

Note brève

Les principes du projet de classification des sols présenté par un groupe de travail de l'O.R.S.T.O.M., animé par P. SEGALEN (1979)

Maurice LAMOUREUX, Paul QUANTIN et Pierre SEGALEN

Pédologues O.R.S.T.O.M., 70, route d'Aulnay, 93140 Bondy

I. PRINCIPE DE LA PÉDOGENÈSE. DÉMARCHES VERS UN RÉFÉRENTIEL AUSSI OBJECTIF QUE POSSIBLE

Sans rentrer dans un exposé de nature épistémologique (étude critique de la Science pédologique elle-même), rappelons un certain nombre de principes qui ont guidé la mise en œuvre de diverses classifications des sols.

Zonalité

Il s'agit d'abord de la loi de la zonalité climatique que les premiers pédologues russes ont dégagé en montrant qu'à chaque zone bioclimatique correspondait un ou des sols caractéristiques. A petite échelle cette loi n'est pas dénuée de fondement, mais à une échelle plus grande, il est très vite apparu que dans la même zone climatique on observait des sols très variés; c'est alors que de nombreux pédologues ont fait référence aux autres facteurs responsables des processus de la pédogenèse. Facteurs → processus → caractères et propriétés des sols.

Facteurs de pédogenèse

Mais il apparaît encore, dans la plupart des classifications proposées, des références au climat, souvent d'ailleurs de façon très imprécise : climat chaud, modérément humide; pédoclimat relativement humide, frais (par exemple la CPCS de 1967), etc.

En fait, on s'est rendu compte, après une connaissance plus complète des sols du monde, que certains facteurs étaient négligés, tels que la topographie et surtout le facteur temps. Bien que les climats passés ne soient pas encore connus avec une grande précision, on sait qu'ils ont agi pendant très longtemps, en zone intertropicale. Au cours du Quaternaire, on a enregistré de très fortes variations à toutes les latitudes. Si les climats actuels ne sont « en place » que depuis quelques millénaires, ils ne sont pas aussi stables que le montrent les données statistiques (ex. : petit âge glaciaire au siècle dernier, sécheresse de 1976, etc.).

Processus de pédogenèse

C'est un des mérites de l'École française de G. AUBERT et Ph. DUCHAUFOUR d'avoir tenté, en raison de la connaissance imparfaite des facteurs de pédogenèse, de faire appel aux processus, par l'étude des caractères morphologiques et analytiques des sols eux-mêmes qui permettent d'en faire le diagnostic. Le principe de la classification est alors morpho-génétique.

En fait, si c'est bien l'objectif prioritaire du pédologue d'expliquer les processus de la pédogenèse, il faut avouer qu'il ne parvient pas toujours à bien définir ces processus, à faire la part de l'un par rapport à d'autres, d'où de très grosses discussions d'une école de pédologie à l'autre.. surtout lorsqu'il s'agit d'utiliser, pour la classification, des processus compris différemment par les uns et par les autres. Par exemple le processus de lessivage est utilisé

au plus haut niveau dans la Soil Taxonomy, par le biais de l'horizon argilique (aujourd'hui fortement contesté, même par les américains); les français introduisent le lessivage au niveau du groupe, quant aux soviétiques ils voient, pour beaucoup d'entre eux, dans ces transports de matières des processus d'altération suivis de migrations ioniques et de recombinaisons des éléments.

Si une connaissance générale est acquise au niveau de nombreux processus de pédogenèse, les mécanismes intimes qui les régissent sont souvent bien loin d'être totalement connus... d'où la confusion et la difficulté d'être objectif en utilisant de tels critères pour tenter de classer des sols.

Comment alors être réellement objectif si l'on ne peut pas faire appel aux facteurs et aux processus de pédogenèse?

Les produits de la pédogenèse

Ces difficultés réelles ont conduit des pédologues à se référer, non plus aux causes (facteurs), ni aux processus, mais aux effets c'est-à-dire aux produits de la pédogenèse, tels qu'ils sont observés et analysés.

Dès 1932 HUGUET DEL VILAR et DE SIGMOND ont ainsi tenté de classer des constituants; des efforts dans ce sens ont été faits par l'USDA dans sa 7^e approximation devenue la Soil Taxonomy.

En Australie et en Nouvelle Zélande, des travaux dans ce sens ont également été entrepris. Mais ces nombreux auteurs ont associé aux caractères propres du sol, des impératifs d'utilité et des caractères souvent liés à la zone géographique où ils travaillaient (même la Soil Taxonomy), limitant la portée scientifique de leurs tentatives : ainsi les américains limitent le pédon à 2 mètres, ce qui scientifiquement pour les pédologues qui connaissent les sols tropicaux, est très insuffisant (il y a des cas cependant, où faute de moyens, on ne peut pas faire autrement). Mais nous trouvons dans les travaux américains un effort considérable visant à se référer à des caractères précis de la morphologie et des constituants, à affiner les définitions et les descriptions d'horizons, à créer un langage nouveau, très souvent critiqué, mais pourtant bien utile.

Pour un nouveau référentiel

Partant de cette analyse, très brièvement résumée ici, faite de critiques parfois positives parfois négatives, nous avons tenté à plusieurs d'unir notre expérience des sols du monde, surtout des sols tropicaux et subtropicaux d'ailleurs, pour rechercher un nouveau référentiel, où tous les sols, quels qu'ils

soient, puissent rentrer, sans restriction à une région géographique, à un climat particulier ou à tout autre facteur. Cette démarche nous a conduit à prendre en considération en priorité les données observées, mesurées et analysées, échappant au maximum aux interprétations personnelles :

Le 1^{er} STADE COMPORTE DEUX SÉRIES D'ÉTUDES SUCCESSIVES :

Sur le terrain on effectue toutes les observations nécessaires à l'échelle d'un pédon qui a été choisi pour caractériser un segment de la couverture pédologique en un point donné. Le pédon est décomposé en un certain nombre d'horizons décrits à l'aide de caractéristiques codifiées, du moins pour celles qui peuvent l'être. On établit aussi les relations du sol, ainsi décrit ponctuellement, avec les sols de la même séquence et avec le milieu environnant.

Au laboratoire on identifie et qualifie, chaque fois que cela est indispensable et possible, les constituants minéraux et organiques, leur organisation, leurs propriétés physiques et physico-chimiques, etc. A ce stade, il est possible de mettre en évidence un grand nombre d'horizons : horizons (rouges ou jaunes) ferrallitiques ou fersiallitiques, horizons indurés, noduleux, vertiques, spodiques, andiques, etc. C'est à ce stade qu'on aboutit à une très bonne connaissance des constituants minéraux et de leurs organisations microscopiques, malheureusement souvent beaucoup moins précises des constituants organiques.

Notre système de classification se situe donc à un stade relativement précoce de l'identification des sols, il constitue un référentiel, internationalement utilisable pour passer au 2^e stade de la démarche pédologique.

LE 2^e STADE CONSISTERA À S'ORIENTER À PARTIR DE CET ENSEMBLE DE DONNÉES, RIGOUREUSES ET ORDONNÉES :

— soit vers une recherche à caractère utilitaire et les niveaux III et IV du système nous y aideront (tabl. II). Ce sera, par exemple, l'établissement de cartes thématiques diverses;

— soit vers un approfondissement de la connaissance des processus de pédogenèse, de l'histoire des sols et (même) vers la construction de classifications plus complexes, telles que celle dont l'objectif est de diviser la couverture pédologique en systèmes génétiquement homogènes et autonomes (travaux de BOULET *et al.*).

II. LA CLASSIFICATION PROPOSÉE

Avant d'aborder la classification proprement dite, il importe de connaître certaines définitions et subdivisions (tabl. I) et d'avoir une idée d'ensemble des 4 niveaux qui constituent le système proposé (tabl. II).

TABLEAU I
Quelques définitions

L'OBJET A CLASSIFIER

C'est le pédon, volume élémentaire contenant toutes les propriétés du sol, constituants, morphologie et s'étendant jusqu'à la roche-mère. Le poly-pédon est la plus petite unité cartographique, représentatif d'un segment bien délimité de la couverture pédologique.

LES SUBDIVISIONS DU PEDON (4 parties possibles, 4 types d'horizons).

1. La partie organique (brute ou non incorporée aux produits minéraux) définit les organons.
2. La partie humifère constitue les humons.
3. La partie minérale, différenciée de la roche-mère par ses constituants minéraux, sa couleur et sa structure, constitue les minéralons.
4. Le matériau originel non ou peu différencié
 - pédolite
 - altérite
5. Le substratum ou "bed-rock", sur lequel repose le pédon.

LES SUBDIVISIONS PRACTIQUES DU SOLUM

- . Le suprasol de 0 à 60 cm.
- . L'infrasol de 60 à 200 cm.
- . Le bathysol au-delà de 200 cm.

TABLEAU II

Les 4 niveaux de la classification proposée

- . Niveau I : 10 classes et x s. classes d'ensembles minéraux et organiques, définis par les constituants eux-mêmes.
- . Niveaux II : Organisations et différenciations.
 - . Les grands-groupes → horizons humifères.
 - . Les groupes → minéralons diagnostiques du solum.
 - . Les sous-groupes → d'après les autres minéralons du solum.
 - . Les familles → matériau originel et roche-mère.
- . Niveau III : caractéristiques diagnostiques.
 - . Les genres → complexe absorbant, degré de saturation, pH, toxicité, carences.
 - . Les types → caractéristiques physiques (texture, teneur en eau...).
 - . Les variétés → épaisseur du pédon et des horizons.
- . Niveau IV : Données de l'environnement et de l'utilisation.
 - . Les phases → rochiosité, pierrosité, drainage, régime hydrique, etc...
 - . Les variants → modèle climatique, végétation...

Niveau I

Dans la première démarche classificatrice, le choix s'est porté, au niveau I, sur des ensembles de constituants, principalement les constituants minéraux

(annexe I : Les horizons), non pas parce que la nature de ceux-ci est considérée comme plus importante que les organisations ou les différenciations en horizons, mais simplement parce qu'ils permettent de n'introduire que 10 grands ensembles, donc 10 classes, pouvant se subdiviser en grandes sous-classes et en sous-classes suivant la nature et la proportion de ces constituants. Notons aussi qu'ils correspondent à de grands ensembles naturels de la couverture pédologique, à l'échelle planétaire. Le choix de la classe est déterminé par des règles précises présentées de façon synthétique sur le tableau III.

Ce tableau montre les différentes possibilités, mais le réel problème n'existe qu'avec 2 ou 3 minéralons diagnostiques présents simultanément dans le solum. Sur le tableau IV, quelques exemples quant au choix de la classe sont proposés. Les 10 classes retenues (annexe 2) sont présentées sans leur définition, en commençant par les sols dont les constituants minéraux sont les moins altérés, jusqu'à ceux dont les produits sont les plus altérés.

Niveau II

(1) Les grands groupes correspondent aux horizons organiques et (ou) humifères considérés comme diagnostiques. Ceux-ci sont définis, comme dans la Taxonomie américaine des sols par leur teneur en carbone, leur structure, leur couleur et le taux de saturation en bases échangeables. Il serait possible ultérieurement de préciser la nature des constituants organiques et leur micro-organisation.

(2) Les groupes sont définis par les horizons minéraux, ou minéralons, présents dans le pédon; d'où un grand nombre de groupes possibles. Le tableau V présente, à titre d'exemple, les groupes retenus pour la classe des ferbisalsols. On y relève 14 qualificatifs qui peuvent caractériser « l'ensemble minéral ferbisialitique ». Chaque groupe est parfaitement défini, à titre d'exemples les groupes compact, hydromorphe et induré apparaissent avec leur définition sur le tableau V.

Quelques remarques doivent être notées à propos de ces groupes :

— la terminologie utilisée reflète les résultats de l'action des processus de pédogenèse sur les matériaux, tels qu'ils sont admis par la plupart des pédologues (c'est l'acquis de la pédologie);

— la liste des groupes n'est pas exhaustive et peut-être complétée par de nouveaux groupes, en fonction de l'avancement de nos connaissances;

— une hiérarchie a été introduite conventionnellement dans la liste : le 1^{er} adjectif, *amérisé*, carac-

TABLEAU III
Clé de détermination de la classe

Possibilités pour que le sol soit un :	PRIMAROSOL	ORGANOSOL	SELSOL	ANDOSOL BISIALSOL MONOSIALSOL	FERBISIALSOL FERMONOSIALSOL	OXYDISOL PODZOL
ORGANON seul →	Si ORGANON < 18 cm	Si ORGANON ≥ 18 cm	NON	NON	NON	NON
ORGANON + autre(s) horizon(s) SOLUM < 60 cm SOLUM ≥ 60 cm	NON	Si ORGANON > 18 cm ou ≥ 3/4 SOLUM ORGANON ≥ 45 cm	Possible si ORGANON < 3/4 SOLUM ORGANON < 45 cm			
HUMON seul	OUI	NON	Si HUMON salin	Si HUMON allophanique bisiallitique monosiallitique	Si HUMON ferbisiallitique Fermonosiallitique	Si HUMON oxydrique Cheluvique
Un ou plusieurs minéraux diagnostiques d'une même classe	NON	NON (sauf si ORGANON ≥ 45 cm ou aux 3/4 du SOLUM)	Le ou les minéraux sont diagnostiques de la classe			
Deux minéraux diagnostiques de classes différentes :						
1. Présence d'un minéralon salin dans le supra-sol (> 15 cm)	NON	NON	OUI	NON	NON	NON
2. En l'absence de 1 : a. SOLUM < 60 cm b. SOLUM ≥ 60 cm	NON	NON	a. Le minéralon le plus épais est diagnostique. b. Le minéralon le plus épais est diagnostique, sauf si le minéralon est supérieur à ≥ 60 cm, auquel cas ce dernier est toujours diagnostique.			

térise la plus simple organisation (humon seul), le 2^e, *orthique*, caractérise un seul minéralon, etc., ensuite les horizons seraient de plus en plus différenciés et présenteraient de plus en plus d'obstacles à la pénétration des racines;

— un de ces adjectifs peut caractériser un groupe, seulement s'il satisfait à la définition donnée pour le groupe (ex. du tabl. IV). Si deux ou trois de ces caractères sont observés dans le même minéralon, celui qui est placé le plus en bas de la liste caractérisera le groupe, les autres caractériseront des sous-groupes.

Les *familles* sont définies par le matériau originel et éventuellement le substratum.

Le niveau III prend en compte les propriétés physiques et chimiques du sol, qui peuvent être diagnostiques des processus, des caractères éda-phiques et des possibilités d'utilisation du sol.

Le *genre* permet la caractérisation du complexe absorbant, degré de saturation, pH, éléments de toxicité ou de carence.

Le *type* donne des précisions sur les caractéristiques physiques : texture, teneur en eau, etc.

La *variété* prend en compte l'épaisseur du pédon et des horizons.

Le niveau IV recueille les données du sol et de l'environnement utiles pour sa mise en valeur et des facteurs utiles à la connaissance de sa dynamique (processus, évolution).

La phase : rochosité, pierrosité, drainage, régime hydrique, pente, etc.

Le variant : climat, végétation, etc.

En annexe III

Quelques profils de sols sont présentés suivant cette classification.

Une brève description du sol apparaît en haut à gauche, avec à droite de la page la caractérisation de chaque horizon suivant le système proposé. Dans la partie inférieure de la page nous avons présenté : à droite la classification du sol suivant le système proposé, à gauche une tentative de corrélation avec d'autres systèmes (GPCS, USDA, FAO).

CONCLUSIONS

En conclusion, il faut insister sur le fait que cette subdivision en 4 niveaux n'est pas une hiérarchie des caractères attribuant au 1^{er} niveau le plus d'importance. Ainsi le climat qui n'apparaît qu'au 4^e niveau est évidemment très important aussi bien pour l'agriculture que pour la genèse des sols. Il en est de même pour le régime hydrique qui n'apparaît qu'au 4^e niveau.

Ce projet peut servir à établir un référentiel basé sur les constituants, les caractéristiques et les propriétés intrinsèques des sols en priorité, sans

TABLEAU IV
Exemples quant au choix de la classe

SOLUM \leq 60 cm		1. FERBISALSOL	2. BISALSOL
	0	Humus bisallitique	Humus bisallitique
	12		
	25	Horizon bisallitique	Horizon bisallitique
	30cm		
	55	Horizon ferbisallitique	Horizon ferbisallitique
		Matériau originel	Matériau originel

SOLUM $>$ 60 cm		3. FERBISALSOL	4. BISALSOL
	0	Gr. bisallitique Ss. Gr. carboxique	Gr. ferbisallitique Ss. Gr. carboxique
	12	Humus bisallitique	Humus bisallitique
	30		
	70-80cm	Horizon ferbisallitique	Horizon ferbisallitique
		Horizon carboxique	Horizon carboxique
		Matériau originel	Matériau originel

		5. CARBOXISOL	6. BISALSOL
	0	Gr. bisallitique Ss. Gr. Ferbisallitique	Gr. ferbisallitique Ss. Gr. carboxique
	15	Humus bisallitique	Humus bisallitique
	50		
	70	Horizon ferbisallitique	Horizon ferbisallitique
	80cm		
	150	Horizon carboxique	Horizon carboxique
		Matériau originel	Matériau originel

TABLEAU V
Groupes de ferbisalsols

- AMERISE
- ORTHIQUE
- LITHOPOLYGONAL
- GELIQUE
- COMPACT : Ferbisalliton compact dès le suprasol et \geq 50 cm d'épaisseur.
- HYDROMORPHE : Le solum présente un ferbisalliton à gley ou à hémigley dans les 30 premiers cm sous l'humus.
- RETICULE
- VERTIQUE
- GRAVELEUX
- CAILLOUTEUX
- ARGILANIQUE
- BULGIQUE
- PLANIQUE
- GLOSSIQUE
- COLONNAIRE
- INDURE : Le solum présente un ferbisalliton induré (ou graveleux ou caillouteux) ne permettant pas le passage des racines, dès le suprasol.

oublier cependant (au niveau IV) les relations avec les facteurs de l'environnement.

Il tend à être logique et objectif, à rassembler le maximum d'informations, à constituer un système aussi pratique que possible, à être un outil d'information utilisable par tous.

Il devrait permettre, après son expérimentation sur un grand nombre de cas, certaines simplifications et des regroupements. Il pourra servir pour le stockage des données dans une banque de sols et ainsi permettre une meilleure transmission de l'information.

Il pourra permettre ensuite l'exploitation de ces données suivant plusieurs voies, notamment la mise en valeur des sols, l'explication des processus de leur genèse, la compréhension et la définition de systèmes-sols, la mise au point de nouveaux modèles de représentation de la couverture pédologique, etc.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 17 juin 1983

ANNEXE I

LES HORIZONS

- A — **Horizons organiques** (organons) $\left\{ \begin{array}{l} \geq 30 \% \text{ de MO si } \geq 30 \% \text{ argile} \\ > 20 \% \text{ de MO si } < 30 \% \text{ argile} \end{array} \right.$
- Organon fibrique $\left\{ \begin{array}{l} \text{pachique } \geq 18 \text{ cm} \\ \text{leptique } < 18 \text{ cm} \end{array} \right.$
- Organon folique $\left\{ \begin{array}{l} \text{eutrique pH eau } \geq 5,5 \\ \text{dystrique pH eau } < 5,5 \end{array} \right.$
- Organon hémique
- Organon saprique
- B — **Horizons humifères** (humon)
- Sombron $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ à } 30 \% \text{ de MO si argileux } (\geq 30 \%) \\ 1 \text{ à } 18 \% \text{ de MO si non argileux} \\ [\text{chroma H} < 4 \text{ — value H} < 4] \end{array} \right.$
- Pallidon $\left\{ > 0,5 \% \text{ de MO } [\text{chroma H} > 4 \text{ — value S} > 6] \right.$
- C — **Horizons minéraux** (minéralons)

Minéralon = constituants minéraux diagnostiques + organisation.

ENSEMBLES MINÉRAUX

Halon : (sels plus solubles que le gypse) Cté > 8 mmhos à 25 °C.

Thion : (S réduit > 0,75 % à l'état de sulfure).

Sulfon : (S oxydé sulfates).

Gypson : ≥ 15 % de gypse.

Carboxylon : ≥ 15 % de carbonates Ca et/ou Mg secondaires.

Andon : minéraux secondaires amorphes et/ou para-cristallins hydratés (allophanes, imogolites, opales, gels d'hydroxydes...).

Bisiallilon : argiles phylliteuses, avec > 10 % de minéraux 2:1 ou 2:1:1, et d'argiles fibreuses) et oxy-hydroxydes de fer libre (Deb) : Fe_2O_3 < 3 % ; $\text{FeI/FeT} \% < 50$; C.E.C. à pH 7 > 16 mé/100 g de sol, $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3 > 2,2$.

Ferbisiallilon (ou fersiallilon) : mêmes minéraux argileux que précédents, mais oxy-hydroxydes de fer libre (Deb) ≥ 3 % et/ou $\text{FeI/FeT} \% \geq 50$.

Monosiallilon : minéraux argileux 1:1 dioctaédriques (kaolinite, halloysite), minéraux argileux 2:1 ≤ 10 % ; hydroxydes Al I/Al T < 30 % ; oxyhydroxydes de fer libre (Deb) < 3 % et/ou $\text{Fe I/Fe T} < 50$; $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 2,2$; C.E.C. < 20 mé/100 g de sol (induré à pH 7).

Fermonosiallilon : idem précédents, mais oxyhydroxydes de fer libre (Deb) ≥ 3 % et $\text{Fe I/Fe T} \geq 50$.

Oxydon : oxydes et hydroxydes de Fe, Al, Ti, Mn, etc., ≥ 50 % / sol séché à 105 °C.

Chéluvion : accumulation (ou accroissement relatif) de complexes organo-métalliques, d'acides humiques avec Al et/ou Fe.

DÉNOMINATIONS COMPLÉMENTAIRES

→ Pour caractériser les constituants :

kaolinitique, smectitique, illitique, mixte, etc.,
gibbsitique, boehmitique, hématitique, goéthitique, etc.

→ Pour déterminer le nom de l'horizon, au niveau des groupes et sous-groupes :

horizon haplique : horizon le moins différencié ;
arénique : < 20 % argile + limon ;
psammique : < 5 % argile + limon ;
lithique : ≥ 85 % de fragments de roche ;
argilanique : présence d'argilanes (> 5 % de la surface d'une lame) ;
bulgique : présence d'un « ventre » d'argile ;

appauvri : accroissement d'argile vers la base (sans ventre) diminution progressive d'argiles dans les horizons humifères, sans horizon argilanique ou bulgique ;
compact : induré, etc.

→ Pour caractériser des constituants minéraux :

hypohalique, hypogypsique, etc. (sels en quantité < au taux diagnostique) ferrique, silicique, allophanique, pénévolué, etc.

→ Pour faire référence à la roche-mère ou au matériau originel :

à calcaire, à dolomie, à basalte, caillouteux, silteux, etc.

→ Liées à la structure :

massif, verticale, prismatique, colonnaire, particulaire, etc.

→ Liées à une différenciation brusque :

planique.

→ Liées à l'influence de l'eau :

morphologie : perhydrique, tacheté, réticulé, etc.,

volume d'eau utile : faible, moyen, fort ;

drainage : T.B., bon, A.B., mauvais, très mauvais.

→ Liées à l'accumulation de SiO_2 , sels, ou oxyhydroxydes et à leur induration :

compact, induré, noduleux, concrétionné, encroûté, foliacé, tufacé, diffus, à pseudomycélium, etc.

→ Liées aux ions fixés sur le complexe d'échange :

eutriqué, dystriqué, natrique, aluminique, magnésique, acide, neutre, alcalin, etc.

D -- **Horizons liés au matériau originel**

Lithalleron : débris de roches (< 15 % de matériaux altérés).

→ Meuble (arénique), dur (formé de blocs ou cailloux).

Isalleron : (transformation chimique isovolume de la roche. > 85 % de matériaux altérés).

→ Isochrome, bariolé, réticulé, lamellaire, etc.

Alteron mixte : intermédiaire.

ANNEXE II

PRINCIPALES CLASSES ET SOUS-CLASSES

I. PRIMAROSOLS

S.C. Primarosols minéraux.

S.C. Primarosols organiques.

II. ORGANOSOLS

S.C. Organosols fibriques (> 50 % de M.O. fibreuses).

S.C. Organosols foliques (> 50 % de M.O. feuilletées).

S.C. Organosols hémiques (10 à 50 % de M.O. fibreuses ou feuilletées).

S.C. Organosols sapriques (< 10 % de M.O. reconnaissables).

III. SELSOLS

5 grandes sous-classes.

1. **G.S.C. Thiosols** (formes réduites de S : sulfures à < 60 cm de prof.).

S.C. Th. haliques.

S.C. Th. gypsiques.

S.C. Th. carboxiques.

2. **G.S.C. Sulfosols** (formes oxydées de S : sulfates, SO_4H_2 à < 60 cm de profondeur).
 - S.C. Sulf. haliques.
 - S.C. Sulf. gypsiques.
 - S.C. Sulf. carboxiques.
3. **G.S.C. Halisols** (riches en sels alcalins, résistivité > 8 mmhos à 25 °C).
 - S.C. à halon seul.
 - S.C. gypsique.
 - S.C. carboxique.
4. **G.S.C. Gypsisols** (> 15 % de gypse dans le suprasol).
 - S.C. gypsisols s.s.
 - S.C. gypsisols carboxiques.
5. **G.S.C. Carboxysols.**
 - S.C. calcaires.
 - S.C. magnésiens, etc.

IV. ANDOSOLS

1. **G.S.C. vitriques.**
2. **G.S.C. allophaniques.**
 - S.C. à allophane siliceuse.
 - S.C. à allophane alumineuse.

V. BISIALSOLS

1. **G.S.C. smectitique** (2/1 > 50 %).
2. **G.S.C. mixte** (mélange 2/1 et 1/1).
 - S.C. halibisalsol.
 - S.C. gypsibisalsol.
 - S.C. carboxybisalsol, etc.

VI. FERBISIALSOLS

1. **G.S.C. Hématiferbisalsols (sols rouges).**
2. **G.S.C. Goethiferbisalsols (sols jaunes ou brun-jaunes).**
 - S.C. haliferbisalsol, gypsiferbisalsol, carboxiferbisalsol.
 - S.C. ferbisalsol-illitique ... chloritique, etc.

VII. MONOSIALSOLS

- S.C. kaolinitiques.
- S.C. gibbsitiques, etc.

VIII. FERMONOSIALSOLS

1. **G.S.C. hématifermonosialsols (sols rouges).**
2. **G.S.C. goethifermonosialsols (sols jaunes, bruns, brun-rouge).**
 - S.C. kaolinitiques.
 - S.C. halloysitiques, etc.

IX. OXYDISOLS

1. **G.S.C. ferritique** ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{I}$ > 30 %).
1. **G.S.C. allitique** ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{I}$ > 30 %).

X. PODZOLS

- S.C. ferrohumopodzols.
- S.C. ferropodzols.
- S.C. humopodzols.

ANNEXE III

BISIALSOL

Iran 1978, Gorgan

0- 20 cm	Hor. gris brun (2,5 Y 5/2 ^H 7/2 ^S) ; limono argileux ; un peu calcaire ; grumeleux, fin à moyen ; tendance polyédrique subangulaire.	Pallidon Eutrique Pachique
20- 75 cm	Hor. gris (2,5 Y 5/2 ^H) avec taches (2,5 Y 5/4 à 5/6) et amas de fer variables ; limoneux, un peu calcaire fragmentaire.	Bisialliton à hémigley Carboxique
75-100 cm	Hor. gris (5 Y 5/2 à 4/2) ; limon argileux, un peu calcaire fragmentaire.	Bisialliton à gley Carboxique
CPCS :	S. hydromorphe, peu humifère, à gley peu profond, sur colluvion argilo-limoneuse.	I — C. — Bisialsol. S.C. — Mixte.
USDA :	Typic haplaquent.	II — G.G. — Pachieupallide. G. — Hydromorphe à hémigley. S.G. — à gley, hypocarboxique. F. — Pédolite colluviale limono-argileuse.
FAO :	Gleyic cambisol.	III — Ge. — Basique, saturé. Typ. — Limono argileux. Vaté — Assez épais.
		IV — Ph. — Mauvais drainage, non pierreux, faible pente, régime xérique. Va. — Climat semi aride (522 mm), 5 mois secs, culture blé-coton. Plaine de piedmont.

FERBISIALSOL

Maroc 1966, Beni Mellal

0- 15 cm	Brun rouge foncé (5 YR 3/2). Sablo argileux, non calcaire polyédrique à nuciforme, moyen.	Sombron Leptique Eutrique
15- 65 cm	Brun rouge foncé (2,5 YR 2/4). Argilo sableux puis argileux. Non calcaire, quelques granules dans la masse, polyédrique à prismatique moyen à grossier.	Ferbisialliton Brun rouge Bulgique
65-130 cm	Rouge à rouge sombre (2,5 YR 3 à 4/6). Argileux puis limoneux ; calcaire, nombreux granules sphériques calcaires ; polyédrique fin à moyen.	Carboxyton Noduleux
130 et +	Limoneux, un peu moins calcaire.	Pédolite (colluviale)
CPCS :	Sol marron isohumique subtropical modal, sur roche-mère argileuse, à forte accumulation de calcaire.	I — C. — Ferbisialsol. S.C. — Carboxique.
USDA :	Argistoll.	II — G.G. — Leptoousombrique. G. — Bulgique. S.G. — Noduleux, rouge. F. — Pédolite (colluviale) argileuse.

FAO : Kastanozem luviqne.

III — Ge. — Basique, saturé.

Ty. — Argilo-sableux.

Vaté — Assez épais à épais.

IV — Ph. — Bon drainage, non rocheux non pierreux, à faible pente (0,5 %). Régime xérique à 139 mm d'AWC (eau utile limitée par la capacité du profil).

Va. — Climat semi-aride, 4 mois secs, végétation graminéenne et culture de blé. Plaine de piémont.

FERMONOSIALSOL

Togo 1977, Pagouda

0- 15 cm	Brun (7,5 YR 5/4) ; éléments grossiers abondants ; sableux à sablo-argileux ; structure polyédrique fine moyennement développée.		Pallidon Leptique Graveleux
15-120 cm	Rouge (2,5 YR 5/4 à 4/6) ; nombreux éléments grossiers ; lithoreliques ferruginisées ; argilo-sableux ; polyédrique émoussé moyennement développé.		Fermonosialliten Graveleux Bulgique
120-280 cm	Rouge (2,5 YR 5/6) ; terre fine + trame de roche reconnaissable (Gneiss).		Minéraloalteron
CPCS :	Sol ferrallitique, moyennement désaturé, lessivé, sur gneiss.	I — C. — Fermonosialsol. S.C. — Kaolinitique.	
		II — G.G. — Leptodyspallide.	
USDA :	Ultisol.	G. — Bulgique. S.G. — Graveleux, caillouteux.	
FAO :	Acrisol orthique.	F. — Isaltérite de gneiss.	
		III — Ge. — Acide, dystrique. Ty. — Sableux. Vaté — Épais.	
		IV — Ph. — Très bon drainage, modérément pierreux, pente (2 %). Régime ustique.	
		Va. — Climat tropical soudanien, 4 mois secs, végétation de savane, culture de mil. Paysage à topographie ondulée, glacis.	

PODZOL

France 1979, Vosges

0-16 cm	Hor. organique (66 %) mor fibreux.		Organon fibrique
16-34 cm	Hor. humifère (7,5 YR 2/10), sableux particulaire, M.O. cimente les grains de quartz, racines abondantes.		Sombron pachique dystrique
34-51 cm	Hor. sableux, gris (7,5 YR 5/2) particulaire, meuble, friable, fines racines.		Albon éluvié, particulaire
51-56 (Bh)	Hor. de 2 à 5 cm, noir (5 YR 3/2) riche en M.O., sableux, particulaire, racines.		} Cheluvion ferro-humique
56-65 (Bs)	Hor. brun ocre (7,5 YR 6/6), compact généralement aliotique en surface, sableux, particulaire.		
65 cm	Grès vosgien altéré, rose (7,5 YR 6/4).		Lithalteron meuble sableux
CPCS :	Podzol de climat tempéré humo-ferrugineux, sur grés.	I — C. — Podzol. — Humo-ferrugineux.	

FAO : Placic podzol.

II — G.G. — Pachydysombrique.

G. — Placique.

S.G. — Albique.

III — Ge. — Acide, désaturé.

Typ. — Grossièrement sableux.

Valé — Assez épais.

IV — Ph. — Non pierreux, bon drainage, pente forte, régime
udique.

Va. — Climat humide 900 à 1 500 mm. Pinaie, callunes,
moy. montagne.