal Forms"*. Neuf sont purement minérales, avec des horizons bien différenciés, et deux, l'une purement minérale, l'autre purement organique, sans horizons nettement exprimés.

Les sols *"Sitiformes"* se développant dans des régions semi-arides ; ils peuvent présenter un horizon illuvial, des sels solubles, une accumulation calcaire ; ils sont peu épais. Parmi les sols équivalents d'autres pays figurent les sols bruns non calciques.

- les sols *"palliformes"* sont présents dans les régions subhumides ; ils peuvent présenter un A_1 bien développé, un fragipan, des taches et marbrures grises en profondeur. Ils correspondent aux *"grey-brown podzolic"* avec fragipan, bien que quelques sols palliformes ne présentent pas d'illuviation d'argile (?).

- les sols *"fulviformes"*(1) sont des sols de régions humides. Ils n'ont pas de différenciation d'horizons très prononcée bien que beaucoup d'entre eux présentent une accumulation d'argile illuviale. La couleur du sous-sol est brun à brun-jaunâtre. Les sols correspondant des pays étrangers sont les sols bruns, les sols bruns acides, *"grey-brown podzolic" "red-yellow podzolic" "yellow earths"* andosols. (Il apparait très étonnant de regrouper dans une seule catégorie des sols aussi différents ; de plus on ne voit pas sur quelle base ils sont associés).

- les sols *"podiformes"* sont caractérisés par un A_2 gris sans structure et riche en silice. Ils correspondent aux podzols des tropiques et subtropiques.

(1) Cette appellation est certainement sans rapport avec l'acide fulvique et doit rappeler une couleur brune.

- les sols *"spadiformes"* dérivent de roches ignées basiques ; ils sont riches en oxydes de fer et autres sesquioxydes.

- les sols *"latiformes"* sont riches en sesquioxydes mais sous forme nodulaire et concentrés en couches, avec une fraction sableuse riche en minéraux secondaires. Ils correspondent aux latosols.

- les sols *"nigriformes"* dérivent de calcaires ou autres roches riches en bases. Ils ont un horizon A épais mais non tourbeux, pas d'horizon B (rendzines).

- les sols *"soloniformes"* sont des sols de régions semi-arides, et sont tachetés de sels solubles. (solonetz).

- les sols *"madentiformes"* présentent des horizons de gley associés à une nappe phréatique élevée (sols à gley).

- A ces classes il faut ajouter les sols *"organoformes"* à dominance de matière organique et les sols *"skeliformes"* purement minéraux.

La catégorie II considère le sol comme un système dynamique et tient compte de l'énergie qui provient du soleil, et de l'humidité. On prend en considération les critères de latitude, à l'aide de préfixes comme : *per* (tropical), *ad-* (subtropical), *pro-*(tempéré), *de-* (subantarctique) et *e-* (antarctique), d'altitude avec *el-*(élevé), *elde-* (zone subalpine), *ele-* (zone alpine). On a ainsi pour les sols fulviformes par exemple :

sols *perfulvous*	(tropic yellow brown)
affulvous	(subtropic or northern yellow brown)
profulvous	(temperate or southern yellow brown)
elfulvous	(elevated yellow brown)
defulvous	(subantarctic yellow brown)
eldefulvous	(subalpine on high country y.b.)

La catégorie III s'applique à l'intensité ou au degré d'argilisation. Un sol "modérément" argilisé ne comporte pas de préfixe; s'il y a beaucoup d'argile on dira : *sur-* ; s'il y en a peu on dira : *sub-*.

On distingue des argiles riches en oxydes par le préfixe *"oxi" : oxi-spadique* devient *oxadique* par contraction. Les produits amorphes sont indiqués par *"am" : amofulvique* devient de la même façon *"alvique"*.

La catégorie IV se rapporte à un caractère morphologique non encore utilisé, mais correspondant à des processus. Par exemple le développement de l'horizon illuvial (illuviation de fer, d'humus), avec concrétionnement d'oxydes de fer, avec fragipan etc.

La catégorie V se rapporte à l'état d'équilibre entre ce qui sort et ce qui entre dans le profil. C'est un rapport entre les pertes par altération et lessivage et les gains par le cycle organique. Ceci peut être assimilé, sans être tout à fait identique, au degré de saturation.

La catégorie VI se rapporte au matériau originel.

La catégorie VII concerne la texture, le profil organique

Quelques exemples :
un red-yellow podzolic de North Auckland devient :
"moderately or strongly enleached clay, illuvial, affulvic soil"
un sol brun jaune dérivé de cendre devient :
"moderately enleached, very weakly clay illuvial alvic silt loam, with enriched weakly fibrous mulloïd sod - from moderately argillised mixed rhyolitic and andesitic ash".

OBSERVATIONS SUR LA CLASSIFICATION GENETIQUE NEOZELANDAISE.

On peut faire plusieurs types d'observations sur de telles classification.

a) Un effort louable de création d'un vocabulaire scientifique nouveau a été tenté, dont le lecteur doit essayer d'assimiler les fondements. Les définitions fournies, sans doute trop condensées, ne permettent pas de saisir les critères qui ont été véritablement retenus. Les résultats sont souvent une locution très longue difficile à résumer.

b) Il est dommage que les auteurs n'aient pu au niveau de la catégorie I se débarrasser de critères géographiques. De plus, chaque *"forme"* comprend des sols très hétérogènes dont la genèse est certainement très différente, ce qui devrait tendre au contraire à les séparer.

C'est dans la catégorie II que le recours à l'environnement est particulièrement critiquable. Il n'y a en Nouvelle-Zélande aucun endroit dont le climat puisse être classifié de tropical, ou même subtropical, suivant les normes habituellement admises dans le reste du monde. On ne voit pas davantage en quoi consiste le régime *antarctique* ou *subantarctique*. De même, la désignation *"el"* pour *"elevated"* mériterait des précisions ; dans l'île du nord et celle du sud, l'altitude requise ne peut être la même.

c) Les principales unités apparaissent donc mal définies dans leur "concept central", pas du tout sur leurs limites. On n'indique en aucune manière comment et sur quels critères on quitte une catégorie pour passer à une autre.

Ainsi une tentative particulièrement intéressante par sa volonté de renouveler le vocabulaire est apparue rapidement vouée à l'échec par le défaut de définition précise dans le domaine des unités supérieures et par le recours à une terminologie géographique inadéquate et imprécise.

On peut penser que ces défauts seront à l'origine, en Australie comme en Nouvelle-Zélande de tentatives, dans des voies différentes, pour assayer de mettre au point des classifications nouvelles.

4. LES CLASSIFICATIONS INCOMPLETES EN ZONE INTERTROPICALE.

4.1. INTRODUCTION.

Il ne devrait pas y avoir de classification des sols spécifique de la zone intertropicale, car les sols y sont comme ailleurs sous la dépendance des facteurs de l'environnement. Il est évident, toutefois, que ces facteurs interviennent de manière différente de la zone tempérée. De plus, les sols de la zone intertropicale n'ont été connus que beaucoup plus tardivement que ceux de la zone tempérée où les sols ont été classés les premiers.

En Eurafrique et en Asie, il existe une coupure considérable ; le Sahara et l'Arabie, prolongés vers l'Est par le désert du Rajasthan et la chaîne Himalayenne, entre les zones intertropicale et tempérée. Cela paraissait simplifier les choses : sols tempérés au Nord, sols tropicaux au Sud. Mais cette césure n'existe pas en Amérique où les zones arides sont rejetées sur la côte ouest des blocs continentaux. Les transitions s'effectuent, par contre, très graduellement à l'Est.

On ne peut pas dire qu'il y ait véritablement de sols propres à la zone tempérée et d'autres à la zone intertropicale. Certes, il en existe qui sont beaucoup plus abondants que d'autres. Les sols ferrallitiques sont dominants près de l'Equateur, mais, les *"red-yellow podzolic"* ou *"ultisols"* qui leur sont étroitement apparentés remontent presque jusqu'à New-York à près de 41° Lat. Nord. Les podzols sont certes très abondants au Nord-Est des U.S.A. et dans l'Est du Canada. Mais, on en observe sous des climats très pluvieux mais chauds en Floride, en Guyane, en Amazonie partout où les sols évoluent dans des matériaux très sableux, en relation souvent avec une nappe phréatique élevée. Les sols bruns paraissent également exister sous les latitudes les plus variées depuis le cercle polaire jusqu'à l'équateur. Il ne paraissait donc pas indispensable de créer une classification propre aux sols tropicaux.

Aussi, les premiers travaux d'ensemble ayant pour objectif particulier les sols tropicaux se sont appuyés sur les systèmes existants. C'est ce qu'a fait MIDDELBURG[1] dont le schéma (Tableau 31)

(1) MIDDELBURG, 1954.

est très proche de celui de BALDWIN et al.[1]. MOHR et VAN BAREN[2] suggèrent de se référer à MARBUT[3] ou à KUBIENA[4] qui leur paraissent présenter des classifications valables. C'est ce que fait VINE [5] qui adopte encore, en 1966, la trilogie des sols zonaux, intrazonaux et azonaux avec pedocals et pedalfers. En fait, tous les systèmes à vocation universelle ont associé les sols des deux ensembles.

Ceci ne devait pas empêcher de chercher à mieux connaître, et par conséquent à mieux classer, les sols de la zone intertropicale. Le nombre des unités, connues après 1945, a augmenté très rapidement. Il a bien fallu créer des cadres pour accueillir et permettre la préparation des légendes des cartes, aux différentes échelles.

L'examen des cartes générales produites lors du congrès de 1960 à Madison est particulièrement instructif à cet égard. La carte des sols de l'Asie établie par LOBOVA et KOVDA[6] est fondée sur une classification géographico-génétique. On y retrouve un encadrement géographique par bandes (polaire, boréale, subboréale, subtropicale, tropicale et équatoriale) ; chaque bande est divisée en faciès pour tenir compte de l'extrême variété des climats. Dans chaque *"case"* ainsi créée sont logés un certain nombre de sols définis souvent par la végétation qu'ils supportent ; rarement, il est fait référence à une caractéristique pédologique autre que la couleur.

La carte des sols d'Afrique est établie par DHOORE[7]. Elle réalise un compromis entre les points de vue des Français (de l'ORSTOM), des Portugais, des Belges et des Britanniques, d'ailleurs pas très éloignés les uns des autres. On y retrouve les grandes unités de la classification d'AUBERT[8] pour la période 1954 à 1960 : *sols ferrallitiques, ferrugineux tropicaux, hydromorphes, halomorphes, calcimorphes* etc. Sur la carte des sols d'Amérique du Sud établie par BRAMAO et LEMOS[9] on retrouve les unités habituelles de BALDWIN et al.[10], et celles de THORP et SMITH[11] comme *"Red desert soils"*

(1) BALDWIN, KELLOGG et THORP, 1938 ; (2) MOHR et VAN BAREN, 1954 ; (3) MARBUT, 1938 ; (4) KUBIENA, 1953 ; (5) VINE, 1966 ; (6) LOBOVA et KOVDA, 1960 ; (7) D'HOORE, 1960, 1965 ; (8) AUBERT, 1954 ; (9) BRAMAO et LEMOS, 1960 ; (10) BALDWIN et al., 1938 ; (11) THORP et G. SMITH, 1949.

Tableau n° 31

Essai de classification des sols tropicaux et subtropicaux.

A. MIDDELBURG, in 4e Cong. Intern. Sci. du Sol, (Amsterdam), 1954.

Order	Suborder	Great soil groups
Zonal	humid regions	1a. podzolic yellow soils with black humic topsoil
		1b. red-yellow podzolic soils
		2. non-laterized red soils, $\frac{SiO_2}{R_2O_3} > 2$
		3. laterized red soils, $\frac{SiO_2}{R_2O_3} < 2$
		4. degraded grey and black clay soils } catenary association
		5. illuvial grey and black clay soils } catenary association
	arid regions	6. red desert soils } catenary association
		7. dark desert soils } catenary association
Intrazonal	calcimorphic	8. red (calcareous) soils over limestone } catenary association
		9. black calcareous soils over limestone } catenary association
		10. red (calcareous) soils over marls } catenary association
		11. black calcareous soils over marls } catenary association
	halomorphic	12. saline soils
	hydromorphic	13. groundwater lateritic soils
		14. planosols
		15. organic soils
Azonal		16. lithosols
		17. regosols (ash, loess, dry sands)
		18. alluvial soils

Tableau n° 32

Classification des sols tropicaux.

VINE, in Tropical Agriculture, 1966.

Azonal Soils (little profile development shown).
1. Fresh alluvium, Lithosols, and Regosols.

Intrazonal Soils (effects of parent rock or drainage factor or shortness of time dominant over those of climate and vegetation).
2. Dark cracking clayey soils (grumusols and non-grumusols).
3. Allophane soils formed from volcanic ash and agglomerate.
4. Calcimorphic soils.
5. Hydromorphic soils.
6. Halomorphic soils.

Zonal Soils (effects of climate and vegetation acting over long periods dominant over those of parent-rock and drainage factors).
7. Pedocals.
8. Pedalfers: (a) latosols: (b) podsols (not including groundwater podsols); (c) fersiallitic soils (including some ferruginous siallitic soils).

"Reddish chestnut soils", "grumosols", "Red yellow Podzolic", "Andosols" etc. Les pédologues chargés de la synthèse à l'échelle d'un continent sont toujours fortement marqués par la manière dont ils ont toujours compris les sols et leur classification. On pouvait penser qu'à cette échelle, une certaine homogénéisation pouvait apparaître dans la classification des sols. Les idées sont, dans ce domaine, beaucoup plus fortes que les faits. Ceci a justifié l'effort qui fut effectué par la suite dans le cadre de la F.A.O. pour présenter les sols du monde sous une légende unique.

Depuis 1945, les sols de la zone intertropicale ont été intensivement étudiés. Plusieurs écoles pédologiques se sont développées dans différentes régions ; elles ont donné lieu à la publication de diverses classifications. Un certain nombre d'entre elles vont être examinées. Il ne sera pas fait référence à la classification des sols des pays francophones qui a déjà été examinée dans le paragraphe 2.4.

4.2. LES CLASSIFICATIONS DES SOLS EN AFRIQUE.

4.2.1. La classification des Sols en Afrique occidentale anglophone.

Cette classification concerne les pays rattachés après la seconde guerre mondiale à la couronne britannique. Elle a été mise sur pied au Ghana par CHARTER(1) et a été appliquée dans ce pays et en Nigéria pendant quelques années.

Quatre subdivisions avaient été distinguées :

1. Les sols *climatophytiques*, formés sous l'influence dominante du climat et de la végétation, correspondent à des sols zonaux.
2. Les sols *topo-climatiques*. 3. *topo-hydriques* sont sous la dominance de la topographie et correspondent donc aux sols intrazonaux.
4. Les sols *litho-chroniques*, sont des sols jeunes et sont donc azonaux.

Dans cette classification, on trouvera :

oxysols : sols de forêts acides
ochrosols : sols de fourrés, de savane et de forêt moins acides.

Des *brunosols, vleisols,* sols noirs tropicaux, des sols à gley, des Lithosols etc.

(1) CHARTER, 1954.

Cette classification a été en usage pendant un certain temps en Afrique occidentale britannique.

4.2.2. La classification des Sols du Congo (Zaïre).

La classification des sols du Congo a été l'oeuvre des pédologues belges[1]. Elle avait donné lieu à un travail important de KELLOGG et DAVOL[2] ; elle avait profité également des travaux des pays voisins de langue française et portugaise.

La classification de SYS et al[1] comprend les subdivisions suivantes :

Ordres fondés sur des différences fondamentales dans l'altération des roches et dans le type et les séquences de développement du profil.

Sous-ordres fondés sur le degré d'hydromorphie, l'humidité et la température du sol.

Grands-groupes : nature et succession des horizons diagnostiques dans le profil.

Petits groupes : différences mineures dans les horizons diagnostiques et caractères intermédiaires entre les catégories les plus élevées.

Grande famille : la roche-mère.

Petite famille : la position géomorphologique.

Série : texture, couleur, structure et consistance.

Dans le tableau 33, apparaissent dans les six premiers ordres des sols déjà connus dans le reste du monde. Ils sont définis par une séquence d'horizons classiquement dénommés A, B, C ; mais, des précisions sont apportées sur leur contenu minéralogique.

L'ordre le plus important est celui des *Kaolisols*, défini à la fois par la présence d'un B ferrallitique et un contenu minéralogique où domine la kaolinite. Les sous-ordres (de cet ordre des *Kaolisols*), sont fondés sur le pédoclimat : les *hygro-kaolisols* correspondent au climat équatorial et à la forêt dense ; les *hygro-xéro-kaolisols* à un climat tropical à deux saisons (sèche et humide) et à un degré de saturation inférieur à 50 % ; les *xérokaolisols* à un climat tropical à saison sèche prononcée et à un degré de saturation supérieur à 50 %. Les *hydro-kaolisols* sont des sols hydromorphes.

(1) SYS, 1960 ; SYS et al., 1960 ; (2) KELLOGG et DAVOL, 1949. TAVERNIER et SYS, 1965.

Tableau n° 33

Ordres et sous-ordres de la classification des sols du Congo.

C. SYS, 7e Cong. Intern. Sci. Sol (Madison), 1960.

A. *Orders*

With regard to major differences in weathering and profile development the following orders have been recognized in the Belgian Congo:

Non developed mineral soils: raw parent materials with no A_1 horizon.

Recent tropical soils: mineral soils with an A-C or/and A-D horizon sequence with a non-melanic A_1 horizon, developed on recent materials generally characterised by dominance of clay minerals of the 2 : 1 type.

Black tropical soils: mineral soils with an A-C or an A-B-C profile and melanic A_1 horizon, the clay minerals are dominantly of the 2 : 1 type.

Brown tropical soils: mineral soils with an A-B-C horizon sequence, with a non-melanic A_1 horizon and without textural or ferrallitic B horizon.

Recent leached soils: mineral soils with an A-B-C horizon sequence with a non-melanic A_1 horizon and a textural B horizon developed in a material with dominantly 2 : 1 clay minerals.

Podzolic soils: mineral soils with an A-B-C horizon sequence and podzolic B horizon (B2h—B2ir).

Kaolisols: mineral soils with an A-C, A-D, A-B-C or an A-B-D horizon sequence, developed in a highly weathered parent material (ferrallitic B horizon). The profile is either without A_2 or textural B horizons. This order represents more than 90 % of the Belgian Congo.

Leached kaolisols: as the kaolisols but the profile presents both an A_2 and a textural B horizon.

Organic soils.

B. *Suborders*

With regard to pedo-climate the order of kaolisols can be subdivided in several suborders.

the hygrokaolisols are the red and yellow permanently moist ferrallitic soils of the equatorial area under rain-forest;

the humic hygrokaolisols are the red and yellow permanently moist ferrallitic soils of the equatorial mountain forest;

the hygro-xerokaolisols represent red and yellow ferrallitic soils with pronounced wet and dry season, under a savanna vegetation at low altitude. Base saturation is generally lower than 50 % in B and C horizons;

the humic hygro-xerokaolisols represent red and yellow ferrallitic soils with prominent A_1 horizons with pronounced wet and dry season, under the mountain savannas, base saturation is generally low;

the xerokaolisols are red and yellow ferrisallitic soils, with base saturation higher than 50 % in the B and C horizons;

the suborder of hydrokaolisols consists of hydromorphic kaolinitic soils.

Cette classification introduit au niveau des grands groupes la notion de *ferrisol* qui est caractérisé par :

1. Un horizon B structural avec des revêtements argileux.
2. Un rapport limon/argile supérieur à 0,2 sur roches sédimentaires ou 0,15 sur roches basiques.
3. Plus de 10 % de minéraux altérables dans la fraction 20-250 µ.

Ces sols peuvent être rattachés aux sols ferrallitiques ou ferrugineux tropicaux de la classification française ; aux ultisols, alfisols ou inceptisols de la Soil Taxonomy.

Des horizons diagnostiques ont été définis qui trouvent sans difficulté leurs équivalents dans ceux de la Soil Taxonomy et ceux de la liste d'unités de la F.A.O.

mélanic A	mollic
prominent A	umbric
weak A	ochric
Textural B	argilic
Structural B	cambic
consistance B	sommet de oxic
Ferrallitic B	oxic

Cette classification apparait particulièrement intéressante, car elle met l'accent dès le départ, et sur les constituants minéraux, et sur le développement du profil avec ses horizons diagnostiques (qui apparaissent dans un grand nombre de classifications actuelles).

Le niveau le plus discutable est celui des sous-ordres qui s'appuie sur les conditions d'humidité et de température, très sommairement indiquées. De toutes façons, ce sont les conditions actuelles, responsables de quelques unes des caractéristiques du sol (horizon humifère, sans doute ; degré de saturation, peut-être). Il n'est pas possible de prouver qu'elles sont responsables de toutes les données morphologiques, ni bien sûr de l'ensemble du contenu minéralogique.

4.2.3. Les Sols d'Angola.

Les sols d'Angola ont été longuement étudiés par les pédologues portugais[1]. Sans qu'ils aient dressé une classification des

(1) BOTELHO da COSTA et al., 1958 ; BOTELHO da COSTA et al., 1959 ; BOTELHO da COSTA et AZEVEDO, 1960.

sols à proprement parler, ils ont du établir une liste de référence à des niveaux différents en vue de l'établissement des notices des cartes. La carte de Huila a servi de base à l'établissement des cartes suivantes. (Tableau 34).

Il ne s'agit donc pas d'une classification au sens habituel du terme. Aucun fil directeur n'a été annoncé. Cependant des rapports avec les facteurs de formation mais non avec les processus sont indiqués. La parenté avec la classification française est cependant nette et voulue, pour plusieurs classes, par les auteurs.

4.2.4. La Classification des Sols d'Afrique du Sud.

Une étude détaillée des sols de l'ensemble de l'Afrique du Sud a été effectuée par VAN DER MERWE[1] qui a décrit minutieusement les groupes et sous-groupes de sols de cette vaste partie de l'Afrique.

Le chapitre IV de son ouvrage consacré à la classification des sols est malheureusement très succinct.

Il ne comporte qu'une page avec simplement des noms de sols, sans commentaire. (Tableau 35)

Cependant VAN DER MERWE qui a lu les ouvrages de MARBUT, MOHR, ROBINSON, connait la pensée des pédologues russes à travers le livre de JOFFE qu'il cite souvent.

Aussi n'est-il pas étonnant de voir que les premiers niveaux de la classification font référence au climat. Deux zones climatiques sont distinguées. Dans la première, les pluies tombent en été comme dans l'ensemble des régions concernées par un climat de type tropical ; dans la seconde, sud et sud-ouest de la Province du Cap, les pluies tombent en hiver comme sous un climat de type méditerranéen. Les subdivisions suivantes sont encore climatiques.

Chacun des grands groupes appartient à une région bien définie dans laquelle on trouve des sols considérés comme normaux, mais à coté desquels existent également des sols intrazonaux.

(1) VAN DER MERWE, 1941.

Tableau n° 34

Schéma général des sols cartographiés en Angola.

BOTELHO DA COSTA et al., 8e Cong. Intern. Sci. Sol, Bucarest, 1964.

Weakly developed soils: Lithosols and/ or Litholic soils of dry regions; Lithosols and/or Litholic soils of humid regions; Desert dunes; psammo-regosols and/or Psammo-regolic soils; Alluvial (fluvial) soils; Alluvial (marine) soils.

Calcareous soils: Calcareous soils with calcareous crust; Brown and/or red calcareous soils.

Heavy clay soils ("Barros") (with or without $CaCO_3$): Lithomorphic black "barros"; Topomorphic black "barros"; Lithomorphic brown and/or reddish-brown "barros".

Tropical arid soils (with or without $CaCO_3$): Arid soils with calcareous crust; Gray-brown and/or reddish-brown arid soils; Halomorphic arid soils.

Non-specified chromopsammic soils of dry regions.

Gray-brown calsiallitic soils of subhumid regions (with or without $CaCO_3$): Gray-brown lithocalsiallitic soils of subhumid regions; Gray-brown topo-calsiallitic soils of subhumid regions.

Oxysiallitic soils: Gray-brown and/or reddish-brown oxysiallitic soils.

Slightly leached to leached gray-brown psammitic soils (with or without laterite).

Tropical fersiallitic soils (with or without laterite): Brownish eutro-fersiallitic soils; Chromic eutro-fersiallitic soils; Brownish typo-fersiallitic-soils; Chromic typo-fersiallitic soils; Brownish psammo-fersiallitic soils; Chromic psammo-fersiallitic soils.

Paraferrallitic soils (with or without laterite): Brownish eutro-paraferrallitic soils; Chromic eutro-paraferrallitic soils; Brownish typo-paraferrallitic soils; Chromic typo-paraferrallitic soils; Brownish brachy-paraferrallitic soils; Chromic brachy-paraferrallitic soils; Chromic psammo-paraferrallitic soils.

Ferrallitic soils (with or without laterite): Brownish slightly ferrallitic soils; Yellow slightly ferrallitic soils; Red slightly ferrallitic soils; Yellow typical ferrallitic soils; Red typical ferrallitic soils; Yellow psammo-ferrallitic soils; Red psammo-ferrallitic soils.

Soils with lateritic materials near the surface.

Hydromorphic and/or organic hydromorphic soils: Low humic hydromorphic soils; Humic gley and/or peaty soils; Humic and/or peaty soils, on sands.

Tableau n° 35

ssification des Sols d'Afrique du Sud.

VAN DER MERWE, 1941.

ICATION OF THE SOILS OF SOUTH AFRICA.

A. Summer-Rainfall Area.

d Semi-Arid Regions.

e Soils of the Semi-Arid and Desert Region.
lonetzic Soils.
lahari Desert Soils.
(i) Kalahari Sand.
ii) Kalahari Sand on Limestone.
b-tropical Black Clay Soils.
(i) Intrazonal Red Soils in the Black Clays Belt.
own Forest Soils (Low Veld).

---

umid and Humid Regions.

thological Types.
(i) Mountain Black Clays (Basutoland).
ii) The Soils of the Drakensberg (Lydenburg).
ii) Waterberg and Zoutpansberg Mountain Soils.
ley-like Podsolic Soils.
(i) High Veld Prairie Soils and Intrazonal Soils.
ii) Semi-Coastal Belt of the Eastern Province and Intrazonal Soils.
ii) Natal Coastal Soils and Intrazonal Soils.
iscellaneous Types (Podsolic).
(i) Aeolian Sandy Soils (North-Western O.F.S.).
(ii) Eastern Littoral Light Brown Sandy Soils.
terite and Lateritic Soils.
(i) Laterite.
(ii) Lateritic Red Earths.
iii) Lateritic Yellow Earths.
erruginous Lateritic Soils.
(i) Grey Ferruginous Lateritic Soils.
(ii) Brown and Reddish Brown Ferruginous Lateritic Soils.

B. Winter-Rainfall Area.

(South-Western and Southern Cape Province).

(i) Greyish Brown to Dark Brown Soils and Table Mountain Sandstone.
(ii) Gravelly Sandy Clay Loam on Clay.
iii) Sandy Loam on Limestone and Clays (Uitenhage and Alexandria Beds).
(iv) Coastal Aeolian Sand on Limestone and Sandy Soils.
(v) Shifting Sands.

(influence de la topographie, et surtout de la roche-mère). L'influence de la végétation est moins apparente que prévu et les herbes du *Veld* ne semblent pas correspondre à des teneurs plus élevées en matière organique.

La nomenclature adoptée est à la fois géographique et le plus souvent basée sur la couleur comme :

"mountain black clays" ou
"Eastern littoral light brown sandy soils".

Les types décrits ne sont pas subdivisés plus avant ; l'auteur s'efforce toujours de situer le sol qu'il étudie par rapport aux autres sols du monde tels qu'on peut les connaître dans la littérature de son époque. Il ne semble pas considérer le sol autrement que comme un corps naturel. Les problèmes d'utilisation et de fertilité ne sont jamais abordés.

4.3. LA CLASSIFICATION DES SOLS EN AUSTRALIE AVANT 1950.

L'historique de la classification des sols en Australie a été résumée par BUTLER(1). Elle montre que celle-ci s'est élaborée en plusieurs étapes, dont les deux premières restent liées aux noms de PRESCOTT(2) et STEPHENS(3).

Dans la décade qui précède la deuxième guerre mondiale, c'est PRESCOTT qui met au point une classification résolument zonale. L'Australie, en effet, est un véritable continent, sans obstacle montagneux majeur, sauf vers le Sud-Est ; aussi, la répartition des climats et des sols s'effectue-t-elle, comme en Europe de l'Est, comme en Amérique du Nord, à l'Est des Rocheuses, avec beaucoup de simplicité et régularité. Huit, puis dix-huit grands groupes de sols furent reconnus ; ils appartenaient chacun à une zone géographique déterminée. Ce découpage apparut sur la première carte des sols d'Australie due à PRESCOTT.

(1) BUTLER, 1962 ; (2) PRESCOTT, 1933, 1944 ;
(3) STEPHENS, 1952, 1954.

LA CLASSIFICATION DE STEPHENS.

Mais, on s'aperçut bientôt que plusieurs groupes pouvaient appartenir à la même zone et qu'on ne pouvait identifier le sol d'après son environnement. La notion de zonalité fut donc abondonnée après 1950. Une importance particulière fut alors accordée à la morphologie avec STEPHENS qui présenta l'ensemble des sols australiens dans un ouvrage publié en 1953. Le nombre des grands groupes atteint quarante sept. Leur présentation est analogue à celle de la classification américaine de 1938 et une équivalence entre les principales unités est envisagée. En 1954, un tableau hiérarchique de classification des principales unités est présenté (Tableau 36).

Les ordres sont les pedalfers et pedocals de MARBUT[1].

Les sous-ordres sont en relation avec la position des horizons de matière organique, d'argile, de sesquioxydes, de calcaire et de gypse.

Les grands groupes de sols introduisent 9 divisions en relation avec des caractéristiques des profils liés à la présence ou l'absence de caractéristiques d'*hydromorphie*, de *calcimorphie*, de *hasmo-morphie* (oxydes de fer), de *phytomorphie*, d'*halomorphie* et de *chronomorphie*. Les sols qui n'ont aucun caractère de ce genre sont *mésomorphes* ; ceux qui ne présentent aucun développement morphologique sont *amorphes*.

Les Familles de sols sont associées à l'épaisseur des profils, à des différences dans le solum liées à la structure, à la consistance, aux taches dans les horizons illuviaux ou de gley.

Les Séries sont liées aux roches-mères.

Les Types sont associés aux différences de texture dans l'horizon éluvial à des différences mineures dans l'horizon éluvial ou d'altération.

Les Phases dépendent de l'épaisseur de la partie supérieure du sol, de la pente et de caractères influençant l'utilisation du sol.

(1) MARBUT, 1927.

Tableau n° 36

Les Sols d'Australie.

STEPHENS, 1954.

Orders	Sub-Orders	Great Soil Groups: MESOMORPHIC SUBDIVISION	HYDROMORPHIC SUBDIVISION	CALCIMORPHIC SUBDIVISION	HAEMOMORPHIC SUBDIVISION	PHYTOMORPHIC SUBDIVISION	HALOMORPHIC SUBDIVISION	CHRONOMORPHIC SUBDIVISION	POLYMORPHIC SUBDIVISION	AMORPHIC SUBDIVISION		
PEDALFERS	ACID ORGANIC SOILS	Alpine humus soils				Moor peats				soils	soils	soils
		X				X			Moor podzol peats			
			X			X			Acid swamp soils			
	STRONGLY BLEACHED SOILS	Podzols	Groundwater podzols				Solods					
	BLEACHED SOILS	Grey-brown podzolic soils Brown podz soils Red " " Yellow " "	Meadow podzolic soils							alluvial	sand-dune	
			X					X	Lateritic podzolic soils			
	FLOCCULATED SOILS	Prairie soils		Terra rossa	Krasnozems							
			X		X			X	Lateritic krasnozems			
			X					X	Lateritic red earths			
PEDOCALS	DARK COLORED HUMUS SOILS	Black earths	Wiesenboden	Rendzina Brown forest soils			Solodized Solonetz and Solonetz					
			X	X					Ground water rendzina			
			X	X		X			Fen soils			
	BROWN AND GREY COARSE TO MEDIUM TEXTURED SOILS	Brown earths Red-brown earths		Grey calcareous soils								
				X				X	Brown soils of light texture			
				X			X		Solonized brown soils			
							Solonchaks					
	BROWN AND GREY FINE TEXTURED SOILS	Brown soils of heavy texture	Grey soils of heavy texture							Undifferentiated	Undifferentiated	Skeletal
	DESERTIC SOILS	Desert loams Desert sand ridges		Grey-brown and red calcareous desert soils								
			X					X	Stony tableland soils			
			X	X				X	Desert sand plain soils			

OBSERVATIONS.

La classification de STEPHENS marquait certainement un progrès sur la précédente, étroitement liée aux facteurs de formation du sol. Mais, le problème de définition et de délimitation des grands groupes n'ont pas disparu. Le recours, en 1954, à des systèmes déjà anciens et à une terminologie nouvelle, mais sans définition précise, comme, par exemple, *sols mésomorphes : "sols dont les caractéristiques du profil sont associées à des roches-mères normales et de bonnes conditions de drainage"*.

Aussi, dès 1943, des critiques importantes commençaient à se faire jour, en particulier sous la plume de LEEPER(1), portant tout particulièrement sur les points suivants :

- utilisation des facteurs et processus de formation dans la classification.
- manque de précision dans les définitions des unités, rendant difficile leur distinction.
- manque de spécificité de la terminologie.

Il demande l'adoption de critères plus objectifs fondés sur des observations ou des mesures péremptoires et préconise le recours à un système dichotomique qui sera mis en oeuvre dans les années suivantes sous l'impulsion de NORTHCOTE(2). Il sera examiné dans le paragraphe 5.5.

4.4. LA CLASSIFICATION DES SOLS A CUBA.

PREMIERS TRAVAUX DE BENNETT ET ALLISON.

La connaissance des sols est due à BENNETT et ALLISON(3). Ils publièrent plusieurs livres et articles qui restèrent pendant de nombreuses années les documents de référence sur les sols de Cuba. Ces ouvrages fournissaient de nombreuses descriptions, toujours très précises, sur les sols de l'archipel, accompagnées d'analyses chimiques et physiques. Les séries de sols ainsi décrites reçurent généralement des noms locaux ; mais parfois des noms de séries du Sud-Est des U.S.A. avec lesquelles elles présentaient des analogies frappantes. En fait, la liste des sols de Cuba ne constituait en rien une classification. Des corrélations avec des sols d'autres parties du monde demeuraient très difficiles (celles avec les U.S.A.

(1) LEEPER, 1943, 1952, 1954 ; (2) NORTHCOTE, 1960 ; (3) BENNETT, 1927; BENNETT et ALLISON, 1928, traduction en espagnol en 1962 à La Havane.

n'étaient possibles que parce que les auteurs connaissaient et le Sud-Est des U.S.A. et Cuba).

Après 1960, lors de la création de l'Institut des Sols, relevant de l'Académie des Sciences de Cuba, un effort fut entrepris pour mettre au point une classification des sols. Il fut fait appel à des pédologues chinois et soviétiques et diverses propositions furent établies.

CLASSIFICATION DE STEPANOV.

La première fut celle de STEPANOV[1] ; elle comprend les unités suivantes : groupes mondiaux, classes, sous-classes, types, sous-types, genres, espèces, variétés. En raison de leur situation géographique, les sols de Cuba appartiennent au *"groupe mondial des sols tropicaux"*, divisé en trois classes : *sols tropicaux des forêts humides, sols tropicaux des savanes modérément humides, sols tropicaux des semi-déserts et déserts"*. Les facteurs pris en compte pour cette séparation sont l'humidité, la radiation solaire, le degré d'altération des minéraux et le degré de transformation de la matière organique. Dans ce schéma, en raison de ses caractéristiques climatiques et végétales actuelles, Cuba se situe dans la deuxième classe.

Les sous-classes comprennent, en fonction de la *"croûte d'altération"*[2], les unités suivantes :

- les Sols Ferrallitiques sont formés sur une altérite à contenu élevé en oxydes de fer et alumine (plus de 20 % chacun).

- les Sols Ferritiques sont formés sur une altérite à forte teneur en oxydes de fer (65 %).

- les Sols Siallitiques sont formés sur une altérite à contenu élevé en silice (80 % et plus).

- les Sols margalitiques sont formés sur une altérite à teneur élevée en bases (50 % et plus).

- les Sols salins sont dûs à la concentration d'une nappe d'eau salée élevée (avec chlorure de sodium, de magnésium, sulfate de calcium, bicarbonate de sodium et autres). On rattache à cette sous-classe les sols alluviaux, mais on devrait la concevoir comme une sous-classe indépendante.

(1) STEPANOV, 1964 ; (2) Corteza de intemperización.

- Autres sous-classes : les sols de marais et les sols primitifs.

L'unité suivante est le type. Les sols de même type ont en commun les caractéristiques suivantes : origine, morphologie, conditions de synthèse et destruction des matières minérales et organiques, distribution de ces matériaux dans le profil, type d'humidité, niveau de fertilité. Ils font l'objet des mêmes techniques d'amélioration de leur fertilité. Tous les types sont zonaux car ils se forment dans une même zone bioclimatique : dans une même zone apparaissent un ou deux types de sols (à l'exclusion des sols hydromorphes ou lithiques). Dix sept types ont été reconnus. Les deux types principaux sont les sols rouges et les sols jaunes, formés dans une zone d'humidité élevée. Les sols jaunes apparaissent surtout dans les régions montagneuses, les rouges dans les régions ondulées.

Les sous-types correspondent à des variations qualitatives et à des passages à des types voisins.

CLASSIFICATION DE ZONN et al.

ZONN et al[1] présentent, un peu plus tard, une nouvelle classification génétique. Tous les sols appartiennent à la classe des *"sols tropicaux des savanes modérément humides"* qui est divisée en trois groupes : automorphes, pseudohydromorphes (à pseudo gley) et hydromorphes (à gley). Les sols sont répartis en types dont les caractéristiques sont héritées de l'altérite sur lesquelles ils se sont développés. Les sous-types résultent de processus accessoires qui viennent s'ajouter à ceux des types. L'ensemble des types et sous-types figurent au tableau n° 37.

SHISHOV[2], présente une classification destinée à faciliter le développement de la canne à sucre. Elle détaille les unités inférieures, tandis que les unités supérieures sont celles de ZONN et al.

OBSERVATIONS SUR LES CLASSIFICATIONS SOVIETIQUES.

Avec STEPANOV et ZONN et al., l'approche des sols de Cuba est à première vue assez semblable. Toutefois le rôle des altérites est situé à un niveau différent : celui des sous-classes pour le premier, celui des types pour le second.

(1) ZONN, VAZQUEZ et CABRERA MESTRE, 1966 ; (2) SHISHOV, 1968.

La référence aux facteurs de formation se fait à travers la classe des *"sols tropicaux de savanes modérément humides"*. Cette appréciation concerne les conditions bioclimatiques actuelles de Cuba, ou du moins celles que l'on reconnait pour l'archipel depuis quelques siècles. Cette approche est nettement insuffisante car on sait de mieux en mieux que les climats ont beaucoup changé au cours de la fin du tertiaire et du quaternaire et que les sols ont subi l'influence non seulement des conditions actuelles, mais aussi et surtout, celle de conditions passées assez différentes. De plus, prendre la savane, abondamment représentée à Cuba certes, comme une formation végétale de référence, c'est oublier trop facilement l'influence des hommes, de leurs troupeaux, de leurs cultures, comme en témoignent les nombreuses reliques forestières.

La présence sur la superficie restreinte de Cuba d'une si grande variété d'altérites devrait avoir de quoi surprendre, alors que les conditions bioclimatiques sont assez homogènes (à l'exception de la partie Sud-Est de l'île). Par contre, les roches-mères (roches éruptives, métamorphiques, sédimentaires, de nature très différentes (1) et ainsi que les formes de relief sont très variées. Enfin le temps, si souvent oublié, a dû avoir également un rôle important à jouer dans la formation des sols.

Les altérites sont d'ailleurs singulièrement mal définies. Les termes allite, ferrallite, siallite, sont basés sur l'emploi des teneurs en fer, en silice, du rapport silice/hydroxydes dont les limites ne sont pas précisées avec rigueur et ne permettent pas de bien saisir la pensée des auteurs. Par ailleurs, l'association de termes relatifs à des constituants propres aux sols, (hydroxydes, minéraux argileux) et d'autres provenant des roches-mères (calcium, quartz) ne devrait pas se situer au niveau des types.

Il est fait référence à la couleur à un degré élevé de la classification (type). Or, nous savons qu'il n'y a pas de relation entre la couleur et la teneur en oxydes de fer, l'accumulation ou la perte en ces constituants. De même, il est très difficile d'établir une relation entre la couleur du sol et le climat actuel. Ce n'est qu'après des études sur les constituants, leur nature, leur proportions etc... que l'on pourra mieux comprendre leur raison d'être.

(1) Les calcaires, les ultrabasites constituent des roches-mères importantes à Cuba, mais non les seules.

Tableau n° 37

Types et sous-types de sols à Cuba.

S.V. ZONN, L.R. VASQUEZ et P. CABRERA MESTRE. Sov. Soil Sci., 1966.

No.	Type	Subtype	Corresponding soil series
		A. Soils of automorphic soil formation	
1	Red Ferrallite-calcium	Saturated	Francisco
		Leached	Greenville, Matanzas, Perico, Navajas
		Lessivé	Truffin
2	Red Ferralite	Nonsaturated — acid	Ceiba, Caiaguate
		Nonsaturated (siallite-allite)	Mountain (not in series)
3	Red Ferrite	Ferrite	Nipe
		Allite-ferrite	Holguin*
		Ferrite-humus	Marti*
4	Yellow-red Ferralite	Ferralite	Mountain (not in series)
		Allite	Mountain (Barracoa)
5	Yellow Allite	Humus-quartz	Santa Barbara
6	Humus-calcareous-siallite	Calcareous (AC profile)	Havana
		Weakly leached (ABC profile)	Chaparra
		Leached	Palmarita
7	Cinnamon-brown — red Allite-siallite (?)	The same	Limone
8	Cinnamon-brown Allite-siallite	Dark leached	Palma
		Weakly leached	Santa Clara
		Leached	Tacajo
		Weakly leached (compact)	Guantanamo (western facies)
		Compact noncalcareous	La Largo
		Compact quartz-ferrite	Not in series*
9	Gray-cinnamon-brown Siallite	Calcareous-solonetzic (?)	Not identified previously
		B. Soils of pseudohydromorphic (pseudogley) soil formation	
10	Yellow lessivé Ferrallite	Ferralite	Hatuey
		Quartz-allite	Norfolk, Ruston, Erera, Coxville
11	Yellow Pseudopodzolic Ferralite	Quartz-ferralite	Vinales, Nova Jerona
		Quartz-allite	Eradura, Juane, Macagua (?)
		Quartz-ferrite	Estrella, Moron*
		Quartz-laterite	Not in series*
		Laterite	Taco-Taco and Mocarrero (part)
12	Laterite	—	Mocarrero* (part)
13	Humus-hydromorphic-siallite	Calcareous-compact	Oriente
14	Cinnamon-brown-hydromorphic Siallite	Calcareous	Different facies
		Calcareous-sulfate	Guantanamo**
15	Gray Compact Allite-siallite	Calcareous sulfate	Alto Cedro (plains facies), Bacunagua
		Leached	The same (facies of depressions)*
		Ferralite	Not identified
		Quartz-calcareous	Cayojo*
		Calcareous-ferrite	Not identified*
		Calcareous	Lugareño, Tunas
16	Black Compact Allite-siallite	Weakly leached	Bayamo
		Leached-ferrite	Marti (facies of depressions)
17	Black-gray Allite-siallite	Noncalcareous (ancient-alluvial)	Rio Cauto, Trinidad, Sagua
		C. Soils of hydromorphic-gley soil formation	
18	Yellow-pseudopodzolic Gley	Quartz-allite (with perdigon)	Scranton, Mabos, Columbia
19	Humus-gley Allite siallite	Ferro-calcareous-gypsum	Jucaro, Bernal
		Ferro-humus-leached (with perdigon)	Caonao (Zapata)
		Humus-marly	
		Peat-marly	Turba
		Peat on marl	
20	Alluvial-gley	—	Not in series
21	Solonchak	—	—
22	Solonchakic Mangra	—	—
23	Sienagui	Complex	—

* Soils under grass-woody savanna vegetation.
** Facies - subdivision within a series.

Enfin, il est fait référence à l'accumulation de matière organique, à des propriétés comme la compacité sans qu'aucune précision chiffrée soit apportée à leur sujet.

PREMIERE CLASSIFICATION CUBAINE.

Peu après la fondation de l'Institut des Sols de l'Académie des Sciences de Cuba, une classification génétique des sols fut mise sur pied par les pédologues cubains avec l'aide de pédologues de la République Populaire de Chine[1]. Cette classification était basée sur les unités suivantes : (tableau 38) grand-groupe, sous-groupe, genre, espèce.

Les grands-groupes sont caractérisés par les mêmes processus génétiques, les mêmes étapes de développement sous l'influence des conditions naturelles et les nécessités de la production. Par exemple, le *grand groupe latosolique* comprend les sols concernés par le même processus de formation dénommé *"latosolisation"*. Onze grands groupes ont été ainsi reconnus.

Les sous-groupes sont caractérisés par la présence de processus supplémentaires ou accessoires. Ils se différencient par la couleur, la matière organique, l'hydromorphie, la présence de gravillons etc. Quatorze sous-groupes ont été reconnus.

Les genres prennent en considération le matériau originel, la topographie, le colluvionnement ou l'alluvionnement. Treize genres sont fondés sur les roches-mères.

L'espèce est l'unité de base de la classification puisqu'elle prend en compte les caractéristiques morphologiques et plus particulièrement la profondeur du sol.

Cette classification, mise au point par les pédologues cubains et chinois[2], a servi de base à l'établissement de la légende de la carte des sols de Cuba au 1/250.000. Elle a été développée ensuite dans un ouvrage multiauteurs sur les sols de Cuba[3].

Cette classification s'apparente au premier abord à une liste d'unités, car elles ne sont pas reliées entre elles pour former

(1) CHAO CHI KUO et LIU SHIN WEN ; (2) HERNANDEZ et al., 1971 ;
(3) Instituto de Suelos, 1973.

un tout cohérent. Mais la genèse est recherchée dans un très long développement sur les conditions de formation avant chaque grand groupe. Comme ces conditions ne changent pas beaucoup, en ce qui concerne le climat et la végétation, en dehors des quelques massifs comme l'Escambray, ou la Sierra Maestra, tout ce qui est dit pour les latosols est valable pour les sols latosoliques, les sols jaunes tropicaux, les sols bruns. Les processus de formation ne sont pas définis de manière claire et précise, pour les sols de Cuba. Tout ce qui est énuméré pour chaque grand groupe ne facilite pas leur définition. Par contre, au niveau des profils et de leurs caractéristiques, les sols sont beaucoup mieux traités et chaque unité est bien présentée.

DEUXIEME CLASSIFICATION CUBAINE.

Une deuxième approximation de la classification des sols de Cuba a été mise au point par les pédologues cubains en 1975[1] (cf. Tableau 39).

La nomenclature des unités a changé. Certains des *"gran grupos"* ont été associés en *"Agrupacion"*, tandis que les unités suivantes sont : types, sous-types, genres, espèces et variété, comme dans les classifications soviétiques. Le nombre des regroupements a diminué et leur nom a changé : ferritique, ferrallitique, fersiallitique, hydromorphe, halomorphe, vertisol font leur apparition. Mais le recours à la couleur demeure avec les sols bruns. Le contenu des types reste le même.

Le document explicatif est beaucoup plus bref que les précédents et ne comporte pas de descriptions de profils ni de données analytiques. Mais il est facile de les retrouver dans la première classification. Il n'est pas fait référence aux facteurs de formation, mais aux processus et aux constituants minéraux pour un certain nombre de groupements. Mais ce contenu minéral est encore déterminé par la référence à des rapports moléculaires dont on connait les limites de signification. A l'intérieur des types, la référence à la couleur, au quartz, est encore trop importante. Un processus comme le lessivage est employé à deux niveaux différents.

(1) Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Suelos n° 23.

Tableau n° 38

Première Classification des Sols de Cuba.

Institut des Sols, 1971.

GRANDE GRUPO	SUB GRUPOS	GENEROS MAS IMPORTANTES	CLAVES*
LATOSOL	TIPICO Y MENOS EVOLUCIONADO	SERPENTINITAS	I A 5 - I J 5
LATOSOLICO	TIPICO	CALIZAS, DEPOSITOS MARINOS Y CALIZA SUSTENTADORA, DELUVIOS DE ESQUISTOS Y CALIZA SUSTENTADORA	II A I - II A (7+I) II A (2+I)
	PLASTICO	MATERIALES TRANSPORTADOS Y CALIZA SUSTENTADORA	II M (8+I)
	HIDRATADO	IGUAL AL ANTERIOR	II K (8+I)
	MENOS EVOLUCIONADO	CALIZA DURA	II J I
AMARILLO TROPICAL	TIPICO	ESQUISTOS Y ESQUISTOS CUARCITICOS	III A 2 - III A 3
	EROSIONADO	IGUAL AL ANTERIOR	III P 3 - III P 2
	SEUDOHIDROMORFICO	SOBRE DEPOSITOS SILICEOS Y CORTEZA LATOSOLIZADA O CAOLINIZADA	III L (II+I2) - III L (II+I3)
PARDO TROPICAL	TIPICO	SOBRE ARENISCAS CALCAREAS, ROCAS IGNEAS ACIDAS, ROCAS IGNEAS INTERMEDIAS, ROCAS BASICAS O ULTRA-BASICAS	IV A (4+I) - IV A 3 IV A 4 - IV A 5
	HUMIFICADO	SOBRE MATERIALES TRANSPORTADOS Y ROCAS CALCAREAS, ACIDAS, INTERMEDIAS, BASICAS O ULTRABASICAS	IV F (8+4) - IV F 5 IV F 3 - IV F (8+I)
	FERRUGINOSO	SOBRE GRANITOIDES	IV H 3
	SEUDOHIDROMORFICO	SOBRE MATERIALES TRANSPORTADOS Y ROCAS CALCAREAS ACIDAS E INTERMEDIAS	IV L (8+I) - IV L (8+3) IV L (8+4)
	TEMPORAL Y SUPERFI-CIALMENTE GLEIZADO	SOBRE MATERIALES TRANSPORTADOS Y CORTEZA ANTIGUA CAOLINIZADA O CAPA FERRUGINOSA TRANSPORTADA	IV B (8+I3) IV B (8+I2)
NEGRO TROPICAL	TIPICO	MATERIAL ORIGINAL TRANSPORTADO O MATERIAL CALCA-REO TRANSPORTADO	V A 8 - V A 10
CALIZOS	PARDO Y ROJO	CALIZAS, MATERIALES CALCAREOS TRANSPORTADOS Y ROCA CALIZA	VI D I - VI E I VI E (10+I)
CALIZOS HUMIFICADOS	TIPICO	CALIZA	VII A I

Tableau n° 38.2

GRANDE GRUPO	SUB GRUPOS	GENEROS MAS IMPORTANTES	CLAVES
GLEY TROPICAL	TIPICO	MATERIAL ORIGINAL TRANSPORTADO, MATERIAL CALCAREO TRANSPORTADO, MATERIAL ORIGINAL TRANSPORTADO Y CAPA FERRUGINOSA TRANSPORTADA	VIII A 8 VIII A 10 VIII A (8+12)
	TIPICO Y HUMIFICADO	MATERIAL CALCAREO TRANSPORTADO, MATERIAL ORIGINAL-TRANSPORTADO	VIII (A+F) 8 VIII (A+F) 10
	MEDIANAMENTE GLEIZADO	IGUAL QUE EL SUB GRUPO TIPICO	VIII Cm 8 — VIII Cm 10 VIII Cm (8+12)
	MEDIANAMENTE GLEIZADO Y HUMIFICADO	IGUAL AL SUB GRUPO TIPICO Y HUMIFICADO	VIII (Cm+F) 8 VIII (Cm+F) 10
	FUERTEMENTE GLEIZADO	MATERIAL ORIGINAL TRANSPORTADO, MATERIAL CALCAREO TRANSPORTADO	VIII Cf 8 VIII Cf 10
MOCARRERO	TIPICO	MATERIALES ORIGINALES TRANSPORTADOS Y CAPA ANTIGUA CAOLINIZADA, DEPOSITOS SILICEOS FINOS Y CAPA ANTIGUA CAOLINIZADA O CAPA LATOSOLICA METEORIZADA	IX A (8+13) - IX A (11+13) IX A (8+12) IX A (11+12)
	FORMADO INFERIORMENTE	IGUAL AL ANTERIOR	IX N (8+13) - IX N (11+13) IX N (8+12) - IX N (11+12)
ARENOSO	TIPICO	DEPOSITOS SILICEOS FINOS	X A 11
	FERRUGINOSO	DEPOSITOS SILICEOS FINOS Y CAPA ANTIGUA CAOLINIZADA O CAPA LATOSOLICA METEORIZADA	X H (11+12) X H (11+13)
	SEUDO HIDROMORFICO	IGUAL AL ANTERIOR	X L (11+12) - X L (11+13)
	GRAVILLOSO CUARCITICO	PIZARRAS, ESQUISTOS, MATERIAL ORIGINAL TRANSPORTADO Y CAPA ANTIGUA CAOLINIZADA	X O 2 X O (8+13)
ALUVIAL	TIPICO	MATERIAL ALUVIAL	XI A 6

* Estas claves aparecen en la leyenda del mapa genético de los Suelos de Cuba escala 1 250,000 elaborado por el Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba

Tableau n° 39.1

Deuxième classification des Sols de Cuba.

Institut des Sols, 1975.

AGRUPACION	TIPO	SUBTIPO	GENERO	ESPECIE	VARIEDAD
I. Ferriticos	IA. F. Púrpura	1. Tipico 2. Concrecionario 3. Laterizado 4. Hidratado	Saturado 75% Desaturado 75% — Eluvio de rocas ígneas ultrabásicas (principalmente serpentinitas).	Según la profundidad. — Poco profundo 20 cm — Medianamente prof. 20-50. — Profundo. 50-100. — Muy profundo 100 cm.	Predominan los arcillosos y loam pesados. — Arcilla pesada — Arcilla mediana — Arcilla ligera — Loam pesado.
II. Ferraliticos	IIA. F. Rojo	1. Tipico 2. Concrecionario 3. Compactado 4. Hidratado 5. Poco lixiviado	Saturado 75% Desaturado 75% — Eluvio de rocas calizas duras.	Según la humificación (M.O.). — Muy humificado 5% — Humificado 5-4. — Medianamente humificado 4-2. — Poco humificado 2%	Predominan los arcillosos.
	IIB. F. Rojo Lixiviado	1 Tipico 2. Concrecionario 3. Laterizado 4. Hidratado	IDEM — Eluvio de rocas calizas duras. Sedimentos transportados de regiones silíceas.	Según el grado de erosión. — Poca (pérdida parcial del Hor. A.). — Mediana (pérdida total del hor. A.). — Fuerte (pérdida parcial del hor. B.). — Muy fuerte (pérdida total del hor. B.).	Predominan los Loam ligeros y Loam arenosos
	IIC. F. Amarillento.	1. Tipico 2. Concrecionario 3. Laterizado 4. Lixiviado 5. Gleyoso	IDEM — Eluvio de rocas calizas duras. — Materiales transportados.	Según contenido de Concreciones. — Poco concrecionario 5-20%. — Muy concrecionario 20-40%.	Predominan los arcillosos.
	IID. F. Cuarcítico	1. Tipico	Desaturado 75% — Eluvio de esquistos cuarcíticos micáceos. — Eluvio de esquistos micáceos con venas de cuarzo. — Materiales transportados y corteza de meteorización.(Ferral. o Caolinit.).		Predominan los loam ligeros y loam arenosos. Según pedregosidad. (superficie). — Poco pedregoso 10% — Medianamente pedregoso 10-20. — Muy pedregoso. 20-40%.
	IIE. F. Cuarcítico Amarillo rojizo lixiviado.	1. Tipico 2. Laterizado 3. Humificado 4. Gleyoso	IDEM — Esquistos. —Esquistos micáceos. — Materiales transportados y corteza de meteorización ferralítica.		Predominan los loam ligeros y loam arenosos.
III. Ferralíticos	IIIA. F. Rojo parduzco ferromagnesial.	1. Tipico	Saturado 75% — Eluvio de rocas serpentinitas.	Según: Profundidad Humificación Erosión IDEM	Predominan los arcillosos y loam pesados.
	IIIB. F. Pardo rojizo	1. Tipico 2. Lixiviado	Saturado 75% Desaturado 75% — Eluvio de rocas efusivas. — Eluvio de areniscas silíceas.		De arcilla ligera a loam ligero. Pedregosidad: IDEM
IV. Pardos	IVA. Pardos	1. Tipico 2. Plastogénico 3. Gleyoso	No carbonatado. Saturado 75% Desaturado 75% — Eluvios de: Areniscas, Porfiritas, Areniscas tobáceas, Dioritas, Gabros. — Materiales transportados sobre eluvios de rocas efusivas intermedias.	IDEM	De arcilla ligera a loam medio. Pedregosidad: IDEM Según gravillosidad: — Poco gravilloso 10% — Muy gravilloso 10%
	IVB. P. con diferenciación de carbonatos	1. Tipico 2. Plastogénico 3. Gleyoso	Carbonatado Carbonatado lavado. — Eluvio de areniscas calcáreas. — Margas porosas sobre areniscas — Materiales transportados calcáreos.	Según: Profundidad IDEM Humificación Erosión Según grado de lavado. — Carbonatado. Efervesce en Sup. — Poco lavado 5-20 cm. — Medianamente lavado. 20-40. — Muy lavado 40 cm.	Predominan arcillosos y loam pesados. Pedregosidad Gravillosidad IDEM
	IVC. P. Grisáceo	1. Tipico	Saturado 75% Desaturado 75% — Eluvio de Granodioritas, Dioritas cuarcíferas y Granitos normales.	Según: Profundidad Erosión IDEM	Predominan los loamosos. (arenosos)

AGRUPACION	TIPO	SUBTIPO	GENERO	ESPECIE	VARIEDAD
V. Húmicos calcimórficos	VA. Húmico carbonático.	1. Típico 2. Lavado 3. Plastogénico 4. Gleyzoso	Carbonatado. Carbonatado lavado. —Eluvio de areniscas calcáreas, calizas margosas, Marga.	Según la humificación (M.O.). — Muy humificado 6%. — Humificado 6-4. — Medianamente humificado 4-2. — Poco humificado 2% Según: Profundidad Erosión Lavado IDEM	Predominan los arcillosos y loam pesados. Pedregosidad. IDEM
	VB. Rendzina roja	1. Típico	Carbonatado — Eluvio de calizas duras generalmente, rocas calizas friables.	Según: Profundidad Humificación IDEM	Predominan los loam medios y loam ligeros. Pedregosidad. IDEM
	VC. Rendzina negra	1. Típico			
VI. Vertisuelos.	VIA. Oscuros plásticos gleyzados.	1. Negro 2. Negro grisáceo 3. Gris 4. Gris amarillento	Carbonatado. Carbonatado lavado. Solonchakado. — Materiales deluviales, aluviales, arcillosos y arcillo-limosos.	Según: Profundidad Lavado Humificación IDEM (Ferralíticos).	Predominan los arcillosos.
	VIB. Oscuros plásticos gleyzosos.	1. Negro 2. Negro grisáceo 3. Gris 4. Gris amarillento	— Materiales deluviales, arcillosos carbonatados.	Según la salinidad. — No salino. — Poco salino. — Medianamente salino. — Fuert. salino. — Muy fuertemente salino. NOTA. Ver tabla.	IDEM Según: Gravillosidad IDEM
	VIC. Oscuros plásticos no gleyzados.	1. Negro grisáceo 2. Gris amarillento 3. Pardo oscuro	IDEM — Materiales deluviales arcillosos carbonatados. — Eluvio de areniscas carbonatadas.		IDEM
VII. Hidromórficos	VIIA. Gley hámico.	1. Típico 2. Concrecionario 3. Estratificado	IDEM — Materiales aluviales, daluviales.	Según: Profundidad Concreciones IDEM Lavado Humificación (Hum. carbón)	Predominan los arcillosos y loam pesados.
VII. Hidromórficos	VIIB. Gley ferralítico	1. Típico 2. Concrecionario 3. Laterizado	IDEM — Materiales arcillosos transportados de regiones ferralíticas.	Según grado de gleyzación. — Suave 60 cm de profundidad. — Mediana 60-40 cm. — Fuerte: Hasta superficie. Según: Profundidad Concreciones Humificación IDEM (Ferral.).	Predominan los loamosos
	VIIC. Gley amarillento cuarcítico.	1. Típico 2. Concrecionario 3. Laterizado	Saturado 75% Desaturado 75% — Materiales silíceos finos transportados de regiones cuarzo-ferralíticas.	Según: Profundidad Concreciones Gleyzación IDEM	Predominan los arcillosos y loam pesados.
	VIID. Húmico marga	1. Típico 2. Gleyzado 3. Turboso 4. Turba	Carbonatado. Solonchakado. — Margas y depósitos orgánicos.	Según: Profundidad Salinidad IDEM	IDEM
	VIIE. Pantanosos	1. Turboso 2. Mineral	Carbonatados. No carbonatados. Solonchakado. —Depósitos marinos y aluviales.	Según: Profundidad (capa orgánica). Salinidad IDEM	Predominan los arcillosos y loamosos.
VIII. Halomórficos	VIIIA. Solonchak mangle.	1. Mineral	Tipo de salinización (ver tabla). — Depósitos marinos.	Según: Gleyzación Profundidad Salinidad IDEM (ver tabla)	Predominan los loamosos.
	VIIIB. Solonchak	1. Típico 2. Gleyzado	IDEM — Sobre depósitos marinos y aluviales antiguos.		Predominan los arcillosos y loamosos.
	VIIIC. Solonets	1. Tíoico 2. Gleyzado			

Tableau n° 39.3

AGRUPACION	TIPO	SUBTIPO	IDEM	ESPECIE	VARIEDAD
IX. Aluviales	IXA. Aluvial	1. Poco diferenciado 2. Diferenciado 3. Estratificado 4. Gleyzoso	Carbonatado. No carbonatado. Solonchakado. — Materiales aluviales de diferentes tipos.	Según: Profundidad Humificación Concreciones Salinidad IDEM	Arcilla ligera a loam pesado. Según: Gravillosidad IDEM.
X. Poco desarrollados.	XA. Arenoso cuarcítico	1. Típico 2. Gleyzado	Saturado 75% Desaturado 75% — Depósitos cuarcíticos.	Según: Profundidad Concreciones Humificación Gleyzación IDEM	Loam ligero a loam arenoso.
	XB. Esqueléticio	1. Natural 2. Antrópico	Carbonatado. No carbonatado. — Rocas duras de diferentes géneros.	Según: Profundidad (poco) Erosión IDEM	IDEM

Le vocabulaire manque encore de précision et devra encore être amélioré.

4.5. Conclusions sur les Classifications Génétiques.

L'examen des classifications génétiques, bien qu'encore incomplèt , permet néanmoins quelques conclusions générales.

Tout d'abord, il est rappelé que les classifications génétiques remontent à DOKUCHAEV et SIBIRTSEV. Elles sont, en quelque sorte, produites par les conditions géographiques spécifiques et l'histoire géologique récente de l'U.R.S.S. et particulièrement de sa partie européenne, qui fut étudiée la première. Dès le début du vingtième siècle, il fut établi que les sols étaient formés sous l'influence de processus qui résultaient eux-mêmes d'un certain nombre de facteurs de formation.

Ces facteurs sont, selon certains auteurs, au nombre de cinq et leur influence a été examinée dans un ouvrage réputé de JENNY(1). D'autres auteurs(2) ont soutenu qu'il fallait tenir compte également de l'érosion, de la sédimentation, des influences humaines. Ceci ne manquerait pas de compliquer singulièrement le problème.

En U.R.S.S. toutefois, il est apparu que les roches-mères étaient relativement homogènes, la topographie peu accidentée et le temps de formation à peu près identique à travers le pays. D'où la naissance de la notion de *"normalité"* qui trouva son application aux U.S.A. et en Australie. Seuls changeaient le climat et la végétation répartie en zones à peu près parallèles aux latitudes(3). La notion de zonalité s'imposa aux Russes comme une évidence et également à beaucoup de pédologues étrangers. Ces relations de cause à effet constituaient le point de départ des classifications génétiques.

C'est ainsi qu'on vit tout d'abord apparaître des classifications placées sous l'influence dominante des conditions bioclimatiques et parfois appelées *géographico-génétiques*. Les sols sont placés dans un cadre strictement géographique découpé en un certain nombre de *"zones"*. Par la suite, à mesure que la connaissance des sols du monde augmentait, les pédologues soviétiques eurent recours

(1) JENNY, 1941 ; (2) HARRIS, 1960 par exemple ; (3) En URSS ; aux USA elles prennent une orientation différente par suite de la présence des Montagnes Rocheuses.

à des *"faciès"* pour tenir compte des variétés climatiques observées et dues le plus souvent à la proximité des mers ou à l'éloignement de celles-ci.

En fait, le recours aux facteurs bioclimatiques se heurte à trois séries de difficultés :

- Il faudrait disposer d'un cadre bioclimatique très précis, valable pour l'ensemble du monde, et qui devrait être établi avant toute tentative de classification des sols. Il suffit d'examiner les *"cadres"* bioclimatiques proposés pour être frappé par l'extraordinaire imprécision des termes proposés, leur nombre très limité, alors que les climats sont aussi nombreux que les sols.

- L'histoire du tertiaire et du quaternaire nous montre que les climats ont beaucoup changé et continuent d'ailleurs de changer. On peut prendre, à cet égard, comme exemple le tableau[1] 40 qui montre, pour une partie du globe, les changements intervenus seulement au cours de dix derniers millenaires. Par conséquent, établir un système où l'on attribue à l'environnement actuel, le rôle de seul responsable de la différenciation morphologique et physico-chimique des profils de sols, est certainement s'exposer à des erreurs graves. Si dans les plaines russes et nord-américaines, on peut établir un lien entre la nature des constituants organiques et les conditions bioclimatiques actuelles[2], il n'en est pas de même de la nature des constituants minéraux formés avant les glaciations et redistribués par les glaciers après mélange à des fragments arrachés au substrat.

- L'application stricte du principe de zonalité apparaît bien souvent en défaut[3]. En effet, à chaque zone devrait correspondre un petit nombre de sols zonaux. Or certains de ceux-ci apparaissent dans des bandes correspondant à des conditions très différentes. Le cas des podzols et des sols bruns présents sous toutes les latitudes est très révélateur à cet égard.

Il faudrait donc faire appel à d'autres facteurs comme la topographie, les roches-mères, le temps. L'introduction de ces facteurs n'a donné lieu, jusqu'à présent qu'à des tentatives limitées, et, par conséquent, inapplicables à l'ensemble des sols. Les essais

(1) FAIRBRIDGE, 1976 ; (2) comme le fait par exemple DUCHAUFOUR, 1972, 1976 b ; (3) Il suffit de rappeler l'influence des roches-mères et du temps de pédogenèse.

Tableau n° 40

Effets des changements de climats tropicaux pendant l'Holocène.

FAIRBRIDGE, 1976, Quartern. Res.

SIDEREAL YR. (B.P)	SOUTHERN SAHARA	AFRICAN LAKES	MIDDLE NILE	MED. – AFR. CULTURES	WORLD GLACIERS	HBS	WORLD SEA LEVELS
0 — 100 (1850 – 1950 AD)	SEMI – ARID	low Chad 282 m	rather LOW		RETREAT	1	0
100 — 800 (1850 – 1150 AD)	ARID	Chad : minor peaks 282m (1600,1750 AD)	LOW MIN. C. 1500 AD MAX 1600,1750 AD	TURKISH EMPIRE	"LITTLE ICE AGE"	17	PARIA LOW PR-11
800 — 1000 (1150 – 950 AD)	SEMI – ARID	Chad low c 281 m	LOW	(VIKING episode)		26	ROTTNEST L-X (DUNKERQUE III)
1000 — 1400 (950 – 550 AD)	ARID	Chad minor high	rather HIGH	ARAB RISE		31	PR-10
1400 — 1800 (550 – 150 AD)	SEMI – ARID		LOW	ROMAN AFRICA		34	DUNKERQUE II L-IX
1800 — 2100 (150 AD – 1500 BC)	SUB – HUMID		intermed.	ROME / PTOLEMY	NEOGLACIAL IV	40	FORIDA LOW PR-9 -2m
2100 — 2400	HUMID	minor high	HIGH	PTOLEMAIC EGYPT		45	ABROLHOS 1.5m (DUNKERQUE I)
2400 — 3100 (500 – 2800 C14)	SEMI – ARID	minor low	rather LOW	LIBYAN/ NABIAN EGYPT	NEOGLACIAL III	53	PR-8
3100 — 3400 (2800 – 3000 C14)	HUMID		HIGH	NEW KINGDOM (OF EGYPT)		69	GIPPSLAND L-VIII 1.5m
3400 — 3600 (3000 – 3200 C14)	ARID	all lakes low	rather LOW	2nd Intermediate (Middle – Hittite Fall)	NEOGLACIAL II	74	PELHAM BAY PR-7 LOW -3m
3600 — 4900 (3200 – 4300 C14)	HUMID	Victoria 3m terrace (3700 BP)	HIGH MAX. 3700 BP	HERDING NEOLITHIC (Sahara); MIDDLE and OLD KINGDOMS of EGYPT		85 98 102	YOUNGER L-VII 3m PR-6 PERON
4900 — 5300 (4300 – 4700 C14)	ARID	all lakes low	LOW MIN. 4900 BP	Early DYNASTIC (EGYPT)	NEOGLACIAL I	111	BAHAMA LOW PR-5 -5m
5300 — 6300 (4700 – 5500 C14)	HUMID	Victoria high	HIGH	HUNTING NEOLITHIC (SAHARA); PREDYNASTIC EGYPT		116 130	OLDER PERON L-VI 3m (CALAIS III)
6300 — 6600 (5500 – 5800 C14)	SUB – HUMID	minor low	LOW			141	GHANA LOW -1m
6600 — 7000 (5800 – 6200 C14)	HUMID	Mega – Chad 320m Victoria high	HIGH	CHALCOLITHIC (MESOPOTAMIA)		148	LITTORINA I L-V TAPES II CALAIS II L-IV
7000 — 7900 (6200 – 7000 C14)	ARID	minor low	LOW			161	RHINE DELTA LOW -10m
7900 — 8600 (7000 – 7800 C14)	HUMID	Chad, Victoria high				171 185	CALAIS I L-III TAPES I L-II
8600 — 9200 (7800 – 8500 C14)	SUB – HUMID		HIGH		COCHRANE		ANCYLUS LOW -20m
9200 — 9800 (8500 – 9100 C14)	HUMID	all lakes high					LYTHAM I
9800 — 10,500 (9100 – 10300 C14)	ARID	all lakes low	LOW		VALDERS, DAUN		-35m

UPPER PLEISTOCENE

concernant l'intégration du facteur temps n'ont guère été convaincants.

Le recours aux processus a été également tenté. Il s'est, lui aussi, traduit par l'emploi de termes imprécis. Certes, l'idée générale est assez facile à exprimer. On arrive à expliquer, décrire, mettre en formules même, le processus que l'on veut expliciter. Mais, lorsqu'il s'agit de donner des indications précises sur la manière de le reconnaître sur le terrain et surtout d'en déterminer les limites, les résultats concrets sont très souvent décevants. Il n'est que de se reporter, dans les différentes classifications, à la manière avec laquelle sont présentés des processus comme la brunification, l'accumulation et la répartition de la matière organique, du calcaire, la salinisation, l'hydromorphie etc...

Parfois, aussi, le sol lui-même est assimilé à un processus. C'est ce que fait JOFFE[1] lorsqu'il écrit *"Pedologically, chernozem represents a process of soil formation in the steppe region"*..

Tout ceci ne donne pas aux classifications génétiques la spécificité et la rigueur dont elles ont besoin. Il en résulte que le classificateur a beaucoup trop de liberté pour interpréter les facteurs de formation et les processus. Les usagers des classifications se soucient généralement peu des idées qui sous-tendent les systèmes génétiques ; ils veulent se référer à des faits, à des données concrètes formulées de façon objective.

De plus, le langage employé est généralement à base de locutions vernaculaires, dont le message scientifique est, à quelques exceptions près[2], assez maigre ; le plus souvent, les termes employés font référence à la couleur. Dans la classification de STEPHENS[3], par exemple, sur quarante sept groupes, vingt contiennent une référence à la couleur, les autres à la texture, la structure, à l'environnement. La tentative néo-zélandaise est une exception.

A partir des années 1950, les classificateurs devinrent de plus en plus nombreux à penser que les systèmes examinés précédemment devaient être fondés différemment. On devrait s'appuyer non

(1) JOFFE, 1948, p 201 ; pour GERASIMOV, 1969, également, le sol est le produit d'un processus. cf. également GERASIMOV, 1974 ; (2) chernozem et podzol sont parmi les seuls à avoir acquis, peu à peu, un contenu scientifique précis ; (3) STEPHENS, 1952.

plus sur des concepts, mais sur des données concrètes ; les sols devaient être classés suivant leurs propriétés[1]. En Australie, en Nouvelle-Zélande, aux U.S.A., cette manière de voir va l'emporter peu à peu. KUBIENA[2] lui-même déclare, au congrès de Madison : *"In spite of considering myself a soil geographer, it seems to me very essential that soil classification should be done strictly on the basis of soil properties and not on geographic principles"*[3]. Cette attitude était appelée à modifier profondément les manières de penser auxquelles les pédologues étaient habitués jusque là. *"It means nothing less than a complete revolution in the subject"*[4]. Un certain nombre de classifications conservèrent les orientations qu'elles avaient prises. Quelques tentatives nouvelles eurent lieu[5]. Mais, dans plusieurs pays se développèrent des classifications qu'on peut qualifier de pragmatiques ou objectives,[6] car elles s'appuient uniquement sur les propriétés que l'on peut voir et mesurer, et non sur l'environnement et les processus réels ou supposés.

Ce sont de telles classifications, dont les plus importantes ont été élaborées à partir de 1960 qui vont être passées en revue dans la partie suivante.

(1) LEEPER, 1954 ; (2) KUBIENA, dans les commentaires sur la communication de POST, 1960 ; (3) Bien que je me considère comme un géographe des sols, il me parait tout à fait essentiel que la classification soit faite uniquement sur la base des propriétés des sols et non sur des principes géographiques ; (4) LEEPER, 1954 ; *"Il s'agit de rien de moins qu'une révolution complète en la matière"*. (5) HARRIS, 1960 ; MUIR, 1969 ; (6) Pragmatique : qui est fondé sur l'étude des faits mais avec un but pratique ; objectif : qui a rapport à l'objet, indépendemmant des idées.

5. LES CLASSIFICATIONS OBJECTIVES.

Pour pallier les défauts qui avaient été reconnus aux classifications précédentes, un certain nombre de chercheurs isolés ou même d'écoles, se sont efforcés d'élaborer des systèmes offrant le maximum d'objectivité, comme le préconisaient COFFEY, RICE, KELLOGG [1] aux U.S.A., KUBIENA[2] en Europe, GAUCHER[3] en France entre autres. Le moyen d'y parvenir consistait avant tout à renoncer au cadre géographique, aux processus, aux théories en général, et à se reporter à l'objet même de la classification, le sol.

C'est SIMONSON[4] qui parait avoir été le plus net en la matière en précisant que la classification devait s'appuyer sur la morphologie et les constituants.

Dans les pages qui suivent, on tentera d'analyser les méthodes d'approche adoptées par diverses écoles pour atteindre à un maximum d'objectivité et de présenter leur aboutissement.

5.1. LA CLASSIFICATION DE DE SIGMOND.[5]

Cette classification, parue en 1938, universelle, précise, détaillée, se veut un cadre pour tous les sols du monde.

Les unités essentielles, retenues par l'auteur, sont les suivantes :

- Les <u>groupes principaux</u> font état de l'importance relative des constituants minéraux et organiques.

- Les <u>sous-groupes</u> sont différenciés d'après la nature des composés organiques ou minéraux. Certains termes maintenant connus de tous, comme siallites ou allites les caractérisent.

- Les <u>ordres</u> correspondent à des contenus cationiques similaires (où dominent par exemple H^+, Na^+ ou Ca^{2+}).
- Les <u>types</u> rassemblent des sols semblables par leur profil, leur origine, leur situation géographique.

(1) COFFEY, 1912 ; RICE, 1927 ; KELLOGG, 1938 ; (2) KUBIENA, 1958 ; (3) GAUCHER, 1973 ; (4) SIMONSON, 1962. (5) DE SIGMOND, 1938.

- les sous-types correspondent à des variétés locales. Les trois premières subdivisions sont présentées dans le tableau n° 41.

OBSERVATIONS.

D'après MATE[1], DE SIGMOND est parti des principes de base de DOKUCHAEV et de ses successeurs, et son système est génétique. Il est à noter, cependant, que le système n'est pas fondé sur les facteurs de formation du sol considérés comme trop changeants (surtout le climat), mais sur les propriétés des sols facilement reconnaissables. Il est fait appel à la composition globale des sols ainsi qu'à la nature des cations adsorbés sur le complexe. Ce faisant, DE SIGMOND n'accordait donc pas la primauté aux facteurs de formation mais aux caractéristiques des sols.

Ainsi, des connaisseurs comme GERASIMOV et IVANOVA[2] n'ont pas trouvé au système de DE SIGMOND de vériatble caractère génétique. Ils lui reprochent de ne pas relier les propriétés des sols les unes aux autres ni avec les facteurs de formation. Les sols sont classés uniquement sur leurs caractéristiques, ce qui semble bien avoir été le véritable but que l'auteur s'était proposé.

5.2. La Soil Taxonomy.

HISTORIQUE.

En 1960, lors du 7è Congrès international de Science du Sol tenu à Madison Wis. U.S.A., un document offset la *"7th Approximation"* est distribué à tous les participants. Il totalise 265 pages et constitue la pensée officielle de l'U.S.D.A.[3] dans le domaine de la classification des sols. Il est livré à l'approbation et surtout à la critique des lecteurs étrangers. Quelques temps après, certaines modifications, non fondamentales, sont apportées au texte. Pendant plusieurs années, le document qui porte le nom de *"Soil Taxonomy"* circule officieusement afin que de nouvelles et dernières corrections puissent lui être apportées. En 1975, l'édition définitive

(1) MATE, 1974 pédologue hongrois ; (2) GERASIMOV et IVANOVA, 1959 ;
(3) U.S.D.A. : United States Department of Agriculture.

GROUPES PRINCIPAUX	SOUS-GROUPES	ORDRES
Sols organiques	1. Sols organiques bruts (Turf)	1. Turf pauvres en bases 2. " riches en bases mais non salés 3. Turfs salés
	2. Sols organiques humifiés	4. Sols tourbeux acides 5. Sols tourbeux neutres 6. Sols tourbeux salés
Sols organo-minéraux	3. Sols organo-minéraux bruts	7. Sols Endodynamiques 8. Sols Exodynamiques 9. Sols Pseudodynamiques
	4. Siallites humiques	10. Sols H acides 11. Sols calciques
	5. Siallites Ferriques	12. Sols sodiques
	6. Allites	13. Terre brune 14. Terre jaune 15. Terre rouge 16. Allites pures 17. Allites siallitiques 18. Allites bauxitiques
Sols minéraux	7. Sols minéraux bruts	19. Sols "of mixed rock debris" 20. Sols "of mineral grits" 21. Sols de limon fin
	8. Sols minéraux de composition moyenne	22. le calcium est partiellement mobilisé 23. la silice est partiellement mobilisée
	9. Sols minéraux à produits ferreux de décomposition	24. Sols à croûte facilement soluble 25. Sols à croûte lentement soluble

Tableau n° 41 - La classification de DE SIGMOND (1938) les unités supérieures.

intervient. Il s'agit d'un volume de 754 pages avec photos en couleurs, de nombreuses descriptions et analyses de profils. Cette classification qui avait fait l'objet d'une longue préparation entre pédologues américains et étrangers avant 1960 constituait véritablement la révolution annoncée par LEEPER[1].

ORIGINALITES DE LA SOIL TAXONOMY.

Avant d'examiner la structure même de la classification, il faut signaler trois apports fondamentaux : les horizons diagnostiques, le vocabulaire, le pédon.

- Les Horizons diagnostiques sont au nombre de 23. Ils se divisent en *"épipedons"* pour la surface et *"subsurface horizons"* pour la profondeur. Ces horizons sont définis avec précision, en ce qui concerne principalement la couleur, l'épaisseur, la teneur en matière organique, le degré de saturation. Ces horizons constituent une des pièces maîtresses du système car ils permettent seuls de définir les catégories de sols en termes de propriétés et non de processus ou d'environnement[2]. La définition d'une catégorie repose non sur un orthotype mais sur un épitome[3]. De nombreux caractères sont donnés en termes de résultats de laboratoire (allophanes, fer libre, capacité d'échange). Les sols sont étudiés tels qu'ils sont aujourd'hui, sous nos yeux, et non tels qu'on suppose qu'ils furent (avant la mise en culture p. ex.). La définition des horizons est basée uniquement sur des critères objectifs, visibles ou mesurables. De ce fait, il n'y a pas de place pour l'interprétation. Tous les pédologues doivent être d'accord pour accepter le système en bloc (et non pour y faire un choix); alors seulement le système sera parfaitement transmissible.

Le Vocabulaire utilisé est entièrement nouveau. Il remplace tous les anciens noms, souvent vernaculaires, issus du russe ou de l'allemand. Des mots sont littéralement fabriqués, surtout à partir du grec et du latin, pour les différents niveaux de la classification. Chaque mot peut se réduire à une syllabe caractéristique. Pour les niveaux supérieurs ou ordres, dix noms se terminent par - sol. Pour les sous-ordres et les grands groupes, le nom se fabrique par addition de une ou deux syllabes à celle de l'ordre. Les unités suivantes

(1) LEEPER, 1954 ; (2) SMITH, 1960 ; (3) Epitome : abrégé.

résultent de l'addition d'adjectifs : Ex.

Plinthic Haplustult
Typic Rhodustalf

Cette nomenclature a paru dès l'abord, curieuse et même étonnante, dans tous les pays du monde[1]. Peu à peu, jointe aux horizons diagnostiques, elle s'est révélée comme étant un élément de communication particulièrement efficace. Tous les utilisateurs, s'ils appliquent correctement le système, doivent aboutir aux mêmes appellations.

- Le troisième élément original est l'utilisation du concept *"pedon"*,[2] qui est proposée pour désigner le plus petit volume de sol suffisant pour l'étude des horizons et de leurs relations à l'intérieur des profils. La section minimum est comprise entre 1 et 10 m^2. Plusieurs pédons contigüs peuvent être associés en polypédons. Il s'agit de pédons à l'intérieur d'un continuum pédologique dont les caractéristiques peuvent s'appliquer à celle d'une série de sols. On a vu précédemment[3] que la limite inférieure du pédon est imprécise et que sa limitation arbitraire à 2 mètres est de nature à exclure du pédon un ou plusieurs horizons du sol.

Avec ses horizons diagnostiques parfois numérisés, son vocabulaire standardisé et le concept nouvellement introduit du pédon, la *"Soil Taxonomy"* représente, dans de nombreux domaines, un progrès considérable par rapport aux autres classifications existantes. De plus, si elle constitue, comme celles-ci, un cadre, elle est accompagnée d'exemples précis, montrant qu'elle n'est pas une abstraction, mais un document véritablement opérationnel.

Mais, si la plupart des lecteurs critiques ont reconnu les avantages qu'apportait ce nouveau système, ils ont insisté également sur ses divers inconvénients.

(1) BUTLER et al, 1961 ; AUBERT, 1960 ; (2) Ce mot a été proposé par G. SMITH ; son analogie avec pédologie apparait évidente ; (3) cf. par 1.3.

CARACTERISTIQUES DE LA " SOIL TAXONOMY ".

Tout d'abord, la *"Soil Taxonomy"* est un ouvrage de plusieurs centaines de pages, denses, et écrit dans un style qui n'est pas toujours facile à comprendre par des lecteurs non anglo-saxons, même par ceux qui ont une connaissance normale de la langue anglaise. Aussi est-il bon de se la faire expliquer. Les ouvrages et articles de vulgarisation, même critiques, les corrélations avec d'autres systèmes de classification en facilitent la compréhension[1].

La *"Soil Taxonomy"* présente une structure hiérarchisée : ordre, sous-ordre, grand groupe, sous-groupe, famille, série.

Les ordres (tableaux 42, 43), sont au nombre de dix. Pour G. SMITH[2], *"la nature et la succession d'horizons génétiques semble un critère extrêmement utile"*. Pour STEILA quatre critères interviennent à ce niveau : *1"la présence ou l'absence d'horizons diagnostiques spécifiques ; 2 le degré de développement des horizons ; 3 le degré de transformation par altération ou lessivage ; 4 la composition globale"*.

L'absence ou la présence d'horizons diagnostiques convient bien pour un petit nombre d'ordres, comme les histosols, les oxisols, les spodosols. Les alfisols et les ultisols ne se satisfont pas de ce seul critère ; ils sont, en effet, tous deux caractérisés par un horizon argilique, mais aussi par un degré de saturation supérieur à 35 % pour les premiers, inférieurs à 35 % pour les seconds. Il existe également des sols à horizon argilique dans les mollisols et les aridisols. On pourrait penser que les mollisols rassemblent tous les sols à horizon mollique. Il n'en est rien. Cet horizon existe dans quelques sols d'autres ordres[3], et intervient alors au niveau des grands groupes. Les inceptisols sont surtout définis par la rareté des horizons diagnostiques, à l'exception de l'horizon cambique. Il en résulte que des sols de morphologie et de constituants fort différents se trouvent rassemblés dans cet ordre. L'ordre des

(1) On citera ici, parmi d'autres, ANTOINE, 1974 ; BUOL et al., 1974 ; DUCHAUFOUR, 1963 ; GERASIMOV, 1962 ; PROBLEMS OF SOIL SCIENCE. 1964 ; STEILA, 1974 ; (2) G. SMITH, 1965 ; (3) L'argumentation de BUOL et al. 1974 pour expliquer cet état de choses, n'apparaît pas très convaincante.

aridisols peut avoir divers horizons diagnostiques comme ochrique, argilique, natrique, mais le seul véritable caractère commun est le caractère pédoclimatique *"habituellement sec"*. Est-ce vraiment un caractère spécifique du sol ? On peut trouver dans les oxisols, des *"torrox"*, où ce caractère existe également. Les vertisols, enfin, sont définis par un seul horizon diagnostique, l'horizon cambique mais auquel sont associés des caractéristiques morphologiques très particulières.

Par conséquent, ce qui frappe à ce niveau, c'est l'absence de spécificité des critères retenus. L'horizon diagnostique ne sert à définir en fin de compte que les histosols, les oxisols et les spodosols. Tous les autres n'ont pas de critère intrinsèque pour les définir.

De plus, il n'y a rien qui paraisse relier les dix ordres entre eux. Cette impression est d'ailleurs accentuée par le mode de présentation (ordre alphabétique) destiné à faciliter l'accès aux différents ordres. Par conséquent, il n'apparait aucune cohérence, ni logique dans le choix des ordres. C'est bien l'avis de MUIR[1] qui déclare déjà pour la 7ème Approximation, qu'elle a besoin d'un meilleur traitement au niveau supérieur.

Les sous-ordres tableau 42, doivent présenter une homogénéité génétique et doivent rendre compte *"des différences dues à l'effet combiné du climat et de la végétation"*[2]. En fait, les sous-ordres tiennent compte de la présence ou de l'absence de propriétés liées à l'humidité du sol, suivant les régimes hydriques, la nature ou l'origine des roches-mères importantes, ou suivant l'aspect ou l'importance des constituants organiques en fonction même parfois, de la présence ou de l'absence d'horizon diagnostique.

A l'examen, l'homogénéité génétique envisagée n'est pas évidente. On ne voit pas ce que la roche-mère (cendre volcanique, calcaire, matériau sableux) peuvent avoir de commun avec le régime hydrique ou le degré de décomposition des fibres végétales. A propos du régime hydrique, on peut, en outre, se poser une série de questions :

(1) MUIR, 1962 ; (2) STEILA, 1974.

Tableau n° 42.1

Ordres, sous-ordres et grands groupes.

Soil Taxonomy, 1975.

Order	Suborder	Great group
Alfisols	Aqualfs	Albaqualfs.
		Duraqualfs.
		Fragiaqualfs.
		Glossaqualfs.
		Natraqualfs.
		Ochraqualfs.
		Plinthaqualfs.
		Tropaqualfs.
		Umbraqualfs.
	Boralfs	Cryoboralfs.
		Eutroboralfs.
		Fragiboralfs.
		Glossoboralfs.
		Natriboralfs.
		Paleboralfs.
	Udalfs	Agrudalfs.
		Ferrudalfs.
		Fragiudalfs.
		Fraglossudalfs.
		Glossudalfs.
		Hapludalfs.
		Natrudalfs.
		Paleudalfs.
		Rhodudalfs.
		Tropudalfs.
	Ustalfs	Durustalfs.
		Haplustalfs.
		Natrustalfs.
		Paleustalfs.
		Plinthustalfs.
		Rhodustalfs.
	Xeralfs	Durixeralfs.
		Haploxeralfs.
		Natrixeralfs.
		Palexeralfs.
		Plinthoxeralfs.
		Rhodoxeralfs.
Aridisols	Argids	Durargids.
		Haplargids.
		Nadurargids.
		Natrargids.
		Paleargids.
	Orthids	Calciorthids.
		Camborthids.
		Durorthids.
		Gypsiorthids.
		Paleorthids.
		Salorthids.
Entisols	Aquents	Cryaquents.
		Fluvaquents.
		Haplaquents.
		Hydraquents.
		Psammaquents.
		Sulfaquents.
		Tropaquents.
	Arents	Arents.
	Fluvents	Cryofluvents.
		Torrifluvents.
		Tropofluvents.
		Udifluvents.
		Ustifluvents.
		Xerofluvents.
	Orthents	Cryorthents.
		Torriorthents.
		Troporthents.
		Udorthents.
		Ustorthents.
		Xerorthents.
	Psamments	Cryopsamments.
		Quartzipsamments.
		Torripsamments.
		Tropopsamments.
		Udipsamments.
		Ustipsamments.
		Xeropsamments.
Oxisols	Aquox	Gibbsiaquox.
		Ochraquox.
		Plinthaquox.
		Umbraquox.
	Humox	Acrohumox.
		Gibbsihumox.
		Haplohumox.
		Sombrihumox.
	Orthox	Acrorthox.
		Eutrorthox.
		Gibbsiorthox.
		Haplorthox.
		Sombriorthox.
		Umbriorthox.
	Torrox	Torrox.
	Ustox	Acrustox.
		Eutrustox.
		Sombriustox.
		Haplustox.

Order	Suborder	Great group
Histosols	Fibrists	Borofibrists.
		Cryofibrists.
		Luvifibrists.
		Medifibrists.
		Sphagnofibrists.
		Tropofibrists.
	Folists	Borofolists.
		Cryofolists.
		Tropofolists.
	Hemists	Borohemists.
		Cryohemists.
		Luvihemists.
		Medihemists.
		Sulfihemists.
		Sulfohemists.
		Tropohemists.
	Saprists	Borosaprists.
		Cryosaprists.
		Medisaprists.
		Troposaprists.
Inceptisols	Andepts	Cryandepts.
		Durandepts.
		Dystrandepts.
		Eutrandepts.
		Hydrandepts.
		Placandepts.
		Vitrandepts.
	Aquepts	Andaquepts.
		Cryaquepts.
		Fragiaquepts.
		Halaquepts.
		Haplaquepts.
		Humaquepts.
		Placaquepts.
		Plinthaquepts.
		Sulfaquepts.
		Tropaquepts.
	Ochrepts	Cryochrepts.
		Durochrepts.
		Dystrochrepts.
		Eutrochrepts.
		Fragiochrepts.
		Ustochrepts.
		Xerochrepts.
	Plaggepts	Plaggepts.
	Tropepts	Dystropepts.
		Eutropepts.
		Humitropepts.
		Sombritropepts.
		Ustropepts.
	Umbrepts	Cryumbrepts.
		Fragiumbrepts.
		Haplumbrepts.
		Xerumbrepts.
Mollisols	Albolls	Argialbolls.
		Natralbolls.
	Aquolls	Argiaquolls.
		Calciaquolls.
		Cryaquolls.
		Duraquolls.
		Haplaquolls.
		Natraquolls.
	Borolls	Argiborolls.
		Calciborolls.
		Cryoborolls.
		Haploborolls.
		Natriborolls.
		Paleborolls.
		Vermiborolls.
	Rendolls	Rendolls.
	Udolls	Argiudolls.
		Hapludolls.
		Paleudolls.
		Vermudolls.
	Ustolls	Argiustolls.
		Calciustolls.
		Durustolls.
		Haplustolls.
		Natrustolls.
		Paleustolls.
		Vermustolls.
	Xerolls	Argixerolls.
		Calcixerolls.
		Durixerolls.
		Haploxerolls.
		Natrixerolls.
		Palexerolls.

Tableau n° 42.2

Spodosols	Aquods	Cryaquods.
		Duraquods.
		Fragiaquods.
		Haplaquods.
		Placaquods.
		Sideraquods.
		Tropaquods.
	Ferrods	Ferrods.
	Humods	Cryohumods.
		Fragihumods.
		Haplohumods.
		Placohumods.
		Tropohumods.
	Orthods	Cryorthods.
		Fragiorthods.
		Haplorthods.
		Placorthods.
		Troporthods.
Ultisols	Aquults	Albaquults.
		Fragiaquults.
		Ochraquults.
		Paleaquults.
		Plinthaquults.
		Tropaquults.
		Umbraquults.
	Humults	Haplohumults.
		Palehumults.
		Plinthohumults.
		Sombrihumults.
		Tropohumults.
	Udults	Fragiudults.
		Hapludults.
		Paleudults.
		Plinthudults.
		Rhodudults.
		Tropudults.
	Ustults	Haplustults.
		Paleustults.
		Plinthustults.
		Rhodustults.
	Xerults	Haploxerults.
		Palexerults.
Vertisols	Torrerts	Torrerts.
	Uderts	Chromuderts.
		Pelluderts.
	Usterts	Chromusterts.
		Pellusterts.
	Xererts	Chromoxererts.
		Pelloxererts.

Tableau n° 43

Mode de formation des noms des ordres.

Name of order	Formative element in name of order	Derivation of formative element	Pronunciation of formative element
Alfisol	Alf	Meaningless syllable	Pedalfer.
Aridisol	Id	L. *aridus*, dry	Arid.
Entisol	Ent	Meaningless syllable	Recent.
Histosol	Ist	Gr. *histos*, tissue	Histology.
Inceptisol	Ept	L. *inceptum*, beginning	Inception.
Mollisol	Oll	L. *mollis*, soft	Mollify.
Oxisol	Ox	F. *oxide*, oxide	Oxide.
Spodosol	Od	Gr. *spodos*, wood ash	Odd.
Ultisol	Ult	L. *ultimus*, last	Ultimate.
Vertisol	Ert	L. *verto*, turn	Invert.

a) ce régime est-il véritablement une caractéristique du sol au même titre que la teneur en argile, la couleur, le degré de saturation ? Les auteurs américains écrivent souvent, et à juste titre, que les rapports entre les facteurs de formation du sol (et le régime hydrique en est certainement un) et le développement des profils, ne sont pas évidents. Très souvent, en effet, on est en droit de penser que le régime hydrique actuel n'est pas seul responsable des caractéristiques du sol.

b) L'appréciation du régime hydrique, tel qu'il est préconisé par la *"Soil Taxonomy"* est une opération délicate, demandant un certain nombre de mesures de qualité, difficiles à réaliser actuellement dans de nombreuses et vastes régions du monde. On se référera donc encore longtemps à l'état de l'atmosphère dont la connaissance est beaucoup plus aisée.

c) On peut considérer que la connaissance du régime hydrique présente beaucoup plus d'intérêt, sur le plan agronomique que sur le plan génétique. C'est d'ailleurs, dans cet esprit qu'il est présenté aux utilisateurs. Il aurait été logique de placer au même niveau le régime thermique qui, de manière inattendue, n'apparait que rarement au niveau des sous-ordres *(bor-, trop-)* plus souvent au niveau des grands groupes (*cry* -), et très généralement au niveau de la famille. Par conséquent, ces références aux climats, aux régimes thermique ou hydrique, sont placés à des niveaux variés, pas toujours logiques. Leur intérêt génétique n'est pas évident ; leur intérêt agronomique n'en justifie pas l'introduction à un niveau aussi élevé.

Il est fait appel à la roche-mère au niveau des sous-ordres dans trois cas : du sable (*psamment*), et du calcaire (*rendoll*). Pour les cendres volcaniques, la syllabe *and* (dérivée d'*"ando"*) représente véritablement les substances amorphes, les allophanes. Lorsqu'on souhaite faire intervenir les cendres proprement dites, on fait appel à une syllabe supplémentaire *"vitr"* comme *"vitrandept"*, mais cette fois au niveau du groupe. En toute logique, les andosols (*"andepts"*) auraient dû apparaître au même niveau que les oxisols, c'est-à-dire, à celui des ordres.

Par conséquent, les sous-ordres sont, comme les ordres, très hétérogènes et sans lien entre eux. Leur rapport avec la genèse apparait peu évident ; par contre, leur relation avec l'utilisation est plus marquée.

Les grands-groupes tableau 45, constituent des subdivisions des sous-ordres basées principalement sur l'horizonation (dont la nature, l'arrangement, le degré d'expression ... sont surtout pris en considération dans la partie supérieure du profil). Il est tenu compte également de la saturation en bases, des régimes climatiques, de la couleur etc. C'est à ce niveau que la désignation du sol commence à prendre son intérêt, car c'est ici que les horizons diagnostiques et les substantifs qui servent à les caractériser interviennent le mieux. On peut regretter qu'il manque des termes pour désigner les horizons indurés ou graveleux des sols des régions intertropicales. On peut regretter également le terme *"pale"* qui, pour une fois, introduit une notion invérifiable d'ancienneté, car il s'applique aussi bien à des sols très minces qu'à très épais.

Les sous-groupes tableau 46. A ce niveau, le recours aux syllabes pour fabriquer des mots nouveaux, cesse. A l'appellation du grand groupe est associé un adjectif qui caractérise, soit le concept central du groupe (typique), soit un intergrade (intermédiaire entre deux unités supérieures) : oxic paleustult, soit un"extragrade" (intermédiaire entre un sol et un "non-sol" : petrocalcic palexeroll. La richesse du vocabulaire est très grande et permet de varier les désignations des groupes et des sous-groupes.

Les Familles. A ce niveau, figurent des propriétés importantes pour la croissance des végétaux : les grandes classes texturales déterminées sur la section de contrôle ou dans le solum ; les classes minéralogiques du solum ; les classes thermiques basées sur la température moyenne annuelle du sol à 50 cm de profondeur.

On peut s'étonner de l'hétérogénéité des critères retenus, comme : température et minéralogie. Qu'ils aient des répercussions sur la croissance des végétaux va sans dire. Mais celà est tout aussi vrai pour les critères retenus aux niveaux supérieurs[1]. Enfin, on peut regretter de voir apparaître, à un niveau aussi bas, les constituants minéraux secondaires, alors que selon le voeu de SIMONSON[2], la classification devait s'appuyer sur la morphologie et les constituants.

(1) GERASIMOV, 1962 ; (2) SIMONSON, 1962.

Tableau n° 44

Mode de formation des noms des sous-ordres.

Soil Taxonomy, 1975.

Formative element	Derivation	Mnemonicon	Connotation
Alb	L. *albus*, white	Albino	Presence of albic horizon.
And	Modified from ando	Ando	Andolike.
Aqu	L. *aqua*, water	Aquarium	Aquic moisture regime.
Ar	L. *arare*, to plow	Arable	Mixed horizons.
Arg	Modified from argillic horizon; L. *argilla*, white clay.	Argillite	Presence of argillic horizon.
Bor	Gr. *boreas*, northern	Boreal	Cool.
Ferr	L. *ferrum*, iron	Ferruginous	Presence of iron.
Fibr	L. *fibra*, fiber	Fibrous	Least decomposed stage.
Fluv	L. *fluvius*, river	Fluvial	Flood plain.
Fol	L. *folia*, leaf	Foliage	Mass of leaves.
Hem	Gr. *hemi*, half	Hemisphere	Intermediate stage of decomposition.
Hum	L. *humus*, earth	Humus	Presence of organic matter.
Ochr	Gr. base of *ochros*, pale	Ocher	Presence of ochric epipedon.
Orth	Gr. *orthos*, true	Orthophonic	The common ones.
Plagg	Modified from Ger. *plaggen*, sod	.....	Presence of plaggen epipedon.
Psamm	Gr. *psammos*, sand	Psammite	Sand texture.
Rend	Modified from Rendzina	.....	High carbonate content.
Sapr	Gr. *sapros*, rotten	Saprophyte	Most decomposed stage.
Torr	L. *torridus*, hot and dry	Torrid	Torric moisture regime.
Ud	L. *udus*, humid	Udometer	Udic moisture regime.
Umbr	L. *umbra*, shade	Umbrella	Presence of umbric epipedon.
Ust	L. *ustus*, burnt	Combustion	Ustic moisture regime.
Xer	Gr. *xeros*, dry	Xerophyte	Xeric moisture regime.

Tableau n° 45

Mode de formation des noms des grands groupes.

Soil Taxonomy, 1975.

Formative element	Derivation	Mnemonicon	Connotation
Acr	Modified from Gr. *akros*, at the end	Acrolith	Extreme weathering.
Agr	L. *ager*, field	Agriculture	An agric horizon.
Alb	L. *albus*, white	Albino	An albic horizon.
And	Modified from ando	Ando	Andolike.
Arg	Modified from argillic horizon; L. *argilla*, white clay.	Argillite	An argillic horizon.
Bor	Gr. *boreas*, northern	Boreal	Cool.
Calc	L. *calcis*, lime	Calcium	A calcic horizon.
Camb	L.L. *cambiare*, to exchange	Change	A cambic horizon.
Chrom	Gr. *chroma*, color	Chroma	High chroma.
Cry	Gr. *kryos*, icy cold	Crystal	Cold.
Dur	L. *durus*, hard	Durable	A duripan.
Dystr, dys	Modified from Gr. *dys*, ill; dystrophic, infertile.	Dystrophic	Low base saturation.
Eutr, eu	Modified from Gr. *eu*, good; eutrophic, fertile.	Eutrophic	High base saturation.
Ferr	L. *ferrum*, iron	Ferric	Presence of iron.
Fluv	L. *fluvius*, river	Fluvial	Flood plain.
Frag	Modified from L. *fragilis*, brittle	Fragile	Presence of fragipan.
Fragloss	Compound of frag) and gloss	.....	See the formative elements frag and gloss.
Gibbs	Modified from gibbsite	Gibbsite	Presence of gibbsite in sheets or nodules.
Gyps	L. *gypsum*, gypsum	Gypsum	Presence of a gypsic horizon.
Gloss	Gr. *glossa*, tongue	Glossary	Tongued.
Hal	Gr. *hals*, salt	Halophyte	Salty.
Hapl	Gr. *haplous*, simple	Haploid	Minimum horizon.
Hum	L. *humus*, earth	Humus	Presence of humus.
Hydr	Gr. *hydor*, water	Hydrophobia	Presence of water.
Luv	Gr. *lono*, to wash	Ablution	Illuvial.
Med	L. *media*, middle	Medium	Of temperate climates.
Nadur	Compound of na(tr) and dur	.....	See the formative elements natr and dur.
Natr	Modified from *natrium*, sodium	.....	Presence of natric horizon.
Ochr	Gr. base of *ochros*, pale	Ocher	Presence of ochric epipedon.
Pale	Gr. *paleos*, old	Paleosol	Excessive development.
Pell	Gr. *pellos*, dusky	.....	Low chroma.
Plac	Gr. base of *plax*, flat stone	.....	Presence of a thin pan.
Plagg	Modified from Ger. *plaggen*, sod	.....	Presence of plaggen epipedon.
Plinth	Gr. *plinthos*, brick	.....	Presence of plinthite.
Psamm	Gr. *psammos*, sand	Psammite	Sand texture.
Quartz	Ger. *quarz*, quartz	Quartz	High quartz content.
Rhod	Gr. base of *rhodon*, rose	Rhododendron	Dark red color.
Sal	L. base of *sal*, salt	Saline	Presence of salic horizon.
Sider	Gr. *sideros*, iron	Siderite	Presence of free iron oxides.
Sombr	F. *sombre*, dark	Somber	A dark horizon.
Sphagn	Gr. *sphagnos*, bog	Spnagnum	Presence of Sphagnum.
Sulf	L. *sulfur*, sulfur	Sulfur	Presence of sulfides or their oxidation products.
Torr	L. *torridus*, hot and dry	Torrid	Torric moisture regime.
Trop	Modified from Gr. *tropikos*, of the solstice.	Tropical	Humid and continually warm.
Ud	L. *udus*, humid	Udometer	Udic moisture regime.
Umbr	L. base of *umbra*, shade	Umbrella	Presence of umbric epipedon.
Ust	L. base of *ustus*, burnt	Combustion	Ustic moisture regime.
Verm	L. base of *vermes*, worm	Vermiform	Wormy, or mixed by animals.
Vitr	L. *vitrum*, glass	Vitreous	Presence of glass.
Xer	Gr. *xeros*, dry	Xerophyte	A xeric moisture regime.

Exemples de désignation :

Typic haplorthox, clayey, oxidic, isohyperthermic (Delicias clay, Puerto Rico).

Typic hapludult, clayey ; kaolinitic, thermic (Cecil clay loam, North Carolina).

Les séries sont distinguées d'après les horizons types, les couleurs, la texture, la structure, la consistance ... etc. La définition de l'unité fait donc véritablement appel aux caractéristiques morphologiques particulières d'un sol. La série conserve donc la valeur locale qu'elle avait dans le passé.

OBSERVATIONS SUR LA SOIL TAXONOMY.

La *7th Approximation* a été accueillie, dès sa publication, de manière très critique, tant au congrès de Madison que dans la littérature pédologique au cours des années suivantes[1].

CRITIQUES.

Les premières critiques ont porté sur le vocabulaire. Les mots étaient nouveaux, difficiles à prononcer, et constituaient pour beaucoup un obstacle difficile à surmonter. Par la suite, des réactions plus réfléchies sont apparues, comprenant critiques et approbations, souvent les deux à la fois. Essayons d'en examiner un certain nombre.

Tout d'abord, quelles sont les bases scientifiques et logiques du système. C'est-à-dire qu'est-ce qui conditionne la position d'un critère à un niveau plutôt qu'à un autre[2] ? On est bien obligé de reconnaitre que cela n'est nullement apparent ; certains auteurs vont même jusqu'à dire qu'il n'y a pas de motivation scientifique réelle. En effet, aux niveaux élevés, les classificateurs américains se sont adressés à des facteurs climatiques[3], à des horizons diagnostiques, à des constituants. Or, ces critères interviennent à des niveaux variables allant de celui de l'ordre à celui des grands groupes. On a déjà signalé que le régime climatique intervient au niveau des ordres (aridisols), des sous-ordres (tropepts) des grands groupes

(1) BUTLER et al., 1961 ; WEBSTER, 1961 ; GERASIMOV, 1962 ; SCIENTIFIC COUNCIL ..... 1964 ; (2) MUIR, 1962 ; FITZPATRICK, 1967 ;
(3) Le régime hydrique peut être considéré comme dérivé des précipitations, dans la plupart des cas et sur la majeure partie du globe.

(cryandepts). Un horizon diagnostique important comme l'horizon argilique intervient au niveau des ordres dans les alfisols ou les ultisols, mais aussi des sous-ordres (argid) des grand groupes (argiudoll). L'horizon mollique est prédominant dans les mollisols, mais certains inceptisols (eutrandepts par exemple) peuvent avoir un épipedon mollique tandis que pour d'autres (oxisols), c'est interdit. Une prédominance de fait est attribuée aux horizons argilique et mollique, en raison de leur importance pour la mise en valeur.

On a relevé également l'importance variable accordée aux constituants secondaires. Les constituants organiques occupent le premier rang dans l'ordre des histosols ; les complexes organo-minéraux amorphes non siliceux dans celui des spodosols ; les oxydes et hydroxydes associés aux minéraux argileux kaolinitiques dans celui des oxisols. Mais quand il s'agit d'allophanes, ceux-ci n'apparaissent qu'au niveau des sous-ordres. Quant aux autres constituants, comme les minéraux argileux 2/1,[1] les sels (de solubilité diverse), ils ne sont pris en compte qu'à des niveaux inférieurs. Les roches-mères ou des constituants primaires (comme le calcaire, le sable quartzeux) peuvent intervenir également à un niveau élevé (sous-ordre).

Les positions variables attribuées à ces différents critères peuvent relever de deux motivations.

Un des désirs des auteurs de la Soil Taxonomy est de donner une grande importance à l'utilisation[2]. En effet l'imbrication des critères scientifiques et utilitaires est voulue[3], car la classification est destinée fondamentalement aux utilisateurs. Ceci a été écrit souvent et avec netteté. La présence à un haut niveau de critères relatifs au climat, au régime hydrique, à la température des sols est conforme à cette volonté.

Par ailleurs, le système est destiné, en premier lieu aux U.S.A. Il a été édifié avec l'apport d'éléments pédologiques non américains certes, mais aussi et surtout, grâce à de très nombreuses études de sols provenant des U.S.A. Les critères choisis l'ont été de telle sorte que les grandes catégories de sols reconnues aux U.S.A. ne fussent pas bouleversées, et puissent s'adapter sans

(1) Définition des vertisols Soil Taxonomy p. 376-7.
(2) Ce terme englobe à la fois " *use* and *management*".
(3) CLINE, 1963 ; G. SMITH, 1963 ; KELLOGG, 1963.

Tableau n° 46

Adjectifs servant à la désignation des extragrades.

Soil Taxonomy, 1975.

Adjective	Derivation	Mnemonicon	Connotation
Abruptic	L. *abruptum*, torn off	Abrupt	Abrupt textural change.
Aeric [1]	Gr. *aerios*, air	Aerial	Aeration.
Anthropic	Modified from Gr. *anthropos*, man	Anthropology	An anthropic epipedon.
Arenic	L. *arena*, sand	Arenose	Sandy epipedon between 50 cm and 1 m thick.
Cumulic	L. *cumulus*, heap	Accumulation	Thickened epipedon.
Epiaquic [1]	Gr. *epi*, over, above and aquic		Surface wetness.
Glossic	Gr. *glossa*, tongue	Glossary	Tongued horizon boundaries.
Grossarenic	L. *grossus*, thick and L. *arena*, sand		Thick sandy epipedon >1 m thick.
Hydric	Gr. *hydor*, water	Hydroponics	Presence of water.
Leptic	Gr. *leptos*, thin		A thin soil.
Limnic	Modified from Gr. *limnē*, lake	Limnology	Presence of limnic layer.
Lithic	Gr. *lithos*, stone	Lithosphere	Presence of a shallow lithic contact.
Pachic	Gr. *pachys*, thick	Pachyderm	A thick epipedon.
Paralithic	Gr. *para*, beside, and lithic		Presence of a shallow paralithic contact.
Pergelic	L. *per*, throughout in time and space, and L. *gelare*, to freeze.		Permanently frozen or having permafrost.
Petrocalcic	Gr. *petra*, rock and calcic from calcium		Presence of a petrocalcic horizon.
Petroferric	Gr. *petra*, rock and L. *ferrum*, iron		Presence of a petroferric contact (ironstone).
Plinthic	Modified from Gr. *plinthos*, brick	Plinthite	Presence of plinthite.
Ruptic [1]	L. *ruptum*, broken	Rupture	Intermittent or broken horizons.
Superic	L. *superare*, to overtop	Superimpose	Presence of plinthite at the surface.
Terric	L. *terra*, earth		A mineral substratum.
Thapto [1]	Gr. *thapto*, buried		A buried soil.

[1] Not strictly an extragrade. Name used to indicate a special departure from the typic subgroup.

difficultés majeures dans les nouvelles unités.

Les correspondances suivantes peuvent être établies sans difficulté :

Soils and Men 1938	Soil Taxonomy 1960-1975
Gray-brown podzolic	Alfisols
Red-yellow podzolic	Ultisols
Latosols	Oxisols
Grumosols	Vertisols
Brown forest soils	Inceptisols
Grassland soils[1]	Mollisols
Desert soils	Aridisols
Podzols	Spodosols

Un problème s'est posé pour les relations entre ultisols et oxisols. G. SMITH[2] l'a résolu en constatant que *"les oxisols ne semblent pas avoir d'horizons illuviaux"* car *"on ne peut disperser l'argile dans l'eau"*. Ceci permettait, en fait, de séparer les ultisols du Sud-est des U.S.A. des oxisols (Hawaii et Puerto Rico).

Au moment de la parution de la *"7th Approximation"*, beaucoup de pédologues[3] regrettèrent que le système présenté ne fût pas génétique. Ils étaient habitués à voir exprimer la zonalité, ou à mettre l'accent sur l'influence de l'eau et des sels (ces deux derniers sont relégués au niveau des sous-ordres ou des grands groupes). Mais ceci était voulu et résultait de l'option fondamentale qui avait été prise. Il semble d'ailleurs anormal d'accorder la préséance à la genèse alors que la grande majorité des pédologues s'accorde à dire à juste titre qu'elle est imparfaitement connue et énoncée ; et par voie de conséquence à privilégier les caractéristiques morphologiques visibles et mesurables. Cependant, il est difficile de ne pas en parler. G. SMITH[4], en particulier et CLINE[5] insistent sur les relations qui existent entre la genèse et les caractéristiques retenues.

(1) Grassland soils : chernozems, kastanozems, reddish chestnut, brunizems ; (2) G. SMITH, 1965 ; (3) DUCHAUFOUR, 1963 ; TAVERNIER, 1963 ; GERASIMOV, 1962, 1963 ; SCIENTIFIC COUNCIL ... d'URSS, 1964 ; (4) G. SMITH, 1962 ; (5) CLINE, 1963 ;

Les efforts pour replacer l'épipedon mollique dans son milieu de genèse sont révélateurs à cet égard. Les critères retenus tendent donc à avoir une signification élevée pour la genèse[1]. Mais les résultats n'ont toujours pas été à la hauteur des intentions. Par exemple, les ultisols et les alfisols où l'horizon argilique joue un rôle primordial ne sont départagés que par les valeurs des taux de saturation ; or on sait que les chimistes du sol ne sont pas encore très satisfaits, ni unanimes, sur les méthodes retenues pour le déterminer. De plus, l'horizon argilique est connu à peu près partout dans le monde ; sa valeur zonale est donc très faible. On pourrait d'ailleurs en dire autant de l'épipedon mollique présent sous bien des latitudes. Par conséquent, ces deux horizons diagnostiques auxquels on a attribué une pareille importance n'ont peut-être pas été les mieux choisis.

Certains[2] ont regretté que les unités ne soient pas faciles à visualiser, précisément celles qui introduisent des syllabes relatives au régime hydrique ou thermique, au degré de saturation etc. Certes, dans le cas de *"calcic argiustoll"* la présence d'horizons mollique et argilique, d'une accumulation de calcaire est bien rendue. Mais dans la zone intertropicale, les recherches de caractérisation aboutissent très souvent à des *"Typic dystropept"* expression qui ns transmet aucun message visuel. C'est également le cas du *"Cecil clay loam"* vu précédemment. Il faut, très souvent, descendre au niveau de la famille pour que des critères plus concrets apparaissent.

Enfin, le passage d'un ordre à un autre s'effectue avec beaucoup de facilité, en se basant uniquement sur les critères fournis par les horizons. Un *"argiustoll"* sur lequel on fait passer un engin de labour de fort poids voit une brutale transformation des propriétés physiques de l'épipedon mollique qui devient à la fois *"massif et dur"*. Le sol répond alors à l'appellation d'*"haplustalf"*. Sur un simple changement de structure, quasi accidentel, le sol est passé d'un ordre à un autre. Il va de soi que le changement inverse est également possible.

(1) G.SMITH, 1962 ; (2) CLINE, 1963

Enfin, certains horizons, certaines unités de sols sont définis négativement par rapport aux autres. Ils n'ont pas certains caractères que les autres possèdent. Ceci amène à des unités ou horizons un peu *"fourre-tout"*, où l'on range des sols qu'on ne peut classer ailleurs convenablement. Ceci se produit pour certains inceptisols, comme les *"dystropepts"* par exemple.

AVANTAGES.

Cependant, en dépit des inconvénients énumérés plus haut, la *Soil Taxonomy* a apporté avec elle deux séries de qualités nouvelles qui ont été très appréciées.

Tout d'abord, elle se fonde sur l'emploi de critères d'une très grande précision. Les horizons diagnostiques sont définis qualitativement et quantitativement avec beaucoup de rigueur. Il n'est que de se reporter aux définitions des horizons diagnostiques, et tout spécialement à ceux de l'épipedon mollique(1), pour s'en convaincre. Les caractéristiques retenues sont exprimées clairement et sont souvent mesurables, qualités qu'il est difficile de trouver dans la plupart des autres classifications. L'incertitude du choix d'une catégorie par suite de l'imprécision des définitions n'existe plus(2).

Le deuxième avantage offert par la *Soil Taxonomy* est précisément ce langage standardisé qui a si fortement étonné au moment de sa parution. Certes, il a renoncé aux vocables traditionnels, où dominent les références à la couleur auxquels les pédologues russes tiennent tant(3). Il a aussi introduit des mots inconnus fabriqués par adjonction de syllabes. Mais, grâce à eux, il est possible de donner un nom à tous les sols, connus ou nouveaux. Ce nom est unique et il transmet un double message scientifique et pratique (pourvu qu'on le détaille suffisamment). Bien sûr, il ne faut pas que la classification demeure une fin en soi et que l'accession à un nom fasse penser que tout est dit. Tout un important travail scientifique commence alors.

Par conséquent, cette classification, malgré un certain nombre de défauts,est communicable immédiatement avec le moindre d'erreur. Elle peut être utilisée pour des corrélations, elle est

(1) Soil Taxonomy p. 14 à 16. (2) Mais ce qui existe toujours est la question de savoir si le choix initial des critères et de leur agencement le meilleur . (3) GERASIMOV et al., 1964, ont qualifié de ce fait la nomenclature nouvelle d'artificielle. Est-ce véritablement un défaut ?

susceptible de s'ouvrir à de nouvelles unités.

Malgré les faiblesses, les avantages ont paru l'emporter de beaucoup. Elle est dès maintenant utilisée dans de nombreuses régions du monde et convient à divers pays de la zone intertropicale[1].

5.3. La classification des sols au Canada.

La cartographie des sols au Canada remonte aux années 1920 et suivantes. Les premières classifications destinées à servir de cadre à la légende des cartes furent établies par JOEL, ELLIS, MOSS, MITCHELL et MOSS[2] etc. Elles furent fortement influencées par les travaux de MARBUT[3] et, comme eux, fortement imprégnées par les concepts de zonalité. Le voisinage des U.S.A. se traduit surtout dans la zone des grandes plaines du centre par une certaine interpénétration de la nomenclature. *"Gray brown podzolic, podzol"* pénètrent au Canada tandis que *"gray wooded* et *Brown wooded"* débordent sur les U.S.A.. Les termes d'origine russe comme chernozem et sol chatain n'ont été introduits qu'avec beaucoup de lenteur.

A partir des années 1945-55, le *"National Soil Survey Committee of Canada"* mit en préparation une nouvelle classification qui fut présentée en 1960[4]. Après diverses modifications elle fut imprimée en 1974[5]. Elle présente un certain nombre de points communs avec la *Soil Taxonomy* mais aussi de nombreuses différences.

Tab. 47

Analogies.

Les horizons sont toujours définis de manière très précise. La nomenclature AOBC, comprenant des suffixes de une ou deux lettres, a été maintenue. Des données numériques sont fournies pour caractériser certains horizons et sous-horizons.

Les unités supérieures sont : ordres, grands groupes et sous-groupes. Les ordres sont au nombre de huit. Ce sont des ordres

(1) WESTIN, 1963 ; (2) JOEL, 1927 à 1933 ; ELLIS, 1932 ; MOSS, 1937 ; MITCHELL et MOSS, 1948 ; cités par MOSS, 1954 ; (3) MARBUT, 1928 ; (4) LEAHY, 1968 ; (5) C.D.A., 1974.

essentiellement canadiens (cf. tableau 47) entre lesquels il ne semble exister aucune véritable hiérarchie ou filiation. Chaque ordre est défini essentiellement suivant la nature de ses horizons diagnostiques.

Différences.

Aucun sous-ordre n'a été jugé nécessaire et en particulier, il n'y a pas de référence aux régimes hydrique ou thermique.

Parmi les ordres, signalons que solonetzic et gleysolic sont situés à un niveau élevé alors qu'ils ne figurent qu'au niveau des sous-ordres ou grands groupes dans la Soil taxonomy. L'ordre luvisolic(1) doit correspondre aux alfisols, podzolic aux spodosols, brunisolic(1) à inceptisol, regosolic à entisol.

La désignation des grands groupes et sous-groupes fait largement appel aux couleurs. Mais, aucun effort particulier n'a été tenté pour créer un vocabulaire nouveau. La création de termes procède par additions de termes ou d'adjectifs, chacun d'entre eux correspondant à un horizon bien défini.

Au niveau de la famille, en tenant compte de la texture, des classes minéralogiques, des contrastes texturaux, de la profondeur du sol, du pédoclimat (déduit des données des précipitations et de la température de l'air), de la réaction.

Au niveau des séries interviennent : la texture de la couche labourée, (et des couches sous-jacentes) ; les propriétés modifiées par la culture en général, et par le labour surtout ; la pente ; la salinité.

Les phases ne constituent pas des catégories du système, mais une subdivision de n'importe quelle unité. Elles peuvent s'appliquer aux pentes, à l'érosion, à la rochosité, à la pierrosité, à la tourbe.

Cette classification est volontairement limitée aux seuls sols du Canada. Elle ne prévoit rien pour les sols situés en dehors de cette zone géographique. L'inventaire des horizons parait très complet. Cette classification doit permettre de caractériser sans difficulté majeure l'ensemble des sols du pays.

(1) Dans la version de 1968, ces deux ordres étaient réunis ; il n'y a pas de sous-ordres.

5.4. La classification des sols au Brésil.

Peut-être est-ce prématuré ou inexact de parler de classification brésilienne, puisqu'il ne s'agit pas véritablement d'un édifice structuré mais plutôt d'une liste d'unités observées au Brésil. Elle dérive des travaux de COSTA DE LEMOS[1], BEEK[2], BENNEMA[3], CAMARGO[4] qui ont servi à l'établissement de la légende des cartes de sols éditées au Brésil. S'il n'y a pas de document officiel publié, il est possible d'en reconstituer l'essentiel[5].

HORIZONS DIAGNOSTIQUES.

Il existe un certain nombre d'horizons diagnostiques dont les plus importants sont les suivants :

A *prominente*	correspond à l'épipédon umbrique mais le C/N est bas.
A *hiperprominente*	- non défini -
A *chernozemico*	correspond à l'épipédon mollique.
A *moderado*	ces deux horizons paraissent correspondre à
A *fraco*	l'épipédon ochrique mais pour A fraco, la teneur en matière organique est plus faible la structure est massive ou en grains simples ou faiblement développée ; la couleur est plus claire.
A *turboso*	organique
B *latossolico*	correspond à l'horizon oxique.
B *textural* (à argile de faible activité)	correspond à un horizon argilique désaturé et de capacité d'échange faible.
B *textural* (à argile de forte activité)	correspond à un horizon argilique saturé et de forte capacité d'échange.
B *incipiente*	correspond à un horizon cambique.

(1) COSTA DE LEMOS, 1968 ; (2) BEEK et BENNEMA, 1966 ; (3) BENNEMA, 1963 ; (4) CAMARGO, 1968 ; (5) avec l'aide de A. PERRAUD.

Tableau n° 47.1

Classification des Sols au Canada, 1974.

Order	*Great Group*	*Subgroup*	
1. Chernozemic	1.1 Brown	1.11	Orthic Brown
		1.12	Rego Brown
		1.13	Calcareous Brown
		1.14	Eluviated Brown
		1.11-2.11	Solonetzic Brown
		1.14-2.21	Solodic Brown
		1.1-/5	Saline Brown
		1.1-/6	Carbonated Brown
		1.1-/7	Grumic Brown
		1.1-/8	Gleyed Brown
		1.1-/9	Lithic Brown
	1.2 Dark Brown	1.21	Orthic Dark Brown
		1.22	Rego Dark Brown
		1.23	Calcareous Dark Brown
		1.24	Eluviated Dark Brown
		1.21-2.11	Solonetzic Dark Brown
		1.24-2.21	Solodic Dark Brown
		1.2-/5	Saline Dark Brown
		1.2-/6	Carbonated Dark Brown
		1.2-/7	Grumic Dark Brown
		1.2-/8	Gleyed Dark Brown
		1.2-/9	Lithic Dark Brown
	1.3 Black	1.31	Orthic Black
		1.32	Rego Black
		1.33	Calcareous Black
		1.34	Eluviated Black
		1.31-2.12	Solonetzic Black
		1.34-2.22	Solodic Black
		1.3-/5	Saline Black
		1.3-/6	Carbonated Black
		1.3-/7	Grumic Black
		1.3-/8	Gleyed Black
		1.3-/9	Lithic Black
	1.4 Dark Gray	1.41	Orthic Dark Gray
		1.42	Rego Dark Gray
		1.43	Calcareous Dark Gray
		1.41-2.12	Solonetzic Dark Gray
		1.41-2.22	Solodic Dark Gray
		1.4-/5	Saline Dark Gray
		1.4-/6	Carbonated Dark Gray
		1.4-/7	Grumic Dark Gray
		1.4-/8	Gleyed Dark Gray
		1.4-/9	Lithic Dark Gray
2. Solonetzic	2.1 Solonetz	2.11	Brown Solonetz
		2.12	Black Solonetz
		2.13	Gray Solonetz
		2.14	Alkaline Solonetz
		2.1-/8	Gleyed Solonetz
		2.1-/9	Lithic Solonetz
	2.2 Solod	2.21	Brown Solod
		2.22	Black Solod
		2.23	Gray Solod
		2.2-/8	Gleyed Solod
		2.2-/9	Lithic Solod
3. Luvisolic	3.1 Gray Brown Luvisol	3.11	Orthic Gray Brown Luvisol
		3.12	Brunisolic Gray Brown Luvisol
		3.13	Bisequa Gray Brown Luvisol
		3.1-/8	Gleyed Gray Brown Luvisol
		3.1-/9	Lithic Gray Brown Luvisol
	3.2 Gray Luvisol	3.21	Orthic Gray Luvisol
		3.22	Dark Gray Luvisol
		3.2-/3	Brunisolic Gray Luvisol
		3.2-/4	Bisequa Gray Luvisol
		3.21-2.23	Solodic Orthic Gray Luvisol
		3.22-2.23	Solodic Dark Gray Luvisol
		3.2-/8	Gleyed Gray Luvisol
		3.2-/9	Lithic Gray Luvisol

Tableau n° 47.3

8. Organic	8.1 Fibrisol	8.1-1a	Fenno-Fibrisol
		8.1-1b	Silvo-Fibrisol
		8.1-1c	Sphagno-Fibrisol
		8.1-2	Mesic Fibrisol
		8.1-3	Humic Fibrisol
		8.1-4	Limno Fibrisol
		8.1-5	Cumulo Fibrisol
		8.1-6	Terric Fibrisol
		8.1-7	Terric Mesic Fibrisol
		8.1-8	Terric Humic Fibrisol
		8.1-9	Cryic Fibrisol
		8.1-10	Hydric Fibrisol
		8.1-11	Lithic Fibrisol
	8.2 Mesisol	8.2-1	Typic Mesisol
		8.2-2	Fibric Mesisol
		8.2-3	Humic Mesisol
		8.2-4	Limno Mesisol
		8.2-5	Cumulo Mesisol
		8.2-6	Terric Mesisol
		8.2-7	Terric Fibric Mesisol
		8.2-8	Terric Humic Mesisol
		8.2-9	Cryic Mesisol
		8.2-10	Hydric Mesisol
		8.2-11	Lithic Mesisol
	8.3 Humisol	8.3-1	Typic Humisol
		8.3-2	Fibric Humisol
		8.3-3	Mesic Humisol
		8.3-4	Limno Humisol
		8.3-5	Cumulo Humisol
		8.3-6	Terric Humisol
		8.3-7	Terric Fibric Humisol
		8.3-8	Terric Mesic Humisol
		8.3-9	Cryic Humisol
		8.3-10	Hydric Humisol
		8.3-11	Lithic Humisol
	8.4 Folisol	8.4-1	Typic Folisol
		8.4-11	Lithic Folisol

CARACTERES PARTICULIERS.

Pour chaque horizon, on ajoutera, si cela est nécessaire, des qualificatifs comme :

orto : présente des caractéristiques de l'unité.
abruptico : présente un changement brutal de texture.
distrofico : où le degré de saturation est inférieur à 35 %.
eutrofico : où le degré de saturation est supérieur à 35 %.
epieutrofico : où le degré de saturation est supérieur à 50 %. (en A et B1)
endodistrofico : où le degré de saturation est inférieur à 50 % en profondeur.
plintico : qui présente des caractères de plinthite.
vertico : qui présente des caractères vertiques.
latossolico : qui présente des caractères de latosol.
alico : qui présente plus de 50 % d'aluminium échangeable.
litolico, calcico, gleizado, con fragipan, concrecionario sont également utilisés.

Pour chaque horizon, on indique la texture (d'après le U.S. Soil Survey Manual), le contraste des textures. Pour chaque sol, la "*fase*" tient compte principalement de la végétation, du relief, de la pierrosité, de la rochosité, des concrétions, du substrat, de l'érosion.

Les principales classes de sols sont les suivantes :

Latossolos, d'après l'activité de l'argile, la teneur en oxydes de fer subdivisés en :
Latossolo amarelo, vermelho amarelo, vermelho oscuro, roxo.
Podzolicos (lessivés).
vermelho amarelo distrofico a argila de actividade baixa.
vermelho amarelo eutrofico a argila de actividade baixa.
bruno acinzentado eutrofico ou distrofico.
Solos brunos nao calcicos
argile 2/1 T > 24 mé/100 g , B argilique
à structure anguleuse A moderado
peuvent être *verticos, planossolicos.*

Brunizem A molico B argilique T > 24 mé Brunizem avermelhado.
Rubrozem A hiperprominente, alico B argilico.
Planossolos A_2 non indispensable
B argilique, différence texturale forte entre A et B. couleur terne.
Cambissolos (peu évolués), B cambique minéraux altérables.
Regossolos Texture sableuse ou moyenne, matériau peu évolué, minéraux peu altérés.
Areias quartzosas à texture sableuse.
Litolicos Roche non altérée à faible profondeur.
Rendzina solo litolico sur calcaire.
Vertisol
Solos halomorficos solonetz et sols sodicos.
Solos hidromorficos
Solos à gley humico
ponco humico
Solos organicos, semi organicos
à gley thiomorficos
organicos thiomorficos
Latéritas hidromorficas
Podzols (à horizon spodique)
Solos aluvais.

Cette liste est certainement incomplète et les horizons devront être également précisés davantage. Cependant la classification ainsi réalisée a pris une nette tournure pragmatique. Elle a conservé les noms en usage et ne fait pas appel aux régimes climatiques.

5.5. LA CLASSIFICATION DES SOLS EN AUSTRALIE APRES 1960.

Dès 1943, LEEPER(1) critiquait la classification des sols en Australie telle qu'elle résultait des travaux antérieurs matérialisé par le schéma de PRESCOTT(2). Il regrettait la terminologie qui manquait de spécificité, le recours à l'environnement et à la genèse, et le manque de précision dans la définition des catégories. Un groupe de travail se réunit à diverses reprises qui préconisa un système dichotomique qui s'appuierait sur des caractéristiques du sol conve-

(1) LEEPER 1943, 1954 ; (2) PRESCOTT, 1931.

nablement choisies ; il préconisa de s'abstenir de recourrir aux critères génétiques considérés comme peu fiables. Ni le "grand groupe" du classificateur, ni le "type" du prospecteur ne furent retenus pour l'élaboration du nouveau système.

LE SYSTEME DE NORTHCOTE.

Le système mené à bonne fin par NORTHCOTE[1] est dichotomique ; il s'articule en prenant en considération certaines propriétés des sols dont le choix ne résulte pas d'implications génétiques, mais plus simplement de diverses expressions morphologiques. Il n'y a pas de référence aux niveaux habituels de la classification, ni aux processus, ni aux facteurs de formation du sol. Le fonctionnement du système est schématisé par les tableaux 48 et 49.

Tous les profils sont réunis en *"Primary profile forms"*, au nombre de quatre : organique, uniforme, graduel, duplex. Chaque forme est affectée d'une lettre *O, U, G, D* et est décomposée en *"subdivisions"* d'après la texture, la présence ou l'absence de calcaire, la couleur de l'horizon B argileux. Chaque subdivision est affectée d'une petite lettre qui rappelle la caractéristique indiquée plus haut.

Chaque *"subdivision"* est partagée, à son tour, en *"sections"* correspondant à un type d'organisation pédologique des horizons A_1 et A_2. Chaque section est affectée d'un numéro.

La *"classe"* correspond à la nature du matériau des horizons B (calcaire, silice, induration, cohérence ... etc). Un nouveau numéro est accolé au précédent.

La *"Principal profile form"* est caractérisée par la couleur de l'horizon situé au-dessous de A_1 ou A_2. Un troisième numéro est alors ajouté aux précédents :

Par exemple : Uc 1.2.3 signifie :

U profil uniforme

c de texture grossière

1. sans A_2 2. siliceux de faible consistance

3. value/chroma 5, au-dessous de A_1.

(1) NORTHCOTE, 1960, 1962, 1965.

OBSERVATIONS SUR LE SYSTEME DE NORTHCOTE.

Voici un système qui rompt résolument avec tous les systèmes antérieurs. Il ne conserve que la notation A B C. Seule est prise en compte la morphologie et uniquement les propriétés visibles: différenciation globale, texture, présence ou absence de calcaire, de silice, présence ou absence d'horizon A_2, consistance, couleur du B. Le nombre de critères retenus est très faible.

Ce système représente un type de classification artificielle[1]. Il n'admet qu'un nombre limité de propriétés ; il ne peut convenir qu'à un seul pays et encore à condition que l'inventaire complet du pays ait été achevé, ce dont on peut toujours douter. Le problème du langage a été apparemment résolu puisqu'on a remplacé les noms par un ensemble de lettres et de chiffres.

Le refus de tenter un rapprochement avec un groupe de sols, ou tout autre unité, enlève beaucoup de son intérêt à cette classification. Aucune corrélation avec d'autres sols du monde, aucune systématisation n'est possible. Le refus de procéder à une mesure (pas de teneur en carbone, pas de valeur de pH, aucune détermination sur le complexe absorbant, aucune caractérisation des constituants autre que *"calcaire"* ou *"silice"* ou *"organique"*) nous empêche de comprendre quoi que ce soit sur le sol. On saura seulement que B est rouge ou tacheté. Quel est alors le progrès réalisé par rapport aux systèmes précédents, qui eux aussi, ne nous apportaient pas grand chose de plus que la couleur et la texture ?

Certes, le prospecteur sur le terrain a entre les mains une clé qui lui permet, sans difficulté majeure, et simplement à l'aide de ses yeux, de ses doigts et son code des couleurs, de donner un nom de code à son profil. Mais une classification n'est pas faite uniquement pour lui. Aussi malgré sa rigueur apparente, ce système n'a pas vraiment fait progresser la connaissance des sols ni leur compréhension.

(1) LEEPER, 1956 ; KUBIENA, 1958.

Tableau n° 48

Divisions et subdivisions de la classification de NORTHCOTE, 1965.

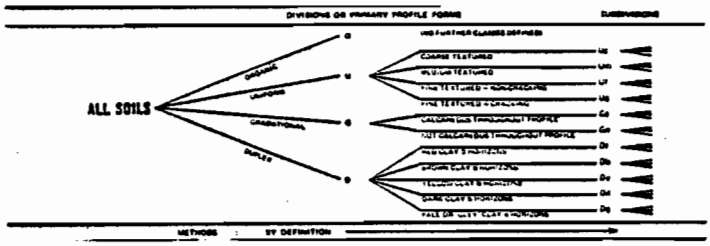
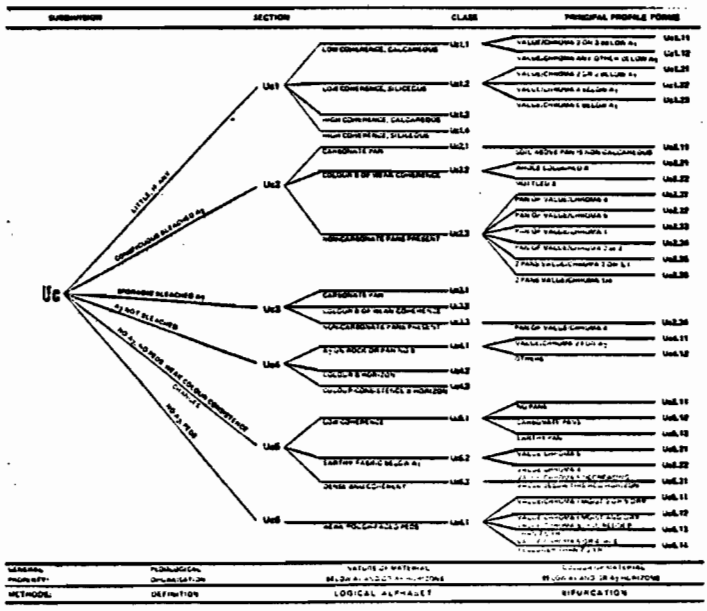


Tableau n° 49

Sections, classes et principales formes de la classification de NORTHCOTE, 1965.



5.6. La Classification objective des Sols en Nouvelle-Zelande.

Rompant avec la tradition génétique de TAYLOR et POHLEN[1], FIELDES[2] s'engage, dès 1968, dans une voie nouvelle, mais bien différente de celle qu'avaient ouvertes l'USDA ou l'Australien NORTHCOTE. FIELDES effectue un certain nombre d'observations sur l'importance des constituants et en particulier des constituants minéraux. Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici que des pédologues anciens[3] avaient fait, peut-être intuitivement, des constatations identiques, mais qu'ils n'avaient pu, faute de moyens adéquats, mettre sur pied un système opérationnel. D'autres[4] diront encore après lui, l'importance que doit avoir la minéralogie dans la classification des sols. Les observations faites par FIELDES peuvent se résumer de la manière suivante :

a) Les sols renferment des constituants très différents, sont différents et auront un comportement différent. Ils ne doivent pas apparaître dans les mêmes catégories.

b) Les sols de constitution minéralogique similaire sont similaires. Ils peuvent, ou non, se comporter de manière identique ; cela dépend de l'environnement.

c) Dans tous les cas, les constituants ont une influence déterminante sur les propriétés des sols.

d) Grâce à l'emploi de techniques analytiques modernes[5] (analyse thermique différentielle, diffraction des rayons X, absorption dans l'infra-rouge, mesure des surfaces spécifiques, microscopie électronique ...), jointes aux techniques traditionnelles dont beaucoup sont encore très utiles, on est en mesure d'identifier tous les constituants minéraux plus importants que la morphologie et la composition globale du sol. Une classification basée sur la connaissance de ces constituants peut devenir opérationnelle.

(1) TAYLOR et POHLEN, 1962, 1968 ; (2) FIELDES, 1968 ;
(3) GEDROITS cité par ABRUKOVA, 1960 ; JEFFRIES et WHITE, 1939 ; KELLEY, 1946 ; MUIR, 1961 ; (4) VAN DER PLAS et al., 1974 ;
(5) FIELDES et al., 1972.

LE SYSTEME DE FIELDES. (Tab. 50).

FIELDES tient compte de deux séquences d'altération des minéraux schématisée ci-après :

A. 1. Micas et chlorites

2. Illite (et interstratifiés dérivés des micas)

3. Vermiculites non gonflantes

4. Vermiculites ou montmorillonites gonflantes

5. Kaolinite et métahalloysite

6. Silice (quartz)

B. Allophane > Halloysite > Gibbsite

Sur ces bases, FIELDES distingue dix classes de sols fondées sur le constituant minéral dominant. Les noms des classes dérivent directement de l'espèce minérale. cf. tableau.

Vermosols	Sols où domine la vermiculite
Kaosols	Sols où domine la kaolinite
Montosols	Sols où domine la montmorillonite.

Les sous-classes s'obtiennent lorsqu'il y a des mélanges de constituants : un chloro-illosol est un illosol contenant de la chlorite. Il est prévu une classe d'organosols. Des classes supplémentaires peuvent être créées, si cela est nécessaire, lorsqu'un nouveau minéral devient dominant.

OBSERVATIONS SUR LE SYSTEME DE FIELDES.

Le schéma présenté par FIELDES appelle un certain nombre de commentaires. Le vocabulaire n'est sans doute pas assez précis ; il n'est pas indiqué ce que signifie dominant, ni comment on détermine la dominance. Il n'est pas précisé davantage comment s'établissent les sous-classes. La nécessité d'un nombre élevé de classes et sous-classes, basées sur les micas, les illites, les vermiculites et leurs mélanges s'impose-t-elle vraiment ?

Les unités inférieures sont traitées assez rapidement et dénommées uniquement par des abréviations concernant les couleurs ou bien un processus comme le lessivage etc.

Tableau n° 50

Classification suivant les constituants des sols en Nouvelle-Zélande.

FIELDES, 1968.

Carbon % of Soil	Sand, tenths of Soil	Quartz	Feldspar (approximate tenths of Sand)	Glass (approximate tenths of Sand)	Mica (approximate tenths of Sand)	Chlorite (approximate tenths of Sand)	Soil Name	Constitutional Class and Sub-class	Clay % of Soil	Free Fe_2O_3 % of Soil	Approximate Allophane % of Soil B (or A) Horizon	Abbreviated Common Name
								MICOSOLS				
2	8	5	3	0	3	3	Lowburn	chloro-Micosol	6	0·2		wl, BGE
1	7	5	3	0	1	1	Conroy	chloro-Micosol	9	0·5		wl, BGE
								ILLOSOLS				
4	6	5	3	0	·2	·2	Tekapo	chloro-Illosol	12	1·2	7	ml, Hc, YBE*
5	6	5	5	·1	·1	·1	Timaru	chloro-Illosol	14	1·3	5	ml, SYGE
4	6	5	4	3	0	0	Matapiro	chloro-vermo-Illosol	15	0·8	6	ml, YGE
5	5	5	3	·1	·1	·1	Mangaweka	chloro-vermo-Illosol	21	1·4		wl, CYBEfragipan
5	5	5	3	0	1	1	Waikiwi	chloro-vermo-Illosol	22	2·2	17	sl, YBE
5	6	5	4	·1	·1	·1	Paremata	kao-Illosol	15	0·7	7	ml, ms', CYBE*
								VERMOSOLS				
5	7	5	3	·1	·1	·1	Porirua	illo-Vermosol	10	0·7	5	ml, CYBE-YGE
5	5	5	5	4	·1	·1	Marton	kao-Vermosol	19	2·8	10	wl, gl, g CYGE*
7	5	5	4	1	·1	·1	Judgeford	1-2 Vermosol	19	0·8	10	ml, CYBE
T	5	5	5	·1	·1	·1	Puketeraki	1-2 Vermosol	20	2·2	10	sl, Hc, YBE
6	5	5	4	3	·1	·1	Belmont A	1 Vermosol	21	2·2		msl, CYBE
6	5	5	1	·2	·1	·1	Belmont B	vermo-Allosol	18	2·3	12	msl, CYBE
								KAOSOLS A				
5	5	5	4	·3	1	0	Taita A	illo-Kaosol A	25	1·1		sl, sw', CYBE
2	3	5	4	·3	·1	0	Taita B	kao-Illosol	42	4·2	12	sl, sw', CYBE
6	3	5	3	·2	0	·1	Puhoi A	vermo-illo-Kaosol A	40	1·7		wl, NYBE
1	3	5	3	·2	0	·1	Puhoi B	monto-kao-Vermosol	44	2·8		wl, NYBE
6	4	5	·1	·2	·1	·1	Whangaripo A	vermo-Kaosol A	34	2·3		msl, NYBE
2	3	5	·1	·2	·1	·1	Whangaripo B	monto-kao-Vermosol	48	4·2		msl, NYBE
								SILICOSOLS				
4	2	5	·1	·1	0	·1	Waikare A	vermo-Silicosol	41	0·3		p NYBE
1	1	5	·1	·1	0	·1	Waikare B	vermo-Silicosol	62	2·1		p NYBE
X	4	5	·1	3	0	0	Wharekohe A	kao-illo-Silicosol	12	0·1		N Podzol
1	1	5	·1	·1	0	·2	Wharekohe B	kao-Vermosol	75	5·2	9	N Podzol
8	8	3	3	5	0	0	One Tree Point	illo-Silicosol	3	0·04	10	N groundwater Podzol
								MONTOSOLS				
8	3	5	4	·1	0	·1	Arapohue	silico-Montosol	44	1·6	6	N Rendzina
7	2	5	4	·2	·1	·1	Waiareka	Montosol	65	1·2		vwl, SIIGC*
								ALLOSOLS				
T	6	0	4	5	0	0	Waiteti	Allosol	10	0·7t	10	sl, CYBL
T	6	0	3	5	0	0	Kaingaroa	Allosol	13	0·4t	14	vsl, YBP
T	5	0	·2	5	·1	0	Taupo	Allosol	17	0·3t	17	ml, YBP
E	4	0	4	5	·1	·1	Tiran	Allosol	20	0·6t	33	ml, CYBL
E	5	0	5	5	·1	0	Stratford	Allosol	45	1·7t	17	ml, YBL
E	4	1	5	4	·1	0	Egmont	Allosol	50	1·4t	23	ml, YBL
X	4	0	4	4	0	0	Patua	Allosol	51	2·8t	29	vsl, CYBL
X	1	·1	·2	5	·1	0	Papakauri A	Allosol	64	0·9t	64	wl, RL
5	1	·1	·2	5	·1	0	Papakauri B	gibbo-Allosol	62	1·0t	46	wl, RL
								HALLOSOLS				
5	4	1	3	5	0	0	Hamilton	cristo-(kao)-Hallosol	29	4·1	4	ml, CBGC
7	2	4	1	5	·1	0	Naike	cristo-(kao)-Hallosol	51	5·6		ml, CBGC
								KAOSOLS B				
X	1	·2	1	·1	0	·1	Tutamoe	ferro-Kaosol B	69	7·9	14	sl, sgl, BGC
8	0	·2	1	5	·1	·2	Waimatenui	ferro-Kaosol B	79	15		sl, NBGC
								GIBBOSOLS				
8	2	·2	4	5	0	·2	Kiripaka	illo-kao-chloro-Gibbosol	57	13	8	ml, MBL*
6	2	5	·1	5	·1	·1	Ruatangata	Gibbo-Kaosol B	54	7		sl, MBL
8	2	5	·1	5	·1	0	Okaihau	Kao-Gibbosol	29	16	16	vsl, MBL

* Class name not acceptable in terms of constitution.

Abbreviations:—

Column 1: For C% values T = ten, E = eleven, X = above eleven.

Column 3 (sub-classes): cristo- = appreciable clay-size cristobalite, ferro- = appreciable clay-size oxides of iron.

Column 5: Most Fe_2O_3 values are by citrate-dithionite extraction. Where indicated by "t", values are by Tamm oxalate extraction.

Column 6 (allophane): Only some values available.

Column 7 (common names): w = weakly; m = moderately; s = strongly; v = very; l = leached; p = podzolised; s' = salinated; w' = weathered; gl = gleyed; g = gammate; S = southern; C = central; N = northern; Hc = high country; BGE = brown-grey earth; YGE = yellow-grey earth; YBE = yellow-brown earth; YBP = yellow-brown pumice soil; YBL = yellow-brown loam; BGC = brown granular clay; RL = red loam; MBL = mid-brown loam.

Tableau n° 51

Classification des sols de Roumanie.

CONEA, 1974.

Soil classes		Soil subclasses	Soil types
1. Chernozemic soils: soils having a mollic A horizon, with or without a cambic B horizon displaying values and chromas less than 3.5	1.1	Chernozemic soils without a cambic B horizon	Chestnut steppe soil, chernozem, chestnut forest soil
	1/2	Idem with a cambic B horizon	Cambic chernozem, cambic brunizem
2. Argillic soils: soils having an argillic B horizon, without an eluvial E horizon	2.1	Argillic soils with Bt displaying values and chromas less than 3.5, and a mollic A horizon	Argillic chernozem, argillic brunizem
	2.2	Idem, with Bt displaying values and chromas more than 3.5, and a mollic or ochric A horizon	Gray argillic, reddish-brown argillic, brown argillic soils
3. Argilluvic soils: soils having argillic B and eluvial E horizons	3.1	Argilluvic soils with a moderately developed E horizon	Reddish-brown argilluvic, brown argilluvic soils
	3.2	Idem with an albic E horizon	Albic argilluvic soil, Planosol
4. Cambic soils: soils having a cambic B horizon displaying values and chromas more than 3.5	4.1	Cambic soils with base saturation more than 55 p.c.	Brown cambic soil
	4.2	Idem with base saturation less than 55 p.c.	Acid cambic soil
5. Podzolized soils: soils having a spodic B horizon, with or without an eluvial E horizon	5.1	Podzolized soils without an albic E horizon	Podzolic brown soil
	5.2	Idem with an albic E horizon	Podzol
6. Lithomorphic soils: soils developed on parent rocks or materials displaying peculiar features	6.1	Lithomorphic soils developed on limestone or gypsum	Rendzina
	6.2	Idem developed on swelling or red clays	Vertisol, Terra rossa
	6.3	Idem developed on effusive volcanic rocks (including pyroclastics)	Andosol, Erubasem
7. Hydromorphic soils: soils with an aquic moisture regime	7.1	Hydromorphic soils with water lodging	Pseudogley soil
	7.2	Idem with ground water table at a small depth	Humic gley and low humic gley soils
8. Organic soils: soils having an organic horizon and no diagnostic horizons other than a gleyic one	8.1	Hydromorphic organic soils	Eutrophic peaty soil, oligotrophic peaty soils
	8.2	Non-hydromorphic organic soils	Humic silicate and litho-organic soils
9. Halomorphic soils: soils having a surface salic horizon or natric B horizon	9.1	Saline halomorphic soils (Halomorphic soils with a surface salic horizon)	Solonchak
	9.2	Natric halomorphic soils (Halomorphic soils with a natric B horizon or with Bt developed from a natric B)	Solonetz, Soloth
10. Undeveloped soils: soils having no diagnostic horizons other than an ochric A horizon	10.1	Undeveloped soils on young alluvia	Alluvial soils, alluvia
	10.2	Undeveloped soils on materials other than young alluvia	Regosol, Lithosol

Il est certain que cette classification répond au souhait de chercheurs qui avaient noté que les profils avaient des caractéristiques dues aux constituants et que ceux-ci devaient être utilisés dans la classification. Mais l'intérêt suscité par le recours à la minéralogie est plus ou moins neutralisé par le maintien des expressions de couleur traditionnelles en Nouvelle Zélande (yellow-brown). On aurait aimé qu'un effort de rénovation fut tenté au niveau des groupes et sous-groupes. Cela n'a pas été le cas. Mais la voie tracée par FIELDES[1] mérite d'être suivie.

5.7. La Classification objective des Sols en Roumanie.

LA CLASSIFICATION DE 1974.

Lors du Congrès de Moscou en 1974, est présentée une nouvelle classification des sols de Roumanie par CONEA[2] tab.51. Elle est différente de celle proposée par PAUNESCO et CHIRITA[3], lors du congrès de Bucarest.

On y note deux nouveautés fondamentales :

1. Le recours aux horizons diagnostiques qui portent les noms de la 7° approximation ou de la liste d'unités de sols de la F.A.O.: horizons argilique, cambique, mollique, spodique, salique etc. Il y est question également de régime aquique. Les noms de classes et sous-classes sont dérivés de ceux de ces horizons comme sols argiliques, sols cambiques. Les définitions ne sont pas fournies, mais doivent être données dans les documents cités en référence.

2. Il n'y a plus, de ce fait, de référence à l'encadrement géographique habituel avec les sols zonaux ou automorphes, les sols lithomorphes, hydromorphes, phytohydromorphes, halomorphes.

Dans cette nouvelle classification on note :

Huit classes déterminées par la présence de aucun ou un ou deux horizons diagnostiques différents.

Deux classes sont déterminées par une roche-mère ou l'hydromorphie.

(1) décédé en 1973 ; (2) CONEA, 1974 ; (3) PAUNESCO et CHIRITA, 1964.

Vingt et une sous-classes qui résultent de l'association de deux horizons diagnostiques, de la couleur particulière d'un horizon, du degré de saturation, la nature de la roche-mère, de l'hydromorphie.

Les types et sous-types déterminés lors des classifications précédentes demeurent inchangées.

OBSERVATIONS.

On note donc, pour cette classification, un désir de renouvellement par rapport aux structures traditionnelles qui se traduit principalement par l'introduction des horizons diagnostiques ce qui confère au système un caractère objectif évident.

En ce qui concerne les classes, elles paraissent constituer un ensemble logique, à l'exception de la classe 6 intitulée lithomorphe dans laquelle on retrouve rendzine, vertisol, terra rossa, andosol. On regrette que ces sols, aux caractères morphologiques et aux constituants si bien typés, aient été associés pêle-mêle dans une classe déterminée par la roche-mère.

En ce qui concerne les sous-classes, les critères retenus sont très hétérogènes (horizons diagnostiques, couleur, degré de saturation).

Au niveau des types se retrouvent les unités habituellement reconnues en Roumanie. On regrette d'y voir les andosols à ce niveau.

Il y a là une tentative tout à fait intéressante d'harmoniser une classification traditionnelle avec un souci de classification objective. Le système proposé aura certainement besoin d'être repris surtout au niveau des sous-classes et des types.

5.8. La Classification de Fitzpatrick.

La classification a été présentée pour la première fois en 1967,[1] puis a fait l'objet d'un livre paru en 1971[2].

(1) FITZPATRICK, 1967 ; (2) FITZPATRICK, 1971.

L'auteur part du principe que la classification au sens traditionnel du mot est pratiquement impossible en raison du nombre très élevé d'objets à classifier. Il remarque également l'importance du problème de la nomenclature. Si celui-ci est résolu, un très grand pas est accompli.

Un grand effort est fait pour la caractérisation et la désignation des horizons. Un très grand nombre de caractéristiques peuvent être utilisées;sur dix-huit recensées, on notera en particulier les suivantes : couleur, épaisseur, structure, texture, pH, capacité d'échange, matière organique, sels solubles, carbonates, composition minéralogique, drainage, concrétions, lames de micromorphologie.

Avec ces critères, un ensemble de 77 horizons différents ont été distingués et définis en fonction des critères retenus. Chacun d'entre eux a un nom se terminant par-on et un symbole.

Par exemple :		Equivalent U.S.D.A.
Argillon	A_r	argillic
Chernon	Ch	mollic
Hudepon	Hd	spodic
Ison	In	fragipan
Tannon	Tn	ochric ... etc.

Tous les horizons sont ainsi inventoriés et leurs propriétés essentielles définies. A l'aide de ces horizons on va créer des classes au nombre de 33, dont les noms se terminent le plus souvent par - sol.

A chaque sol correspond un symbole qui résulte de la juxtaposition, dans l'ordre, de ceux de chaque horizon constitutif. On obtient ainsi une formule qui comprend les lettres des horizons suivies d'un indice chiffré, qui donne l'épaisseur de l'horizon, et ainsi, celui du profil entier.

Un ensemble déterminé de symboles correspond à un groupe, qui contient un certain nombre de membres. Le membre distinctif de chaque groupe reçoit un nom, qui est habituellement un nom de lieu. Celui-ci est le nom de la série, qui sert à la cartographie.

Les groupes sont associés en sous-classes qui résultent de trois ou deux horizons majeurs[1] dans le même profil : un en surface, un autre à la partie inférieure du profil, et un intermédiaire.

Les sous-classes sont associées en classes en se servant de méthodes *"ad hoc"* en se servant, parfois d'un horizon majeur ou d'une combinaison particulière ou des relations entre horizons.

Un système de nomenclature en binômes est possible en combinant les noms de classes et de séries.

Parmi les trente-trois classes, l'on peut retenir à titre d'exemple les sols suivants :

Lt_2 Mu_{12} At_{20} Mb_{15} Gl Groupe

Lt_2	litière	2 cm	
Mu_{12}	Mullon	(équiv. de mollic)	12 cm
At_{20}	Alton	(équiv. de cambic)	20 cm
Mb_{15}	Marblon	- " - marmorisé, à faibles taches	
Gl	Gleyson	horizon tacheté	
[Mn At Gl]		Sous-classe	
	Altosol	Classe	
Equivalent Inceptisol		Sol brunifié	

Mn_5 Fv_{50} Fb_{200} AFw_{100} A F

Mn	Mullon	∿	ochric	5 cm
Fv	Fulavon	∿	oxic	50
Fb	Flambon	∿	plinthic	200
AFw	Schiste altéré			100
AF	Schiste			
[Fv Fb]			Sous-classe	
	Flavosol		Classe	
Equivalent Oxisol, sol ferrallitique jaune				

(1) *"prominent"*

Lt_2 Mo_5 Lv_{20} Zh

Mo	Modon	∿	moder	
Lv	Luvon	∿	A_2	20 cm
Zh	Zhelton	∿	argillic	

[Lv Zh] sous-classe

Luvosol classe

Equivalent à ultisol, sol ferrallitique lessivé.

Lt_1 Fm_4 Zo_5 Fr_{50} AS

Fm	Fermenton	A_0
Zo	Zolon	A_2
Fr	Ferron	Spodic
As	Sable acide	

[Zo Fr] Sous-classe

Podzol Classe

Equivalent à : Spodosol ou Podzol.

OBSERVATIONS SUR LE SYSTEME DE FITZPATRICK.

Le système de FITZPATRICK propose de partir des horizons qui sont définis avec soin dans toutes leurs propriétés. La combinaison de tous les horizons du profil permet de reconstituer celui-ci et d'établir des groupes. Ceux-ci constituent l'unité la plus importante du système. Ils ne sont pas nommés, mais sont synthétisés par un symbole ou apparaissent des lettres (représentant des horizons) et des chiffres (épaisseur des horizons).

Cette démarche résulte de la nécessité de connaître tous les horizons qui jouent un rôle dans l'édification du solum, ainsi que leur épaisseur et l'ordre dans lequel ils se présentent. Ceci peut apparaître comme un progrès par rapport à d'autres classifications où certains horizons se voient arbitrairement attribuer une importance exagérée ou, au contraire, sont négligés et passés sous silence. Toutefois, il apparait que le nombre d'horizons est trop élevé et devrait être réduit de manière substantielle. Par ailleurs, les éléments de description sont beaucoup trop abondants sans nécessité véritable. On ne devrait conserver que ceux qui sont spécifiques et distinctifs, donc indispensables.

Par ailleurs, on peut s'interroger sur la nécessité de placer le matériau originel à un niveau élevé comme cela a été fait. On aurait également aimé connaître en quoi consistent les méthodes *"ad hoc"* servant à réunir les sous-classes en classes.

Ceci dit, les solutions proposées par FITZPATRICK apparaissent intéressantes et susceptibles de fournir des réponses encore partielles mais valables au problème de la classification des sols.

5.9. Les Unités de Sols de la F.A.O.

LES CARTES MONDIALES DES SOLS ET LEURS LEGENDES.

Dès 1956, lors du congrès international de Science du Sol tenu à Paris, il avait été décidé que la Commission V (genèse et classification des sols) se pencherait sur le problème de la classification et la corrélation des sols du monde. Des cartes au 1/5.000.000 au 1/10.000.000 furent présentées lors du congrès de Madison en 1960(1). Il fut immédiatement évident que ces cartes étaient établies sur des bases tout à fait différentes et qu'une harmonisation devait être tentée. En 1961, il fut décidé de préparer une légende internationale. Une première esquisse fut présentée en 1966 et le principe de la légende fut établi en 1968(2). La production des diverses cartes est inégalement avancée. Celles d'Amérique du Nord, du Centre et du Sud et celles d'Afrique sont achevées.

La liste des unités de sols a été préparée depuis plusieurs années sous la direction de L. BRAMAO d'abord, de R. DUDAL ensuite. Cette liste a été présentée en 1968(3). L'édition définitive est parue en plusieurs langues à partir de 1974.

LES PRINCIPALES UNITES.

Cette liste d'unités ne constitue pas une classification. Les divergences entre les diverses écoles pédologiques, dont ce texte donne une idée, sont telles, à l'heure actuelle, qu'il n'apparait pas possible de trouver un terrain d'entente. Les unités

(1) Afrique par D'HOORE, Amérique du Sud par BRAMAO et LEMOS, Asie par LOBOVA et KOVDA. (2) Une réunion tenue à Rome sur les classifications avait montré que les différents points de vue étaient difficilement conciliables. (3) Rapport 33.

Tableau n° 52.1

Unités de Sols de la F.A.O., 1975.

J FLUVISOLS

Je Eutric Fluvisols
Je Calcaric Fluvisols
Jd Dystric Fluvisols
Jt Thionic Fluvisols

G GLEYSOLS

Ge Eutric Gleysols
Ge Calcaric Gleysols
Gd Dystric Gleysols
Gm Mollic Gleysols
Gh Humic Gleysols
Gp Plinthic Gleysols
Gx Gelic Gleysols

R REGOSOLS

Re Eutric Regosols
Rc Calcaric Regosols
Rd Dystric Regosols
Rx Gelic Regosols

I LITHOSOLS

Q ARENOSOLS

Qe Cambic Arenosols
Ql Luvic Arenosols
Qf Ferralic Arenosols
Qa Albic Arenosols

E RENDZINAS

U RANKERS

T ANDOSOLS

To Ochric Andosols
Tm Mollic Andosols
Th Humic Andosols
Tv Vitric Andosols

V VERTISOLS

Vp Pellic Vertisols
Vc Chromic Vertisols

Z SOLONCHAKS

Zo Orthic Solonchaks
Zm Mollic Solonchaks
Zt Takyric Solonchaks
Zg Gleyic Solonchaks

S SOLONETZ

So Orthic Solonetz
Sm Mollic Solonetz
Sg Gleyic Solonetz

Y YERMOSOLS

Yh Haplic Yermosols
Yk Calcic Yermosols
Yy Gypsic Yermosols
Yl Luvic Yermosols
Yt Takyric Yermosols

X XEROSOLS

Xh Haplic Xerosols
Xk Calcic Xerosols
Xy Gypsic Xerosols
Xl Luvic Xerosols

K KASTANOZEMS

Kh Haplic Kastanozems
Kk Calcic Kastanozems
Kl Luvic Kastanozems

C CHERNOZEMS

Ch Haplic Chernozems
Ck Calcic Chernozems
Cl Luvic Chernozems
Cg Glossic Chernozems

H PHAEOZEMS

Hh Haplic Phaeozems
Hc Calcaric Phaeozems
Hl Luvic Phaeozems
Hg Gleyic Phaeozems

M GREYZEMS

Mo Orthic Greyzems
Mg Gleyic Greyzems

Tableau n° 52.2

B CAMBISOLS

Be Eutric Cambisols
Bd Dystric Cambisols
Bh Humic Cambisols
Bg Gleyic Cambisols
Bx Gelic Cambisols

Bk Calcic Cambisols
Bc Chromic Cambisols
Bv Vertic Cambisols

Bf Ferralic Cambisols

L LUVISOLS

Lo Orthic Luvisols
Lc Chromic Luvisols
Lk Calcic Luvisols
Lv Vertic Luvisols
Lf Ferric Luvisols
La Albic Luvisols
Lp Plinthic Luvisols
Lg Gleyic Luvisols

D PODZOLUVISOLS

De Eutric Podzoluvisols
Dd Dystric Podzoluvisols
Dg Gleyic Podzoluvisols

P PODZOLS

Po Orthic Podzols
Pl Leptic Podzols
Pf Ferric Podzols
Ph Humic Podzols
Pp Placic Podzols
Pg Gleyic Podzols

W PLANOSOLS

We Eutric Planosols
Wd Dystric Planosols
Wm Mollic Planosols
Wh Humic Planosols
Ws Solodic Planosols
Wx Gelic Planosols

A ACRISOLS

Ao Orthic Acrisols
Af Ferric Acrisols
Ah Humic Acrisols
Ap Plinthic Acrisols
Ag Gleyic Acrisols

N NITOSOLS

Ne Eutric Nitosols
Nd Dystric Nitosols
Nh Humic Nitosols

F FERRALSOLS

Fo Orthic Ferralsols
Fx Xanthic Ferralsols
Fr Rhodic Ferralsols
Fh Humic Ferralsols
Fa Acric Ferralsols
Fp Plinthic Ferralsols

O HISTOSOLS

Oe Eutric Histosols
Od Dystric Histosols
Ox Gelic Histosols

retenues ne sont pas coordonnées entre elles. Elles apparaissent correspondre au niveau des *"grands groupes de sols"*. Ces unités sont définies avant tout grâce à des propriétés observables et mesurables, choisies de manière à conserver au système un caractère *"naturel"* et aussi à pouvoir faire quelques prévisions sur l'utilisation. Pour conserver à la liste un aspect logique, les sols ont été présentés dans un ordre qui tient compte des principes de formation du sol généralement admis. C'est ainsi qu'on a ordonné les principaux sols de la manière suivante :

Fluvisols, gleysols, andosols, chernozems, cambisols, luvisols, podzols, planosols, acrisols, ferralsols, histosols. Il est donc estimé que l'ordre adopté n'est pas une simple énumération, qui aurait pu se faire comme pour la Soil Taxonomy par ordre alphabétique. Elle pourra donner lieu à des travaux ultérieurs scientifiques et pratiques. Ces unités présentées au tableau n° 52.1 et 2, constituent donc un ensemble cohérent que beaucoup d'utilisateurs considèrent d'ailleurs comme une véritable classification. Il suffirait pour qu'elle le devienne d'indiquer comment ces diverses unités pourraient être coordonnées entre elles.

NOMENCLATURE.

Il a été renoncé à beaucoup d'appellations habituelles car elles étaient diversement définies et pouvaient donner lieu à des confusions. Certains comme chernozem, podzol, rendzine, andosol, vertisol, ont toutefois été maintenues car elles sont maintenant suffisamment consacrées par l'usage, leur contenu est suffisamment précis.

Des noms nouveaux ont été proposés, comme : yermosols, sols des déserts ; xérosols, sols des régions semi-arides ; phaeozems, sols de couleur sombre ; cambisols, sols à changement de couleur, et aussi de structure et de consistance (par rapport à la roche-mère) ; luvisols, sols qui présentent une illuviation argileuse ; podzoluvisols, sols qui présentent des caractères à la fois des luvisols et des podzols ; acrisols, sols très acides et fortement désaturés ; nitosols, sols qui présentent des surfaces

d'agrégats brillantes mais avec un degré de saturation élevé et une fertilité intéressante ; ferralsols, équivalent des oxisols.

Chaque appellation est constituée par un binôme : le nom du sol (équivalent de grand groupe ou même de classe) est suivi d'un adjectif qui peut correspondre à un intergrade ou un extragrade.

Dans la liste des unités de la F.A.O., la morphologie joue un rôle important. Les horizons sont désignés par les lettres traditionnelles H O A E B C R qui ont des significations proches de celles qu'elles ont habituellement ; un certain nombre de petites lettres peuvent leur être adjoints.

Il est fait référence également aux horizons diagnostiques. Ils portent les mêmes noms et ont les mêmes significations que dans la Soil Taxonomy[1]. Il existe également un certain nombre de propriétés diagnostiques qui s'appliquent à quelques horizons particuliers pour mieux les définir. Elles sont au nombre de 22 et servent à préciser un régime hydrique, le relief gilgaï, l'hydromorphie, la salinité, le calcaire etc.

Il existe ainsi 26 unités principales pour lesquelles on a prévu de 1 à 9 subdivisions (tableau 52). Cette liste est considérée comme incomplète car elle ne s'applique qu'aux unités dont la superficie est suffisante pour être représentée sur une carte mondiale. Mais elle n'est nullement limitative et il est certain que des ajouts sont toujours possibles.

Des pédologues de nombreux pays ont participé à l'élaboration de la légende F.A.O., y compris ceux de l'U.R.S.S.[2] Les pédologues soviétiques[3] ont à plusieurs reprises fait des mises au point pour expliquer la démarche entreprise et les correspondances entre les sols de la légende et ceux de leur pays. Ceci n'a toutefois pas empêché les critiques[4]. Les auteurs soviétiques ont reproché à la légende plusieurs lacunes graves, à savoir :

(1) Dans la première édition, Rapport 33 de 1968, les noms des horizons diagnostiques étaient différents. (2) La liste est donnée au bas de la page 1 de la légende F.A.O. de 1975. (3) KOVDA et al. 1967, 1970. (4) GERASIMOV, 1966, 1969.

a) Le refus de prendre en considération les facteurs de formation du sol. b) Le refus de décrire les processus de formation du sol. c) Le refus d'indiquer le niveau taxonomique des unités et la coordination de l'ensemble du système. d) Les définitions sont trop brèves et générales, purement morphologiques. e) Il n'y a souvent pas de sols analogues dans le système soviétique. Il est difficile de reprocher à la légende F.A.O. de ne pas être une taxonomie. Si les points soulevés ci-dessus avaient pu être résolus par les co-auteurs, on aurait eu, à n'en pas douter, une taxonomie et non une simple légende. Toutefois, la manière dont les différentes unités ont été placées les unes par rapport aux autres répond à une arrière pensée génétique puisque fluvisols et lithosols ont été placés en tête et ferralsols à la fin de la liste.

On peut constater toutefois, que certaines options prises par la Soil Taxonomy ont été retenues pour les unités de sols. Par exemple, les cambisols, luvisols, acrisols, ferralsols sont très proches des inceptisols, alfisols, ultisols et oxisols. Les nitosols et podzoluvisols apparaissent comme des unités de compromis pour tenir compte de situations locales. Les yermosols et xérosols peuvent être rapprochés des aridisols où le régime climatique est particulièrement important. La distinction entre eux, fondée essentiellement sur les horizons ochrique et faiblement ochrique n'apparaît ni facile à établir, ni véritablement convaincante. Alors que les autres sols peuvent être identifiables par leurs seules caractéristiques, on peut regretter l'introduction d'un régime climatique, ce qui rompt l'homogénéité qu'a par ailleurs l'ensemble de l'édifice. Il est également dommage que les ferralsols aient été moins bien traités que les autres unités et que les subdivisions retenues soient obtenues à l'aide des couleurs comme jaune ou rouge, alors que ce recours à la couleur avait été abandonné ailleurs.

Un certain nombre d'autres unités est d'"influence" russe comme solonetz, solontchak, chernozem, kastanozem. Mais, on peut être assuré qu'elles ont bénéficié des efforts de rigueur dans les définitions conçues lors de la préparation de la Soil Taxonomy.

L'ensemble du vocabulaire mis au point pour cette liste d'unités est, somme toute, assez euphonique et facile à retenir.

Il constitue l'amorce d'un langage international. Ce vocabulaire précis et bien défini contribuera au succès des unités de sols.

Des efforts de corrélation ont été tentés entre le système F.A.O. et divers systèmes mondiaux. On trouvera ci-après un certain nombre d'entre eux qui montrent que des ponts peuvent être jetés entre les systèmes existants. Tab. 53 et 54.

5.10. Conclusions sur les Classifications objectives.

Après le développement quasi-universel des classifications génétiques, un certain nombre de pédologues isolés et d'écoles se détournent de la voie génétique pour établir des classifications sur de nouvelles bases.

Si HUGUET DEL VILLAR[1], DE SIGMOND[2] ont été les pionniers dans cette nouvelle direction, ce sont KELLOGG[3] dès 1938 et surtout LEEPER[4] à partir de 1943, qui semblent avoir été les premiers à insister avec force sur la nécessité de mettre sur pied une classification objective.

Les premières réalisations apparurent dès 1960. En Australie, le *"Factual Key"* de NORTHCOTE[4] fut peu à peu mis au point de 1960 à 1965. Aux U.S.A.[5] la *"7th Approximation"* apparut en 1960 pour se transformer en *"Soil Taxonomy"*. En Nouvelle-Zélande, apparut en 1968 la *"Constitutional classification"* de FIELDES[6]. Enfin, dès 1967, puis en 1971 l'ouvrage de FITZPATRICK[7] est la dernière en date des classifications objectives.

Dans l'ensemble, les systèmes nouveaux se sont libérés des facteurs et des processus de formation des sols pour s'en tenir à leurs manifestations concrètes observables et mesurables. En même temps, ils se sont affranchis de la part d'interprétation qui marquait les systèmes précédents où comme l'écrivait G. SMITH[8] l'opinion du classificateur avait une trop grande importance.

(1) H. DEL VILLAR, 1937 : Los suelos de la peninsula luso-iberica. (2) DE SIGMOND, 1938; (3) KELLOGG, 1938 ; (4) LEEPER, 1943, 1954, 1956 ; (4) NORTHCOTE, 1960-1965 ; (5) U.S.D.A., 1960, 1975 ; (6) FIELDES, 1968 ; (7) FITZPATRICK, 1967, 1971 ; (8) G. SMITH, 1963.

Tableau n° 53.1

Equivalences entre la liste des unités de la F.A.O., le système soviétique et la 7e Approximation.

V. KOVDA et B.G. ROZANOV. Sov. Soil Sci., 1970.

FAO Draft	Soviet Nomenclature	7th Approximation, U.S.
Dystric Fluvisols	Acid Alluvial soils	Acid Fluvents
Eutric Fluvisols	Neutral Alluvial soils	Nonacid Fluvents
Calcic Fluvisols	Calcareous Alluvial soils	Calcic Fluvents
Gleyic Fluvisols	Gley Alluvial soils	Fluvent Aquents
Dystric Rhegosols	Sandy weakly developed soils	Orthents, Psamments (acid)
Eutric Rhegosols	Sandy weakly developed soils	Orthents, Psamments (nonacid)
Calcic Rhegosols	Sandy weakly developed calcareous soils	Quartzpsamments
Eutric Arenosols	Sandy weakly developed soils	Alphic Psamments
Tundric Gleysols	Tundra Gley soils	Pergelic Cryaquepts
Thionic Gleysols	Mangrove soils	Gray Aquepts and Aquents
Haplic Gleysols	Sod-gley soils	Haplaquepts, Aquents
Humic Gleysols	Meadow, Meadow-gley soils	Humaquepts, Haplaquolls
Calcic Gleysols	Calcareous Meadow soils (calcareous ?)	Calciaquolls
Plinthic Gleysols	Lateritic-gley soils	Plinthaquepts
Histic Gleysols	Peat-gley soils	Histic Humaquepts
Rendzinas	Sod-calcareous soils	Rendolls
Rankers	Sod soils	Haplumbrepts
Haplic Andosols	Volcanic soils	Dystrandepts
Vitric Andosols	Volcanic soils	Vitrandepts
Gleyic Andosols	Gley Volcanic soils	Andaquepts
Vertisols	Vertisols, Black Compact soils	Vertisols
Haplic Yermosols	Desert soils	Cambortids
Calcic Yermosols	Calcareous Desert soils	Calciorthids
Gypsic Yermosols	Gypsiferous Desert soils	Calciorthids with gypsum
Luvic Yermosols	Desert soils	Haplargids
Haplic Xerosols	Sierozems	Mollic Camborthids
Calcic Xerosols	Sierozems	Mollic Calciorthids
Gypsic Xerosols	Gypsiferous Sierozems	Mollic Calciorthids
Luvic Xerosols	Gray-brown soils	Mollic Haplargids
Haplic Solonchaks	Solonchaks	Salorthids
Humic Solonchaks	Meadow Solonchaks	Salorthid Haplustolls
Takyric Solonchaks	Takyrs	Salorthids
Gleyic Solonchaks	Solonchaks (sors, etc.)	Salorthid Aquepts
Haplic Solonetzes	Solonetzes (steppe)	Natriboralfs, Hatrudalfs
Humic Solonetzes	Solonetzes (meadow-steppe)	Natralbolls, Natrargids
Gleyic Solonetzes	Solonetzes (meadow)	Natraqualfs, Natraquolls
Haplic Planosols	Solods (?)	Albaqualfs
Humic Planosols	Solods (meadow) (?)	Argialbolls
Solodic Planosols	Solods	?
Haplic Castanozems	Chestnut soils	Haplustolls
Calcic Castanozems	Calcareous Chestnut soils	Calciustolls
Luvic Castanozems	Chestnut (solonetzic ?) soils	Argiustolls
Haplic Chernozems	Typical and Ordinary Chernozems	Haploborolls; Vermiborolls
Calcic Chernozems	Calcareous Chernozems	Calciborolls
Luvic Chernozems	Podzolized and Leached Chernozems	Argiborolls

Tableau n° 53.2

FAO Draft	Soviet Nomemclature	7th Approximation U.S.
Gleyic Chernozems	Meadow-Chernozems soils	Calcic Argiaquolls
Haplic Phaeozems	Forest-steppe Dark-gray soils	Hapludolls, Vermudolls
Calcic Phaeozems	Calcareous Dark-gray soils	Vermudolls
Luvic Phaeozems	Forest-steppe Gray soils	Argiaquolls
Gleyic Phaeozems	Gray and Gley Dark-gray soils	Argiaquolls
Haplic Cambisols	Acid brown Forest soils	Dystrochrepts
Eutric Cambisols	Saturated Brown Forest soils	Eutrochrepts
Calcic Cambisols	Calcareous Brown Forest soils	Eutrochrepts
Vertic Cambisols	?	Eutrochrepts
Humic Cambisols	Dark Brown Forest soils	Haplumbrepts
Andic Cambisols	Mountain-Meadow soils (?)	Andic Eutrochrepts
Haplic Luvisols	Lessivé soils	Hapludalfs, Argudalfs
Chromic Luvisols	Cinnamon-Brown soils (?)	Haploxeralfs
Ferric Luvisols	Lateritic-Podzolic soils (?)	Haplustalfs
Dystric Luvisols	Lessivé soils	Eutroboralfs
Plinthic Luvisols	Lateritic soils	Plinthoxeralfs
Gleyic Luvisols	Gley Lessivé	Ochraqualfs
Haplic Acrisols	Yellow Earths and Red Earths	Hapludults, Rodudults
Humic Acrisols	Rubrozems	Humults
Plinthic Acrisols	Lateritic soils	Plinthudults
Gleyic Acrisols	Yellow Earth-Gley soils	Aqults
Humic-Ferric Podzols	Humic-ferric-illuvial Podzols	Orthods
Ochric Podzols	Cryptopodzolic soils	Orthods
Ferric Podzols	Ferric-illuvial Podzols	Ferrods
Humic Podzols	Humic-illuvial Podzols	Humods
Placic Podzols	Ortsand Podzols	Placorthods
Gleyic Podzols	Gley Podzols	Aquods
Haplic Podzoluvisols	Podzolic and Sod-Podzolic soils	Glossudalfs
Gley Podzoluvisols	Podzolic-Gley soils	Glossaqualfs
Dystric Nitosols	Red Earths (?)	Oxide Palehumults
Eutric Nitosols	?	Oxide Palcudalfs
Haplic Ferralsols	Yellow and Red Ferrallitic soils	Haplorthoxes
Ochric Ferralsols	Yellow Ferrallitic soils	Acrorthoxes
Rhodic Ferralsols	Red Ferrallitic soils	Eutrorthoxes
Humic Ferralsols	Dark Ferrallitic soils	Humoxes
Plinthic Ferralsols	Lateritic soils	Plinthaquoxes
Dystric Histosols	Upland Peat	Acid Histosols
Eutric Histosols	Lowland Peat	Nonacid Histosols
Dystric Lithosols	Primitive gravelly soils	?
Eutric Lithosols	Primitive gravelly soils	?

Tableau n° 54

Comparaison des unités de sols de la F.A.O. avec celles du Système Soviétique.

VOLOBUYEV, 1976.

Main FAO—UNESCO soil units	Soil classes in "Soil system"
J. Fluvisols	Various
G. Gleysols	X. Saturated siallitic gleyey Z. Unsaturated siallitic gleyey
R. Regosols	Various
I. Lithosols	Various
Q. Arenosols	Gleyey-sandy
E. Rendzinas	J. Humate-calcareous
U. Rankers	
T. Andosols	Various
V. Vertisols	L. Compact Clayey
Z. Solonchaks	Э. Solonchakic Ш. Bog-Solochakic
S. Solonetzes	B. Solonetzes
Y. Yermosols X. Xerosols	F. Accumulative-calcareous G. —
Luvic Yermosols and Xerosols	C. Siallitic-argillized Alkaline-degradational
K. Kastanozems C. Chernozems	K. Calcium-saturated siallitic
H. Phaeozems M. Greyzems	N. Calcium-saturated siallitic O. Huminic
B. Cambisols	R. Saturated argillic S. Saturated ferrsiallitic
L. Luvisols	U. Saturated argillic Г. Unsaturated argillic-gleyey
D. Podzoluvisols	T. Unsaturated siallitic
P. Podzols	W. Humic-sandy
W. Planosols	Y. Saturated argillic-gleyey Ы. Gleyey alkaline siallitic
A. Acrisols	Б. Unsaturated allitic Г. Unsaturated argillic-gleyey
N. Nitosols F. Ferralsols	V. Unsaturated Ferrallitic
O. Histosols	П. Coarse humic-peaty

Les nouvelles classifications se sont attachées à définir les sols par le biais des horizons qu'ils contiennent, avec beaucoup de rigueur. Des critères précis s'appuyant sur des descriptions standardisées, des mesures sur le terrain et au laboratoire ont permis l'utilisation des horizons diagnostiques. Bien que certains auteurs (SIMONSON[1] entre autres) aient annoncé qu'il fallait s'appuyer à la fois sur la morphologie et sur les constituants, la plupart des classificateurs donnèrent la prééminence à la morphologie (NORTHCOTE, U.S.D.A. par exemple).

Seul FIELDES a donné une nette préférence aux constituants minéraux.

Par ailleurs, de nouveaux langages, dont certains furent fabriqués de toutes pièces, firent leur apparition et contribuèrent très certainement au succès des nouveaux systèmes proposés.

Les critiques que l'on peut formuler sur ces nouvelles classifications concernent, non les principes qui ont été mis en oeuvre, mais les choix qui ont été faits à l'intérieur des systèmes. On peut s'interroger par exemple sur l'importance accordée à certains horizons comme l'épipedon mollique et l'horizon argilique par l'U.S.D.A.[2]. La primauté qu'on peut leur reconnaître aux U.S.A. est-elle justifiée pour le reste du monde ? Une classification est certes destinée à des utilisateurs variés ; mais est-il justifié d'introduire des critères qu'on pense liés à la mise en valeur à des niveaux élevés comme dans la "Soil Taxonomy"? La technique doit-elle avoir le pas sur la science ? C'est une question que se pose, à juste titre, GERASIMOV[3] dans ses réflexions sur la Soil Taxonomy. Il est nécessaire de ne pas perdre de vue la place éminente que doit occuper la classification dans l'édifice de la science pédologique. Il est difficilement concevable de considérer que avec la classification le travail relatif au sol est achevé lorsqu'un nom, ou un sigle, avec ou sans chiffres, lui a été attribué.

S'il est important de renoncer explicitement à la genèse, dans la classification, il est essentiel que celle-ci ouvre au contraire le maximum de perspectives en direction des domaines de l'analyse, de la compréhension et de l'explication des sols.

(1) SIMONSON, 1962 ; (2) U.S.D.A., 1960, 1974.
(3) GERASIMOV, 1962.

6. LES CLASSIFICATIONS UTILITAIRES.

Sous cette rubrique on peut ranger des classifications forcément artificielles basées sur des critères de mise en valeur.

6.1. LA CLASSIFICATION DE KOWALINSKI a été développée en Pologne en 1966.

Le premier critère est d'ordre purement topographique :

A - Sols des plaines et des collines

B - Sols des montagnes.

Le deuxième critère concerne la couverture végétale actuelle :

a - Sols de forêt

b - Sols de pelouse (sod)

c - Sols labourés.

Au troisième niveau, on atteint les groupes et sous-groupes comme par exemple :

Sols de pelouse → groupe chernozem
s/g 1 chernozem typique
2 chernozem dégradé

Le quatrième niveau est celui des roches-mères.

Malheureusement, l'auteur ne fournit pas la clé de son système en donnant le sens exact des termes utilisés (p. ex. que signifient "plaines et collines", où commencent les "montagnes"?). A propos des sols labourés, il est dit ce sont "des sols qui sont marqués, par les travaux agricoles, dans leurs caractères morphologiques". On aurait souhaité connaître avec précision lesquels.

6.2. LA CLASSIFICATION DES SOLS RIZICOLES.

Ce type de classification a été pris comme exemple au Japon, où la riziculture constitue une activité agricole fondamentale. L'appellation de sols rizicoles est en quelque sorte, analogue à celle de sol à blé ou de sol forestier dans la mesure où l'on s'intéresse aux caractéristiques du sol qui ont une répercussion directe sur la végétation naturelle ou cultivée concernée.

(1) KOWALINSKI, 1966.

Tableau n° 55

Essai de classification des sols à riz.

KANNO, 1962.

(1) Soil Class	(2) Soil Subclass	(3) Soil Type and Its Horizon Sequence	(4) Soil Subtype	(5) Soil Genus	(6) Soil Species	(7) Soil Variety
ARTIFICIAL HYDROMORPHOUS SOILS (INTRAZONAL)	Grouped on the basis of differences in rice cropping system and bio-climatic condition. *A: Rice soils with two rice crops a year in humid tropical zone. *B: Rice soils with a single rice crop a year in humid subtropical zone.	Grouped on the basis of differences in "Five Criteria" (Ivanova and Rozov, 1960), especially in hydromorphism. A: Ground-water Gley Rice soils. Gg-G. B: Intermediate Gley-like Rice soils. Ag-BgG-G. C: Surface-water Gley-like Rice soils. Ag-Bg-(G).	Grouped on the basis of differences in degrees of gleying, mottle-forming process, and leaching reflecting actions of natural and artificial drainings. AI: Very poorly drained or waterlogged gley rice soils. AI: Gpg-G. AII: Poorly drained or wet gley rice soils. AII: ApgG-G. BIII: Imperfectly drained gley-like rice soils. BIII: Apg(ApgG)-A_{12}g(A_{12}gG)-BgG-G.	Grouped on the basis of differences in clay-mineralogical composition and intervention of peat, muck, and humus. 1. Siallitic. 1a. Montmorillonitic. 1b. 14A-mineralic. 1c. Kaolinitic. 1d. Illitic. 2. Allitic. 2a. Allophanic. 2b. Ferrallitic.	Grouped on the basis of differences in texture and mode of deposition. 1. Fine-textured. 2. Medium-textured. 3. Coarse-textured. 4. Gravelly or Stony.	Grouped on the basis of differences in agricultural characteristics. 1. Difference in kind and amount of fertilisers applied (for example, heavy dressing of fertilisers, and others). 2. Difference in cultivation practices (for example, direct sowing, transplanting, deep ploughing, and others).
	*C: Rice soils with a single rice crop a year in subboreal zone. †D: Rice soils with a single rice crop a year in semi-arid zone. *Including saline rice soils. †Including calcareous and/or saline rice soils.	The (G) means that the G horizon may or may not occur.	BIV: Drained gley-like rice soils. BIV: Apg(ApgG)-A_{12}g(A_{12}gG)-B_1g-B_2gG-G. In this subtype the following Bg horizons may occur: BIVa: Bmn. BIVb: B_1ir-B_2mn. BIVc: Bmi(Bim).	3. Organic. 3a. Peaty. 3b. Mucky. 3c. Humic.		3. Difference in ways of land amelioration (for example, drainage ditches, dressings of earthy material, and others). 4. Others.
			CV: Well drained gley-like rice soils. CV: Apg(ApgG)-A_{12}g(A_{12}gG)-B_1g-B_2g-(G). In this subtype the following Bg horizons may occur:	CVa: B_1mn-B_2mn. CVb: B_1ir-B_2mn. CVc: Bmi(Bim). CVd: B_1ir-B_2mn-B_3ir-B_4mn. CVe: B_1ir-B_2ir.	There can be seen the B_1gG horizon with gley spots followed by the B_2g horizon without gley spots in some cases. The subtypes can be arranged into the following groups: 1. Normal; 2. Saline; 3. Calcareous; and 4. Saline calcareous.	

La classification réalisée au Japon par divers pédologues dont KANNO[1] fait intervenir les éléments suivants.

Les horizons A et B appartiennent à plusieurs types (ils sont assez différents dans les sols non rizicoles).

(G signifie gley , g désigne des taches de gley).

A p g ou A p g G	désignent des horizons de surface affectés par le labour (p).
$A_{12}g$ ou $A_{12}g$ b	horizon de surface plus ou moins compacté, plus ou moins "construit".
A_2g ou A_2 g b	horizon éclairci (ou blanchi).
B g ou B g b	Sous-sols oxydés avec ou sans taches de gley. Ils peuvent être divisés en Bmn Bir Bim[2].
G ou Gg	Sous-sol réduit : horizon de gley sous-jacent à Bg ou BgG (ou Ag ou Agb, s'il n'y a pas de B) G Si[3].

La classification elle-même est donnée dans le tableau n° 55 . Elle appelle les observations suivantes.

La Classe est intitulée à la fois hydromorphe, artificielle et intrazonale.

La deuxième subdivision, la Sous-Classe concerne le mode de culture du riz. La troisième (Type et séquence d'horizons), a trait au type de nappe et aux horizons directement influencés par sa présence. Le Subtype est la 4° division ; elle concerne des différences dans le type de gley. La cinquième subdivision est relative au type le plus important des Constituants minéraux ou organiques.Le sixième ou Espèce fait intervenir la texture. La Variété a trait au mode de mise en culture.

Cette classification est une combinaison de données agricoles et de données proprement pédologiques où les caractéristiques de l'hydromorphie jouent naturellement un rôle prédominant.

(1) KANNO, 1962 ; (2) horizons avec des concrétions manganiques ou ferrugineuses ; (3) Si = Siderose CO_3Fe.

6.3. CONCLUSIONS.

En fait, la classification des sols cultivés est un problème délicat qu'il faudrait pouvoir examiner plus longuement et qui dépasse le cadre de cet ouvrage. Pour la mener à bien, il faudrait, comme l'indiquent GRIGORIEV et FRIDLAND[1], effectuer les travaux suivants :

a) Etudes ponctuelles permanentes : étudier des sols à divers degrés de développement agricole. Cette méthode est très longue mais elle apporte des données particulièrement intéressantes.

b) Etudes des propriétés des sols là où l'on dispose de renseignements sur les cultures et les méthodes employées dans le passé.

c) Etudes de la couverture pédologique avec changement du paysage végétal lors de la mise en culture.

d) Etudes comparatives entre les sols vierges et les sols cultivés. Ces études porteraient sur les variations enregistrées sur les profils durant plusieurs années de culture sous l'effet de divers modes de culture.

On a vu précédemment (parag. 5.2.) qu'un changement dans les modes d'exploitation pouvait provoquer un déplacement considérable de la position d'un sol dans la Soil Taxonomy. Est-il souhaitable que cela puisse se produire, ou bien la mise en culture doit-elle provoquer seulement un déplacement du sol à l'intérieur d'une classe, et de quelle importance ? Voilà un problème auquel une classification doit apporter une solution raisonnable.

(1) GRIGORIEV et FRIDLAND, 1964.

7. CONCLUSIONS. CARACTERISTIQUES QUE DEVRAIENT PRESENTER UNE CLASSIFICATION DES SOLS.

7.1. L'EVOLUTION PERMANENTE DE LA CLASSIFICATION DES SOLS EST-ELLE UNE NECESSITE.?

L'examen d'une longue série de classifications des sols permet de constater que, si la plupart d'entre elles présentent des qualités intéressantes voire séduisantes, elles paraissent également entachées de défauts parfois assez graves. Ces défauts ont été ressentis à l'intérieur d'un même pays, comme l'URSS par exemple, où depuis la fondation de la pédologie, on n'a cessé de proposer de nouvelles classifications. Ils ont été ressentis d'un pays ou d'une zone géographique à une autre, tant et si bien que les systèmes importés n'ont jamais été adoptés dans leur intégralité.

Des réunions internationales nombreuses ont abouti au constat qu'il n'y avait pas de consensus possible et que seule une liste d'unités et non une véritable classification, était envisageable. En tous cas, les nombreux et importants travaux consacrés à la classification ont montré qu'il ne pouvait exister de classification des sols correspondant à un ordre naturel établi qu'il importait de découvrir. Bien au contraire, une classification des sols doit être une oeuvre humaine à édifier, en tâtonnant, avec les moyens que la science et les techniques mettent peu à peu à notre disposition. De nombreux chercheurs l'ont dit, une classification des sols est le reflet de l'état de nos connaissances au moment où on l'établit.

Mais, en pédologie, comme dans d'autres domaines, l'influence de certains chercheurs est telle qu'elle entraine derrière eux de nombreux autres formant peu à peu une école animée d'un mode de pensée qui est rapidement, largement diffusée et adoptée. Aussi, lorsque de nouveaux concepts apparaissent, ils provoquent des perturbations à tous les niveaux. C'est un peu comme lorsqu'on jette une pierre dans une mare[1]. Les rides se dirigent partout à la fois, mais décroissent graduellement. Tout nouveau mode de pensée qui

(1) ABLEITER, 1949.

provoque des changements radicaux, est pour tous ceux qui se satisfaisaient d'une tradition solidement installée, analogue à cette "révolution" qu'annonçait LEEPER[1].

Le plus bel exemple est fourni par la "7th Approximation" qui a bouleversé les classifications antérieures, surtout géographico-génétiques, et les modes de pensée qu'elles représentaient. Pendant la décade suivante, les commentaires ont montré qu'elle était lentement assimilée. Un certain nombre de messages qu'elle apportait (pedon, horizons diagnostiques, langage) étaient peu à peu compris et acceptés. Mais la nouvelle étape ainsi atteinte n'est pas plus définitive que les précédentes. Une ou plusieurs autres approches sont possibles qui viendront modifier sinon bouleverser ces situations nouvelles que l'on peut croire installées pour longtemps. C'est somme toute, la rançon des progrès de la science et de la technique.

7.2. CARACTERES SPECIFIQUES DE LA CLASSIFICATION DES SOLS.

COMPARAISON AVEC D'AUTRES CLASSIFICATIONS.

Nombreux sont ceux qui pensent qu'une classification des sols doit être avant tout scientifique du fait que la pédologie, discipline autonome, a un objet et des méthodes propres. La classification devrait donc découler de la nature des objets et non des usages qu'on peut en faire ; si elle est bien faite, elle doit pouvoir être comprise de toutes sortes d'utilisateurs.

La classification des plantes n'a pas été conçue pour les agriculteurs, ni les forestiers ; ni celle des roches pour les carriers ou les mineurs. Mais,elles ont été établies de telle sorte que chaque catégorie d'utilisateurs situés en aval puisse la comprendre et s'en servir. Pour cela, deux conditions ont été remplies.

a) Une fois mise au point, aucune de ces classifications n'a été modifiée fondamentalement. La classification des plantes ne connait que des révisions de genres ou d'espèces ; le nombre des familles n'augmente guère maintenant. Bien que caractérisées

(1) LEEPER, 1954.

plus tardivement les roches ont été intégrées dans un système à double entrée, généralement admis par tous.

b) La nomenclature adoptée est différente pour les plantes ou les roches : système binaire en latin pour les premières, ou nom dérivé de termes vernaculaires ou fabriqués de toutes pièces pour les secondes. Mais, dans l'un ou l'autre cas, cette nomenclature est utilisée par tous et n'est pas remise en question.

En pédologie, par contre, la liste à peu près complète des sols n'est pas encore dressée, et l'ensemble de leurs caractéristiques est encore mal connu. Mais, il y a tout lieu de penser, néanmoins, que l'inventaire tire à sa fin, car la plupart des pays en zone tempérée ou intertropicale, ont mis au travail des équipes de prospecteurs de plus en plus nombreuses. Par contre, un effort important reste à accomplir pour que la caractérisation complète des sols soit achevée. La liste des critères initialement prévue par MARBUT[1] a singulièrement augmenté ; mais, les moyens mis en oeuvre, tant sur le plan du personnel que du matériel sont souvent insuffisants. Il est d'ailleurs assez paradoxal de constater que les classifications des sols ont été établies alors que de nombreux sols n'étaient pas encore connus ou suffisamment caractérisés. De plus, comme il n'existait pas de termes convenables pour les nommer, on s'en est tenu longtemps à des termes populaires suivis d'adjectifs particulièrement imprécis. CHATELIN et al.[2] ont fait remarquer avec juste raison, la grande pauvreté du vocabulaire pédologique. Alors que dans d'autres sciences, la création de mots nouveaux était acceptée sans peine, il y a toujours eu, en pédologie, des réticences pour en fabriquer. C'est assurément là un problème qu'il importe de résoudre.

Par ailleurs, les progrès des connaissances obligent à des renouvellements et même à des remises en cause. Les utilisateurs éprouvent, de ce fait, des difficultés à suivre l'évolution de la classification, et donc à s'en servir, du fait qu'elle

(1) MARBUT, 1927 ; (2) CHATELIN et MARTIN, 1972.

demeure pour eux assez académique. C'est, semble-t-il, pour éviter ce reproche que la plupart des classificateurs déclarent ouvertement leurs préoccupations utilitaires. Mais, à l'heure actuelle, les usagers possibles sont fort nombreux, en dehors des agriculteurs, premiers destinataires traditionnels des documents pédologiques. Il est à souligner toutefois que tous les utilisateurs potentiels ont droit à l'information scientifique de base. Correctement présentée, celle-ci doit pouvoir être comprise par tous. Mais, il est non moins utile de donner des informations concernant l'environnement, dans la mesure où celui-ci a une influence déterminante sur l'usage que l'on veut faire des sols et non pas seulement sur les processus de genèse. Il est fait allusion ici aux régimes hydriques et thermiques, à la pente, à la végétation, au degré d'érosion etc. Avec cet ensemble de données, les unes scientifiques, concernant la nature même du sol, les autres concernant l'environnement de la zone étudiée, l'usager sera suffisamment informé pour orienter convenablement l'utilisation du sol.

Il semble donc que la meilleure façon de procéder, au niveau d'une classification idéale des sols, consisterait à établir deux parties séparées : une partie scientifique, suivie d'une partie pratique étroitement coordonnées.

En résumé, il faut donc classer les sols en eux-mêmes ; de leurs propres caractéristiques et de celles de l'environnement, doit découler un faisceau de limitations d'aptitudes et par conséquent de potentialités d'utilisation.

LA NATURE PARTICULIERE DE L'OBJET A CLASSIFIER.

Il est bon de se rappeler les particularités de l'objet-sol. Il appartient à un continuum ; il n'est pas, comme une plante ou un animal, bien circonscrit dans l'espace. C'est un objet dont les limites sont arbitraires et, avant tout, destiné aux classificateurs.

Le Pedon, tel qu'il a été défini par la "Soil Taxonomy" peut convenir à condition que sa limite inférieure, arbitrairement fixée à 2 mètres, soit reportée jusqu'à la roche-mère ; la limite

d'exploration racinaire est aussi beaucoup trop variable pour être valable.

Ce pédon devrait permettre l'étude des caractéristiques du sol et, par là, permettre son identification.

Le pédon est un volume qui devra progressivement se substituer au profil bidimensionnel auquel on se référait traditionnellement jusqu'à présent.

Il semble, par ailleurs, difficile de prendre en considération la toposéquence ou la chaîne de sols. Certes, un certain nombre d'entre elles ont déjà été répertoriées. Mais, leur connaissance à travers le monde est actuellement insuffisante pour qu'elles puissent servir de fondement à une classification. De toutes façons, une chaîne de sols est constituée par l'assemblage de pédons individuels et la connaissance des premiers passe obligatoirement par celle des seconds.

Le pédon sera défini par ses propriétés actuelles, observables ou mesurables et non par celles qu'on peut lui attribuer dans le passé ou dans l'avenir. Il ne sera pas fait référence à des sols dits vierges, qui dans la zone tempérée, sont de plus en plus rares. Il ne sera pas davantage tenu compte de l'histoire du sol. Il n'est pas nécessaire de savoir s'il a été concerné par une ou plusieurs pédogenèses ; ceci relève du domaine de l'interprétation, qui dépend des opinions de chacun. Cet aspect subjectif doit être banni de la classification. On rassemblera alors toutes les propriétés remarquables du sol, horizon par horizon, pour en faire un véritable épitomé[1].

7.3. Le meilleur mode de classification.

CLASSIFICATION DESCENDANTE OU ASCENDANTE ?

La logique voudrait qu'une classification soit descendante. Maintenant que la majorité des sols est à peu près connue, il devrait être possible de fixer les divers niveaux de la classification et

(1) FITZPATRICK, 1971.

les critères qui vont intervenir à chaque niveau.

Aux niveaux supérieurs, ne doivent intervenir qu'un petit nombre de critères, nombre qui ira en augmentant à mesure que le système se diversifiera. Lorsqu'un critère est utilisé à un niveau déterminé, il ne faudrait pas qu'il apparaisse ailleurs. (Dans plusieurs classifications, les horizons argiliques interviennent à des niveaux variés). C'est seulement de cette manière que l'on peut aboutir à un système cohérent et logique.

Un système ascendant engendre inévitablement des unités supérieures hétérogènes sans lien entre elles. C'est le cas de la "Soil Taxonomy", ou de tout système dont le champ d'application est géographiquement limité ou qui attache une importance particulière aux sols représentés dans une région déterminée.

Certes, dans la pratique, on sera amené presque toujours à combiner les deux approches. Toutefois, la classification descendante parait plus universaliste donc préférable.

OUVERTURE ET UNIVERSALITE DES CLASSIFICATIONS.

Même si elle n'est pas complète, une classification doit se prêter à l'introduction de tout sol non ou mal connu. Tous les systèmes se déclarent ouverts à tout nouveau sol. Mais, lorsqu'un nouveau venu se présente, son intégration est plus ou moins bien réussie. C'ést ce qui s'est produit pour les *andosols* dont l'ensemble assez particulier n'a pas trouvé facilement place dans les classifications, très certainement parce que les divers niveaux n'étaient pas définis de manière claire. Les andosols n'ont pas été introduits dans la classification américaine de BALDWIN et al.(1) ; mais seulement au niveau des sous-ordres dans les *Inceptisols* de la *"Soil Taxonomy"*. Dans la classification française du C.P.C.S.(2) ils constituent une classe ; mais, ils sont rétrogradés par DUCHAUFOUR(3) au rang subalterne de "sols apparentés" des sols peu différenciés.

Une classification idéale ne peut se concevoir que complète et universelle. Sa base doit être, dès le départ, la plus large possible ; et non limitée à un pays ou une zone géographique.

(1) BALDWIN et al., 1938 ; (2) C.P.C.S., 1967 ;
(3) DUCHAUFOUR, 1971.

Toutes les classifications établies pour un pays ont tendance à exagérer l'importance des sols qui y sont représentés et orienter la classification des sols autour d'eux. Ceci est observé dans de très nombreux systèmes même ceux mis au point dans des pays de très grande dimension, lorsqu'ils sont situés dans un domaine géographique limité. L'U.R.S.S. et les U.S.A. n'y échappent pas, car ils sont beaucoup plus étendus d'Est en Ouest que du Nord au

sification française du C.P.

aine s'étendant très largement

iques importantes ont eu lieu
élaborées les premières clas-
: premières cartes pédologiques
:, il y avait bien eu des tra-
.se dans ce domaine par les
ɔle. De ce fait, s'est dessinée
obtenus dans ces pays sur l'
ue ZONN[1], citant d'ailleurs
ait justifiée et que les fonde-
s mêmes si le point de départ
te opinion mérite certainement
raphique relative des sols de
ment à confiner la représenta-
le plus justes proportions.

.E.

les processus de formation du
is, et surtout, l'histoire des
raduisant par des sols diffé-

glaciations quaternaires ont
ols existant auparavant ont
é déplacés par les glaciers,
ıgments de roches du substrat.

A la suite d'une erreur, la pagination est fausse.
Il n'y a pas de pages 145 - 146 - 147 - 148.

(1) ZONN, 1974 ; (2) AUBERT, 1974, conférence présentée au X° congrès international de Science du Sol à Moscou.
(3) KOVDA, 1965 ;

Les matériaux abandonnés sur le terrain ont pu demeurer tels quels ; ou bien, très souvent, ils ont été remaniés par les eaux, ou encore déplacés sur de longues distances par les vents. L'influence du froid s'est fait sentir assez loin des zones soumises à glaciation[1]. Il en est résulté une certaine homogénéisation des matériaux superficiels. Les minéraux argileux 2/1, prépondérants dans les sols de cette zone, ne peuvent être attribués aux effets de la pédogénèse actuelle, mais sont très probablement hérités de conditions antérieures aux glaciations. Certes, ces matériaux ont pu subir des modifications depuis leur mise en place, mais elles relèvent des transformations plutôt que des synthèses. Ils recouvrent d'ailleurs partiellement, en les cachant parfois fort mal, les sols antérieurs dont de nombreux spécimens peuvent être retrouvés sans peine.

Les sols qui se sont développés dans ces altérites superficielles sont donc des sols jeunes dont l'âge peut se chiffrer en quelques milliers d'années. L'attention a été attirée par la différenciation morphologique qui y est remarquable et surtout par des horizons humifères et lessivés ; mais moins ou plus récemment, par la nature des matériaux originels des sols relativement homogènes sur de très grandes étendues, que ce soit en U.R.S.S. ou aux U.S.A.

La partie sud de la zone tempérée, en Amérique du Nord, en Eurasie, en Afrique, a été soustraite à l'influence directe des glaciations, à l'exception de la partie élevée des chaînes de montagne. Les conditions climatiques y ont été, et sont encore, beaucoup plus chaudes que celles des régions situées plus au Nord. Certains des sols observés ont pu commencer à se développer à la fin du tertiaire. Ils résultent donc d'une longue évolution et non du seul effet de l'environnement actuel. C'est la conclusion à laquelle aboutissent GEZE[2] et GAUCHER[3] à propos des sols de la région méditerranéenne, en insistant sur la nécessité d'intégrer le facteur temps dans l'étude de la pédogenèse. Par ailleurs, une autre caractéristique importante des sols de cette zone est leur liaison fréquente avec des roches-mères calcaires appartenant à des séries sédimentaires qui ont été fortement plissées au cours de l'orogénèse alpine. La surrection d'une chaîne de montagnes est une oeuvre de

(1) Les sols polygonaux sont connus dans le Sud de la France.
(2) GEZE, 1947 ; (3) GAUCHER, 1947.

très longue haleine ; elle s'accompagne de rajeunissement par érosion, voire d'ablation ; aussi, est-il très difficile de donner un âge très précis aux sols qui sont associés à ces roches.

La zone intertropicale n'a pas été (ou très peu) concernée par les glaciations quaternaires. Les sols dérivent le plus souvent directement de la roche sous-jacente, mais difficile d'accès. Elle n'a pas été non plus concernée par les fréquentes transgressions marines qui ont envahi périodiquement de vastes espaces, aux latitudes élevées. L'orogenèse alpine ne l'a que très peu affectée, car les chaînes de montagne se sont mises en place le plus souvent sur un des bords des continents. Aussi est-il possible de distinguer deux zones fort différentes.

- Les grandes zones d'aplanissement (Australie, Inde péninsulaire, Afrique et Madagascar, Amérique du Sud), montrent des roches-mères assez uniformes : un tréfonds cristallin que l'on peut qualifier, à peu près partout, de granito-gneissique, recouvert localement d'épanchements basaltiques très fluides (Parana, Dekkan, Drakensberg) ou d'une série de roches d'origine continentale (grès, sables, argilites). Ces zones ont été aplanies au cours de longs cycles d'érosion. Elles peuvent être partiellement soulevées par des mouvements épirogéniques ou cassées par des mouvements tectoniques brutaux. La pédogenèse se poursuit sur ces supports depuis des centaines de milliers, voire des millions d'années. L'altération y est démesurée et livre des minéraux argileux 1/1 et des sesquioxydes. Ceux-ci sont déplacés au cours des cycles d'érosion. La différenciation des sols n'est pas directement liée aux facteurs de formation actuels, car ils ont changé plusieurs fois dans un passé récent. Les preuves sont nombreuses sur l'existence passée de climats humides dans certaines zones actuellement arides et réciproquement.

- Les zones de montagnes récentes, au contraire, offrent des roches-mères très variées. Il peut encore s'agir de roches cristallines du socle portées à haute altitude ou mises en place lors des orogènes (les deux cas sont connus dans les Andes). Il peut s'agir également de puissantes séries sédimentaires d'origine marine. Le tout est très souvent recouvert par des roches volcaniques sous forme de matériaux pyroclastiques (projections et cendres). L'érosion y est

toujours très active et de grandes masses de matériaux meubles ou ameublis sont fréquemment arrachées aux pentes fortes par suite d'une tectonique encore très active, même sous un couvert végétal dense. En raison de la grande jeunesse des matériaux originels et de la vigueur des conditions climatiques, il existe d'assez bonnes corrélations entre les sols et les données climatiques et altitudinales.

Il existe donc dans la zone intertropicale, d'immenses espaces marqués par des conditions de genèse tout à fait différentes de celles de la zone tempérée. Les conditions climatiques et phyto-géographiques y sont actuellement tout autres, c'est évident ; mais les roches-mères y sont très différentes et les temps d'évolution sont ou très courts ou démesurés. Si l'altération ne semble pas revêtir une importance particulière dans la zone tempérée, elle est ici considérable. La disproportion de l'altérite par rapport au solum est flagrante.

Cependant, de nombreuses caractéristiques morphologiques ne sont pas systématiquement différentes. Dans les zones montagneuses, les accumulations de matières humiques y sont également importantes ; les horizons de gley ou de pseudo-gley sont fréquentes dans les plaines ; les horizons argiliques s'observent un peu partout. Des sols qu'on croyait propres à la zone tempérée, comme les podzols ou les sols brunifiés; y sont observés. Mais, bien entendu, ce sont les sols fersiallitiques et ferrallitiques qui sont le mieux représentés.

Cet aperçu de la pédogenèse en zone intertropicale montre qu'on ne peut mettre tous les sols du monde dans un cadre préétabli, défini pour les sols d'une partie très importante de la zone tempérée. Les variations de roche-mère et surtout de temps rendent difficile son extension à l'ensemble des sols de la zone intertropicale.

Comme dans ces derniers sols, l'altérite est souvent démesurée, elle nous rappelle, si besoin en est, qu'il est nécessaire de donner aux produits de l'altération, c'est-à-dire aux constituants du sol, la place éminente qui doit leur revenir dans la classification.

Enfin, la comparaison des différentes zones montre qu'il n'y en a pas une plus importante ou plus "normale" que l'autre. Il n'y a pas lieu de privilégier une roche-mère, une topographie, ou un temps d'évolution ; mais de tenir compte de toutes les variétés existantes telles qu'elles se présentent à l'observateur.

DOIT-ON OU NON SE REFERER A LA GENESE ?

Les fondements de la pédologie en tant que science autonome ont été véritablement posés par DOKUCHAEV lorsqu'il a établi que les facteurs extérieurs étaient responsables des processus de formation du sol qui se traduisaient, au niveau du profil, par des caractéristiques spécifiques.

Les premiers pédologues russes, suivis en cela par beaucoup d'autres, ont associé étroitement classification et pédogenèse. Mais, cette association a donné lieu à des formulations très différentes. La plus habituelle, mais non la seule, est celle qui est résumée par GERASIMOV[1] de la manière suivante : *"Seul un examen complexe, à la fois géographique et génétique des sols et l'examen de toutes les propriétés en relation avec le milieu environnant et avec la dynamique des processus de formation du sol, peut conduire à une diagnose et une classification correcte des sols"*. Ce sont, sur cette base, que se sont édifiées les classifications de IVANOVA, GERASIMOV, ROZOV, TIURIN qui ont pu paraître comme officielles car exposées lors des congrès internationaux. Mais, cette position est loin de faire l'unanimité en U.R.S.S. Pour KOVDA et al.[2], ou pour GORSHENIN[3], par exemple, cette position est inadéquate. Elle implique, en effet, que les sols sont considérés comme le produit des conditions actuelles, ce que de nombreux auteurs reconnaissent comme difficilement défendable.

D'autres classifications ont été présentées par des auteurs soviétiques comme GLAZOVSKAYA[4], KOVDA et al.[5], VOLOBUYEV[6] qui se présentent, tout comme les auteurs précédents, comme des héritiers de DOKUCHAEV ; mais s'ils refusent le cadre géographique, leur référence à la genèse est pourtant très nette.

(1) GERASIMOV, 1962 ; (2) KOVDA et al., 1967 ; (3) GORSHENIN, 1960; (4) GLAZOVSKAYA, 1966 ; (5) KOVDA et al. 1967 ; (6) VOLOBUYEV, 1964.

Celle-ci est également invoquée dans d'autres systèmes présentés dans d'autres pays européens. Aucun d'entre eux n'est vraiment convaincant. Ils se traduisent, en effet, par des formulations imprécises qui prêtent trop souvent le flanc à la critique et permettent beaucoup trop de liberté à l'interprétation individuelle. Il parait donc indispensable d'abandonner les idées trop générales et non formulées de manière suffisamment précise pour se référer à la réalité concrète des sols eux-mêmes.

C'est la position adoptée par de nombreux pédologues dès 1960, en particulier par KUBIENA(1) et par SIMONSON(2). Ce dernier écrit *"Dans l'état actuel de la science du sol, le recours à la morphologie et à la composition des sols comme critères distinctifs des catégories de sols, apparaît comporter le moindre risque d'erreurs"*.

C'est donc sur ces bases qu'ont été entreprises les nouvelles classifications. Elles ont abouti à des résultats significatifs comme celles des U.S.A., du Canada, de NORTHCOTE, de FIELDES, de FITZPATRICK. Les uns ont donné une importance excessive à la morphologie, les autres à la constitution. Peu ont essayé d'assurer un équilibre entre morphologie et constitution.

Plusieurs auteurs qui ont participé activement à l'élaboration de classifications objectives, ne veulent pas pour autant renoncer à la genèse. Il suffit de rappeler les efforts de KUBIENA(3), G. SMITH(4) ou CLINE et al.(5) pour persuader le lecteur de la nécessité de toujours se référer à la genèse. C'est ainsi que G. SMITH indique que *"la plupart des caractéristiques génétiques qui ont été choisies pour distinguer les ordres, sont intimement liées au climat et à sa variante associée, la végétation"*. Il n'apparait pas inutile de rappeler que la coupure majeure entre pedocal et pedalfer, fondée d'abord sur une base géographique, surtout climatique, est remplacée maintenant par celle de l'épipédon mollique et de l'horizon argilique.

(1) KUBIENA, 1960 (in DOST) ; (2) SIMONSON, 1962 ; (3) KUBIENA (in DOST, 1960) : *"cependant la genèse est importante dans la classification car elle nous guide dans nos efforts pour chercher les propriétés typiques d'un sol"*. (4) G. SMITH, 1965 ; (5) CLINE et al., 1963.

Mais, il est certain que si certains auteurs ne veulent pas couper les ponts avec la genèse, d'autres sans le dire de manière précise, proposent d'agir en dehors de toute référence génétique. LIVEROVSKY et al.[1] déclarent"qu'on peut les (sols) décrire et les classer avant de savoir comment ils se sont formés". C'est également la démarche de DIJKERMAN[2] pour lequel définition, mesure et classification précèdent les explications. La chaine facteurs → processus → sols ne perd pas sa valeur pour les explications, mais ne doit pas intervenir pour la classification.

7.4. Les Criteres a retenir.

POUR UNE CLASSIFICATION DES SOLS, le problème fondamental est assurément le choix des meilleurs critères à retenir. Il faut bien réaliser que les conditions de l'étude des sols ont bien changé depuis l'époque des pionniers de la pédologie. Depuis plusieurs décades, en effet, ce ne sont plus seulement les zones peuplées d'Amérique et d'Europe, mais l'ensemble des sols du monde et plus particulièrement ceux de la zone intertropicale qui sont livrées aux piochons des pédologues. Il y a donc lieu d'essayer d'établir un équilibre dans le choix des critères et non de classifier les sols d'une zone en fonction des critères retenus pour l'autre.

Les moyens d'étude, sur le plan de la chimie, de la physique, de la minéralogie, de la biologie, ont pris un essor considérable. La plupart des organismes scientifiques spécialisés en pédologie ont à leur disposition des moyens matériels parfois très sophistiqués. Certes, ils n'ont pas du atteindre encore le niveau annoncé par FIELDES et al.[3] qui se faisaient fort de fournir une composition minéralogique détaillée en un très court laps de temps. Mais, il est hors de doute que les principales équipes opérant sur le terrain ont, à l'heure actuelle, accès à des laboratoires susceptibles de fournir rapidement une information scientifique de qualité. Il faut en profiter.

Les travaux de terrain avec la mise en oeuvre d'informations fournies par les photographies aériennes classiques ou obtenues par écho radar ou prises de satellite, à divers moments de

(1) LIVEROSKY et al., 1974 ; (2) DIJKERMAN, 1974 ; (3) FIELDES et al. 1972.

l'année, ne dispensent certes pas du contrôle au sol, mais permettent une meilleure généralisation sur des zones encore très difficilement accessibles[1].

Tout ceci fait que le pédologue dispose maintenant d'une "base de départ" beaucoup plus large et plus sure que par le passé. Elle lui impose plus de rigueur dans le choix des critères et dans la formulation des conclusions.

A l'heure actuelle, il apparaît que quatre ensembles de critères peuvent être utilisés pour bien caractériser les sols, les classifier et faire des propositions sur leur utilisation.

Les constituants minéraux sont, non seulement de mieux en mieux connus ; mais encore, on réalise que leur signification dans la genèse est primordiale, et que leur incidence sur des propriétés des sols est élevée (structure, consistance, couleur). Toute une série d'auteurs comme KELLEY[2], GEDROITS, cité par ABRUKOVA[3] VAN WAMBEKE[4], MUIR[5], VAN DER PLAS et al.[6], ont insisté sur leur importance. Le moment est venu de leur donner le rang qu'ils méritent dans une classification. Il faut souhaiter que la connaissance et la détermination des constituants organiques, dépassant celle des fractions qui nous sont familières, progresse rapidement de manière à compléter ces données.

L'examen des profils est entré depuis peu dans une phase qui tend à rendre plus objective toute appréciation morphologique des horizons grâce à une rigueur accrue dans la détermination des caractéristiques. L'identification des couleurs à l'aide du code Munsell est un succès particulier dans ce domaine. Ceci permet de reconnaître avec sureté les horizons dits diagnostiques qui sont une pièce maîtresse pour l'identification des sols. Il est souhaitable que leur nombre soit augmenté afin de mieux servir cette identification.

(1) Le projet RADAM (Radar Amazonia) au Brésil permet d'obtenir des informations pédologiques de valeur dans une région d'accès particulièrement difficile et toujours couverte de nuages.
(2) KELLEY, 1946 ; (3) ABRUKOVA, 1960 ; (4) VAN WAMBEKE, 1962 ; (5) MUIR, 1961 ; (6) VAN DER PLAS et al. 1974.

L'examen sur le terrain est complété par des déterminations au laboratoire. On a fait des progrès notables dans les domaines de la structure dans celui de l'estimation de la rétention en eau, dans le mode d'extraction de divers constituants et dans celui des dosages plus rapides et plus précis. Tous ces progrès ont permis de mieux cerner les caractéristiques des horizons et de les définir avec plus d'objectivité pour aboutir à cette notion très importante d'horizon diagnostique.

Enfin, l'appréciation de l'environnement avait également beaucoup de progrès à accomplir si on se réfère à la manière avec laquelle on faisait référence aux climats, à la végétation, aux formes du relief. Leur importance est pourtant très grande en ce qui concerne les possibilités d'utilisation du sol d'une part, la compréhension de sa formation d'autre part. Ici, encore, un gros effort de rationalisation et d'approfondissement est en cours.

Mais, si une connaissance précise et objective des caractéristiques du sol est indispensable, pour l'identifier et le classer, puis pour le comprendre et donner des suggestions pour son utilisation, il faut aussi lui donner un nom. On a vu quelles étaient les tendances : soit s'en tenir à une nomenclature traditionnelle où les couleurs jouent un rôle important et où le contenu scientifique n'est pas très apparent, soit recourrir à un vocabulaire standardisé nouveau et synthétique qui favorise la communication. Il apparait utile que la pédologie mette au point son "latin". Des tentatives dans ce sens ont déjà été effectuées.

Au delà des orientations diverses possibles, la classification devra avoir un certain nombre de qualités qu'on peut résumer ici.

- Objectivité, précision et spécificité. Certes il faut s'attacher à définir les objets indépendamment des idées qu'on peut se faire sur eux, mais il faut les définir avec le minimum de mots et s'attacher à rechercher ceux qui s'appliquent uniquement à la catégorie qu'on cherche à définir.

- Cohérence. Le système à mettre sur pied doit voir ses différentes parties reliées entre elles de manière harmonieuse. Les critères utilisés pour les différents niveaux, doivent dans toutes les grandes unités, se retrouver aux mêmes niveaux.

- Compréhension. Il doit être tenu compte du maximum de sols qui doivent trouver leur place dans le système. Mais aussi, le plus grand nombre de critères du sol doit être intégré dans le système.

- Communicabilité. La classification doit être comprise de la même manière par tous les usagers, qui doivent aboutir au même résultat quelles que soient leurs idées sur les sols. C'est là le meilleur critère de validité de la classification, c'est celui qui exprimera son succès.

8. BIBLIOGRAPHIE.

ABLEITER (K.J.) - 1949 - Soil classification in the United States. Soil Sci., 67, pp. 183-191.

ABRUKOVA (L.P.) - 1960 - Mineralogical composition of the clay fraction of crimean chernozems. Sov. Soil Sci., pp. 1334-1339.

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA (Instituto de Suelos) - 1973 - Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. (Texto explicativo del Mapa genético de los suelos de Cuba, escala 1/250.000), 315 p.

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA (Instituto de Suelos) - 1975 - II^{a} clasificación genetica de los suelos de Cuba. Ser. Suelos 23, 25 p.

AGAFONOFF (V.) - 1936 - Les sols de France, au point de vue pédologique. Dunod, Paris, 154 p.

ANTOINE (P.A.) - 1974 - Classification et cartographie des sols : l'approche américaine actuelle. Terres et Eaux, Maroc. 12, pp. 21-45 ; pp. 58-68.

AUBERT (G.) - 1954a - Les sols latéritiques. C.R. 5e Cong. Intern. Sci. Sol (Léopoldville). 1, pp. 103-118.

AUBERT (G.) - 1954b - La classification des sols utilisée dans les territoires tropicaux de l'Union Française. C.R. 5e Cong. Intern. Sci. Sol (Léopoldville) pp. 105-108.

AUBERT (G.) - 1960 - Classification et cartographie des sols. Observations à la suite du 7e congrès international de science du sol. C.R. Acad. Agric. France, pp. 901-903.

AUBERT (G.) - 1963 - La classification des sols ; la classification pédologique française. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. 3, pp. 1-7.

AUBERT (G.) - 1964 - La classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride. Sols Afric. IX, 3, pp. 17-105.

AUBERT (G.) - 1965 - La classification pédologique utilisée en France. Pédologie (Gand). Symp. Internat. 3. Classif. Sols. pp. 25-56.

AUBERT (G.), BOULAINE (J.) - 1967 - La Pédologie. Que sais-je ? P.U.F., Paris, 126 p.

AUBERT (G.), DUCHAUFOUR (PH.) - 1956 - Projet de classification des sols. C.R. 6e Cong. Intern. Sci. Sol (Paris), E, pp. 597-604.

AUBERT (G.), SEGALEN (P.) - 1966 - Projet de classification des sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. 4, 4, pp. 97-112.

AVERY (B.W.) - 1956 - A classification of British soils. C.R. 6e Cong. Intern. Sci. Sol (Paris), E, pp. 279-285.

AVERY (B.W.) - 1973 - Soil classification in the soil survey of England and Wales. J. Soil Sci., 24, 3, pp. 324-338.

BAKKER (H. de) - 1970 - Proposes of soil classification. Geoderma, 4, pp. 195-208.

BALDWIN (M.), KELLOGG (C.E.), THORP (J.) - 1938 - Soil classification in "Soils and Men". Yearbook U.S.D.A., pp. 979-1001.

BARNES (C.P.) - 1949 - Interpretive soil classification. Relation to purpose. Soil Sci. 2, pp. 127-129.

BASINSKI (J.J.) - 1959 - The russian approach to soil classification and its recent development. J. Soil Sci. 10, pp. 14-26.

BEAUDOU (A.G.), CHATELIN (Y.) - 1976 - Méthodologie de la représentation des volumes pédologiques. Typologie et cartographie en milieu ferrallitique. Cah. ORSTOM sér. Pédol., sous presse.

BELOVA (N.I.) - 1959 - Some philosophic problems in soil science. Sov. Soil Sci., pp. 300-305.

BENNETT (H.H.) - 1927 - The important types of cuban soil profiles. Proc. 1e Cong. Intern. Soil Sci. (U.S.A.), pp. 367-382.

BENNETT (H.H.), ALLISON (R.V.) - 1928 - The soils of Cuba. Tropical Plant Research Foundation. Washington D.C. Ce livre a été traduit en espagnol en 1962, à La Havane, sous le nom de "Los Suelos de Cuba".

BOTELHO DA COSTA (J.V.), AZEVEDO (A.L.), CARDOSO FRANCO (E.P.), PINTO RICARDO (R.) - 1959 - Carte des sols du district de Huila (Angola). C.R. 3e Conf. Interaf. Sols (Dalaba), pp. 439-442.

BOTELHO DA COSTA (J.V.) - 1959 - Ferrallitic, fersialitic and tropical semi-arid soils. Definitions adopted in the classification of the soils of Angola. C.R. 3e Conf. Interaf. Sols (Dalaba), pp. 317-319.

BOTELHO DA COSTA (J.V.), AZEVEDO (A.R.) - 1960 - Generalized soil map of Angola. C.R. 7th Internat. Cong. Soil Sci. (Madison), vol. IV, pp. 56-62.

BOTELHO DA COSTA (J.V.), CARDOSO FRANCO (E.P.), PINTO RICARDO (R.) - 1964 - Generalized soil map of Angola (2nd approximation). C.R. 8e Internat. Cong. Soil Sci. (Bucarest), 5, pp. 153-162.

BOCQUIER (G.) - 1973 - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Mém. ORSTOM 62, 350 p.

BOULAINE (J.) - 1969 - Sol, pedon et genon. Concepts et définitions. Bull. Ass. Fr. Et. Sol, 2, pp. 31-40.

BOULET (R.) - 1974 - Toposéquences de sols tropicaux. Equilibres dynamiques et bioclimats. Thèse Doctorat es'Sciences. Strasbourg. Minéo, ORSTOM, 330 p.

BRAMAO (D.L.), LEMOS (P.) - 1960 - Soil map of South America. Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison), IV, pp. 1-10.

BUSHNELL (T.M.) - 1945 - The catena cauldron. Proceed. Soil Sci. soc. Amer. 10, pp. 335-340.

BUOL (S.W.), HOLE (F.D.), Mc CRACKEN (R.J.) - 1973 - Soil genesis and classification. Iowa State University Press. 360 p.

BUTLER (B.E.) - 1962 - Soil classification and mapping in Australia. Trans. Joint meeting Com. IV and V New Zealand, pp. 278-283.

BUTLER (B.E.), DOWNES (R.G.), HUBBLE (G.D.), NICHOLS (K.D.), TEAKLE (L. J.H.) - 1961 - Report on the 7th approximation, Soil classification system of the U.S.A. Austral. Soc. Soil Sci. Pub. n° 1.

CAMARGO (M.N.) - 1968 - Principios basicos para classificacão. Rio de Janeiro D.P.F.S. 8 p.

CANADIAN DEPARTMENT OF AGRICULTURE (C.D.A.) - 1974 - The system of soil classification for Canada. 255 p.

CHARTER (C.F.) - 1954 - Colloquium on Soil classification Proc. 5th Intern. Cong. Soil Sci. (Léopoldville), 4 pp. 497-499.

CHATELIN (Y.) - 1976 - Contribution à une épistémologie des Sciences du sol. Thèse Doctorat, ORSTOM. Institut Sciences de la Terre, Dijon, 142 p.

CHATELIN (Y.), MARTIN (D.) - 1972 - Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. X. 1, pp. 25-44.

CHIZIKOV (P.N.) - 1968 - The lower soil boundary. Sov. Soil Sci., pp. 1489-1493.

CLINE (M.G.) - 1949 - Basic principles of soil classification. Soil. Sci. 67, 2, pp. 81-92.

CLINE (M.G.) - 1963 - Logic of the new system of soil classification. Soil Sci., 96, 1, pp. 17-22.

CLINE (M.G.), JOHNSON (D.) - 1963 - Threads of genesis in the 7th approximation Proc. Soil Sci. Soc. Amer., pp. 220-224.

COFFEY (G.N.) - 1912 - A study of the soils of the United States U.S.D.A. Bur. Soils Bull. 85, pp. 7-40.

COLMET-DAAGE (F.), LAGACHE (P.) - 1965 - Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. 3, 2, pp. 91-122.

COMMISSION DE PEDOLOGIE et de CLASSIFICATION DES SOLS (C.P.C.S.) - 1967 - Classification des sols. Laboratoire de Géologie-Pédologie E.N.S.A. Grignon. Multi. 87 p.

COMMISSION de GENESE, CLASSIFICATION et CARTOGRAPHIE des SOLS POLONAIS - 1974 - The classification system of polish soils. Résumé en Anglais. Roczniki Gleboznawze . t. 24, 1, pp. 119-145.

CONEA (A.) - 1974 - Soil classification in Romania in higher categories. Proc. 10th Intern. Cong. Soil Sci., VII, pp. 513-521.

DAN (J.), KOYUMDJISKY (H.) - 1963 - The soils of Israel and their distribution. J. Soil Sci., 14, pp. 12-20.

DEL LLANO (M.) - 1956 - Phylogenetic classification of the soils of the world. C.R. 6e Cong. Intern. Sci. Sol (Paris), pp. 275-278.

DEMOLON (A.) - 1944 - Principes d'Agronomie t1. La dynamique du Sol (Ch. 3). Dunod, Paris, 387 p.

DENISHOFF (I.) - 1959 - Le concept de la zonalité verticale appliqué à quelques sols caractéristiques du Ruanda Urundi. C.R. 3e Conf. Intern. Sols (Dalaba) 1, pp. 313-316.

D'HOORE (J.) - 1960 - The Soil map of Africa South of the Sahara 1/5.000.000 Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison) 4, pp. 11-19.

D'HOORE (J.) - 1965 - The Soil map of Africa 1/5.000.000.C.C.T.A. Lagos.

D'HOORE (J.) - 1968 - The classification of Tropical Soils in *"The soils resources of Tropical Africa"* Ed. R.P. MOSS. Univ. Press. Cambridge, pp. 7-28.

DIJKERMAN (J.C.) - 1974 - Pedology as a science, the role of data, models and theories in the study of natural soil systems. Geoderma, 11, pp. 73-93.

DOBROVOLSKIY (G.V.)- 1971 - Current trends and outlook for the development of soil science in Moscou University. Sov. Soil Sci. pp. 513-518.

DOST (H.) - 1960 - Criticism of the conception of soil as a natural body. Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison), IV, pp. 124-126.

DUCHAUFOUR (Ph.) - 1963 - Soil classification. A comparaison of the American and French systems. J. Soil Sci., 14, 1, pp. 149-155.

DUCHAUFOUR (Ph.) - 1965, 1970 - Précis de Pédologie. (Editions successives). Masson, Paris 481 p.

DUCHAUFOUR (Ph.) - 1972 - Processus de formation des sols. Biochimie et Géochimie. Université de Nancy. Centre de Pédologie, C.N.R.S. 184 p.

DUCHAUFOUR (Ph.) - 1976 - Atlas écologique des sols du monde. Masson, Paris, 178 p.

DUCHAUFOUR (Ph.) - 1976 - Principes d'une classification écologique des sols. Agrochemica 24, 4/5, pp. 313-323.

DURAND (J.H.) - 1954 - La classification des sols utilisée pour les cartes pédologiques d'Algérie. C.R. 5e Cong. Intern. Sci. Sol (Léopoldville) , pp. 168-174.

ELLIS (B.S.) - 1958 - Soil genesis and classification. Soils and Fert. 21, pp. 145-147.

EHWALD (E.) - 1967 - Some new approaches to Soil classification in German Democratic Republic. Sov. Soil Sci., pp. 1329-1336.

F.A.O. - 1968 - Approaches to soil classification. World soil resources n° 32, 143 p.

F.A.O. - 1968 - Definition of soil units for the Soil map of the world. n° 33.

F.A.O. - U.N.E.S.C.O. - 1975 - Carte mondiale des sols au 1/5.000.000. Légende 62 p.

FIELDES (M.) - 1968 - Constitutional classification of soils. Proc. 8th Intern. Cong. Soil Sci. (Adélaïde), 4, pp. 177-184.

FIELDES (M.), FURKERT (R.J.), WELLS (N.) - 1972 - Rapid determination of constituents of whole soil using infra-red adsorption. N.Z.J. Sci. 15, pp. 615-627.

FILIPOVSKI (G.), NEUGEBAUER (V.), CIRIC (M.), SKORIC (A.), ZIVKOVIC (M.) - 1964 - Soil classification in Yugoslavia. Proc. 8th Intern. Cong. Soil Sci. (Bucarest), V, pp. 37-41.

FITZPATRICK (E.A.) - 1967 - Soil nomenclature and classification. Geoderma, 1, pp. 91-105.

FITZPATRICK (E.A.) - 1971 - Pedology, a systematic approach to soil Science. Oliver and Boyd, 306 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION (F.A.O.) - 1968 - Approaches to soil classification. World soil resources project n° 32, 143 p.

GAUCHER (G.) - 1947 - Sur l'âge des sols rouges nord africains. C.R. Conf. Pedol. Médit. pp. 373-376.

GAUCHER (G.) - 1973 - La géochimie des processus pédologiques peut-elle devenir le principe fondamental de la classification des sols ? C.R. Acad. Agric. France, 4, pp. 284-294.

GAUVAUD (M.) - 1977 - Essai sur la classification des sols. Cah. ORSTOM 1, sous presse.

GERASIMOV (I.P.) - 1944 - La carte mondiale des sols et les lois générales de la géographie des sols. Ann. Agron. pp. 488-494.

GERASIMOV (I.P.) - 1962 - New American Soil classification. Sov. Soil Sci., pp. 601-609.

GERASIMOV (I.P.) - 1964 - Modern Dokuchaev's approach to soil classification and its approach to soil maps of the U.S.S.R. and of the world. Proc. 8th Intern. Cong. Soil Sci. (Bucarest) pp. 25-36.

GERASIMOV (I.P.) - 1966 - A world soil map and associated scientific problems. Sov. Soil Sci., pp. 369-380.

GERASIMOV (I.P.) - 1968a - World maps compiled by soviet soil scientists. in F.A.O. report 32, pp. 25-77.

GERASIMOV (I.P.) - 1968b - Soil metamorphosis and evolution of types of soil formation : Discussion and critique of V.A. KOVDA'S concept on the paleohydromorphism of present day soils. Sov. Soil Sci. pp. 993-1002.

GERASIMOV (I.P.) - 1968c - Development of the concepts of weathering and soil formation in soviet soil science, geography and geology. Proceed 9th Intern. Soil Cong. (Adélaïde), IV, pp. 377-380.

GERASIMOV (I.P.) - 1969 - Revision of the genetic principles of Dokuchaev's soil science in the new american classification of soils and in works on compilation of the new wold soil map. Sov. Soil Sci. pp. 511-524.

GERASIMOV (I.P.) - 1974 - Recours aux conceptions des processus pédogénétiques élémentaires pour le diagnostique génétique des sols. Proc. Xe Intern. Cong. Soil Sci. (Moscou), VI, pp. 482-489.

GERASIMOV (I.P.), GLAZOVSKAYA (M.A.) - 1965 - Fundamentals of soil Science and Soil Geography. Translated from russian by Israël Prog. Scient. Transl. 382 p.

GERASIMOV (I.P.), IVANOVA (E.N.) - 1959 - Comparison of three scientific trends in resolving general questions of soil classification. Sov. Soil Sci., pp. 1-18.

GEZE (B.) - 1947 - Paléosols et sols dus à l'évolution actuelle (leur importance relative en pédologie théorique et appliquée. C.R. Conf. de Pédol. Médit., pp. 140-156.

GIBBONS (F.R.) - 1961 - Some misconceptions about what soil surveys can do. J. Soil Sci., 12, 1, pp. 96-100

GIBBONS (F.R.) - 1968 - Limitations to the usefulness of soil classification. Proc. 8th Intern. Cong. Soil Sci. (Adélaïde) 4, pp. 159-167.

GLINKA (K.D.) - 1963 - Treatise on soil science 4th posthumous édition. Israël Prog. Transl. Jerusalem (1ère traduction Berlin 1914. Traduction en anglais par MARBUT, 1928).

GORSHENIN (K.P.) - 1960 - A contribution to the classification of soils. Sov. Soil Sci. pp. 44-48.

GREENE (H.) - 1945 - Classification and use of tropical soils. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 10, pp. 392-396.

GRIGORYEV (G.I.), FRIDLAND (V.M.) - 1964 - Classification of cultivated soils in the U.S.S.R. Classification of soils according to their degree of cultivation. Sov. Soil. Sci., pp. 445-454.

GROUPE de TRAVAIL sur le Thème ANDOSOLS - 1972 - Proposition de classification des Andosols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., X, 3, pp. 303-304.

HARRIS (S.A.) - 1960 - A new genetic classification of the major world soil groups. Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison), 5, pp. 138-151.

HARRIS (S.A.) - 1968 - Comments on the law of zonality. Proc. 8th Intern. Cong. Soil. Sci. (Adélaïde), 4, pp. 585-593.

IVANOVA (YE.N.) - 1956 - Essai de classification générale des sols. C.R. 6e Cong. Intern. Sci. Sol (Paris), 5, pp. 387-394.

IVANOVA (YE.N.), ROZOV (N.N.) - 1958 - The status and development of classification problems in Soil Science. Sov. Soil Sci., pp. 1127-1134.

IVANOVA (YE.N.), LETUNOV (P.A.), ROZOV (N.N.), FRIDLAND (V.M.), SHUVALOV (S.A.) - 1958 - Geographic soil regionalization of the U.S.S.R. Sov. Soil Sci., pp. 1084-1092.

IVANOVA (YE.N.), ROZOV (N.N.) - 1959 - Experimental classifications of steppe zone soils of the U.S.S.R. Sov. Soil Sci., pp. 49-58.

IVANOVA (YE.N.), ROZOV (N.N.) - 1960 - Classification of soils and the soil map of U.S.S.R. Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison) V, pp. 77-87.

IVANOVA (YE.N.), ROZOV (N.N.), FRIDLAND (V.V.) - 1967 - The development of the geography of soils of the U.S.S.R. Sov. Soil Sci., pp. 1143-1153.

JEFFRIES (C.D.), WHITE (J.W.) - 1939 - Mineralogical analysis as an aid in soil classification. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 4, pp. 364-367.

JENNY (H.) - 1941 - The factors of soil formation. Mc Graw Hill, New York, 281 p.

JOHNSON (W.H.) - 1963 - The pedon and the polypedon. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 29, pp. 79-84.

JONES (T.A.) - 1959 - Soil classification. A destructive criticism. J. Soil Sci., 10, 2, pp. 196-200.

KALPAGE (F.S.C.P.) - 1974 - Tropical soils. Classification, Fertility and management. Mac Millan London, 283 p.

KAMOSHITA (I.) - 1958 - Soils of Japan (analyse dans Sov. Soil Sci. 1959, pp. 609-613).

KANNO (I.) - 1962 - A new classification system of rice fields in Japan. Trans. Joint meeting Com. IV et V, New Zealand, pp. 617-624.

KARAVAYEVA (N.A.) - 1973 - Meetings of the 5th commission of the all union society of the soil scientists on podzolic, pseudopodzolic, lessive and pseudogley soils. Sov. Soil Sci., 1, pp. 11-13.

KELLEY (W.P.) - 1946 - Modern concepts of soil Science. Soil Sci. 62, pp. 469-476.

KELLOGG (C.E.) - 1938 - Recent trends in soil classification. Proc. Soil Sci. Amer. 3, pp. 253-259.

KELLOGG (C.E.) - 1939 - Soil classification and cartography in relation ship to other soil research. Proc. Soil. Soc. Amer. 4, pp. 339-342.

KELLOGG (C.E.) - 1949 - Preliminary suggestions for the classification and nomenclature of great soil groups in tropical and équatorial regions. Com. Bur. Soil Sci. Techn. Comm. 46, pp. 76-85.

KELLOGG (C.E.) - 1963 - Why a new system of soil classification ? Soil Sci. 96, 1, pp. 1-5.

KELLOGG (C.E.) - 1974 - Soil genesis, classification and cartography 1924-1974. Geoderma 12, pp. 347-362.

KELLOGG (C.E.), DAVOL (F.D.) - 1949 - An exploratory study of soil groups in the Belgian Congo. Pub I.N.E.A.C. sér. Scient. Bruxelles.

KÖPPEN (V.) - 1900 - Haupsätze über die Temperatur Vertheilung in der Erdatmosphere. Meteor. Ztsch. 17, pp. 182-186 (cf. Trewartha An Introduction to Climate).

KOVDA (V.A.) - 1965 - Common features and differences in the history of the soils of the continents. Sov. Soil Sci., 1, pp. 1-11.

KOVDA (V.A.), SAMOYLOVA (YE.M.) - 1966 - A possible new understanding of the history of soils on the russian plains. Sov. Soil. Sci., 9, pp. 981-990.

KOVDA (V.A.), LOBOVA (YE.V.) ROZANOV (B.G.) - 1967 - Classification of the world's soils. General considerations. Sov. Soil Sci., pp. 427-441 ; 851-863.

KOVDA (V.A.), ROZANOV (B.G.), SAMOYLOVA (YE.M.) - 1969 - Soil map of the world. Sov. Soil Sci., pp. 1-9.

KOVDA (V.A.), ROZANOV (B.G.) - 1970 - International F.A.O./U.N.E.S.C.O. World soil map. Scale 1/5.000.000 project. Sov. Soil Sci., pp. 28-39.

KOWALINSKI (S.) - 1966 - An attempt at a new classification of the soils of Europe. Sov. Soil Sci., pp. 276-279.

KRUSEKOPF (H.H.) - Objectives and criteria of soil classification. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 8, pp. 374-376.

KUBIENA (W.L.) - 1953 - The soils of Europe. Th. Murby and Sons. London, 318 p.

KUBIENA (W.L.) - 1958 - The classification of soils. J. Soil Sci., 9, pp. 9-19.

LAMOUROUX (M.) - 1967 - Contribution à l'étude de la pédogenèse en sols rouges méditerranéens. Science du Sol. 2, pp. 55-86.

LEAHY (A.) - 1968 - The canadian taxonomic soil classification. in F.A.O., Approaches to Soil classification. Rep. 32, pp. 37-52.

LEEPER (G.W.) - 1943 - The classification and nomenclature of soils. Austral. J. Sci., 6, pp. 48-51.

LEEPER (G.W.) - 1954 - The classification of soils. An Australian approach. Proc. 5th Intern. Cong. Soil Sci. (Léopoldville), IV, pp. 217-226.

LEEPER (G.W.) - 1956 - The classification of soils. J. Soil Sci., 7, 1, pp. 59-64.

LIVEROVSKIY (Yu.A.) - 1960 - The work of N.M. Sibirtsev on the classification and mapping of soils. Sov. Soil Sci., pp. 697-700.

LIVEROVSKIY (Yu.A.) - 1969 - Some unresolved problems in classification and systematization of U.S.S.R. Soils. Sov. Soil Sci., pp. 106-116.

LIVEROVSKIY (Yu.A.) - 1970 - Soil nomenclature. Sov. Soil Sci., 10, pp. 521-526.

LIVEROVSKIY (Yu.A.), SOKOLOV (A.), TARGULYAN (V.O.) - 1974 - Principles of soil profile and soil genetic terminology. Sov. Soil Sci., pp. 308-314.

LOBOVA (E.V.), KOVDA (V.A.) - 1960 - La carte des sols de l'Asie. Proc. 7th Intern. Cong. Sci. Sol (Madison), 4, pp. 27-35.

LOBOVA (E.V.), KOVDA (V.A.) - 1964 - Genesis and geography of soils. Brief review of the principle al soil classification systems in European countries and U.S.A. Sov. Soil Sci., pp. 111-120.

MAC VICAR (C.N.) - 1969 - A basis for the classification of soils. J. Soil Sci. 20, 1, pp. 141-152.

MANIL (G.) - 1959 - General considerations on the problem of soil classification. J. Soil Sci. 10, 1, pp. 5-13.

MARBUT (C.F.) - 1928 - A schema for soil classification. Proc. 1st Intern. Cong. Soil Sci. (U.S.A.) IV, pp. 1-31.

MARBUT (C.F.) - 1935 - Soils of the United States. Atlas of American Agriculture III. U.S.D.A.

MATE (F.) - 1974 - A.A.J. DE SIGMOND'S system of soil classification. Agrokemia es Talajtan 23 (suppl.), pp. 134-136.

MIDDELBURG (H.A.) - 1950 - Discussion on the nomenclature of tropical and subtropical great soil groups. Proc. IVe Intern. Cong. Soil Sci. (Amsterdam), IV, pp. 139-145.

MILNE (G.) - 1935 - Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African Soils. Soil Res., 4, pp. 183-198.

MITCHELL (C.W.) 1973 - Soil classification with particular reference to the 7th Approximation. J. Soil Sci., 24, 4, pp. 411-420.

MITCHELL (J.), MOSS (H.C.) - 1948 - The soils of the canadian section of the Great Plains. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 13, pp. 431-437.

MOHR (E.C.J.), VAN BAREN (F.A.) - 1954 - Tropical Soils. Interscience Publ. N.Y. London 498 p.

MOSS (H.C.) - 1954 - Soil classification in Saskatchewan. J. Soil Sci., 5, 2, pp. 141-152.

MÜCKENHAUSEN (E.) - 1962 - The soil classification system of the Federal Republic of Germany. Intern. Joint meeting Com. IV and V, New Zealand, pp. 377-387.

MÜCKENHAUSEN (E.) - 1965 - The soil classification system of the Federal Republic of Germany. Pedologie (Gand). Intern. Symp. 3. Soil classification, pp. 57-74.

MUIR (J.N.) - 1962 - The general principles of classification. J. Soil Sci., 13, pp. 22-30.

MUIR (J.N.) - 1969 - A natural system of soil classification. J. Soil Sci., 20, pp. 153-160.

NIKIFOROFF (C.C.) - 1949 - Weathering and soil evolution. Soil Sci. 67, pp. 219-230.

NORTHCOTE (K.) - 1960 - Atlas of Australian Soils C.S.I.R.O. Melbourne. Australia. Div. Soils Rep. 4/60.

NORTHCOTE (K.) - 1962 - The factual classification of soils and its use in soil research. Intern. Joint meeting. Com. IV and V. New Zealand, pp. 291-297.

NORTHCOTE (K.) - 1965 - A factual key for the recognition of Australian soils. C.S.I.R.O. Division of Soils. Adélaïde.

ORLOVSKIY (N.V.) - 1967 - Superposed soil processes in relation to some aspects of the classification and nomenclature of Siberian soils. Sov. Soil Sci., pp. 864-873.

OUDIN (A.) - 1937 - Classification pédologique et cartographique des sols de France. Etudes actuellement réalisées. C.R. Acad. Agric. Fr. 23, pp. 415-423.

OUDIN (A.), AUBERT (G.), DUCHAUFOUR (Ph.) - 1952 - Notice de la carte pédologique de France. Quart Nord-Ouest. Ann. E.N.E.F.

PALLMANN (H.) - 1947 - Pédologie et Phytosociologie. C.R. Conf. Pédologie méditerranéenne. (Alger-Montpellier), pp. 3-36.

PAPADAKIS (J.) - 1962 - Some considerations on soil classification. 7th Approximation Soil Sci., 94, pp. 115-119.

PAUNESCO (C.), CHIRITA (C.D.) - 1964 - Genetische klassifikation der Böden Rumäniens. Proc. 8th Intern. Cong. Soil Sci. (Adélaïde), V, pp. 51-57.

POHLEN (I.J.) - 1962 - Soil classification in New Zealand. Joint meeting Com. IV et V. New Zealand, pp. 440-452.

PONOMAREVA (V.V.) - 1964 - The theory of podzolisation. Israël Program Translation. Jerusalem. 309 p.

PRESCOTT (J.A.) - 1931 - The soils of Australia in relation to vegetation and climate. C.S.I.R.O., Bull. 52.

PRESCOTT (J.A.) - 1949 - A climatic index for the leaching factor in sol formation. J. Soil Sci., pp. 9-19.

RADWANSKI (S.A.) - 1959 - Soil survey and the problems of soil classification in the kingdom of Buganda. C.R. 3e Cong. Interafr. Sols (Dalaba), pp. 283-289.

RICE (T.D.) - 1927 - Should the various categories in a scheme of soil classification be based on soil characteristics or on the forces and conditions which produced them. Proc. 1st Inter. Cong. Soil Sci. (U.S.A.), IV, pp. 108-112.

RIECKEN (F.F.) - 1959 - Informe al gobierno del Uruguay sobre reconocimiento y clasificacion de suelos. F.A.O., Roma, n° 1129.

RIECKEN (F.F.), SMITH (G.D.) - 1949 - Lower categories in soil classification : Family, series type and phase. Soil Sci. 67, pp. 107-115.

ROBINSON (G.W.) - 1949 - Soils ; their origin, constitution and classification. Th. Murby and sons. London, 573 p.

RODE (A.A.) - 1971, traduit en 1974 - System of research methods in Soil Science. Amerind Publ. Co. New Delhi-New-York, 79 p.

ROZOV (N.N.) - 1956 - Principes de la classification des sols. C.R. 6e Cong. Intern. des Sci. du Sol (Paris), 5, pp. 395-399.

ROZOV (N.N.), IVANOVA (YE.N.) - 1967 - Classification of the soils of U.S.S.R. Sov. Soil Sci., pp. 147-155.

RUELLAN (A.) - 1971 - Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc oriental). Mém. ORSTOM 54, 302 p.

RUIZ (J.) - 1970 - Clasificaciones de suelos en Cuba. Conferencia La Havana. Academicia de Ciencias de Cuba. Miméo.

SCHELLING (J.) - 1970 - Soil genesis, soil classification and soil survey, Geoderma 4, pp. 165-193.

SCHRÖDER (D.) - 1971 - Mitteil. Dstch. Bodenk. Gesell. 12, pp. 118.

SCIENTIFIC COUNCIL ON THE THEORETICAL PROBLEMS OF SOIL SCIENCE (U.R.S.S.) - 1964 - Discussion on the new american soil classification system. Sov. Soil Sci., pp. 572-603.

SHAW (C.F.) - 1927 - A uniform international system of soil nomemclature. Proc. 1st Intern. Cong. Soil Sci. (U.S.A.), IV, pp. 32-37.

SHISHOV (L.L.) - 1968 - Clasificasión de los suelos de las plantaciones de caña de azucar en Cuba *"Inst. de Invest. Caña de Azucar"* n° 21, 16 p.

SIGMOND (A.A.J. DE) - 1938 - The principles of Soil Science. London.

SIMONSON (R.W.) - 1962 - Soil classification in the United States. Science , 137, pp. 1027-1034.

SIMONSON (R.W.), GARDINER (D.R.) - 1960 - Concept and function of the pedon. C.R. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison), IV, pp. 127-131.

SMETANIN (I.S.) - 1959 - Comments on the article by YE.N. IVANOVA and N.N. ROZOV *"Stage and Development of the classification problem in Soil Science"*. Sov. Soil Sci., pp. 709-711.

SMITH (G.D.) - 1960 - A new soil classification scheme. Progress Report. Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci., IV, pp. 105-110.

SMITH (G.D.) - 1963 - Objectives and basic assumptions of the new soil classification system. Soil Sci., 96, pp. 6-16.

SMITH (G.D.) - 1965 - La place de la pédogenèse dans le système compréhensif proposé de la classification des sols. Pédologie (Gand). Symp. Intern. 3. Classif. Sols., pp. 137-164.

SOKOLOV (I.A.), TARGULYAN (V.O.) - 1964 - Attempt to apply new american soil classification (7th Approximation) to the soils of the soviet Union Sov. Soil Sci., pp. 592-597.

STEILA (D.) - 1974 - The comprehensive soil classification ; its evolution, structure and role in physical geography. The Professional geographer, 26, pp. 195-201.

STEPANOV (I.) - 1964 - Classificación preliminar de los suelos de Cuba. Universidad de La Havana, 28, pp. 166-167.

STEPHENS (C.G.) - 1952 - A manual of Australian soils. C.S.I.R.O. Melbourne, 61 p.

STEPHENS (C.G.) - 1954 - The classification of Australian soils. Proc. 5th Intern. Cong. Soil Sci. (Léopoldville), 4, pp. 155-160.

SYS (S.) - 1959 - La classification des sols congolais. 3e Conf. Interfr. Sols (Dalaba), pp. 303-312.

SYS (C.) - 1960 - Principles of soil classification in the Belgian Congo. Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison), 5, pp. 112-118.

SYS (C.), VAN WAMBEKE (A.), FRANKART (R.), GILSON (P.), JONGEN (P.), BERCE (J.M.), JAMAGNE (M.) - 1960 - La cartographie des sols au Congo et Ruanda Urundi, ses principes, ses méthodes. Pub. I.N.E.A.C., sér. Techn. 23

TAMURA (T.), JACKSON (M.L.), SHERMAN (G.D.) - 1953 - Mineral content of Low Humic, Humic and Hydrol Humic Latosols of Hawaii. Proceed. Soil Sci. Soc. Amer. 18, pp. 343-346.

TAVERNIER (R.) - 1963 - The 7th approximation, its application in Western Europe. Soil Sci. 96, pp. 35-39.

TAVERNIER (R.), SYS (C.) - 1965 - Classification of the soils of the Republic of Congo (Kinshasa). Pédologie. Intern. Symp. 3, Soil Classif., pp. 91-132.

TAYLOR (N.H.), POHLEN (I.J.) - 1968 - Classification of New Zealand Soils. in *"Soils of New Zealand"*. N.Z. Soils Bur. Bull., 26, pp. 15-46.

TESIC (Z.) - 1974 - Pour des principes taxonomiques uniformes dans la pédologie et la biologie. Proc. 10th Intern. Cong. Soil. Sci. VI, 2, pp. 506-511.

THORP (J.), SMITH (G.D.) - 1949 - Higher categories of soil classification. Order, suborder, and great soil groupe. Soil Sci., 67, pp. 117-126.

TIURIN (I.V.) - 1965 - The system of soil classification in the U.S.S.R. Main stages in the development of the soil classification problems in the U.S.S.R. Pédologie. Symp. Soil Classif., 3, pp. 7-24.

TOMASZEWSKI (J.) - 1965 - A system of world soil classification. 8th Intern. Cong. Soil Sci. (Bucarest), V, pp. 59-67.

U.S.D.A., Soil Survey Staff - 1951 - Soil Survey Manual. Agric. Handbook, 18, 503 p.

U.S.D.A., Soil Survey Staff - 1960 - Soil classification. A comprehensive system. 7th Approximation. Soil Conservation Service, 295 p.

U.S.D.A., Soil Survey Staff - 1975 - Soil Taxonomy A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook, 436, 754 p.

VAN DER MERWE (C.R.) - 1941 - Soil groups and subgroups of South Africa. Dept. Agric. Forest. Chemical series 165. Sci. Bull. n° 231. Union South Africa Gort Print. 316 p.

VAN DER PLAS (L.), VAN REEWIJK (L.P.) - 1974 - From mutable compounds to soil minerals. Geoderma, 12, pp. 385-405.

VAN WAMBEKE (A.) - 1966 - Soil bodies and classification. Soils and Tert., 6, pp. 507-510.

VAN WAMBEKE (A.) - 1967 - Recent development of the soils of the tropics. Soil Sci., 104, pp. 309-313.

VILENSKIY (D.G.) - 1963 - Soil Science. Israël program for scientific translations. Jerusalem; 488 p.

VINE (H.) - 1966 - Soil surveys and the classification of tropical soils. in WEBSTER (C.C.) and WILSON (P.N.) Agriculture in the tropics. Longmans' London, 488 p.

VOLOBUYEV (V.R.) - 1956 - Soils and climate. C.R. 6e Intern. Cong. Soil Sci. (Paris), V, pp. 181-188.

VOLOBUYEV (V.R.) - 1964 - Principles of genetic classification of soils. Sov. Soil Sci., pp. 1237-1248.

VOLOBUYEV (V.R.) - 1976 - Comparative investigations of soil units identified in some publications of the world. Sov. Soil Sci., pp. 48-61.

WEBSTER (R.) - 1968 - Fondamental objections to the 7th Approximation. J. Soil Sci., 19, pp. 354-366.

WESTIN (F.) - 1963 - The use of the 7th Approximation in a new area. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., pp. 222-224.

WIEGNER (G.) - 1926 - Boden und Bodenbildung in kolloidchemischer Betrachtung. Dorden Leipzig.

WINTERS (E.) - 1949 - Interpretive soil classifications : genetic groupings. Soil Sci., 67, pp. 131-139.

YAALON (D.H.) - 1959 - Classification and nomenclature of soils in Israël. Bull. Res. Council Israël 86, pp. 91-118.

YAALON (D.H.) - 1960 - Some implications of fundamental concepts of pedology in soil classification. Proc. 7th Intern. Cong. Soil Sci. (Madison), pp. 119-123.

YOLEVSKI (M.), KOINOFF (V.), TRASCHLIEFF (H.), NINOFF (N.), BOYADSCHIEFF (T.) - 1964 - Uber Klassifierung und Bödensysteme Bulgariens. Proc. 8th Intern. Cong. Soil Sci. (Bucarest), V 5, pp. 43-49.

ZONN (S.V.) - 1974 - Main stages in the development of soil science in the U.S.S.R. Academy of Sciences (on its 250th Anniversary). Sov. Soil Sci., pp. 255-262.

ZONN (S.V.), VAZQUEZ (L.R.), CABRERA MESTRE (P.) - 1966 - Attempt of canpiling a genetic classification of cuban soils. Sov. Soil Sci., pp. 1361-1371.