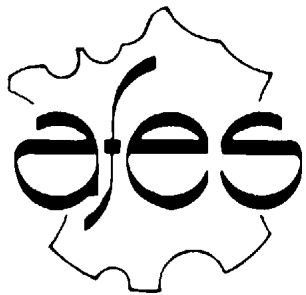


Présentation des principaux GER du Référentiel Pédologique 2008

PARTIE 2

Denis BAIZE

*Institut National de la Recherche Agronomique
- Science des Sols - Orléans – France*



2. Les PLANOSOLS

Les **planosols** sont définis principalement par leur **morphologie fortement différenciée**, étroitement liée à leur type particulier de **fonctionnement hydrique** (Baize, 1995).

Le cas général est celui des **planosols texturaux***, qui cumulent les **4 caractères** suivants :

** il ne sera pas question ici des "planosols structuraux" fort rares.*

- **Forte différenciation texturale** entre horizons supérieurs peu argileux, assez perméables, et horizons plus profonds, beaucoup plus argileux et très peu perméables (le "**plancher**") :
 - la différence entre taux d'argile au sein du solum doit être d'au moins 20 % ;
 - l'horizon E le moins argileux ne doit pas excéder 30 % d'argile (par ex. 29/50);
 - l'horizon le plus argileux du solum doit avoir au moins 25 % d'argile (par ex. 6/26).
- entre horizons supérieurs E et horizons plus profonds il y a **changement textural brusque** : **en moins de 8 cm** comptés verticalement, on passe de :
 - si moins de 20 % d'argile dans l'horizon E, à plus du double (par ex. 18/36) ;
 - si plus de 20 % d'argile dans l'horizon E, augmentation d'au moins 20 % de la teneur en argile (par ex. 25/46).
- l'**interface textural** doit être **subhorizontal** (ce qui exclut un contact en glosses larges) ;
- les horizons E sont le siège d'**engorgements** saisonniers par des **nappes perchées temporaires à écoulement latéral**. Il en résulte des phénomènes d'oxydo-réduction qui se marquent par des bariolages (**caractères rédoxiques** - horizons **Eg**)...

Les **planosols** font donc partie de l'ensemble cognat des "solums à caractères hydromorphes".

En France, les MP des planosols sont toujours des **sédiments argileux imperméables** marins, lacustres ou lagunaires (Lias, Trias, Crétacé inférieur, Éocène).

3 types de pédogenèse convergent vers une même morphologie :

Pas vraiment d'horizons de référence spécifiques

mais toujours **Eg/Sg** ou **Eg/BTg** + **changement textural brusque**

Les **planosols pédomorphes** (générés par pédogenèse)

1. appauvrissement progressif en argile des horizons supérieurs par "**lessivage latéral**" ;

Ae ou LE / Eg / Sg / S / C ou M

2. stade ultime d'évolution de certains Luvisols Dégradés (cf. chronoséquence de Jamagne) ;

Ae ou LE / Eg / BTgd / BTg / C ou M

Les **planosols sédimorphes** (autrefois dits **lithomorphes**) ;

3. sédiment "peu argileux" déposé sur un sédiment plus argileux (solum bilithique).

Ae ou LE / Eg / IISg / IIS / IIC ou IIM

Planosols Typiques vs **Planosols Distaux**

Selon la profondeur d'apparition des engorgements, la contrainte hydrique vis-à-vis des semis, des jeunes plantations, des cultures, la traficabilité... ne sera pas la même.

Si l'horizon **Eg** débute à < 50 cm de profondeur → **Planosol Typique**

Si l'horizon **Eg** à débute > 50 cm → **Planosol Distal** (**Ae / E / Eg / Sg ou BTg**)

Attention : "**planosol**" n'est pas une référence ! Inutile de signaler qu'ils sont "rédoxiques".

Sols à la fois trop humides (en fin d'hiver et printemps) et trop secs...

PRINCIPALES DIFFÉRENCES entre LUVISOLS et PLANOSOLS

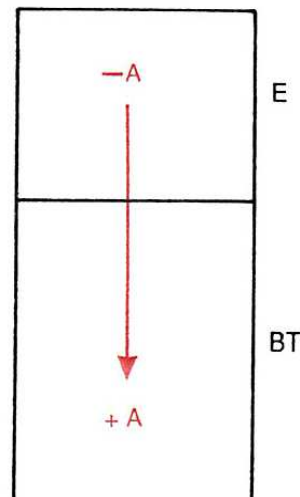
1°) MATÉRIAU ORIGINEL

limons perméables vs argiles imperméables

2°) FONCTIONNEMENT HYDRIQUE et du TRANSFERT de PARTICULES ARGILEUSES

dynamique verticale vs dynamique latérale

**DYNAMIQUE
VERTICALE**



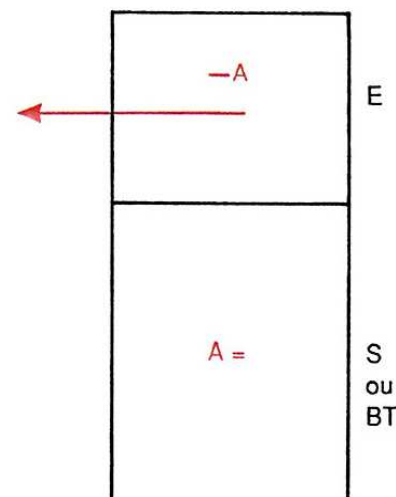
déplacements
dans le solum

accumulation absolue en BT

ILLUVIATION

LUVISOLS

**DYNAMIQUE
LATÉRALE**



évacuation latérale
hors du solum

PLANOSOLS (texturaux)

3. Les SOLUMS dont le COMPLEXE ADSORBANT est DOMINÉ par le CALCIUM et/ou le MAGNÉSIUM

Regroupe tous les solums **carbonatés** (calcaires ou dolomitiques), ou seulement **saturés** (calciques ou magnésiens).

La saturation par l'ion calcium **Ca²⁺** (voire **Mg²⁺**) et le caractère carbonaté ont paru d'une **importance majeure**, d'où ce GER distinct. Influence sur la nutrition et le développement des plantes, sur la structuration et sa stabilité*, sur le pH... * **Mg²⁺** seul sur complexe, pas bon D'autant que ces sols sont très fréquents en France (idem en UK, Allemagne, Espagne, Italie, Grèce, Maghreb...).

Remarque : ce caractère est peu pris en compte dans les systèmes USDA Soil Taxonomy et WRB.

Les horizons de référence spécifiques de ce GER sont :

Aca, Ado, Aci, Amg **Sca, Sdo, Sci, Smg** **K, Kc, Km**

L'ambiance dominée par les ions Ca²⁺ et/ou Mg²⁺ est due à la présence **en profondeur** ou **plus haut sur le versant** d'un MP ou d'un substrat riche en calcite et/ou en dolomite. Matériaux variés :

- * calcaires durs purs ou marneux (*limestones*), calcaires tendres = couches Rca ;
- * dolomies et calcaires dolomitiques = couches Rdo ;
- * craies ou calcaires crayeux = couches Mcra ;
- * marnes, argiles calcaires = couches Mma ou Marg ;

- * sables dunaires calcaires, faluns = couches Mca ;
- * grèzes, éboulis = couches Dca ;
- * formations de versants mises en place au Quaternaire, moraines, alluvions, colluvions...

1. Dans les solums carbonatés dès la surface (**Rendosols, Calcosols, Dolomitosols**), les solutions qui percolent sont constamment saturées en ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} . Sous nos climats, on observe le plus souvent une **décarbonatation partielle des horizons supérieurs** → gradient croissant de teneurs en carbonates avec la profondeur. Cette décarbonatation (parfois totale) s'accompagne d'une **accumulation relative des fractions insolubles** et d'éléments qui leur sont liés (argile, limons et sables silicatés, fer, éléments en traces).

Elle s'accompagne aussi très souvent par des **re-précipitations de carbonates secondaires** en profondeur dans les horizons C, ou dans les couches Dca, ou plus bas dans les paysages (horizons K).

2. Dans le cas des solums non carbonatés en surface (**Rendisols, Calcisols, Magnésisols**), la saturation du solum en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} peut être assurée :

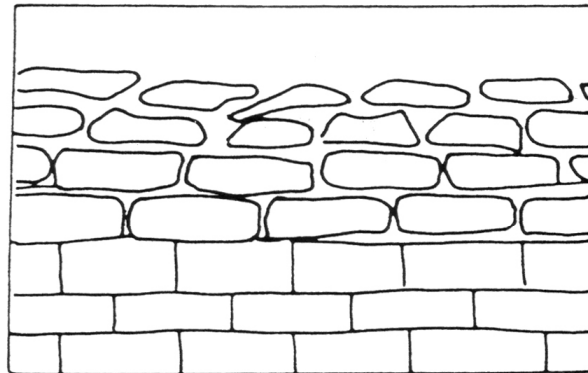
- * par des **remontées biologiques (cycle biogéochimique) ou capillaires** à partir d'un matériau calcaire sous-jacent ;
- * par des **apports latéraux** de solutions saturées en provenance des parties hautes du paysage ;
- * par des **EG carbonatés** en cours de dissolution.

3. La 3ème catégorie de solums (**Calcarisols**) est caractérisée par d'importantes accumulations de calcite secondaire débutant à < 35 cm de profondeur. Cela a été jugé suffisamment important au plan pédogénétique (fonctionnement hydrique spécifique) et sur le plan des propriétés agronomiques ou sylvicoles (obstacle mécanique et chimique à faible profondeur) pour faire une référence distincte.

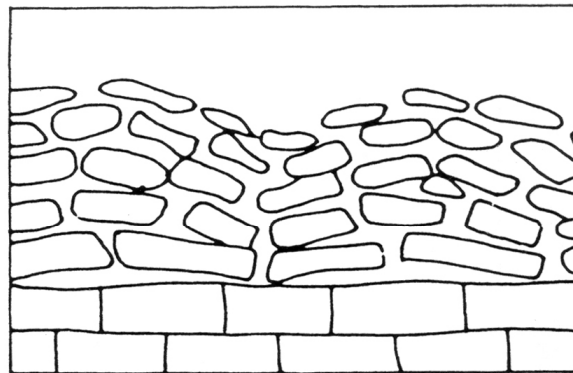
Étant donné la variété des MP et de leurs positions dans le paysage, ces solums montrent des morphologies et des fonctionnements très variés :

- * solums très peu épais (20 cm - **leptique**) à très épais (plusieurs mètres - **pachique**),
- * de toutes textures,
- * les EG peuvent être absents, présents et plus ou moins abondants, de natures, formes et dimensions très variées,
- * le ressuyage naturel peut être très rapide ou assez lent (marnes).

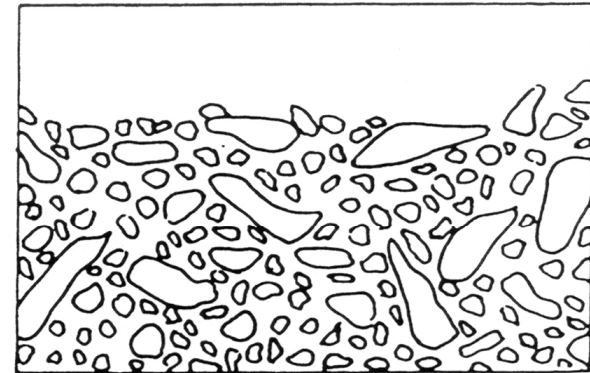
A souligner l'importance pratique de la **nature** et de l' **état** des substrats calcaires sous-jacents (notamment pour les calcaires durs) → utilisation de qualificatifs : **à couche Rca disloquée**, **à couche Rca diaclasée**, **à horizon Ccra cryoturbe**,...



Roche non disloquée



Roche un peu disloquée



Cailloutis dense

Trois états d'un même calcaire dur

Les **7 Références** se distinguent par :

- * l'épaisseur ;
- * la présence ou non de **carbonates** ;
- * la présence ou non d'un **horizon S** calcaire (**Sca**), dolomitique (**Sdo**), calcique (**Sci**) ou magnésique (**Smg**) ;
- * la présence ou non d'un **horizon K** à < **35 cm**.

Quelques qualificatifs spécifiques :

- * **hypocalcaire** = calcaire total < 15 %
- * **hypercalcaire** = calcaire total > 40 % **et, en même temps**, plus de 15 % de calcaire "actif"
sols crayeux
- * **calcarique** = présence d'un horizon **K** ou **Kc** à > 35 cm de profondeur
- * **pétrocalcarique** = présence d'un horizon **Km** à > 35 cm de profondeur

Intergrades Calcisols-Calcosols

Aci ou LAci / Sca

Calcosol décarbonaté en surface

Aci ou LAci / Sci / Sca

Calcisol bathycarbonaté

Intergrade Calcisols-Brunisols

A /ou LA / Sci

Calcisol insaturé* en surface (rattachement imparfait)

* *rapport S/CEC < 80 %*

Distinction Calcisol / Brunisol Eutrique

(cf. "s. bruns calciques" vs "s. bruns eutrophes")

voir ci-dessous

4. Les BRUNISOLS

Typiquement, solums avec séquence d'horizons **A / S / C ou M**

A et S ne sont pas carbonatés ni calciques, ni franchement vertiques...

Horizon **S** « **structural** » **haplique** », **bien structuré et bien aéré**.

Autrefois, ils étaient nommés « sols bruns ». Mais comme de nombreux « sols bruns » étaient gris, ocre ou verts... ce terme a été abandonné. Ce sont des sols « **brunifiés** » non argilluviés. Leur pédogenèse est marquée par la « **brunification** » : des **altérations modérées** et une faible néogenèse de minéraux argileux secondaires et d'oxyhydroxydes de fer. En A, formation du complexe [**argile** + **MO humifiées** + **fer**] (= A biomacrostructuré).

On observe les **brunisols** surtout sous les climats tempérés, atlantiques ou semi-continentaux, quand la pédogenèse est encore récente (sols « jeunes » ou rajeunis) ou bien, pour des sols plus anciens :

lorsque les transferts de particules argileuses sont ralentis par un facteur stationnel, faible perméabilité du matériau parental, par exemple ;

lorsque l'altération des minéraux primaires, libérant une quantité d'argile plus élevée en surface qu'en profondeur, compense ou masque une certaine éluviation d'argile (cf. lames minces).

Quelle que soit son nom, cette catégorie de sols est une sorte de « poubelle »... Regroupe ceux qui ne sont pas lessivés, pas podzolisés, pas trop engorgés, pas carbonatés, pas calciques, pas iso-sableux, pas planosoliques, pas pélosoliques... C'est la catégorie de la WRB à laquelle on arrive en suivant la clé quand on a éliminé toutes les autres (→ les **Cambisols**).

Deux Références seulement, en fonction du taux de saturation du complexe d'échange (rapport S/CEC – si CEC déterminé à pH 7 méthode Metson), critère jugé essentiel pour ce GER.

BRUNISOLS EUTRIQUES	S/CEC > 50 %	<i>qualificatifs</i>
	si S/CEC > 80 %	saturés ou resaturés
	si S/CEC entre 50 et 80 %	mésosaturés
BRUNISOLS DYSTRISQUES	S/CEC < 50 %	
	si S/CEC entre 20 et 50 %	oligosaturés
	si S/CEC < 20 %	désaturés

Comment distinguer CALCISOLS et BRUNISOLS EUTRIQUES saturés ?

Dans les 2 cas, la séquence est : horizon A / horizon S, tous deux saturés en calcium.

S'il existe un stock de calcium sous forme de carbonates **en amont, dans le MP sous-jacent** ou **dans des EG**, → rattachement de préférence aux **Calcisols**. Si un tel "réservoir" de carbonate de calcium n'existe pas, rattachement plutôt aux **Brunisols Eutriques saturés** (solums ayant reçu des ions Ca^{2+} en provenance de la partie haute des versants, solums issus de roches magmatiques basiques).

Comment distinguer ALOCRISOLS et BRUNISOLS DYSTRISQUES ?

Chez les Brunisols Dystriques, existence d'un **horizon S** dont 3 caractères le distinguent bien de l'horizon S aluminique Sal, en interdisant le rattachement aux **alocrisols** : structure en agrégats, mais non microgrumeleuse ; $pH_{eau} > 5,0$; faible proportion d' Al^{3+} sur le complexe adsorbant.

Pourquoi avoir abandonné les mots "eutrophe", "mésotrophe" et "oligotrophe" ? Par ce que le rapport S/CEC est loin d'être le seul facteur de la nutrition des plantes (suffixe *-trophe*)...

5. Les ALOCRISOLS

L'horizon S "aluminique" Sal (obligatoire)

Il est défini par la dominance des **composés minéraux de l'aluminium** dans la solution du sol et par une **structure** spécifique, "**microgrumeleuse**" (= "*fluffy*"). Laquelle résulte de la combinaison et/ou de l'association d'une structure polyédrique subanguleuse et d'une structure grumeleuse très fine.

L'horizon A est désaturé ou oligosaturé.

MP : roches cristallines acides, altérites de schistes...

Caractéristiques analytiques du Sal

- pH acide ou très acide ($< 5,0$), tamponné par l'aluminium ;
- Al^{3+} varie de 2 à 8 cmol^+/kg , parfois plus ; soit de 20 à 50 % de la CEC ;
- rapport $\text{Al}^{3+}/\text{S} > 2$, pouvant atteindre 20 ;
- taux de saturation très faible, rapport $\text{S}/\text{CEC} < 30 \%$ (le plus souvent $< 20 \%$) ;
- dans la fraction argile, les vermiculites sont aluminisées.

Alocrisols Typiques

A / Sal / C ou **Ah / Sal / C** (**AT à horizon A humifère**)

Alocrisols Humiques

Aho* / Salh / C ou **Aho / Salh / Sal / C** * hor. A hémiorganique

Dès que mis en culture, fertilisé et amendé, Al^{3+} est chassé du complexe adsorbant, l'**alocrisol** disparaît. Donc : sols typiquement forestiers (Massif armoricain, Morvan, ...).

Les **alocrisols** correspondent aux anciens "*sols bruns acides*" et à certains "*sols bruns ocreux*". Certains solons anciennement dénommés "*rankers alpins*" et "*rankers humifères*" sont désignés désormais comme **Alocrisols Humiques**.

6. Les VERTISOLS

Leur existence est liée à des MP très argileux et à **dominance des smectites** (argiles gonflantes).

2 origines : sédiment argileux smectitique, éventuellement un peu calcaire (cas de la France métropolitaine = **Lithovertisols**) ou [altérations intenses de roches cristallines basiques + accumulation en position basse dans le paysage en milieu confiné des cations libérés sous climats à saison sèche marquée] → néogénèse d'argiles riches en Mg = **Topovertisols** (Afrique, Inde).

En conséquence : forts mouvements de rétractation après dessiccation. D'où, en périodes sèches, ouverture de **fentes de retrait** larges (1 à 10 plusieurs cm) et profondes (jusqu'à un mètre).

Dès les premières pluies, réhumectations différentielles, gonflements anisotropes → mouvements de masses internes (pédoturbation) → traits typiques de l'**horizon V** : agrégats à **angles obliques, faces de glissement** (*slickensides*) et, en surface, **microrelief "gilgai"** (de qq cm à 1 m, mais non obligatoire). Terrains instables, dégâts aux constructions, poteaux et clôtures affectés...

Succession d'horizons (non calcaires) : **A ou Av / SV / V / C ou M ou R (SV et V obligatoires)**

Structures de tous les horizons : très affirmées et très anguleuses, plutôt fines en partie supérieure, plus grossières en profondeur, agrégats denses et compacts.

Propriétés physiques et chimiques : taux d'argile > 45 %, CEC élevée ; complexe saturé par Ca^{2+} et Mg^{2+} ; faible perméabilité, forte rétention de l'eau. Couleurs : noirs, rouges, gris, beige...

Exemples de **Lithovertisols** français : Gâtinais beauceron du Loiret ; anciens bas-marais de Limagne ; Grande-Terre de Guadeloupe...



Photo Idaho University.



Photo A. Ruellan



Photo Idaho University

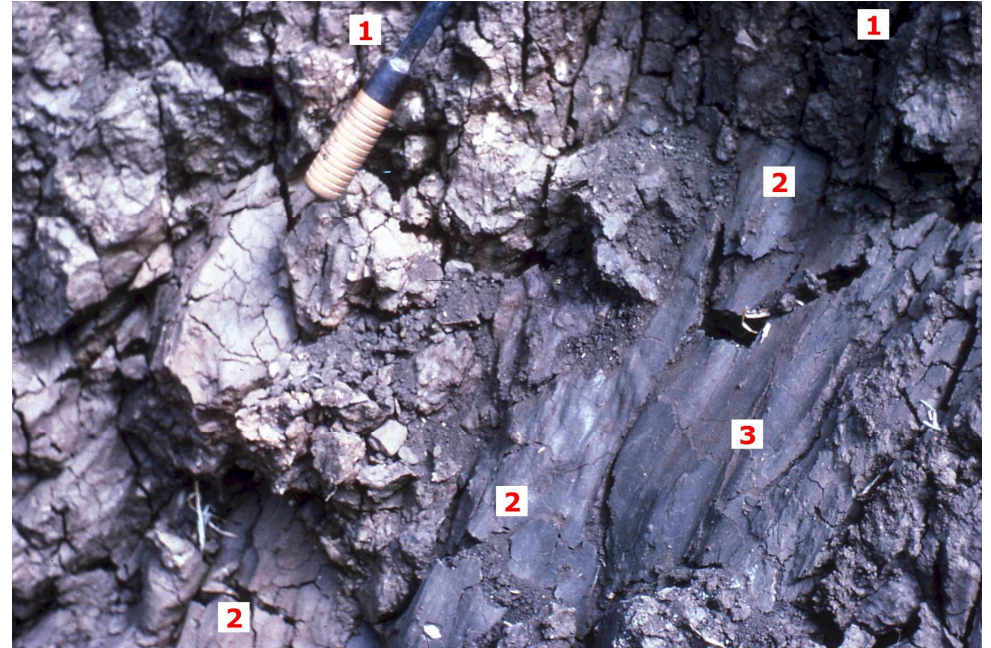


Photo A. Ruellan

Vertisols en cours de "dévertisolisation" superficielle

Certains solons sont nettement appauvris en argile et ne montrent plus de structures verticales en surface (**Paravertisols Hapliques**). Certains vont même jusqu'à présenter un mince horizon E ou Eg avec un contact planosolique (**Paravertisols Planosoliques**). Vus en Roumanie.

7. Les PÉLOSOLS

Concept allemand introduit en France par Duchaufour pour désigner des sols très fréquents en Lorraine. Les MP sont toujours des **sédiments argileux** : argiles bariolées du Trias, marnes, argilites...

Solums très riches en argile + une grande abondance de limons fins (tous les sols très argileux ne sont pas des pélosols). En outre, les pélosols se distinguent par 2 caractères spécifiques :

* une **faible évolution des minéraux argileux, hérités** du matériau parental. Faible libération du fer, inférieure à celle observée dans le cas des brunisols.

* un **comportement structural défavorable** de l'horizon Sp, lié à la proportion d'argiles semi-gonflantes. A l'état sec, structure à faible profondeur en gros polyèdres, puis, dès 30 ou 40 cm, prismes à faces gauchies et luisantes. En surface, peuvent apparaître de larges fentes de retrait (sauf dans le cas des **Pélosols Différenciés**). À l'état humide, le gonflement des minéraux argileux provoque la fermeture de la macroporosité et la structure devient plus massive. Le sol devient imperméable.

Lorsque le MP est calcaire, la partie supérieure du solum est décarbonatée, notamment l'ensemble de l'horizon Sp. Sols encore assez **peu différenciés** de leur MP.

L'horizon pélosolique Sp

Obligatoire pour définir les pélosols. Très argileux (plus de 45 % d'argile), il présente à l'état humide une structure polyédrique anguleuse très ajustée et une sur-structure prismatique ou polyédrique grossière bien visible en période sèche. Les fentes de retrait sont bien marquées en été et des caractères vertiques sont presque toujours présents. L'horizon Sp n'est jamais carbonaté ; il peut être encore saturé en cations alcalins et alcalino-terreux ou plus ou moins insaturé. Son pH n'est jamais acide. Des traits rédoxiques peuvent être visibles.

Le passage à l'horizon C est progressif et se manifeste surtout par un élargissement des agrégats.

Séquences d'horizons

A ou Av / Sp / C sous forêts. **LSp / Sp / C** sous cultures → **PÉLOSOLS TYPIQUES**

A / S / Sp / C sous forêts. **LS / S / Sp / C** sous cultures. L'horizon Sp apparaît à < 40 cm de profondeur. Les horizons supérieurs **A et S** présentent des **caractères de brunification** sur une faible épaisseur (couleur brune, libération de fer amorphe ou cryptocristallin) ; l'épisolum humifère est un mull → **PÉLOSOLS BRUNIFIÉS.**

Sous forêts, on constate fréquemment un **appauvrissement en argile** des horizons de surface, lequel correspondrait à une évolution en transition vers les planosols. Des argiles fines sont entraînées et évacuées latéralement en suspension par les eaux circulant dans les 30 premiers centimètres du solum, grâce une plus forte macroporosité.

Lorsque l'appauvrissement en argile est suffisamment prononcé, un horizon éluvial Eg se différencie → **PÉLOSOLS DIFFÉRENCIÉS.**

Séquence d'horizons : **Ae / Eg / Sp / C** (sous forêts).

Des pélosols bilithiques ?

En Lorraine, il existerait aussi des **solums bilithiques**, dans lesquels les horizons de surface, beaucoup moins argileux, correspondraient à de **minces dépôts limoneux allochtones**.

Sous cultures, le travail du sol et l'érosion font souvent disparaître cette différenciation texturale, lorsqu'elle est faible ou qu'elle existe sur une faible épaisseur.

Séquence d'horizons : **Ae / E ou Eg / IISp / IIC**

Des propriétés agronomiques très défavorables

* structures trop grossières à sec ; dessèchement rapide des horizons de surface

* en période humide, solum très imperméable à structure massive très difficile à pénétrer pour les racines, même par les arbres → engorgement des horizons de surface, particulièrement dans le cas des **Pélosols Différenciés**. Les eaux météoriques s'accumulent à très faible profondeur au contact d'un plancher structural situé à la base des horizons A, E ou LE.

Différences avec les vertisols

Les smectites ne sont pas les argiles dominantes des pélosols ; s'ils sont présents, les caractères vertiques des pélosols ne sont pas suffisamment marqués, et on ne peut reconnaître ni horizon V ni horizon SV. Dans le cas des pélosols, il n'y a pas de pédoturbation généralisée, ni tendance à l'homogénéisation du solum allant à l'encontre de la différenciation d'horizons. Les pélosols ne montrent pas de néogenèse de smectites comme dans le cas des **Topovertisols**.

Différences avec les brunisols argileux

Dans le cas des brunisols, l'accroissement de l'altération entraîne la formation d'un **horizon S** non pélosolique d'épaisseur notable. Dans un brunisol argileux, la structure des horizons S est polyédrique et stable, n'entraînant pas de fermeture de la macroporosité en période humide, et par conséquent pas d'asphyxie dans les horizons de surface.

Différences entre Pélosols Différenciés et Planosols Typiques

Entre ces deux références, il existe de grandes ressemblances.

Dans le cas des Planosols Typiques, l'épaisseur des horizons E éluviaux est le plus souvent > 30 cm et il y a un **changement textural brusque**, avec contact subhorizontal.

Avec le temps, les Pélosols Différenciés vont probablement évoluer progressivement vers les **Planosols Typiques** sauf si il y a érosion des horizons supérieurs.

La ressemblance est encore plus grande avec les Planosols Typiques un peu tronqués.

8. Les FLUVIOSOLS

Ils ont été distingués par le mode de mise en place de leur MP et surtout par leur situation géomorphologique et leur fonctionnement hydrique.

- ils sont développés dans des **alluvions fluviales ou lacustres récentes** (si dépôts marins et fluvio-marins → thalassosols), mis en place par transport, puis sédimentation en milieu aqueux.
- ils occupent toujours une **position basse** dans les paysages, celle des vallées où ils constituent les lits mineur et majeur des rivières, à l'exclusion des terrasses (hors vallées actuelles) ;
- ils sont marqués par la présence d'une **nappe phréatique alluviale** permanente ou temporaire à fortes oscillations et ils sont généralement **inondables** en période de crue (sauf endiguement). Ces inondations sont susceptibles de **tronquer** le solum ou, au contraire, de générer de **nouveaux apports** sédimentaires.

Matériaux parentaux (alluvions récentes)

Peuvent être très homogènes ou très hétérogènes. Toutes compositions granulométriques et minéralogiques (selon natures des roches et sols du bassin versant). Un tri a cependant été effectué en fonction de la résistance des minéraux, de leur densité et de leur granulométrie*.

Pédogenèse

Faute de temps, les altérations des minéraux primaires sont nulles ou faibles. Une certaine évolution peut se traduire par de faibles redistributions de fer, de CaCO₃ etc.

Remarque : Les **histosols fluviques** sont traités à part.

Horizons de référence

Pas d'horizons de référence spécifiques, mais on peut y reconnaître :

- des horizons **A** organo-minéraux typiques (biomacrostructurés) ou **Js** ("jeunes") ;
- des horizons **S**, **Sca** ou **Sci** typiques, c'est-à-dire à structure en agrégats anguleux nette (cas des **Fluvisols Typiques et Brunifiés**) ou atypiques (horizons **Jp**) ;
- des horizons réductiques **G** à > 50 cm de profondeur, sinon → **réductisols fluviqes** ;
- des horizons **-g** ou **g** à > 50 cm (qualificatifs **rédoxique** ou **à horizon rédoxique de profondeur**)

Cas particulier des Fluvisols Brunifiés :

Ils occupent le lit majeur des grandes vallées et sont encore soumis aux plus fortes inondations. Ils sont souvent argilo-limoneux ou argileux, plus riches en MO que les Fluvisols Typiques et présentent l'aspect de sols brunifiés à horizons S ou Sca ou Sci bien exprimés.

Le plus souvent, séquence d'horizons de référence :

A ou Aca ou Aci ou LA / S ou Sca ou Sci / (M) / D (**D** = grève alluviale).

Rattachements doubles ? Hiérarchie des critères !

- * Réductisol Typique fluviqes (si G débute à < 50 cm et non Fluvisol Typique réductique car "réductique" signifie qu'un horizon G apparaît entre 50 et 80 cm de profondeur (*cf. p. suiv.*).
- * Rédoxisol fluviqes = FLUVIOSOL-RÉDOXISOL peu ≠
- * Fluvisol Brunifié calcaire sera préféré à Calcosol fluviqes car donne une information plus riche.
- * Histosol Fibrique fluviqes et non ~~Fluvisol-Juvenile-histique~~ car le qualificatif "histique" n'existe pas ! Si horizons H en profondeur → qualificatif **bathyhistique**

Avec toutes les *références* fluviqes, ils forment un ensemble à mettre en valeur cartographiquement.

9. Les RÉDOXISOLS et les RÉDUCTISOLS

Solums pour lesquels on juge que les phénomènes d'engorgement (temporaires ou quasi-permanents) sont d'importance majeure (les histosols sont exclus).

Horizons de référence : **-g ou g** et **Gr, Go ou Ga**

Une grande importance est donnée aux **profondeurs d'apparition** de ces horizons (supposés refléter un fonctionnement hydrique effectif).

- * à moins de 50 cm **-g ou g** rattachement simple ou **double*** aux **Rédoxisols**
G rattachement simple aux **réductisols**
- * entre 50 et 80 cm → à d'autres références + qualificatif "**rédoxique**" ou "**réductique**"
- * entre 80 et 120 cm → à d'autres références + qualificatif "**à horizon rédoxique de profondeur**" ou "**à horizon réductique de profondeur**"
- * à plus de 120 cm pas de prise en compte (contrainte négligeable).

Attention : il peut y avoir disjonction complète entre une morphologie rédoxique et le fonctionnement hydrique actuel (paléoclimat, assainissement agricole) ! D'où les qualificatifs "**paléorédoxique**" et "**à hydromorphie fossile**" Attention également aux matériaux dénués de fer qui, tout en étant engorgés, ne manifestent aucun signe hydromorphe.

Ces catégories servent aux définitions sur des bases pédologiques des "Zones Humides" (arrêtés du 24 juin 2008 et du 1^{er} octobre 2009). Mais utilisation difficile !

10. Les PODZOSOLS

Facteurs de la podzolisation : un **MP acide**, très **pauvre chimiquement** et dénué d'argiles sur lequel agit

- un **climat très froid et humide*** (Scandinavie, nord de la Russie et du Canada, altitude)
- et/ou une **végétation acidifiante** (résineux, landes à bruyères - Forêt de Fontainebleau, Landes de Gascogne).
** il en existe sous climats tropical humide !*

→ forme d'humus de type **MOR** ("humus brut") (+ rarement moder) ; accumulation de MO peu décomposées en surface (**horizons OF et OH**), mais aussi molécules organiques capables d'altérer les rares minéraux altérables et de former des **complexes organo-métalliques**, ayant la propriété de **migrer** dans le solum. En conséquence :

- altération des minéraux altérables dans la partie supérieure (**acido-complexolyse**). → formation d'un **horizon E** de teinte claire (parfois masqué par les MO) ;
- transferts vers le bas de complexes [MO+fer], [MO+Al] voire [MO+ETM],
- qui précipitent et s'accumulent en profondeur sous la forme de minces **horizons BPh** plutôt "humiques" (brun-noir) au-dessus d'**horizons BPs*** plutôt "ferriques" (ocre-rouille – absents dans certains **podzosols**). L'aluminium, pourtant abondant dans les BP, est invisible car incolore.
** D'où le "s" de BPs = "sesquioxydique" (Al_2O_3 et Fe_2O_3).*

L' **horizon podzolique BP** obligatoire pour définir les **podzosols**. Il est caractérisé par une **accumulation absolue de produits amorphes** constitués de **MO** et d'**aluminium**, avec ou sans **fer**.

8 Références définies selon :

- la présence ou l'absence d'un horizon E,
- le caractère plus ou moins humifère de celui-ci,
- le caractère meuble ou cimenté de l'horizon BP,
- la présence ou non d'une ségrégation de fer durci (horizon placique),
- le contraste entre horizons et la rapidité des transitions.

Lorsque la forme d'humus est un **mor**, l'horizon A est absent. L'horizon noir organo-minéral superficiel est un **horizon Eh** (imprégné de MO de diffusion).

Podzosols Ocriques	O / A ou Ae / BP meuble / C	
Podzosols Meubles	O / (Ae) / E / BP meuble / C	
Podzosols Humiques	O / (Ae) / Eh / BPh ou BPs meubles / C	
Podzosols Duriques	O / (Ae) / E / BP cimenté* / (BP) / C	<i>* alios podzologique</i>
Podzosols Humo-duriques	O / (Ae) / Eh / BP cimenté* / (BP) / C	<i>* alios podzologique</i>
Podzosols Éluviques	O / (Ae) / E / C	un BP existe, latéralement, plus bas....
Podzosols Placiques	O / Ae / E / Femp* / BP ou O / Ae / Femp* / BP.	
Post-podzols	LA / BP ou LA ou LE / E / BP	Solums cultivés.

L'horizon labouré a donc repris les horizons O et A et une partie ou la totalité des horizons E et BP.

Existence de **micro-podzols** (épais de 10 à 20 cm) à la surface de **luvisols** ou de **planosols**.

11. Les PEYROSOLS

Anecdote personnelle : un jour, lors d'une tournée dans l'Hérault on nous a annoncé un "*sol fersiallitique*" sur alluvions de l'Orb. En arrivant au bord de la fosse, je n'ai vu que de gros galets avec un petit peu de terre interstitielle vaguement rougeâtre !

Deuxième exemple : les sols du haut du **Mont Ventoux** (étudiés par V. Vergès - 1982). Forêt initiale disparue. En surface, on ne voit que des pierres calcaires... L'étude a montré que, sous les pierres, il y avait de la terre fine en quantité notable... tout à fait capable d'accueillir un reboisement avec des cèdres (en cours).

Troisième exemple : les sols du vignoble de **Châteauneuf-du-Pape**, développés dans les terrasses anciennes du Rhône. *cf. photos*

C'est pourquoi il a été décidé que ces sols où les EG prenaient une telle importance devaient être considérés à part. La prise en considération des seules propriétés de la terre fine (minoritaire) n'était pas défendable. Outre les contraintes agronomiques, cette dominance des EG > 2 mm a aussi une signification pédogénétique. Initialement (1995) les graviers avaient été exclus, comme générant moins de contraintes.

Difficile de trouver un nom : CAILLOUTOSOLS, PIERROSOLS n'ont pas plu ! PÉTROSOLS, RUDISOLS abandonnés. La racine "cr-" (terrains pierreux) était trop voisine de "cryo-" (gel).

PEYROSOL pierrique leptique du Mont Ventoux

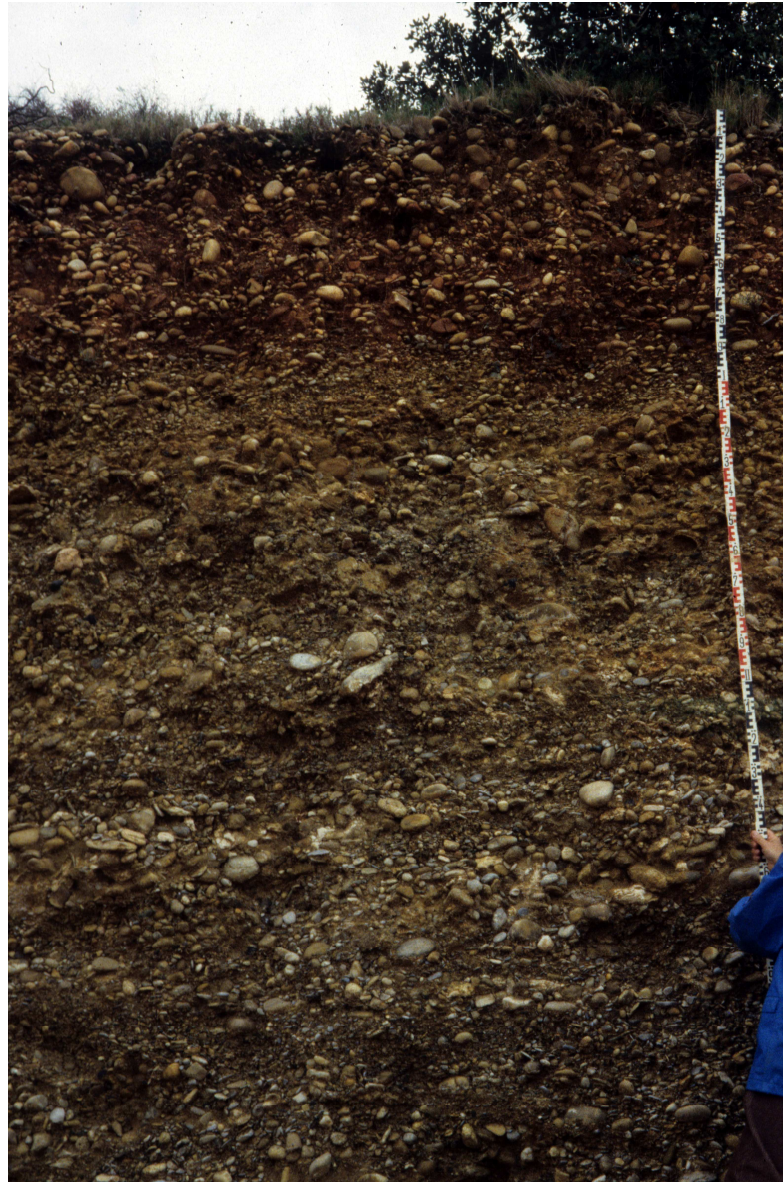


Photo : M. Jamagne



Vignes de Châteauneuf-du-Pape

Terrasses d'alluvions anciennes du Rhône.



Vue en coupe

12. Les ARÉNOSOLS

Définis comme **uniformément sableux** (> 65 % sables) jusqu'à une profondeur de 120 cm, sans influence majeure d'engorgements à moins de 50 cm (sinon rattachement → **Rédoxisols**), ni apparaissant entre 50 et 80 cm (sinon rattachement imparfait → **Arénosols rédoxiques**).

Développés dans des **MP très sableux** (dunes littorales, sables de Fontainebleau, sables du Perche, terrasses d'alluvions anciennes...) mais pas dans des alluvions sableuses (→ **fluviosols sableux**).

Sous forêts, pelouses ou prairies, les horizons de surface humifères peuvent présenter une structure grumeleuse ou polyédrique émoussée fragile (horizons A).

Tous les horizons plus profonds montrent une **structure particulière**... et sont difficiles à coder.

Ils sont peu différents de l'horizon C sableux ou de la couche M sableuse sous-jacente, ils sont juste quelque peu décompactés et un petit peu de MO. C'est pour eux, notamment, qu'ont été prévus les horizons **Js** (J de surface) et **Jp** (J de profondeur).

Pas de minéraux altérables... un tel MP ne peut pas donner naissance à un luvisol (car pas d'argile à "lessiver") !

Selon la nature et l'évolution de la végétation, sur une durée suffisante (> 100 ans) :

* si demeuré sous feuillus → **Arénosol**

* si sous résineux, bruyères, landes → MO à nature et dynamique particulières → **podzosol** pauvre en fer.

13. Les RANKOSOLS

Solums peu différenciés et peu épais, ni calcaires ni calciques. Origines diverses.

Rankosols d'érosion : la faible évolution est liée uniquement à une situation sur pentes fortes et à un rajeunissement permanent : ils peuvent être observés à tous les étages bioclimatiques.

Les autres **Rankosols** résultent d'un équilibre avec le climat et la végétation : ils sont localisés dans des zones de hautes altitudes (**Rankosols alpins**) ou de hautes latitudes **Rankosols arctiques**). La T° moyenne, très basse, y ralentit l'activité biologique et les processus biochimiques d'altération.

La séquence d'horizons de référence est : **O (facultatif) / A ou LA / R (obligatoire)**

En outre, les **quatre caractères** suivants sont **obligatoires** :

- les horizons A ou LA et la **couche R** ne sont **pas carbonatés** ;
- **EG non calcaires abondants** (> 25 %, mais < 60 % ; sinon → **Peyrosols**) ;
- la teneur en **carbone organique** en A ou LA est < 8 %, le plus souvent < 5 % ;
- l'**épaisseur** de l'ensemble [O + (A ou LA)], hors horizon OL, est > **10 cm** (sinon → **Lithosols**), mais < **35 cm** ;

14. Les ORGANOSOLS

Les organosols sont constitués **uniquement** d' **horizons organiques O** (> 30 % de C organique) et/ou d'horizons **A hémiorganiques Aho** (> 8 % de C organique). Pas d'horizon H.

Ces MO, qui évoluent en conditions aérobies, ne se minéralisent que très peu ou très lentement (facteurs limitants climatiques ou chimiques), et donc s'accumulent, soit sous la forme d'horizons **OH** ou **OHta (tangel)**, soit dans un horizon **Aho**.

Organosols Holorganiques

Ils comportent uniquement des horizons holorganiques OF et/ou OH et/ou OHta.

OF / C, M ou R ou **OF / OH / C, M ou R** ou **OF / OHta / R** (le plus souvent Rca)

Organosols Calcaires

Présence d'un horizon Aca hémiorganique (> 8 % de C organique -codé Acaho).

OF / OH / Acaho / C, M ou R ou **Acaho / C, M ou R**.

Organosols Saturés

Non carbonatés - horizon Aho saturé ou subsaturé (rapport S/CEC > 80 %) dès la surface.

OF / OH / Aho / C, M ou R ou **Aho / C, M ou R**.

Organosols Insaturés

Rapport S/CEC est < à 80 % sur au moins 20 cm à partir de la surface

OF / OH / Aho / C, M ou R ou **Aho / C, M ou R**

15. Les RÉGOSOLS et les LITHOSOLS

Soit sols vraiment très jeunes, soit sols presque totalement érodés.

Moins de 10 cm de "sol" (sans compter les horizons OL) au-dessus d'une couche M (Régosols) ou R (Lithosols).

Un Régosol peut être approfondi par toutes sortes d'outils... ... un Lithosol ne peut pas... sauf si utilisation de "grands moyens" (par ex. défonceuses, dynamite).

Références bibliographiques

- Baize D., 1995 - Les sols argileux appauvris en argile sous climat tempéré humide. Planosols texturaux, Pélosols Différenciés et autres solums. *Étude et Gestion des Sols*, 2, 4, pp. 227-240.
- Baize D., 2012 – Les "terres d'Aubues" de Basse Bourgogne : nouvelle synthèse et bilan de matières à très long terme. *Étude et Gestion des Sols*, 19, 3-4, pp. 139-161.
- Jamagne M., 1978 – Les processus pédogénétiques dans une séquence évolutive progressive sur formations limoneuses lœssiques en zone tempérée froide et humide. *Comptes Rendus Acad. Sciences, Paris*, 286, pp. 25-28.
- Jamagne, M. et Pédro, G., 1981 - Les phénomènes de migration et d'accumulation de particules au cours de la pédogenèse sur les formations limoneuses du Nord de la France. Essai de caractérisation du processus de "lessivage". *Comptes Rendus Acad. Sciences*, 292, pp. 1329-1332.
- Roque J., 2007 - Carte pédologique de France à moyenne échelle. Feuille Meaux. Notice explicative. INRA Orléans, 196 p.
- Duchaufour P., 1951 – Lessivage et podzolisation. *Revue Forestière Française*, 1951, n°10, pp. 647-652.
- Duchaufour P., 1948 - Recherches écologiques sur la chênaie atlantique française. *Annales de l'E.N.E.F.*, thèse, 332 p.
- Robin A.M., 1993 - Catalogue des principales stations forestières de la Forêt de Fontainebleau. UPMC et ONF, mars 1993, 371 p.
- Vergès V., 1982 - Contribution à l'analyse et à la représentation cartographique des formations pédologiques en moyenne montagne calcaire (Mont Ventoux, France). Thèse 3^e cycle, Univ. Paris 7, 226 p.