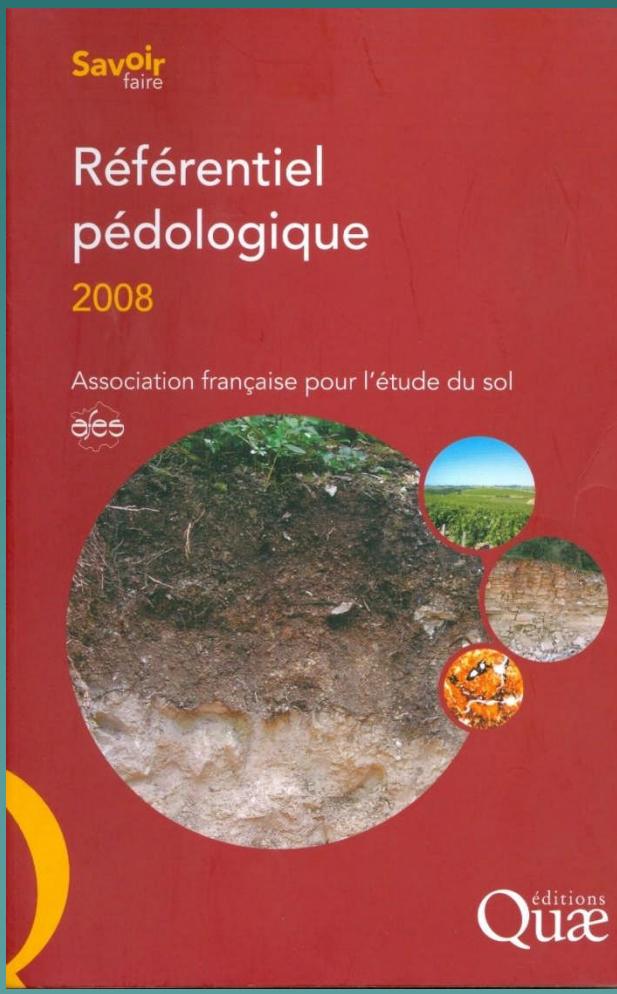
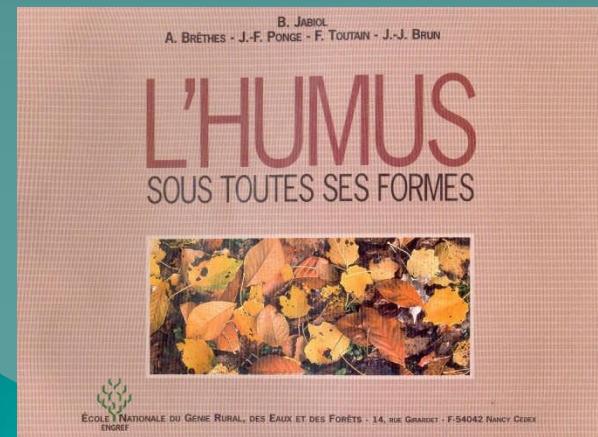


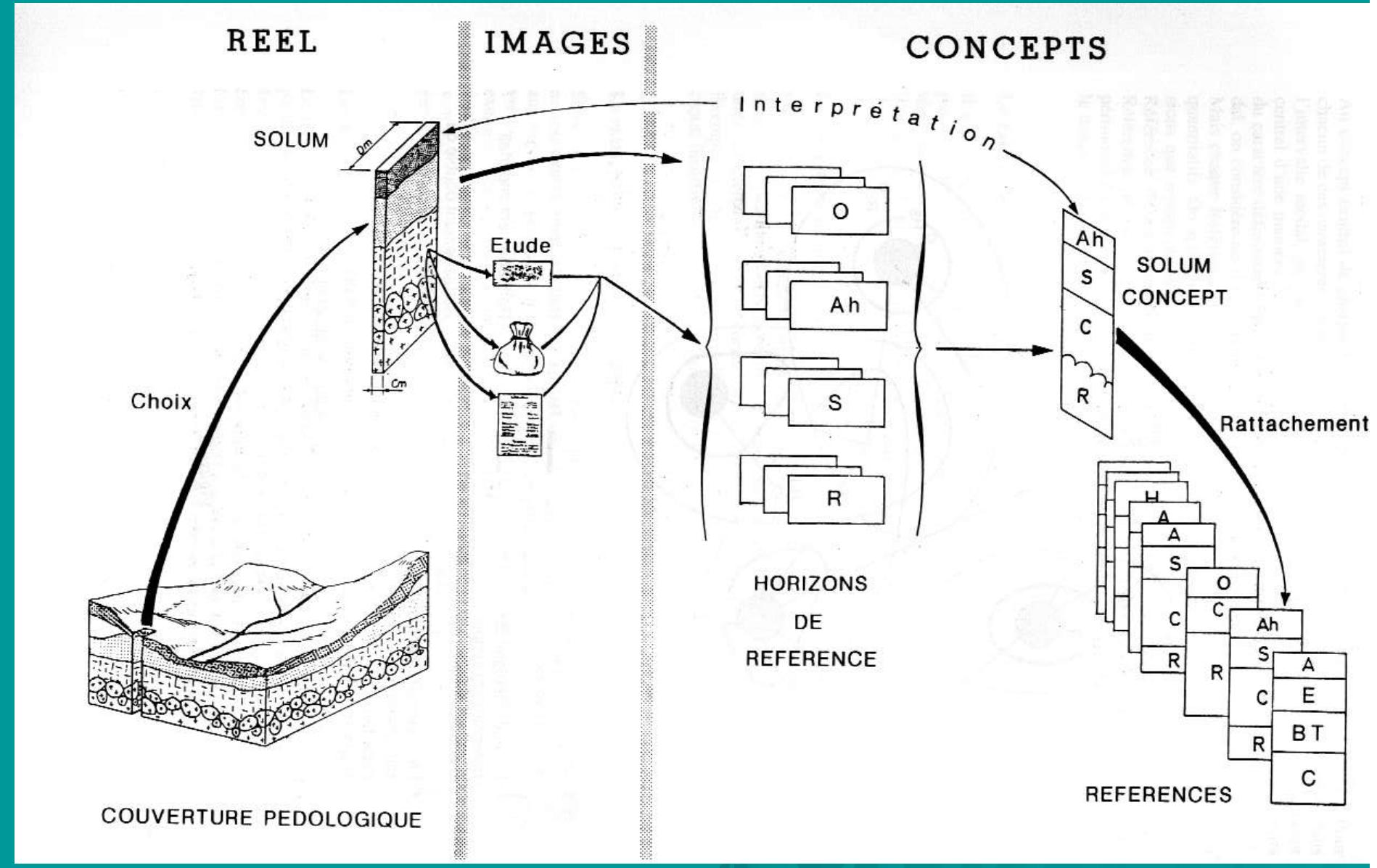
Typologie des sols



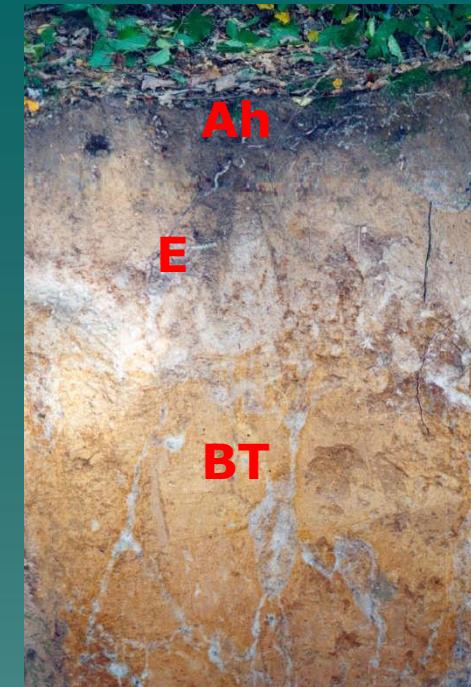
Chapitre 6



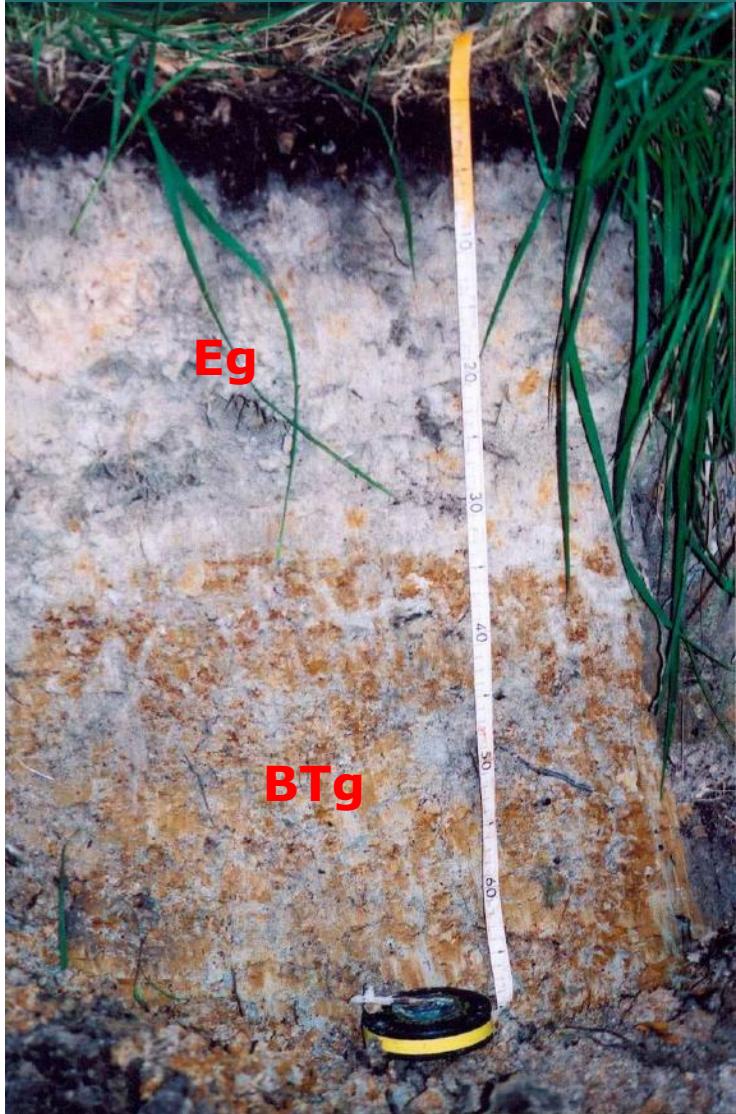
Référentiel Pédologique Français



Horizons de Référence



Horizons de Référence



Horizon de
pseudogley =
Horizon
rédoxique

I. Solums carbonatés et saturés



RENDOSOL
Rendzine

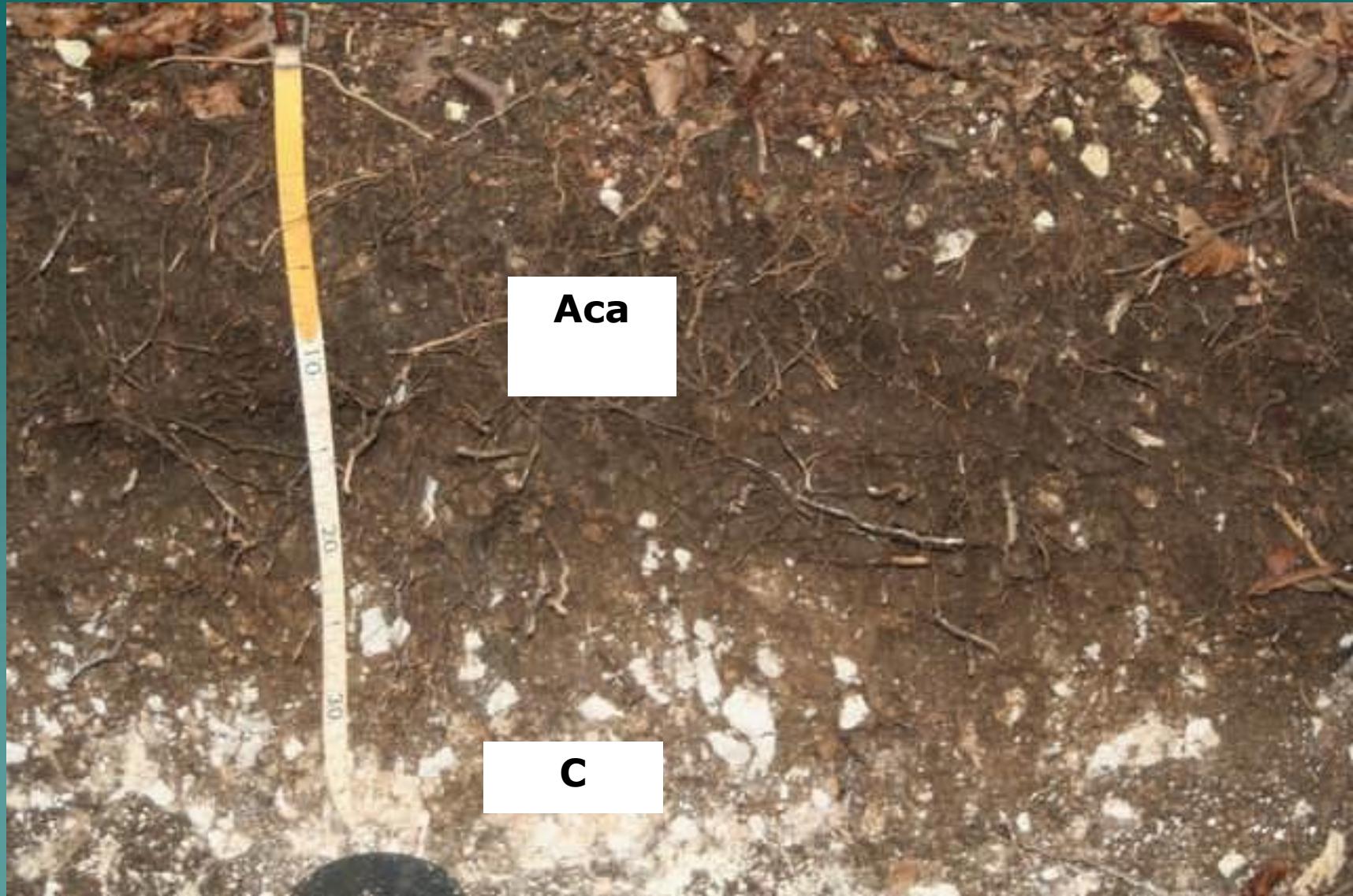


CALCOSOL Sol brun calcaire



CALCISOL
Sol brun calcique

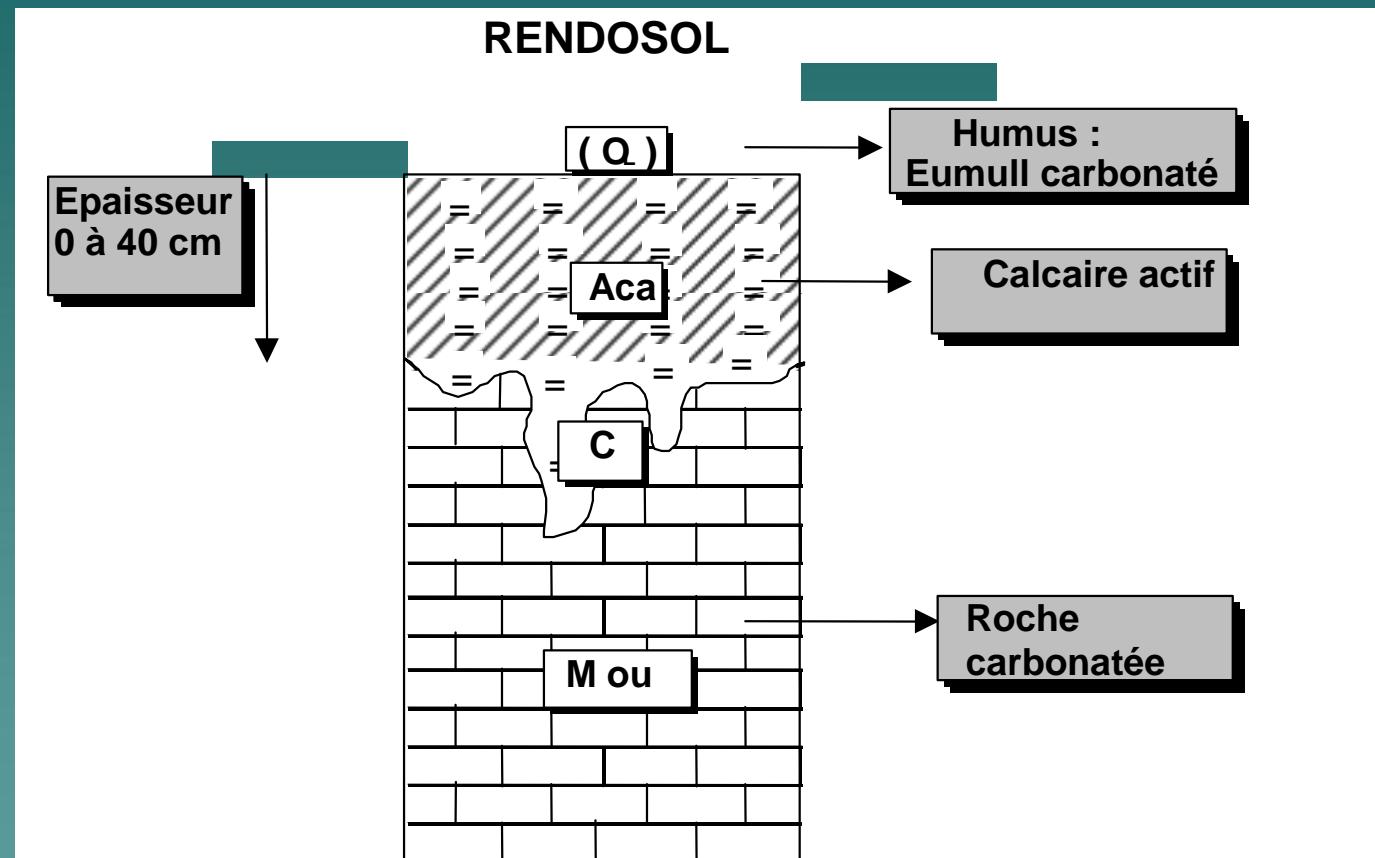
1.RENDOSOL (Rendzine, CPCs)



1. RENDOSOL (Rendzine, CPCS)

A) Solum diagnostique :

Aca / (C) / M ou R



- un horizon Aca ayant une C.E.C. élevée (30 à 50 meq / 100g) et saturé (S / T supérieur à 95 %) avec une nette dominance du Ca⁺⁺.
- PH supérieur à 7,5.
- profondeur inférieure à 40 cm.

RENDOSOL (Rendzine, CPCS)

◆ B) Les horizons de référence sont :

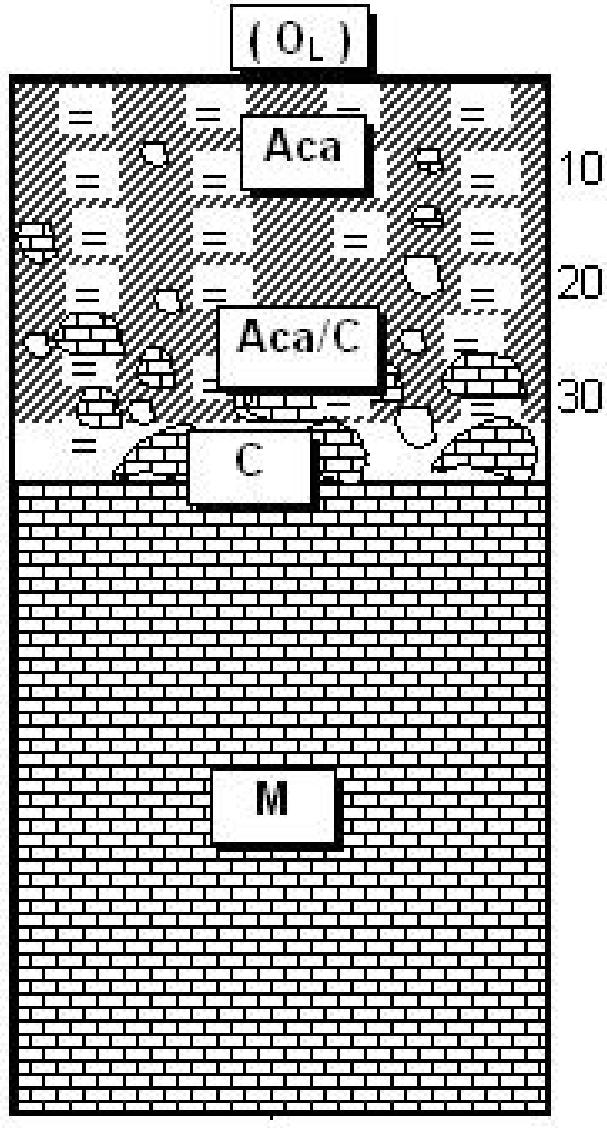
Aca (horizon A calcaire) :

- ◆ L'horizon Aca fait moins de 30-40 cm et possède les caractères suivants :
 - ◆ effervescence à Hcl généralisée à froid (présence de calcaire actif dans la terre fine) ;
 - ◆ taux de carbone : 1 à 8 % ;
 - ◆ structure bien développée, fine, de type grumeleuse (parfois grenue ou polyèdrique) ;
 - ◆ PH compris entre 7 et 8,7 ;
 - ◆ présence possible d'éléments grossiers calcaires ;
 - ◆ complexe adsorbant saturé (S / T supérieur à 95 %), principalement par Ca++.

C : horizon minéral de profondeur où la roche a subit une fragmentation importante ou / et une altération géochimique.

M : roche meuble ou tendre (craie, marne,...).

R : roche dure peu fragmentée (calcaire).



Aca (0 - 20 cm) : frais - limon argileux brun foncé (10 YR 3/1) - structure grumeleuse grossière très nette - charge en éléments grossiers assez forte (graviers et cailloux de silex, graviers de craie) - meuble - PH = 7,5 - Nombreuses racines très fines à grosses. Effervescence à HCL très forte généralisée

Aca/C (20 - 30/35 cm) : frais - argilo-limoneux, brun foncé (7,5 YR 4/3) - structure polyèdrique anguleuse grossière , très nette - charge en éléments grossiers assez forte (cailloux de silex) - débris de craie plus gros qu'en Aca et plus nombreux - peu compact puis assez compact - PH = 7,5 - 8 - Racines fines et grosses nombreuses . Effervescence à HCL forte localement.

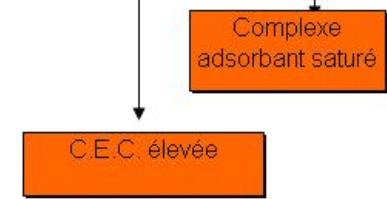
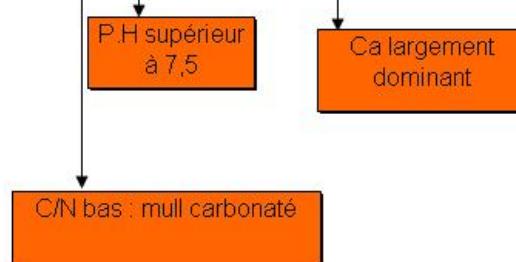
C (35-45 cm) : Craie altérée : de nombreux morceaux de craie dure et quelques silex pris dans une masse argilo-calcaire beige jaunâtre. Racines fines peu nombreuses.

M (45 - + cm) : Craie blanche

Horizon	Profondeur (cm)	Mat. Org. %	C %	N %	C/N	PH	Ca (meq / 100 g)	Mg (meq / 100 g)	K (meq / 100 g)	T (meq / 100 g)	S / T %
Aca	0-10	9,6	5,61	0,704	8	7,7	54,2	1,38	0,347	30,3	sat
Aca C	15-25	2,8	1,63	0,226	7	8,2	40,8	0,49	0,084	13	sat
C	35-45					9					

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES
DE L'ANALYSE CHIMIQUE

RENDOSOL



C) Propriétés

Sur le plan physique :

abondance fréquente d'éléments grossiers (sols difficiles à travailler) ; réserve d'eau généralement insuffisante en saison sèche (inconvénient pouvant être en partie compensé par une bonne pénétration des racines dans les horizons C, M ou R, ou encore par la porosité de la craie qui peut contenir une certaine quantité d'eau).

Sur le plan chimique :

- blocage de l'humification possible : les composés humiques étant stabilisés par l'abondance du calcaire actif, et protégés ainsi de la biodégradation. L'humus est alors du type mull carbonaté et l'horizon Aca prend souvent une couleur brun-noir traduisant l'abondance de matière organique (substances humiques évoluées).
- lorsque le calcaire actif devient abondant, le PH s'élève au-dessus de 7 : il en résulte plusieurs inconvénients : lenteur de la minéralisation de l'azote dont une grande partie est perdue par drainage sous la forme de nitrate, mauvaise représentation des ions K^+ et parfois Mg^{++} sur le complexe adsorbant, action insolubilisante du calcaire à l'égard du phosphore ou d'oligoéléments tels que le fer, manganèse, bore,

d) Potentialités forestières

Dépendent de la réserve en eau :

PELOUSE XEROPHILE

FRUTICEE (arbustes calcicoles)

FORET (hêtraie calcicole)

Réserve en eau
(et/ou humidité
atmosphérique)
croissante

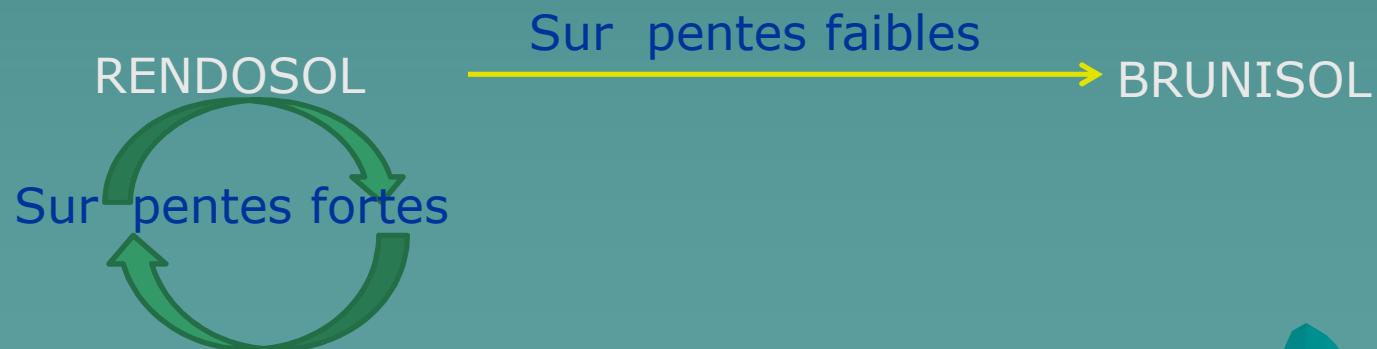


e) Types

L'horizon Aca , d'épaisseur comprise entre 10 et 40 cm, peut prendre différentes couleurs :

- noir : si la matière organique est abondante (12 à 15 % de M.O.) c'est le cas des RENDOSOLS humifères .
- en gris : si la matière organique est moins abondante : cas des pelouses xérophiles par exemple. le gris devient même presque blanc sur les pentes crayeuses constamment rajeunies par l'érosion.
- en brun : la matière organique n'est pas trop importante et ne masque plus la couleur brune des oxydes de fer. Le fer est en quantité assez importante. C'est le cas des « Rendzines brunifiées » de la C.P.C.S. .

f) Evolution



2. CALCOSOLS et CALCISOLS

2.1 Présentation

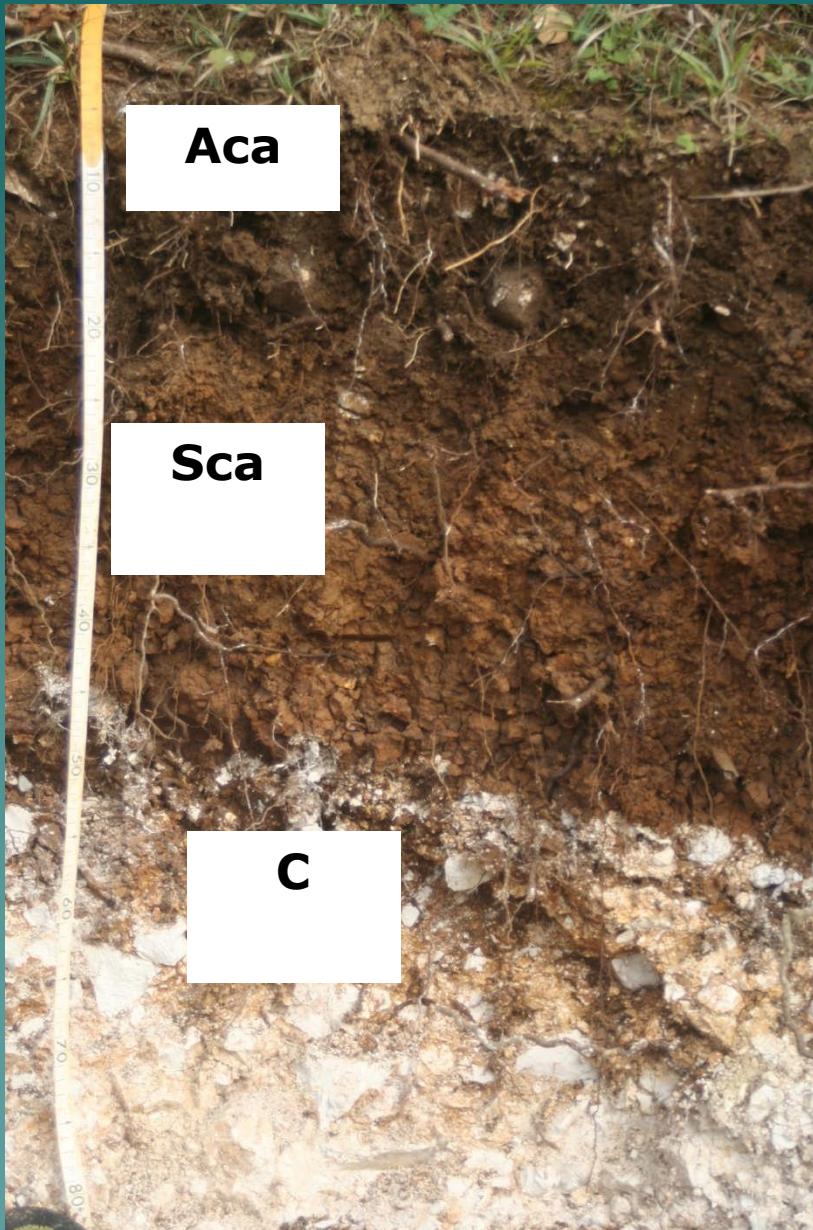


CALCOSOL Sol brun calcaire



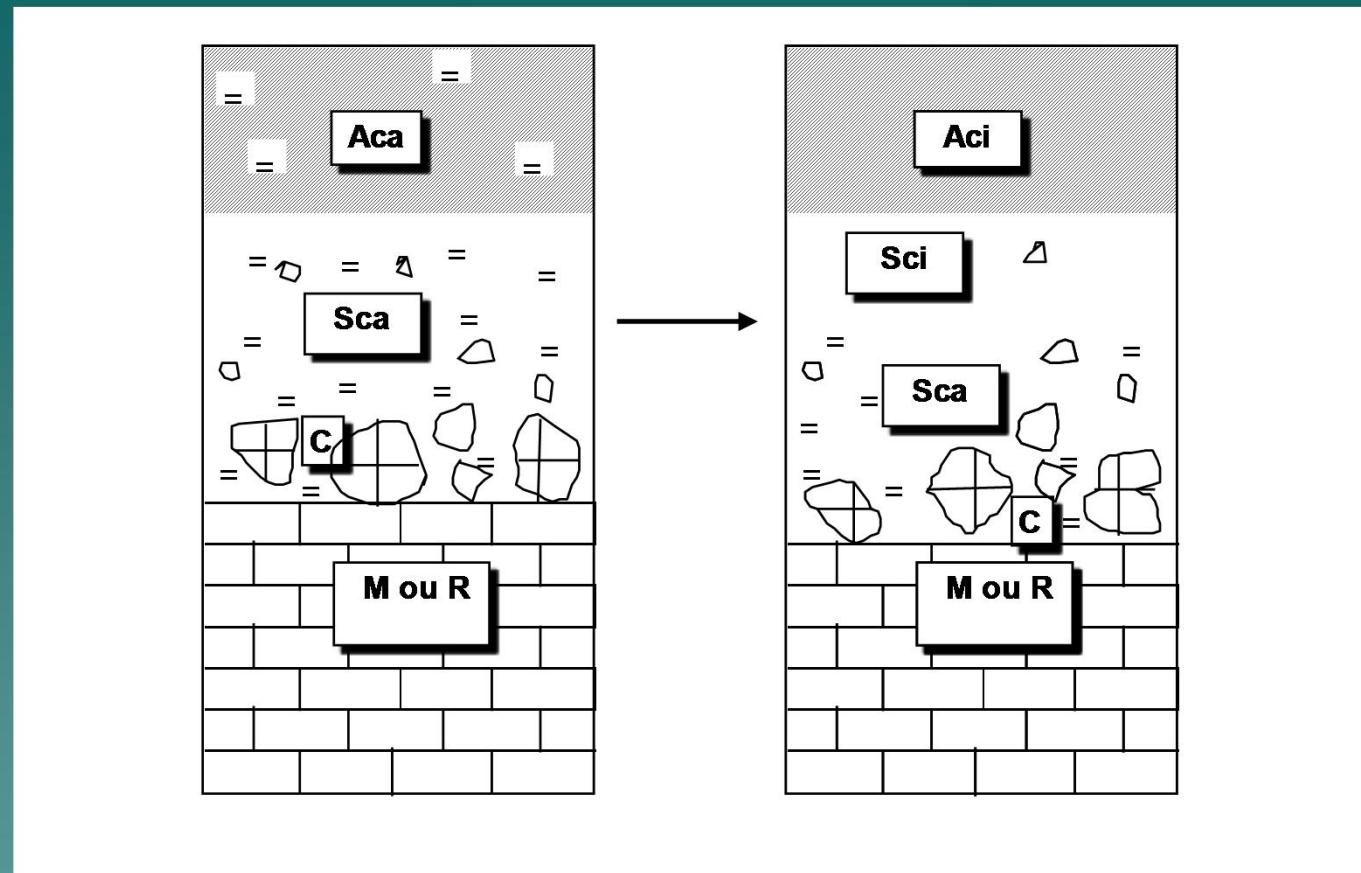
CALCISOL
Sol brun calcique

A.CALCOSOL (Sol brun calcaire, CPCS)



Solums diagnostiques :

CALCOSOLS



Aca / Sca / C / M ou R

Aci / Sci / Sca / C / M ou R

Horizons de référence :

Aca, C, M ou R : voir définitions plus haut.

Aci : horizon A calcique :

Horizon A non carbonaté dans la terre fine ou seulement ponctuellement ou localement, comportant peu ou pas d'éléments grossiers calcaires.

Le complexe adsorbant est saturé ou presque (rapport S / T supérieur à 80 %) principalement par Ca⁺⁺ qui domine largement (rapport Ca / Mg supérieur à 5).

Le taux de carbone est inférieur à 8 % .

Sca : horizon S calcaire :

Horizon S présentant une effervescence à HCl généralisée à froid (présence de calcaire actif).

Complexe adsorbant saturé (rapport S / T supérieur à 95 %), principalement par le Ca⁺⁺ .

Horizon comportant souvent des éléments grossiers calcaires.

Structure polyèdrique ou prismatique.

Taux de carbone inférieur à 1 % (sinon : notation Scah).

Le % d'argile de décarbonatation augmente par rapport à l'horizon supérieur.

Sci : horizon S calcique :

Horizon S non carbonaté (pas de calcaire actif) dans la terre fine ou seulement ponctuellement ou localement.

Structure polyèdrique ou prismatique.

Complexe adsorbant saturé ou subsaturé (rapport S / T supérieur à 80 %), principalement par le Ca⁺⁺ qui domine largement (rapport Ca / Mg supérieur à 5).

Taux de carbone inférieur à 1 % .

Le % d'argile de décarbonatation augmente par rapport à l'horizon supérieur.

Horizon	Profondeur (cm)	Mat. Org. %	C %	N %	C/N	PH	Ca (meq / 100 g)	Mg (meq / 100 g)	K (meq / 100 g)	T (meq / 100 g)	S / T %
Aca	0-10	5,5	3,2	0,3	9	8	38,6	0,5	0,197	16,4	sat
Sca	40-50	1,6	0,9	0,1	8	8	35,2	0,27	1,104	8,8	sat
Sca / C	80-90					8	38,3	0,24	0,144	13,1	sat

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES
DE L'ANALYSE CHIMIQUE

CALCOSOL

le taux de
carbone de Sca
est inf à 1 %

Le Ca domine
largement sur le
complexe adsorbant

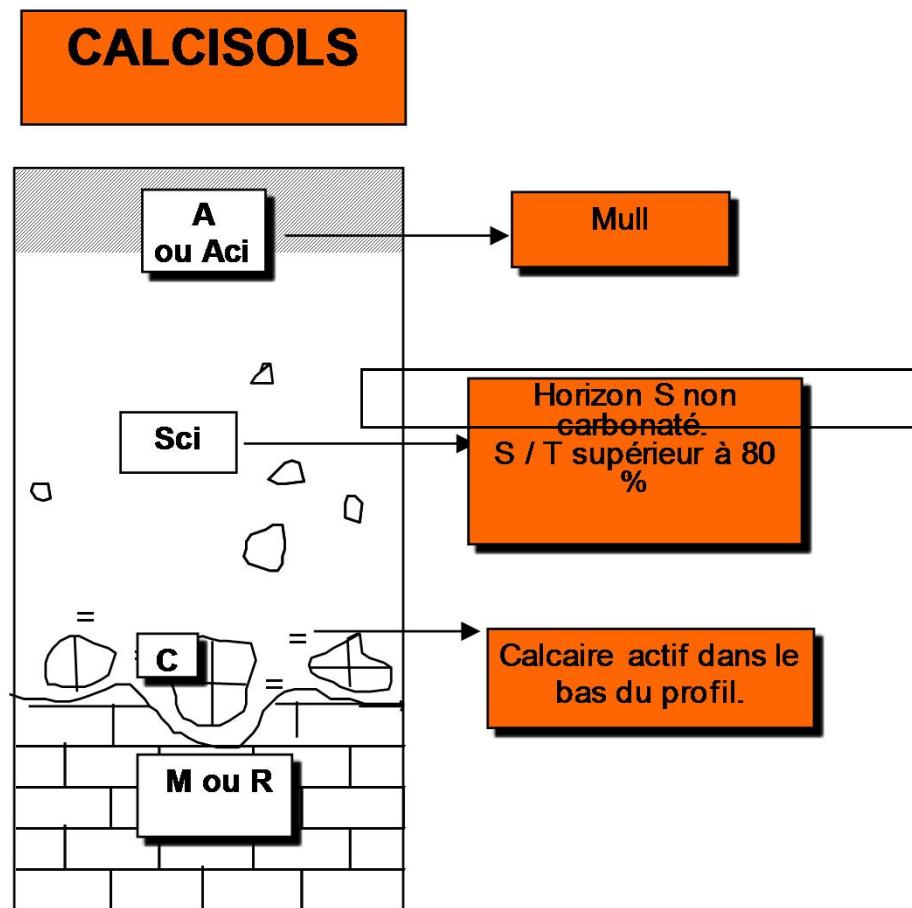


S / T supérieur à 95 %

C.E.C inférieure à celle de
l'horizon Aca car moins de
matières organiques

B. CALCISOL (Sol brun calcique, CPCS)

Solums diagnostiques :

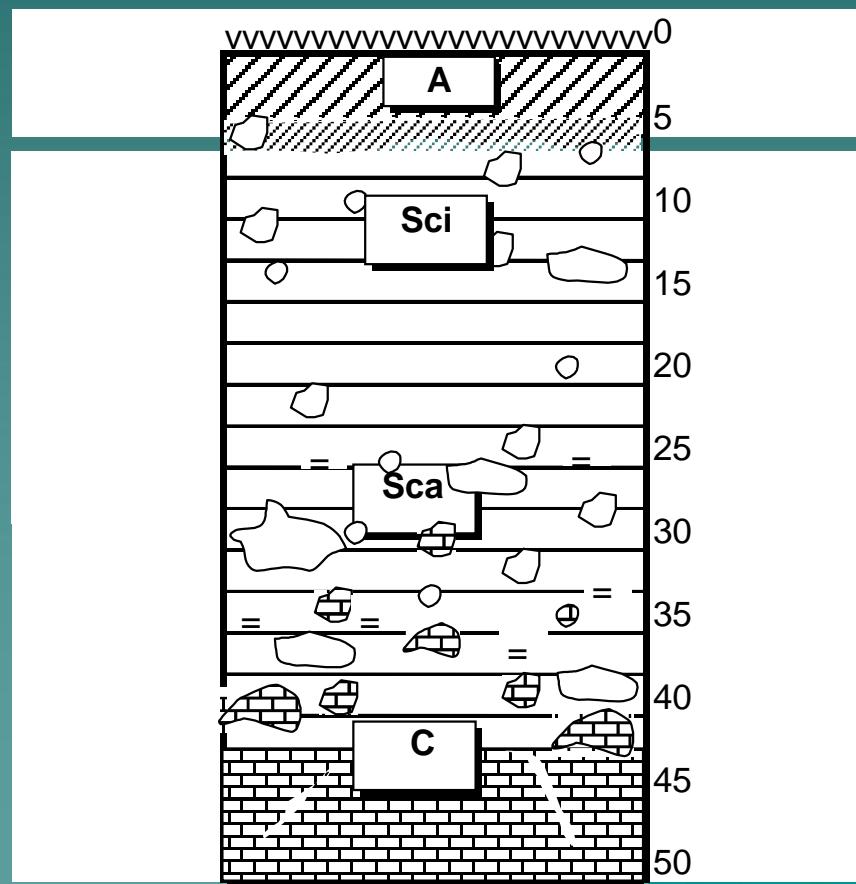
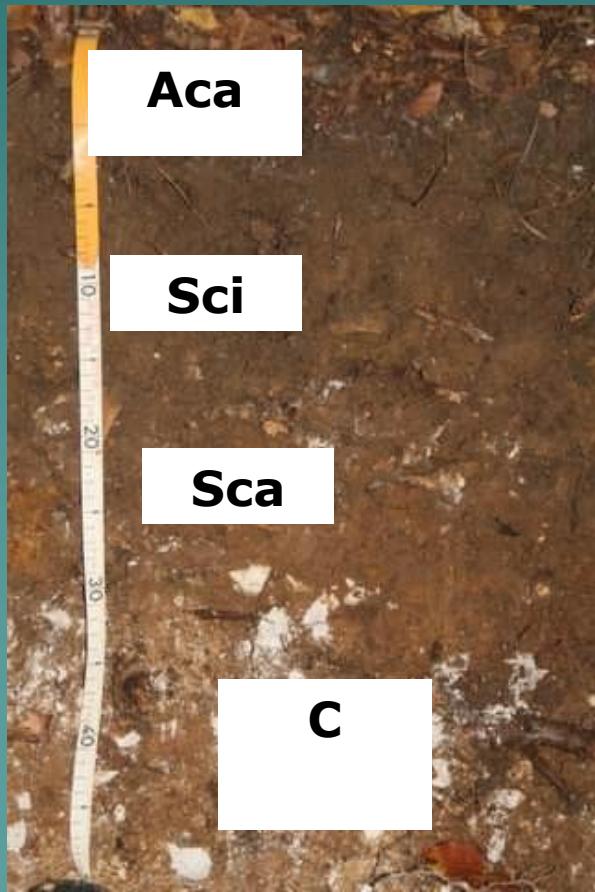


Aci / Sci / Sca / C / M ou R
où l'épaisseur de (Aci + Sci)
est nettement supérieur à
celle de Sca

ou

A ou Aci / Sci / C / M ou R

Date de description : 15 / 10 / 2005 (J-Y MASSENET)
Lieu : Forêt de Croixdalle (Seine maritime) – parcelle 502
Situation topographique : haut de versant
Géologie : Argile de décarbonatation sur craie
Peuplement : futaie adulte de hêtre et chênes
Humus : Mésomull



Horizon	Profondeur (cm)	Ca CO ₃ total	C %	N %	C/N	PH	Ca (meq / 100 g)	Mg (meq / 100 g)	K (meq / 100 g)	T (meq / 100 g)	S / T %
Aci	0 - 5	0%	3,5	0,3	9	6	11,1	1,22	0,564	13,7	94
Sci	30 - 35	0,30%	1,1	0,1	8	7	16,7	0,65	0,099	12,6	sat
c	50 - 55	14,30%				8	36,6	0,43	0,089	12,1	sat

PRINCIPALES
CARACTERISTIQUES
DE L'ANALYSE
CHIMIQUE

CALCISOL

Le calcaire actif
disparaît des
horizons
supérieurs

La décarbonatation se
poursuit à partir du haut du
profil (comparez avec le
calcosol) : le PH diminue
et le Ca devient moins

Rapport S / T
supérieur à 80 %

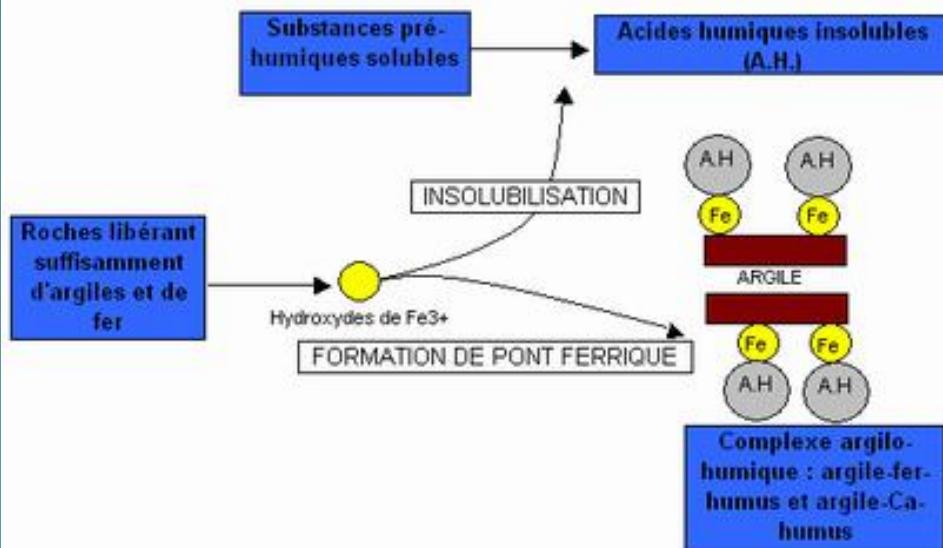
2.2 Pédogenèse :

RENDOSOLS | CALCOSOLS | CALCISOLS | BRUNISOLS

DECARBONATATION

BRUNIFICATION

LA BRUNIFICATION



2.3 Propriétés physiques et chimiques (CALCOSOLS - CALCISOLS)

Au plan physique:

L'horizon S peut présenter une compacité élevée (argile de décarbonatation)

Propriétés variables en fonction de la profondeur du sol, de la compacité, de la charge en éléments grossiers

Au plan chimique :

Propriétés variables en fonction de l'état d'avancement de la décarbonatation. Le calcaire actif, moins abondant dans les CALCOSOLS cesse son activité nocive dans les CALCISOLS

2.4 Potentialités forestières

Dépendent principalement de :

- La compacité
- De la profondeur prospectable et de la RUM
- De la présence de calcaire actif

On peut trouver ici de bons sols forestiers

Peuplements :

- Hêtre, Chêne-charmaie
- Valorisation possible par le noyer commun ou le frêne si RUM importante (>150-200 mm)
- Erable sycomore, Merisier possibles si RUM assez importantes (>130-150 mm)

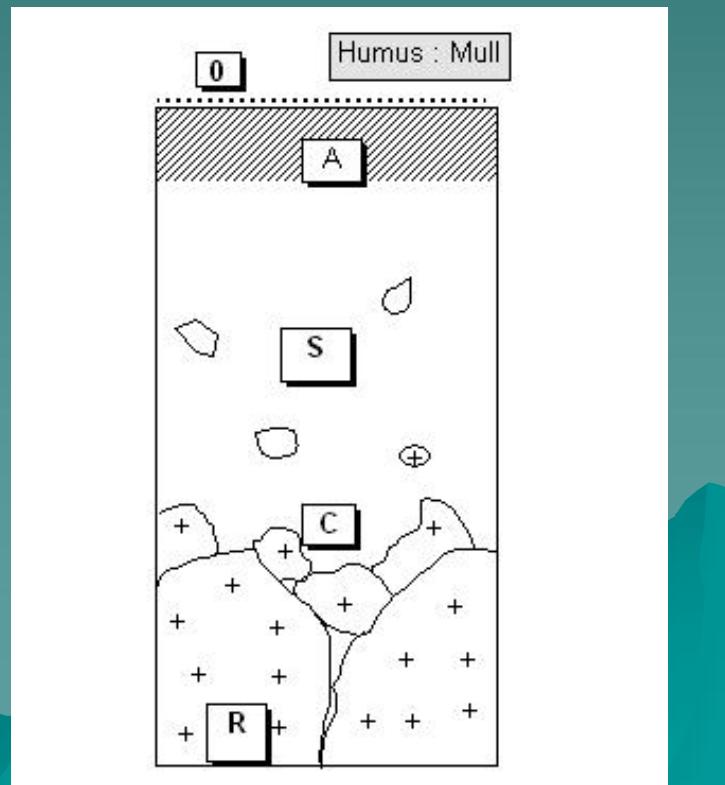
II. BRUNISOLS (Sols bruns, CPCS)

Le terme SOL BRUN fut appliqué pour la première fois en Europe par Ramann il y a plus de 50 ans. Il servait à désigner les sols de l'Europe Occidentale se développant naturellement sous forêts feuillues caduques.

L'épithète « brun » fait allusion à la teinte prise par les argiles complexées avec des oxydes de fer hydratés.

Le solum diagnostique est,
sous forêts :

A / S / C / M ou R



Horizons de référence :

A : il présente une structure construite d'origine biologique (on dit qu'il est biomacrostructuré) grumeleuse. Cette structure résulte d'un brassage biologique par les vers de terre, de la totalité de la masse humique avec des particules minérales fines (argiles). Cette activité biologique favorise la constitution de complexes argile-fer-humus stables. Selon l'importance de l'activité biologique, la structure sera plus ou moins affirmée (grumeaux plus ou moins gros).

S : cet horizon n'est jamais calcaire (à la différence de Sca). Son PH est presque toujours compris entre 5 et 6,5 (sous forêt).

C, M ou R : les roches-mères peuvent être des schistes, des grès, des roches magmatiques basiques (diorites, gabbros, basaltes, andésite,...), des gneiss, des alluvions anciennes ,.... . En fait, les BRUNISOLS se développent sur tous matériaux non calcaires (ou préalablement décarbonatés), mais libérant suffisamment de fer et d'argiles fines.

BRUNISOL (Sol brun, CPCS)



On distingue 4 Références. Elles sont distinguées en fonction du rapport S / T dans l'horizon S :

REFERENCES	RAPPORT S / T
BRUNISOL SATURE	80 à 100 %
BRUNISOL MESOSATURE	50 à 80 %
BRUNISOL OLIGO-SATURE	20 à 50 %
BRUNISOL RESATURE	complexe resaturé par la mise en culture. PH supérieur à 6

Les BRUNISOLS sont souvent de bons sols forestiers sur un plan chimique. Leur potentialités dépendront des facteurs physiques suivants :

- profondeur prospectable ;
- importance de la réserve en eau et régime hydrique ;
- position topographique, exposition.

III. Solums oligosaturés sur roche-mère acide : RANKOSOLS et ALOCRISOLS

3.1. Les RANKOSOLS : (Rankers alpins et Rankers d'érosion , CPCS)

Les RANKOSOLS sont en fait les équivalents des RENDOSOLS en milieux cristallins.

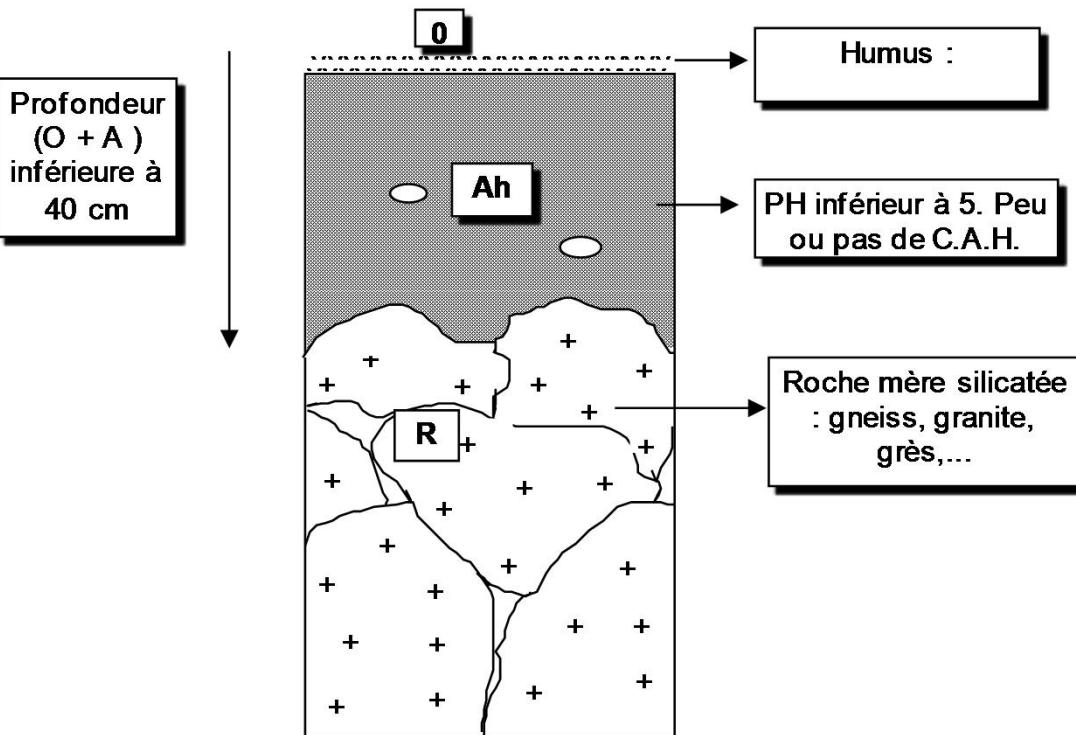
A) Solum diagnostique :

O / A ou Ah / C / M ou R

Les RANKOSOLS correspondent à des solums peu différenciés dont l'épaisseur n'excède pas 40 cm (tout en étant supérieure à 10 cm)



RANKOSOL



B) Horizons de référence :

Ah : horizon A humifère c'est-à-dire contenant plus de 5 % de carbone organique

A : cet horizon contient moins de 5 % de carbone organique.

C,M ou R : Roche-mère : roche magmatique acide (granite,...), gneiss, grès, schistes.

C) Types et Potentialités :

Les RANKOSOLS alpins sont comme le qualificatif l'indique, caractéristiques de l'étage alpin, sur affleurement de roche dure et acide. Ils sont occupés par la pelouse ou la lande alpine (callune).

Les RANKOSOLS d'érosion sont des sols à faibles potentialités, manquants de profondeur, donc de réserve en eau, et de réserves en éléments nutritifs directement assimilables (lixiviation importante en climat arrosé) . Ils portent souvent de maigres forêts résineuses (étage subalpin ou montagnard) ou feuillues (chênaies sessiliflores notamment).

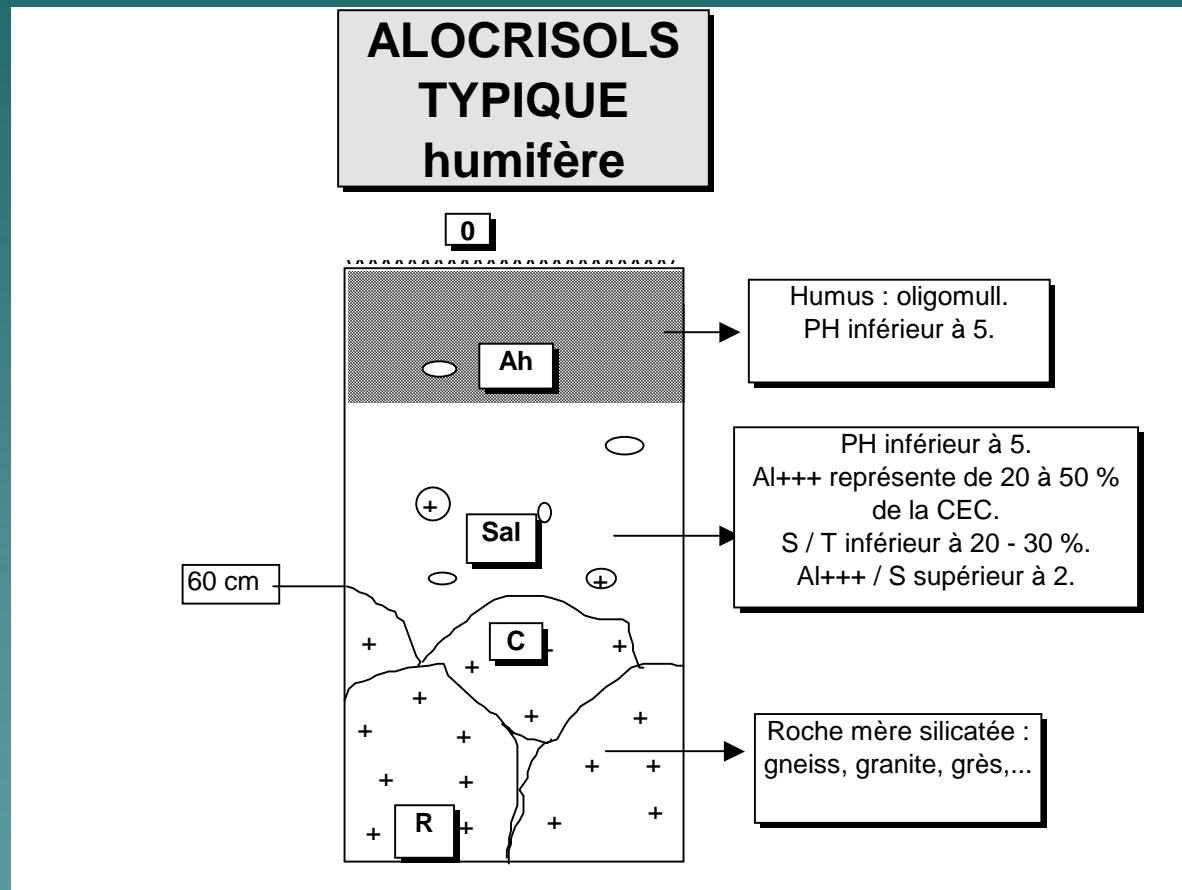


d) Evolution :

En supposant que l'érosion soit freinée, ces sols évolueraient par décomposition de plus en plus profonde de la roche-mère, soit vers des ALOCRISOLS (conditions les moins favorables), soit vers des PODZOSOLS

3.2. Les ALOCRISOLS (Sols bruns acides, Sols bruns ocreux , CPCS)

A) Solums dianostiques :



A / Sal / C / R ou Ah / Sal / C / R (type humifère)

b) Propriétés :

Les ALOCRISOLS se caractérisent par la présence de l'horizon Sal (horizon S aluminique).

Celui-ci possède les caractéristiques suivantes :

- structure spécifique formée de la combinaison d'une structure polyèdrique subanguleuse et d'une structure grumeleuse très fine (microgrumeleuse) ;
- PH acide ou très acide, inférieur à 5,0, tamponné par l'aluminium ;
- Al+++ représente de 20 à 50 % de la CEC ;
- rapport Al+++ / S supérieur à 2, pouvant atteindre 20 , avec S = Somme des bases échangeables ;
- taux de saturation faible, rapport S / T inférieur à 20 - 30 %.

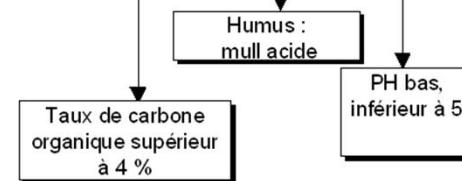
Suite à l'altération des minéraux primaires, l'horizon Sal présente souvent des taux d'argile supérieurs à ceux des horizons ou des couches sous-jacentes.

Cet horizon se situe sous un horizon A oligosaturé (S / T compris entre 20 et 50 %) à désaturé (S / T inférieur à 20 %) plus ou moins riche en matières organiques.

Horizon	Profondeur (cm)	Mat. Org. %	C %	N %	C/N	PH	Ca (meq/ 100 g)	Mg (meq / 100 g)	K (meq/ 100 g)	T (meq / 100 g)	S / T %
Ah	0 - 3	11,4	6,62	0,42	16	3,7	2,0	0,32	0,237	14,2	18,0
Sal	15 - 25	1,5	0,87	0,05	17	4,1	0,1	0,04	0,049	4,5	4,2
II Sal	45 - 55					4,3	0,2	0,03	0,061	3,6	8,1
III C	80 - 90					5,0	20,2	3,46	0,191	25,8	92,4

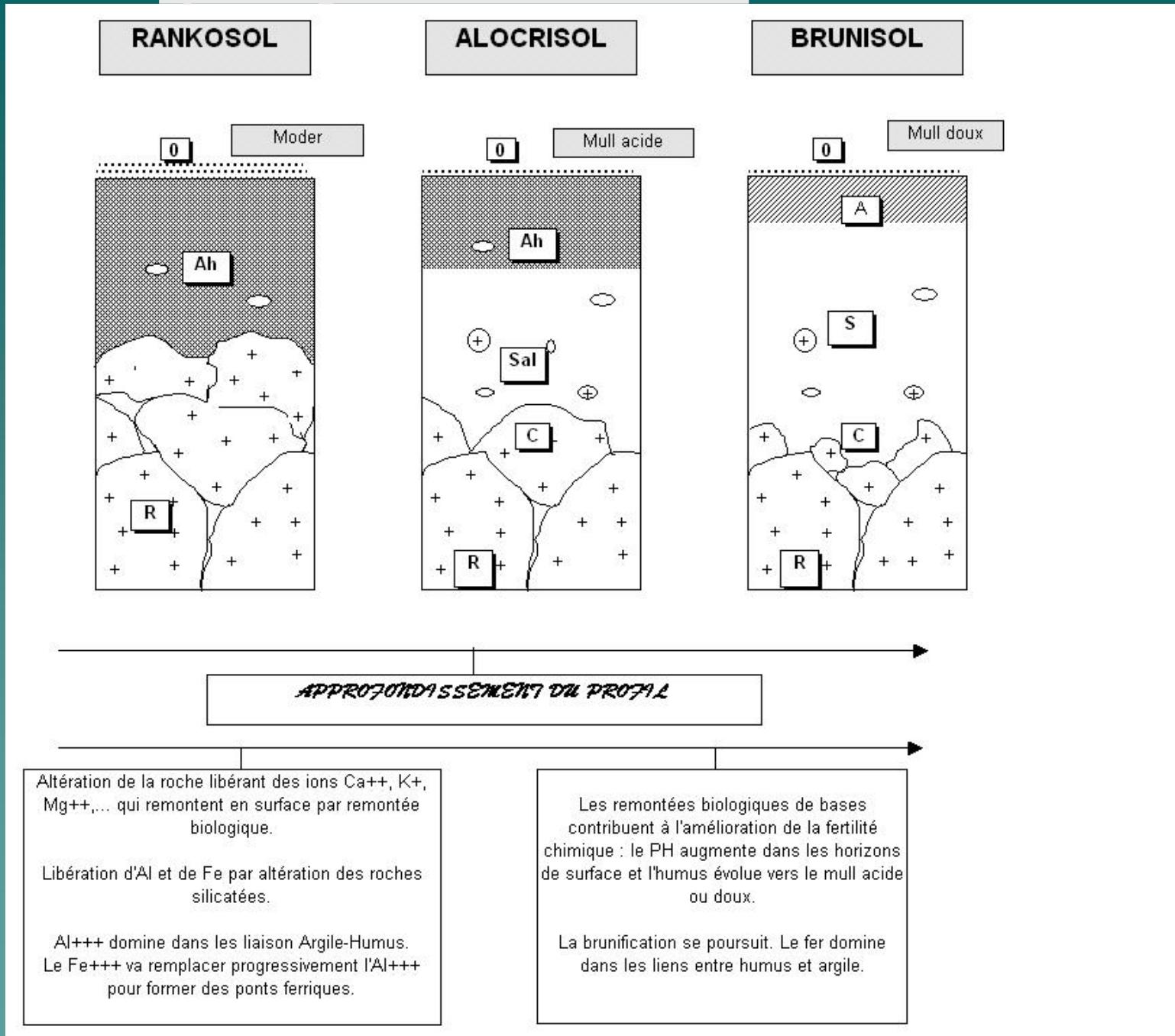
PRINCIPALES CARACTERISTIQUES
DE L'ANALYSE CHIMIQUE

ALOCRISOL TYPIQUE humifère



S / T inférieur à
20 %

c) Pédo-géneze et évolution :



d) Potentialités forestières :

Bien que la fertilité chimique des ALOCRISOLS soit moindre que celle des BRUNISOLS, ces sols gardent souvent de bonnes potentialités pour la production forestière des grandes essences résineuses (douglas, sapin pectiné, épicéa commun) ou feuillues (hêtre, chêne sessile, châtaigner) pour autant qu'elles ne soient pas trop exigeantes sur le plan minéral.

Leur potentialités dépendront des facteurs physiques suivants :

- profondeur prospectable ;
- importance de la réserve en eau et régime hydrique ;
- position topographique, exposition.

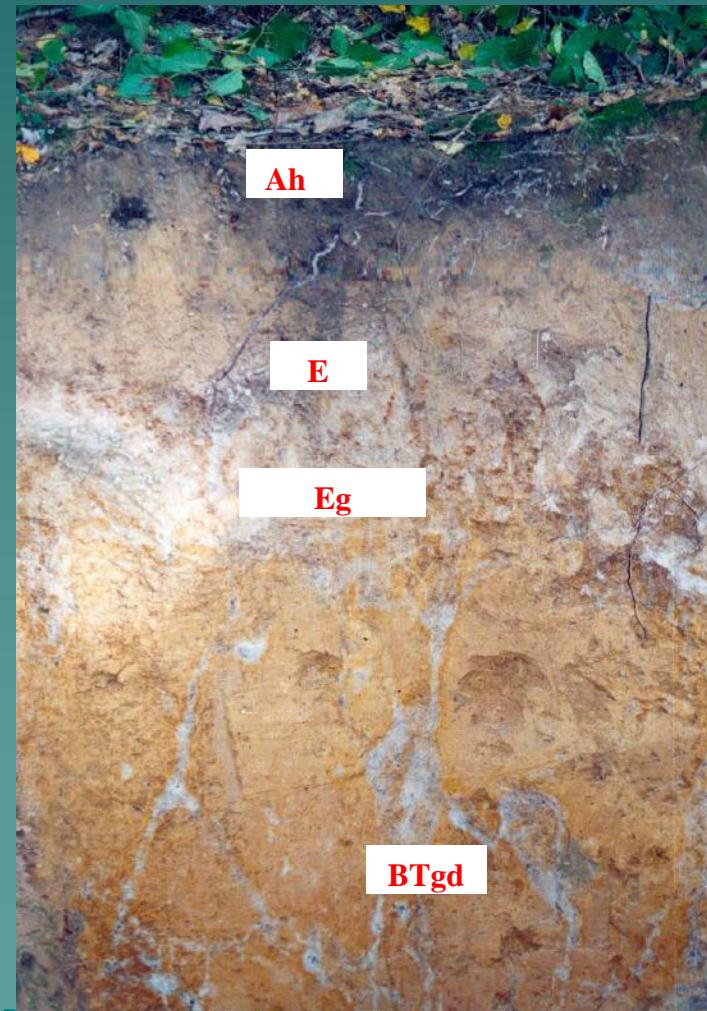
Ces sols étant acides, les ions Al^{+++} en abondance peuvent devenir toxiques

Concernant les sols les plus filtrants et les plus pauvres en base, le gestionnaire devra rester vigilant à une dégradation podzolique de ces sols qui peuvent se déclencher suite à la monoculture d'essences à litière acidifiante (épicéa commun, pin sylvestre, hêtre). Le mélange d' essences ou leur alternance au cours des révolutions en futaie régulière peuvent être des solutions intéressantes. Rappelons par exemple que les bouleaux et sorbiers sont des essences particulièrement intéressantes afin d'améliorer la qualité de l'humus.

IV. LUVISOLS

4.1. Généralités et horizons de référence :

A / E / BT / C



Les LUvisols sont caractérisés par la présence dans le solum des horizons suivants :

E : horizon appauvri en argile et en fer, moins coloré, moins bien structuré et généralement assez perméable ;

BT : horizon enrichi en argile et en fer, à structure bien développée polyèdrique ou primatique, plus coloré, moins perméable



On distingue dans les LUvisols :

- NEOLUVISOLS (Sols bruns lessivés) : ils subissent un lessivage mécanique ;
- LUvisols typiques (Sols lessivés acides) : ils subissent un lessivage acide des argiles ;
- LUvisols dégradés (Sols lessivés glossiques) : l'horizon BT devient lui-même le siege d'un lessivage dû à une dégradation hydromorphe



Seront rattachés aux LUVISOLS les solums dont la nette différenciation morphologique (texturale surtout) résulte du **processus de LESSIVAGE** des argiles c'est-à-dire d'illuviation d'argiles. Cette différenciation s'avérant un **facteur prédominant** dans leur comportement et fonctionnement.

Des déplacements d'argile peuvent être observés dans d'autres Références, mais dans ce cas, soit ils sont de faible importance, soit ils constituent un processus secondaire par rapport à un autre processus considéré comme dominant.

Le lessivage des cations alcalins et alcalino-terreux (K, Mg, Ca) est appelé la **lixiviation**

La majorité des LUVISOLS sont des sols relativement épais



4.2. Pédo-génèse générale :

Le lessivage des argiles se déroule comme suit :

1. D'abords un **lessivage mécanique des argiles** : celles -ci migrent avec le fer Fe+++ qui leur est lié. Cette migration se fait par les eaux de gravité

Conditions :

- PH compris entre 5,5 et 6,5 ;
- Faible teneur en ions ca++ (défloculation des argiles) ;
- Roche mère assez filtrante et pluviométrie suffisamment importante, sols assez profonds

Les sols formés sont des **NEOLUVISOLS**



4.2. Pédo-génèse générale :

2. Puis un lessivage acide :

Conditions :

- Acidification accentuée : PH 4,5 à 5
- Formation d'un hémimoder ou d'un moder avec formation d'acides organiques aptes à dissocier le complexe argile-fer-humus et à entraîner le fer (sous forme de Fe++)
- Phénomènes d'engorgement temporaire en eau permettant la réduction du fer

Les sols formés sont des LUVISOLS typiques



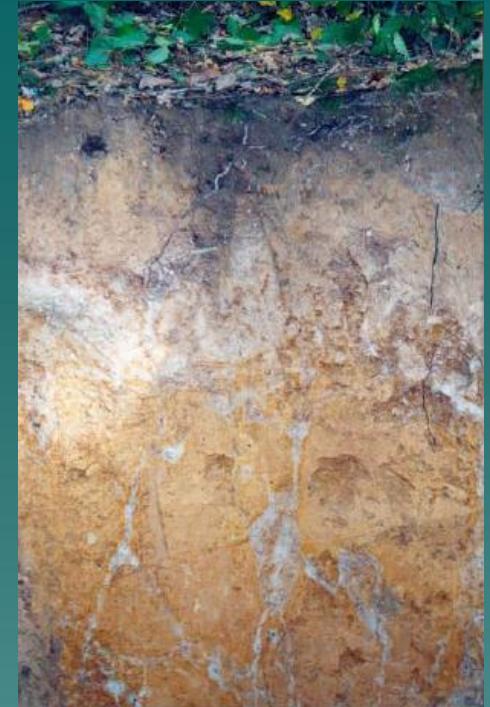
4.2. Pédo-génèse générale :

3. Enfin , une dégradation hydromorphe peut entraîner l'apparition dans l'horizon BT de langues de décoloration (pénétration de l'horizon E dans le BT)

Conditions :

Dans l'horizon BT très argileux, se forment en saison sèche des fentes de retrait qui, par la suite deviennent des zones de drainage préférentiel. L'eau acide y stagne, provoquant une décomplexation des argiles, par l'intermédiaire de l'action d'acides organiques .

Les sols formés sont des **LUVISOLS** dégradés



4.3 . REFERENCES :

NEOLUVISOLS (Sols bruns lessivés, CPCS)



LUVISOLS TYPIQUES (Sols lessivés, CPCS)



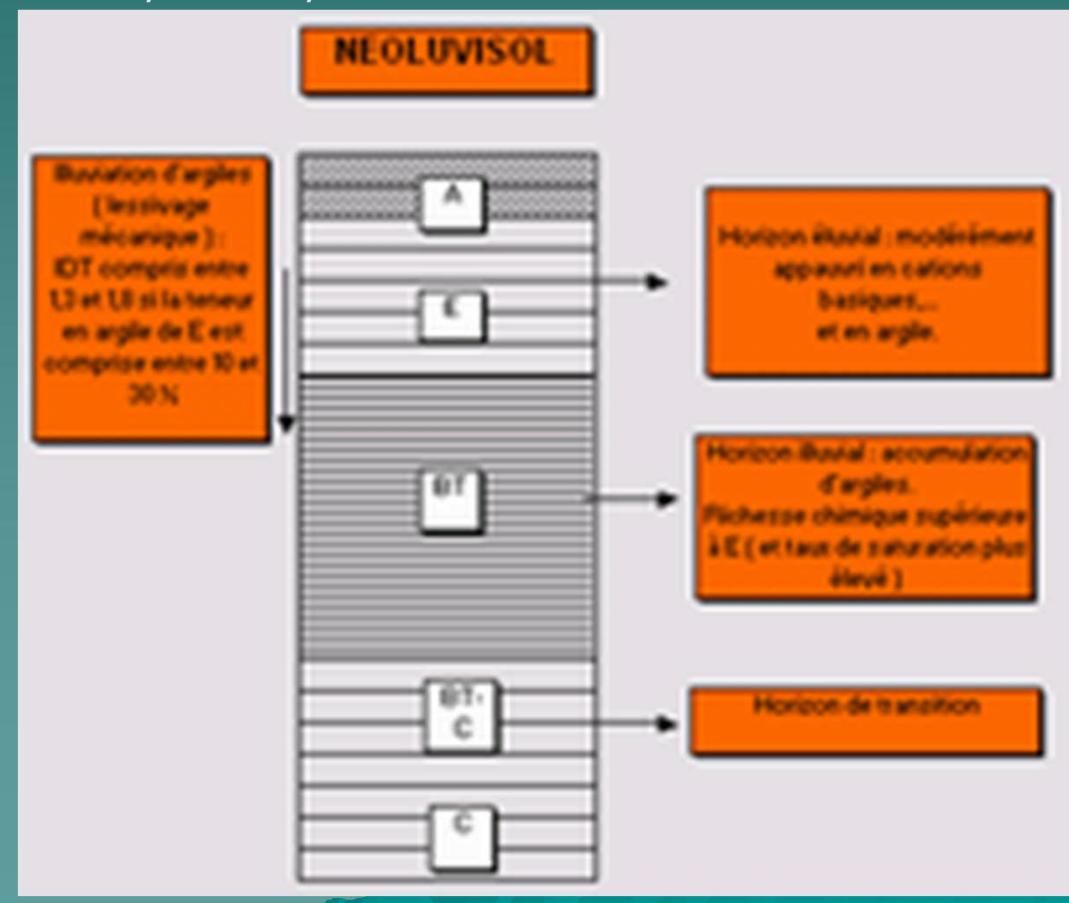
**LUVISOLS TYPIQUES (Sols lessivés
glossiques, CPCS)**



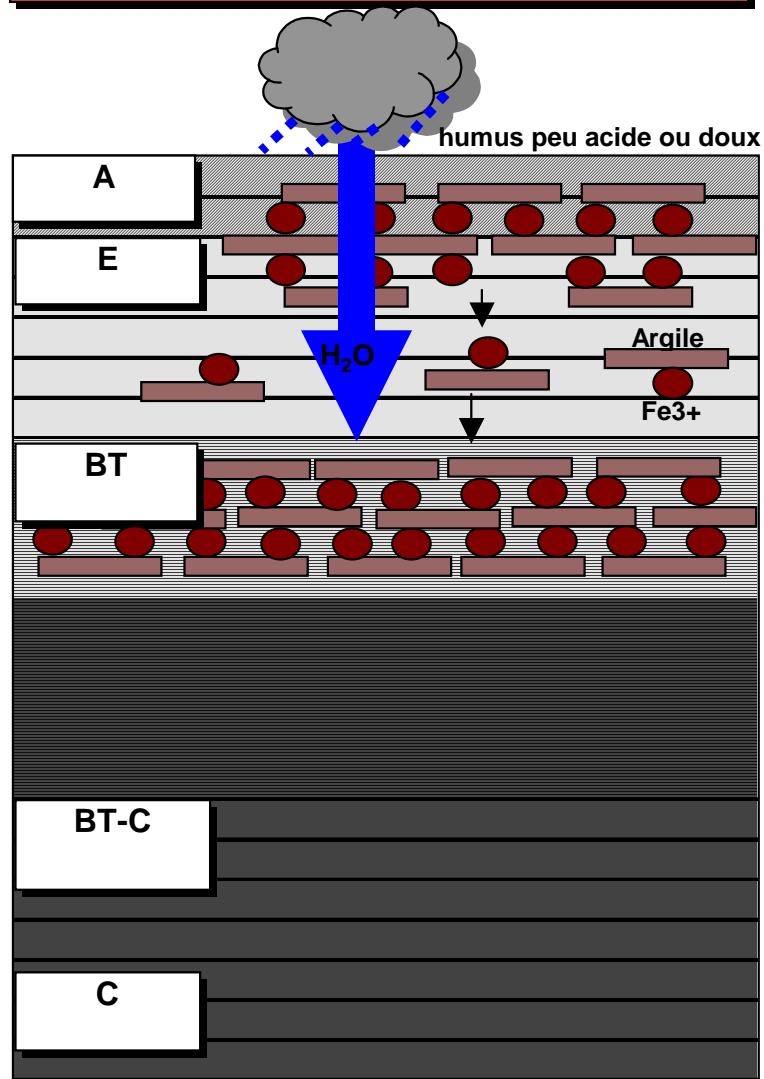
4.3.1. NEOLUVISOLS (Sols bruns lessivés, CPCS)

A/E/BT/C,M ou R

- E modérément appauvri, encore assez coloré, assez bien structuré et aéré ;
- Transition entre E et BT progressive
- I.D.T. compris entre 1,3 et 1,8



NEOLUVISOL : Le lessivage mécanique



Le **lessivage mécanique** des argiles peut s'expliquer comme suit sur les sols limoneux profonds :

Etape 1 (mobilisation) : Suite à la dissolution par l'eau de pluie des carbonates de calcium contenu à l'origine dans le limon loessique et au lessivage des ions calcium et magnésium (floculants), on assiste à une diminution du PH de l'horizon A (< à 5,5 – 6) et les agrégats qui forment la structure deviennent plus fragiles. Ainsi, **les argiles peuvent alors se disperser plus facilement.**

Etape 2 (transport) : Les argiles sont alors entraînées par l'eau de gravité qui circule dans les pores larges et canalicules. **Le fer ferrique reste cependant lié à l'argile lors de la migration.**

Etape 3 (dépôt) : Une fois arrivées dans l'horizon BT, les argiles s'y déposent, formant des **revêtements (appelés argillanes ou plus précisément ferri-argillanes lorsque le fer reste lié à l'argile) notamment à la surface des agrégats ou le long des canalicules.** Ces argillanes sont de couleur ocre et leur rapport fer/argile est toujours élevé, de l'ordre des 5% .

Horizon	Argile %	Limons fins %	Limons grossiers %	Sables fins %	Sables grossiers %
A					
E	22,9	23,4	42,6	8,7	1,4
BT	30,1	20,4	41,6	6,8	1,1
BT-C	24,8	22,5	45,4	6,1	1,2
II C	21,3	21,4	41,7	5,8	1,1

Horizon d'accumulation
d'argile

Appauvrissement
modéré en argile

I.D.T. = 1,3 compris entre 1,3 et 1,8.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE
L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE
NEOLUVISOL

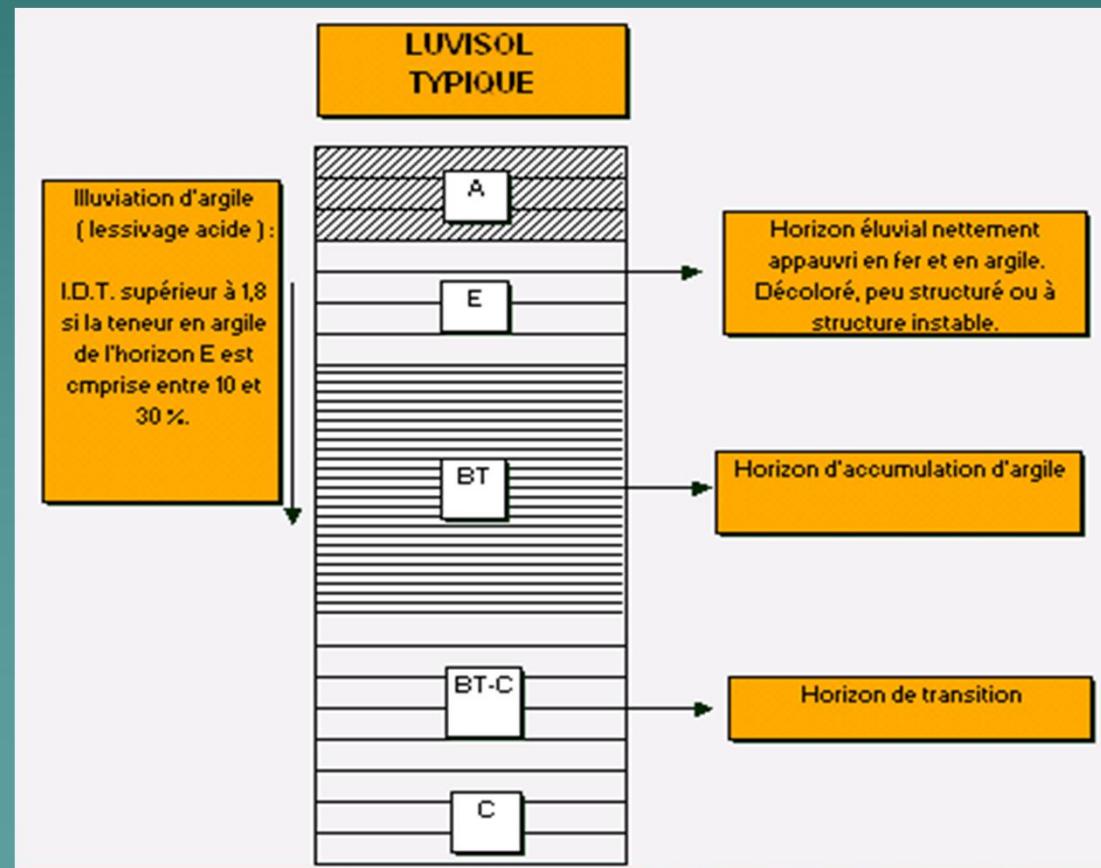
Horizon	Profondeur (cm)	Mat. Org. %	C %	N %	C/N	pH	Ca (meq / 100 g)	Mg (meq / 100 g)	K (meq / 100 g)	T (meq / 100 g)	S / T %
A	0-5	3,6	2,11	0,16	13	4,9	6,3	1,32	0,481	12,3	65,9
E	20-30	1,3	0,78	0,06	12	5,0	7,1	1,5	0,25	12,6	70,2
BT	50-60	0,5	0,3	0,04	8	5,7	13,3	1,83	0,212	14,4	sat.
BT-C	75-85					6,3	13,6	1,15	0,155	12,8	sat.
C	100-110					8,0	34,7	0,88	0,136	10,4	sat.

ANALYSE CHIMIQUE D'UN NEOLUVISOL

4.3.2. LUVISOLS TYPIQUES (Sols lessivés, CPCS)

A/E/BT/C,M ou R

- E nettement appauvri en fer et argiles, décoloré, peu structuré ;
- Transition nette entre E et BT
- I.D.T. supérieur à 1,8



Horizon	Argile %	Limons fins %	Limons grossiers %	Sables fins %	Sables grossiers %
A	11,2	24,3	46,3	17,4	0,8
E	9,8	22,1	58,2	8,9	1,0
BT	25,1	17,6	50,7	5,8	0,8
BT-C	14,2	15,1	54,8	15,3	0,6



Horizon
d'accumulation
d'argile



Appauvrissement
net en argile

I.D.T. = 2,56,
supérieur à 1,8

PRINCIPALES
CARACTERISTIQUES DE
L'ANALYSE GRAULOMETRIQUE

LUVISOL TYPIQUE

Horizon	Profondeur (cm)	Mat. Org. %	C %	N %	C/N	pH	Ca (meq / 100 g)	Mg (meq / 100 g)	K (meq / 100 g)	T (meq / 100 g)	S + T %
A	0-4	7,4	4,32	0,28	15	4,8	3,6	0,81	0,481	11,4	42,9
E	20-30	0,8	0,48	0,04	13	4,3	0,1	0,04	0,06	4,5	4,4
BT	60-70					4,9	3,3	2,17	0,206	11,3	50,2
BT-C	110-120					5	3,4	1,2	0,124	7,4	63,8

PRIIPALES CARACTERISTIQUES DE
L'ANALYSE CHIMIQUE

LUVISOL TYPIQUE

pH inférieur à 5.
Horizon E
généralement le plus
acide.

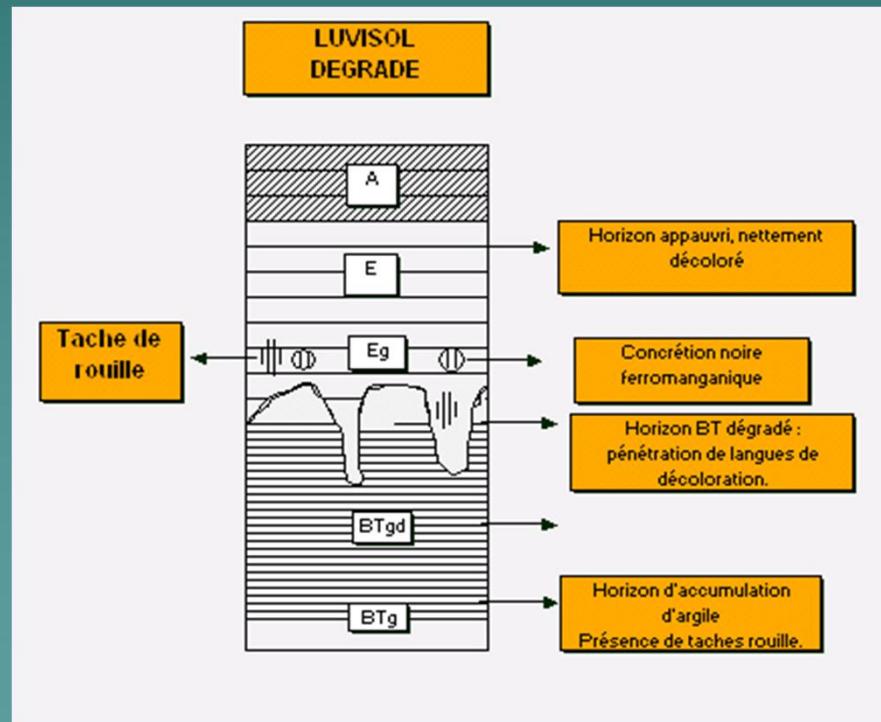
Horizon E nettement
appauvri en cations
basiques

Taux de
saturation très
faible

4.3.3. LUVISOLS dégradés (Sols lessivés glossiques, CPCS)

A/E/(Eg)/BTgd/C,M ou R

- E nettement appauvri en fer et argiles, décoloré, peu structuré ;
- Langues de dégradations dans le BT
- I.D.T. supérieur à 1,8



V. PODZOSOLS

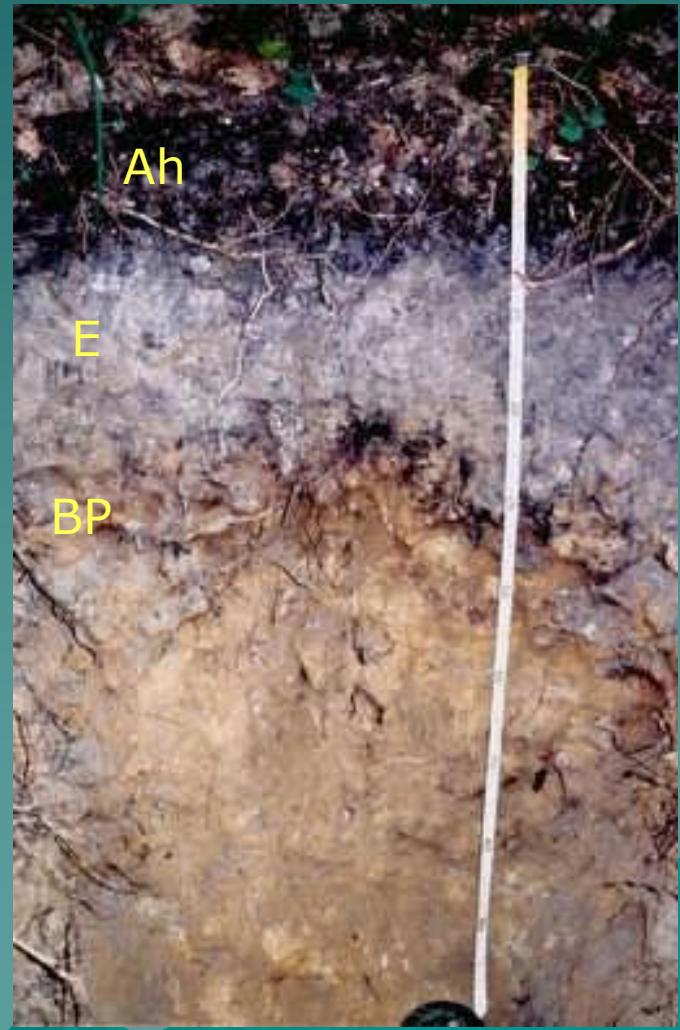
1. SOLUM DIAGNOSTIQUE:

A / (E) / BP /C ,M ou R

L'horizon BP podzolique est obligatoire pour les PODZOSOLS. Il est caractérisé par l'accumulation de matières organiques, de l'Al et du Fe.

BP peut être :
meuble ou friable ;
cimenté ou induré.

- Si Al et Fe dominant : BPs (s = sesquioxides) ;
- Si teneur élevée en C : BPh.



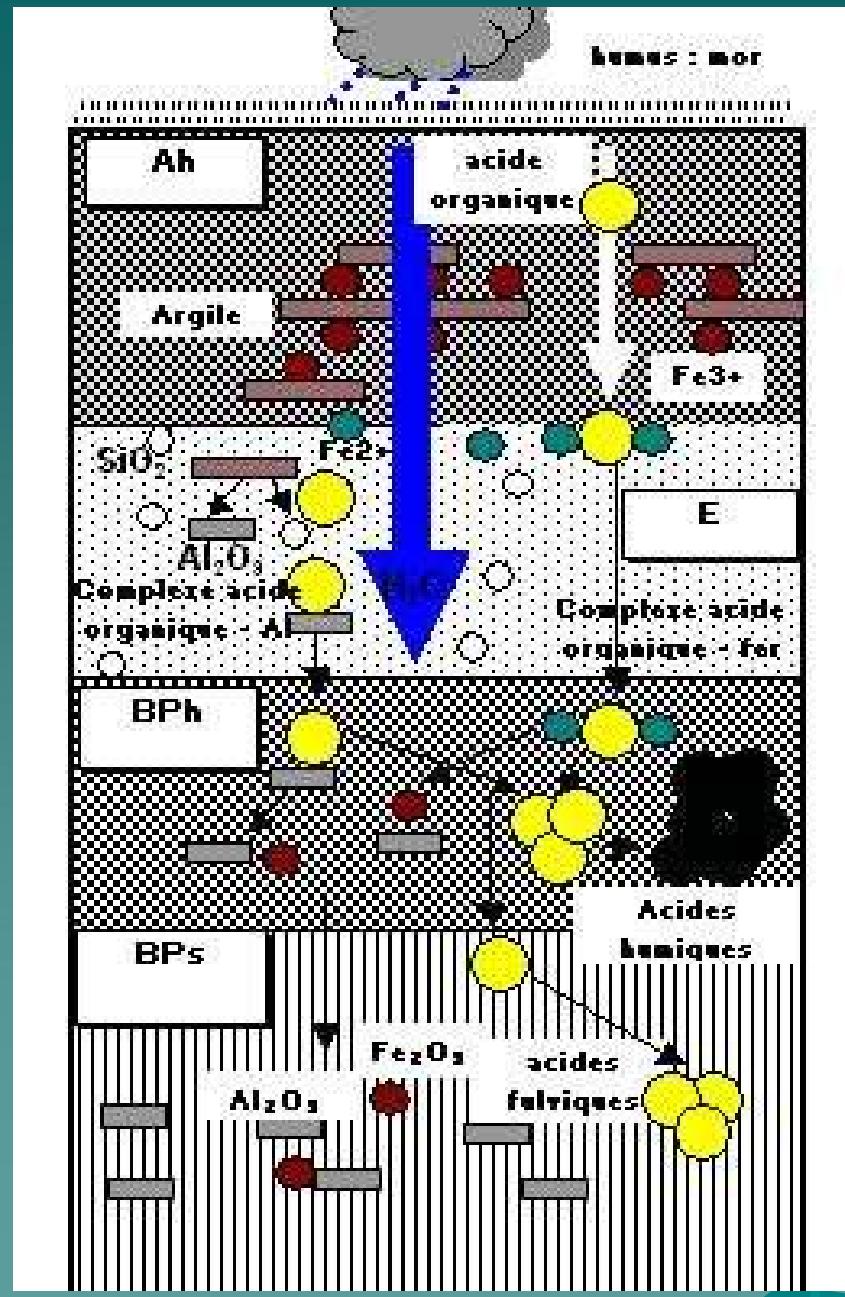
V. PODZOSOLS

2. PEDOGENESE:

Ils sont caractérisés par le processus de la podzolisation.

Le concept de podzolisation implique :

- un processus d'altération des minéraux par des solutions contenant des acides organiques acides et complexants. Cette attaque (appelée acido-complexolyse) a pour effet l'élimination de l 'Al et du Fe ainsi que celle des autres cations (Ca, Mg, K,...). Il se forme alors un horizon résiduel, essentiellement quartzeux (sable), correspondant à un horizon E
- un processus de migration et d'immobilisation des constituants organiques et de complexes organo-minéraux d'aluminium et / ou de fer. L'accumulation de ces substances conduit à la formation d'un horizon podzolique BP.



LE PROCESSUS LE PLUS CLASSIQUE DE PODZOLISATION PEUT ETRE ILLUSTRE ET EXPLIQUE PAR QUATRE PHASES:

- destruction du complexe ARGILE-FER-HUMUS par les acides organiques issus du mor, et formation, avec le fer réduit Fe++, de complexes organo-minéraux lessivables : Fe-acides organiques.
- destruction des argiles par les acides organiques issus du mor : formation de complexes organo-métalliques lessivables Al-acides organiques, et de silice résiduelle qui reste dans l'horizon E.
- accumulation des oxydes de fer et d'alumine dans l'horizon BP. Condensation des acides organiques sous forme d'acides fulviques peu colorés dans ce même horizon BP.
- polymérisation des acides organiques et des acides fulviques sous forme d'acides humiques très foncés (brun-noir) dans la partie supérieure de l'horizon BP : formation d'un horizon BPh arrêtant et concentrant les substances organiques. Accumulation accentuée des

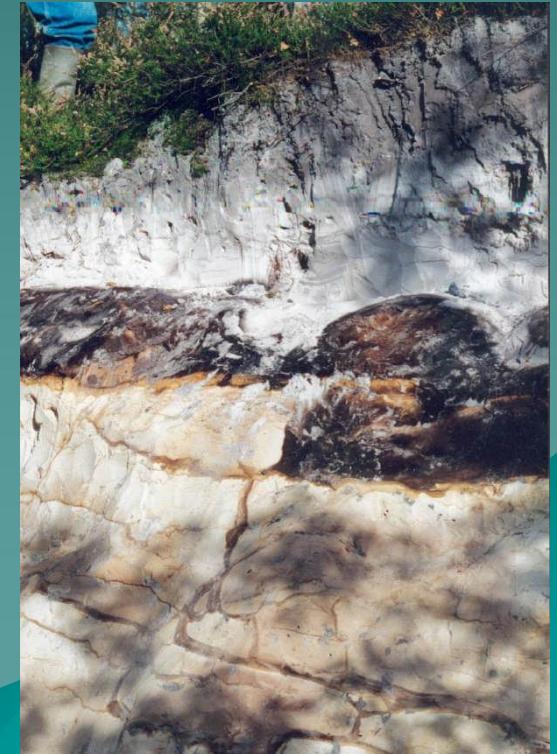
Comment peut-on expliquer l'immobilisation des complexes organo-minéraux dans l'horizon BP ?:

soit par un processus d'adsorption: les oxydes de fer et d'aluminium libres préexistant dans l'horizon B (par entraînement antérieur) immobilisent les complexes mobiles au fur et à mesure de leur entraînement.

soit, plus occasionnellement cette fois, par oxydation et précipitation des ions Fe ++ (généralement complexés sous cette forme réduite) ou par flocculation par les ions Ca ++ s'ils sont plus abondants en profondeur.

Comment peut-on expliquer l'immobilisation des complexes organo-minéraux dans 1 'horizon BP ?:

- soit par un processus d'adsorption: les oxydes de fer et d'aluminium libres préexistant dans l'horizon BP (par entraînement antérieur) immobilisent les complexes mobiles au fur et à mesure de leur entraînement.
- soit, plus occasionnellement cette fois, par oxydation et précipitation des ions Fe ++ (généralement complexés sous cette forme réduite) suite à une augmentation du PH ou par floculation par les ions Ca ++ s'ils sont plus abondants en profondeur.



LES CONDITIONS DE FORMATION DES PODZOSOLS SONT:

a) Un climat froid et / ou pluvieux :

Froid: il ralentit la décomposition de la litière. L'humus formé produit beaucoup d'acides organiques solubles agressifs. Sous climat boréal ou alpin, la podzolisation se produit quelques que soit les roches-mères (sauf si elles sont très calcaires ou très riches en fer: Ca et Fe neutralisant les acides) et la végétation.

Pluviosité: la forte pluviosité du climat atlantique :

- permet, en période humide, le passage du fer à l'état ferreux, forme sous laquelle il se combine aux acides organiques pour former des complexes solubles, donc lessivables ;
- favorise le lessivage intense qui caractérise les sols podzolisés .

On observera donc les PODZOSOLS dans toutes les régions à climat humide :

- en zone boréale (température moyenne annuelle inférieure à 8°C), sous la taïga;
- en montagne (étages subalpin et montagnard),
- en zones tempérées, seulement sur matériaux pauvres chimiquement (sables quartzeux, grès).

LES CONDITIONS DE FORMATION DES PODZOSOLS

b) Une roche-mère filtrante et pauvre en fer et en bases:

La perméabilité accentue le lessivage, mais il faut encore que le milieu soit pauvre en bases, en fer, et en argiles fines. Dès que ces éléments dépassent un certain seuil, ils insolubilisent les acides organiques qui ne peuvent plus complexer le fer et l'alumine des argiles .

Et de fait, sous climats tempérés, les PODZOSOLS ne se forment que sur sols pauvres en argiles, en calcium et en fer: sur les sables des Landes de Gascogne, de la Sologne, les quartzites de Bretagne ou de la forêt de Fontainebleau, les granites pauvres en feldspaths et en micas, etc.

c) Une végétation acidifiante:

En conditions très favorables à la podzolisation (climat froid ou très humide, sol très filtrant et pauvre en bases et en fer), celle-ci se produit quelle que soit la végétation. Mais plus généralement, c'est une végétation acidifiante à base de résineux purs et d'éricacées (bruyères, callune, myrtilles, ...) qui s'installe sur les sols siliceux et provoque ou accentue la podzolisation par le mor qu'elle produit.

3. REFERENCES:

Les Références sont distinguées :

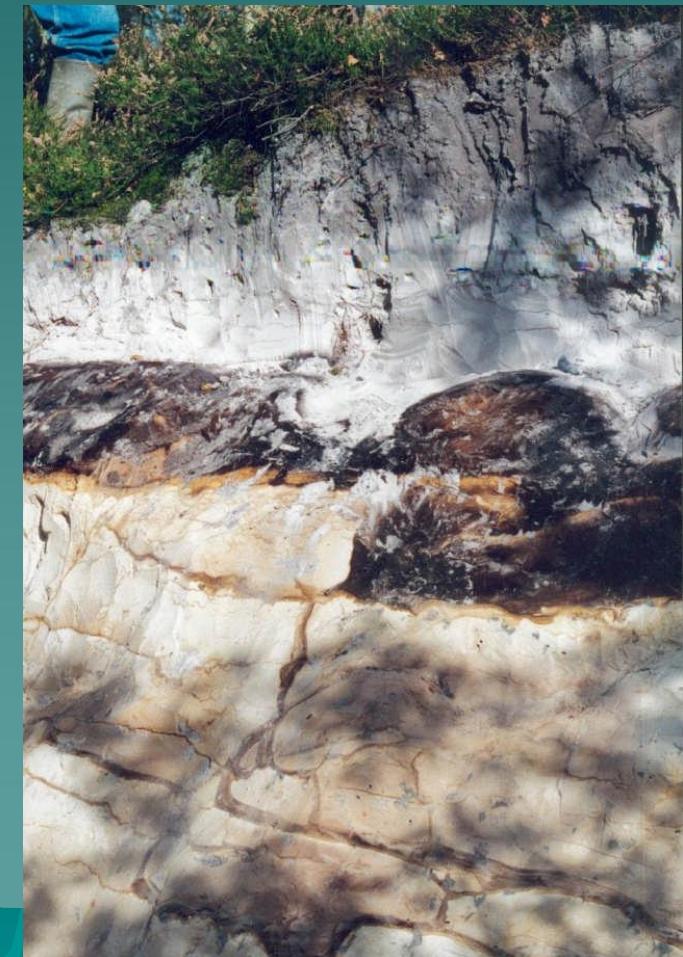
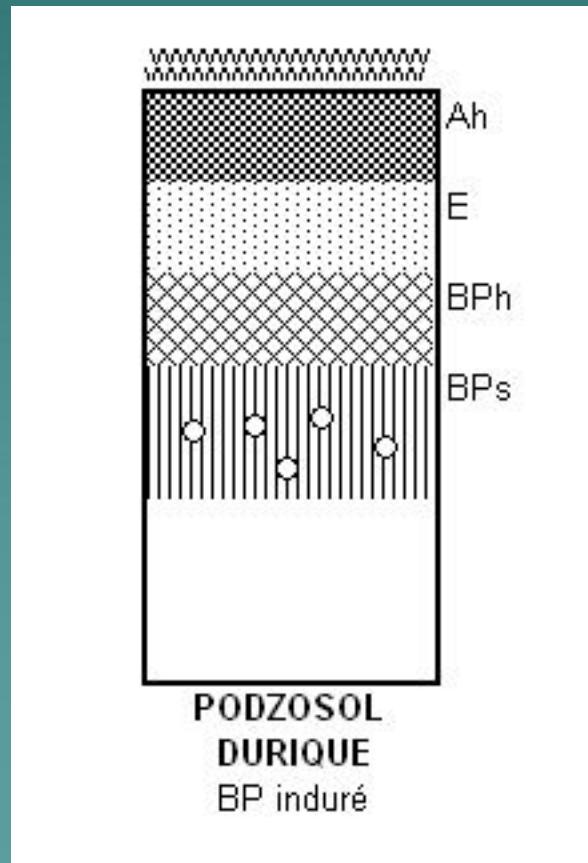
- selon les caractéristiques de l'horizon BP : meuble, induré ou cimenté, humique ou sesquioxydique.
- selon la présence ou l'absence d'un horizon E.

a) PODZOSOL DURIQUE :

Le solum diagnostique est : **A / E / BPh / (BPs) / C**

A / E / BPh / (BPs) / C

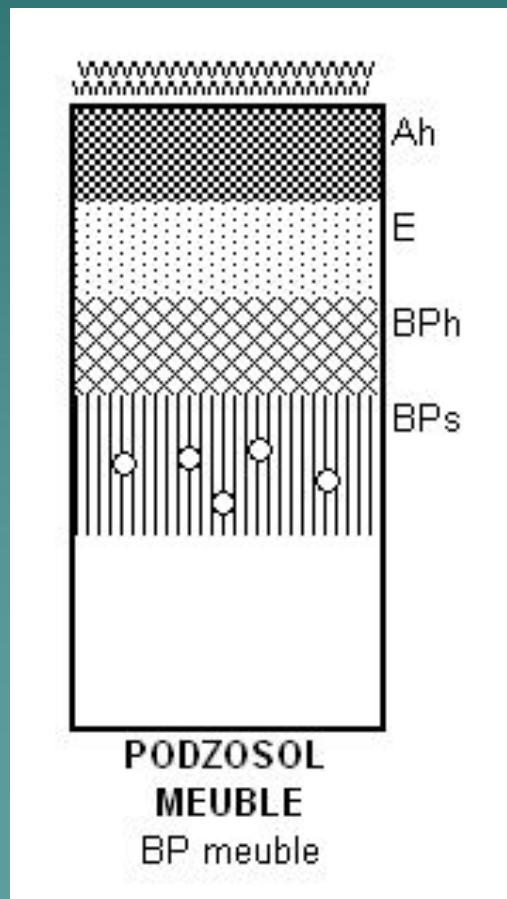
L'horizon BPh est induré ou cimenté (*alios*) avec ou non un Bps sous-jacent. Le contraste entre les horizons E et Bph est très fort et la transition brutale.



b) PODZOSOL MEUBLE :

Le solum diagnostique est : A / E / BP / C

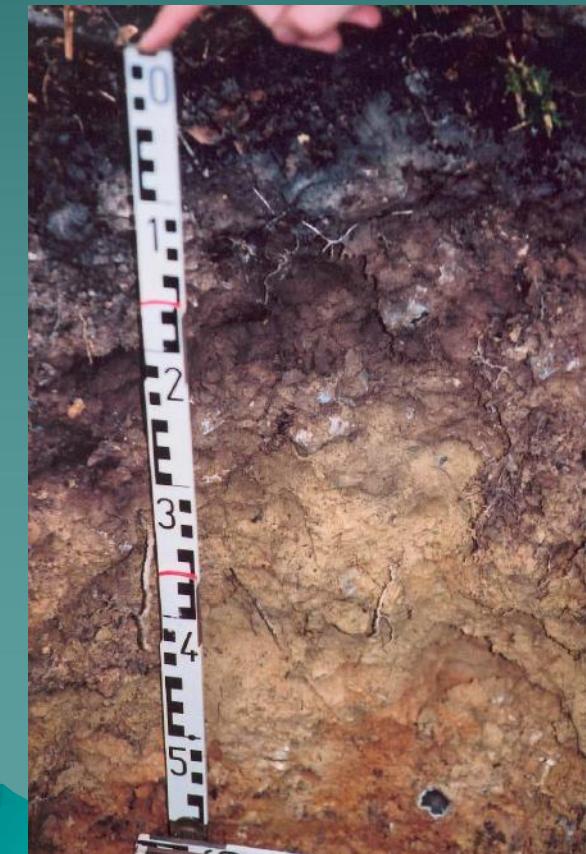
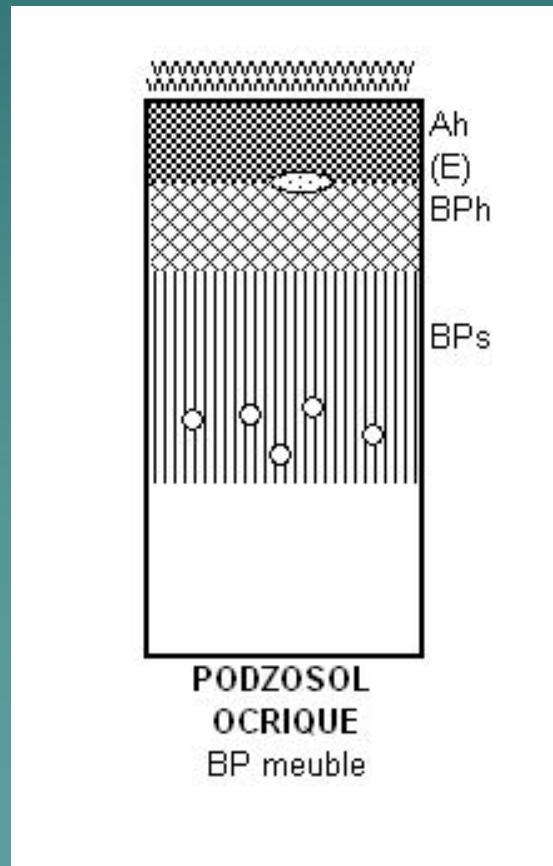
L'horizon BP est meuble, il peut être un BPh ou un BPs . Le contraste entre les horizons E et BP est peu accentué et la transition est assez progressive.



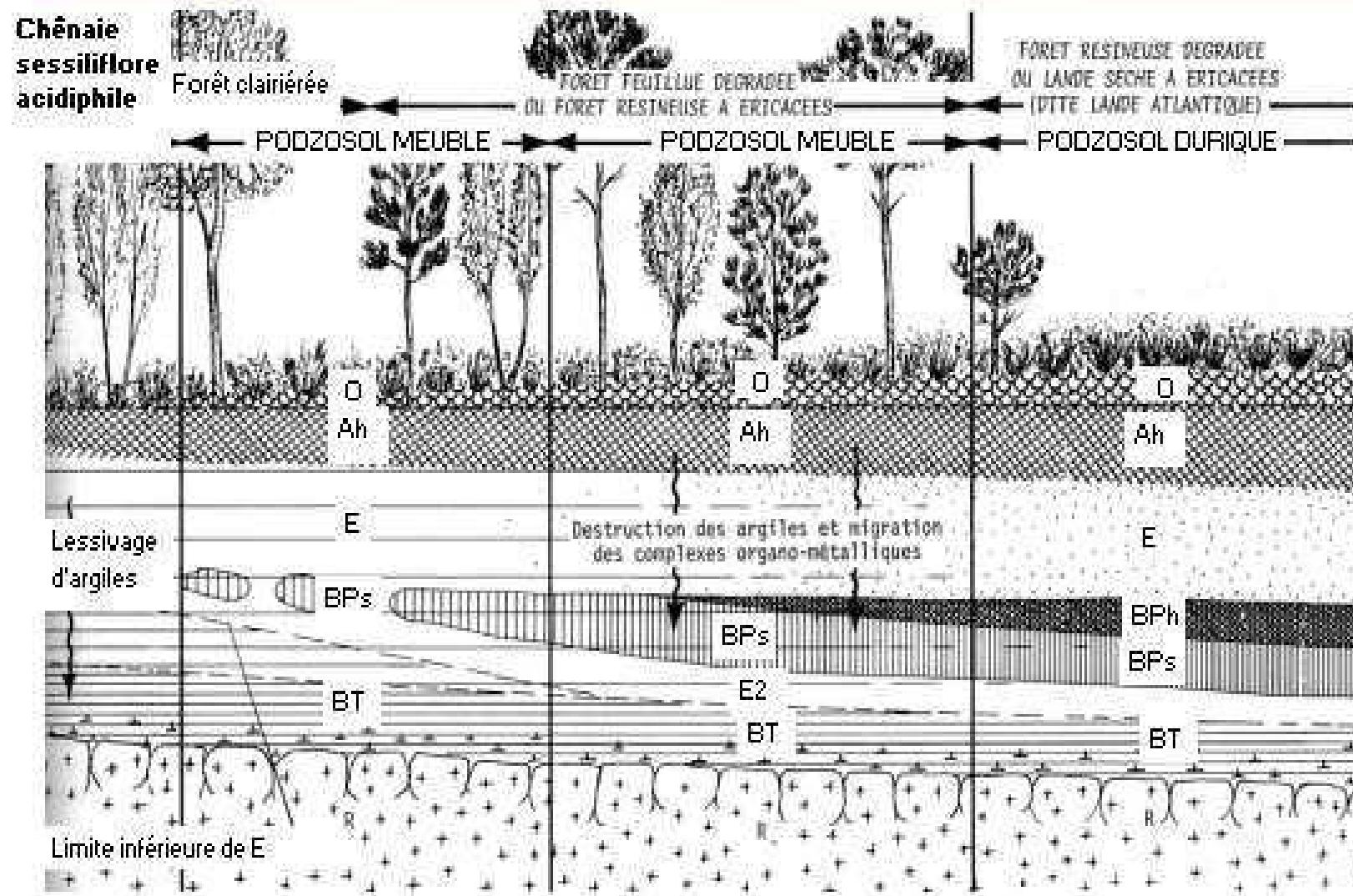
c) PODZOSOL OCRIQUE :

Le solum diagnostique est :

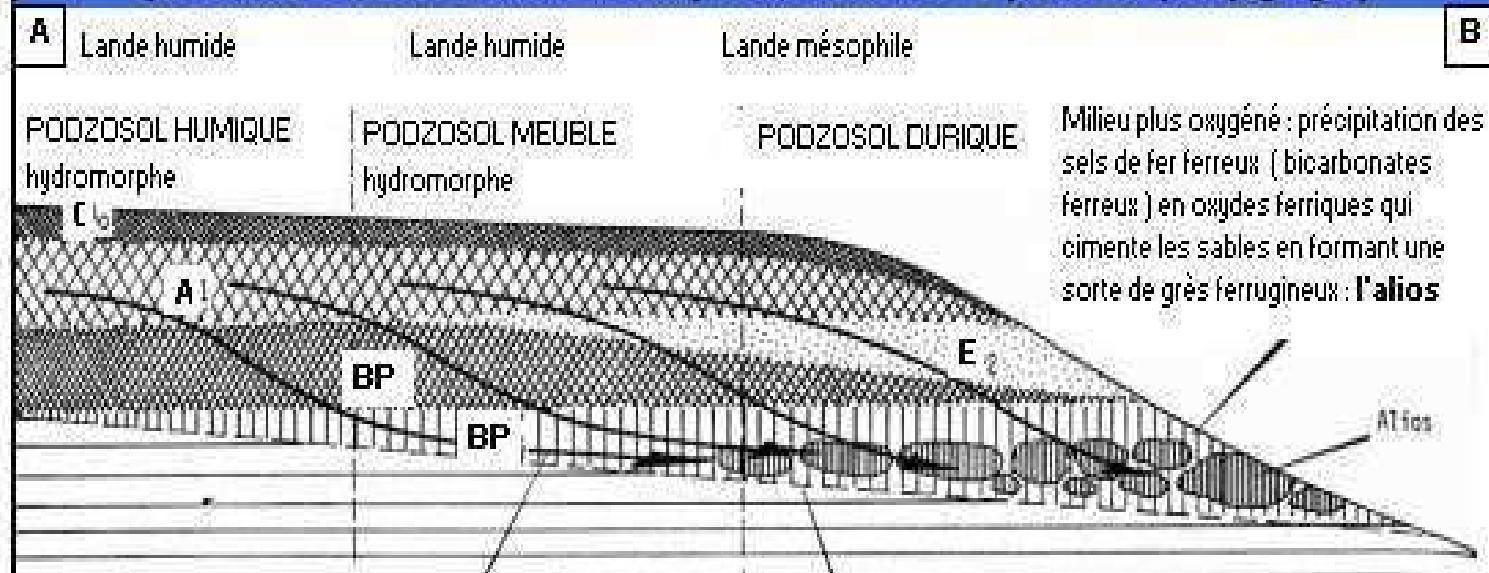
Typiquement, l'horizon BP est un BP_s surmonté par un BPh peu développé. Cependant, l'horizon BP peut être un BPh (matériaux sableux très pauvre en minéraux altérables). Le contraste entre A et BP est peu accentué et la transition progressive. Ils correspondent aux anciens « sols ocres podzoliques » de la CPCS.



EVOLUTION PAR DEGRADATION D'UN LUVISOL TYPIQUE SABLO-LIMONEUX VERS UN PODZOSOL (SOLTNER D., 1992)



La formation de l'alias dans les podzols hydromorphes des Landes de Gascogne
(DUCHAUFOUR, 1977 ; schéma modifié) Transect fictif A - B (carte des pédopaysages)



Le fer est mobilisé non seulement par la formation de complexes organo-métalliques solubles, mais aussi par la remontée hivernale de la nappe d'eau acide. Acidité et anaérobiose provoque une réduction du fer qui devient alors soluble et très mobile. Il se déplace alors latéralement selon la pente, et précipite quand l'abaissement de la nappe rend le milieu plus aéré, à proximité des vallées.





PODZOSOL-REDOXISOL

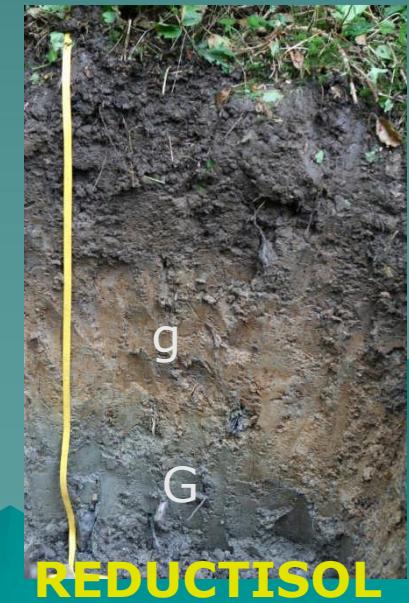
VI. SOLS HYDROMORPHES

Ces sols sont caractérisés par une oxydo-réduction du fer liée à la présence permanente ou temporaire d'une nappe. Ces sols comportent au moins un horizon présentant des caractères attribuables à un excès d'eau.

Les causes possibles de l'excès d'eau sont :

- présence d'une nappe profonde, pouvant osciller ;
- présence d'un horizon peu perméable empêchant l'infiltration de l'eau (nappe perchée) ;
- inondation, apports latéraux, etc.

Le fer constitue un bon indicateur d'hydromorphie, en raison de son rôle dans le développement des processus d'oxydo-réduction dans les sols et de la netteté des manifestations qui accompagnent sa réduction (et sa mobilisation) et son oxydation (et son immobilisation).



6.1. Horizons de Référence :

A) Horizons réductiques (notation Gr et Go) :

Les horizons réductiques sensu stricto (notés Gr = gley réduit) sont caractérisés par leur couleur qui peut être soit uniformément bleuâtre à verdâtre (sur plus de 95 % de la surface du profil), soit uniformément blanche à grisâtre. L'engorgement en eau y est permanent ou quasi. Le fer libre est pour la plus grande part sous forme ferreuse. Anciennement Horizon de gley réduit (CPCS).

Dans les horizons réductiques temporairement réoxydés (notés Go = gley oxydé), la saturation par l'eau est interrompue périodiquement. Des taches de teintes rouille, souvent pâles, sont observables pendant les périodes de non saturation, au contact des vides, des racines, sur les faces de certains agrégats. Il y a une redistribution centrifuge du fer, migrant lors du déssèchement de l'horizon, de l'intérieur des agrégats vers leur périphérie.

Anciennement Horizon de gley oxydé (CPCS).



B) Horizons rédoxiques (notation g ou -g) :

Les horizons rédoxiques (symbolisés par la lettre g ou -g), sont caractérisés par une juxtaposition de plages, de traînées grises (ou simplement plus claires que le fond de l'horizon) appauvries en fer et de taches, de nodules, voire de concrétions de couleur rouille (brun-rouge, jaune-rouge, etc) enrichies en fer.



6.2. Désignation des solums à caractères hydromorphes :

a) **Manifestation d'hydromorphie débutant à moins de 50 cm de profondeur** (plus ou moins 10 cm) : les excès d'eau sont considérés comme majeurs vis-à-vis du fonctionnement actuel du solum.

Deux cas :

- présence uniquement de G ou g : rattachement simple aux REDUCTISOLS ou aux REDOXISOLS.
- présence également d'horizons E, BT, BP, Sca, Sci, Sal, etc : rattachement double. Par exemple : LUVTISOL-REDOXISOL, PODZOSOL-REDUCTISOL, CALCOSOL-REDOXISOL.



b) Manifestation d'hydromorphie débutant entre 50 et 80 cm : les excès d'eau sont considérés comme secondaires et ils sont indiqués par l'utilisation des qualificatifs « réductique » ou « réodoxique » qui s'ajoutent au nom de la Référence.

Exemples : LUvisol DEGRADE réodoxique ; BRUNisol MESOSATURE réodoxique, FLUViosol TYPIQUE réductique.

c) Manifestation d'hydromorphie débutant entre 80 cm et 120 cm : les excès d'eau sont considérés comme accessoires et ils sont indiqués par l'utilisation des qualificatifs « à horizon réductique de profondeur » ou « à horizon réodoxique de profondeur » qui s'ajoutent au nom de la Référence.

6.3 . REDOXISOLS et REDUCTISOLS : (Pseudogleys et Gleys, CPCs)

6.3.1. REDUCTISOLS TYPIQUES (à saturation permanente remontant saisonnièrement dans le solum : fluctuation d'une nappe permanente profonde)

Position topographique :

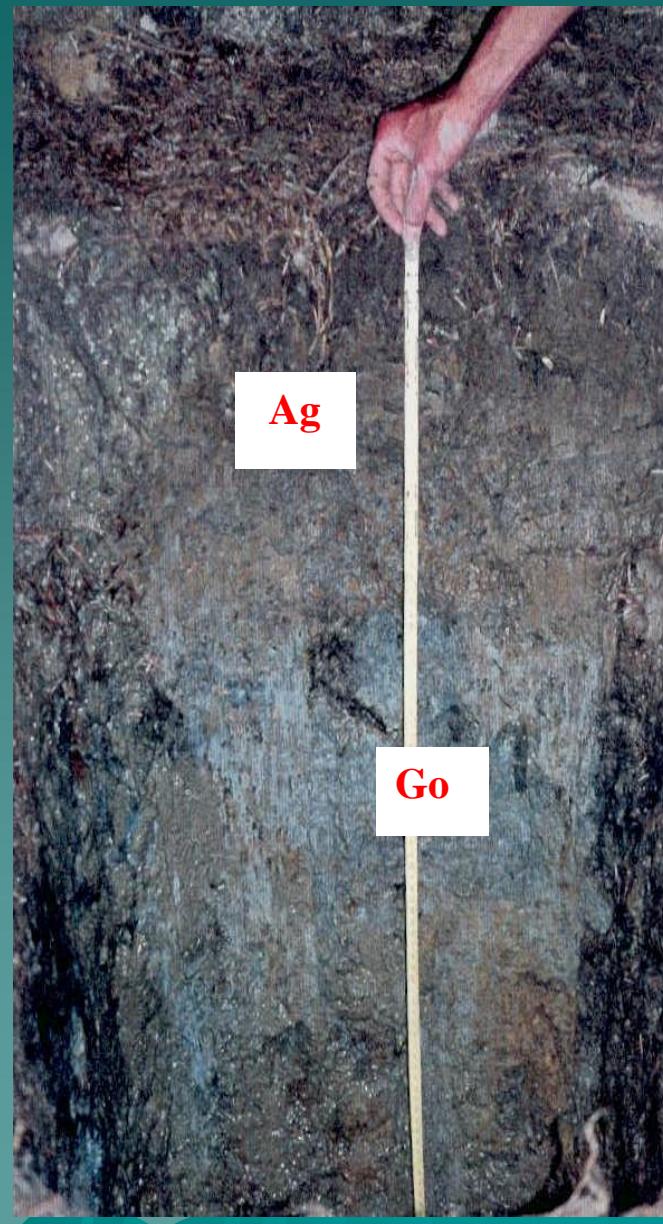
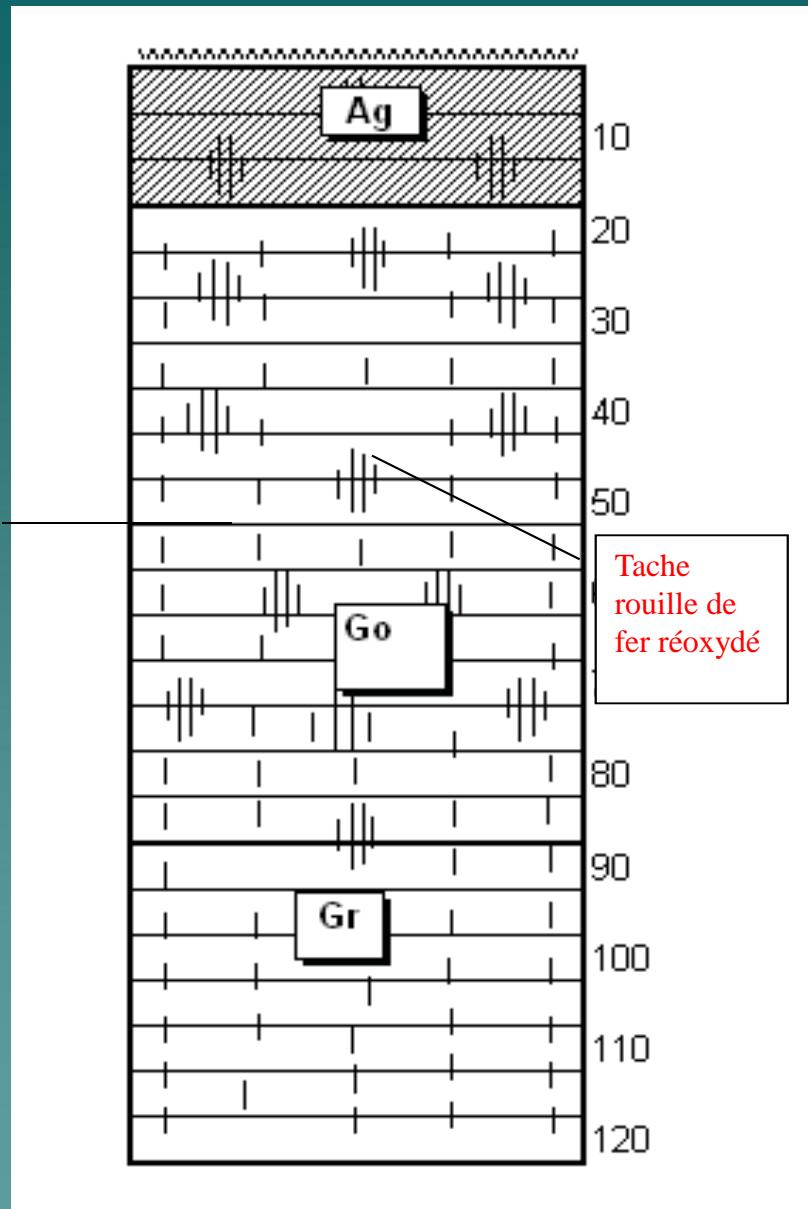
On les observe en position de fond de vallées, de vallon, de plaine littorale, de dépression, sur alluvions fluviatiles ou fluvio-marines, ou encore sur alluvions-colluvions récentes.

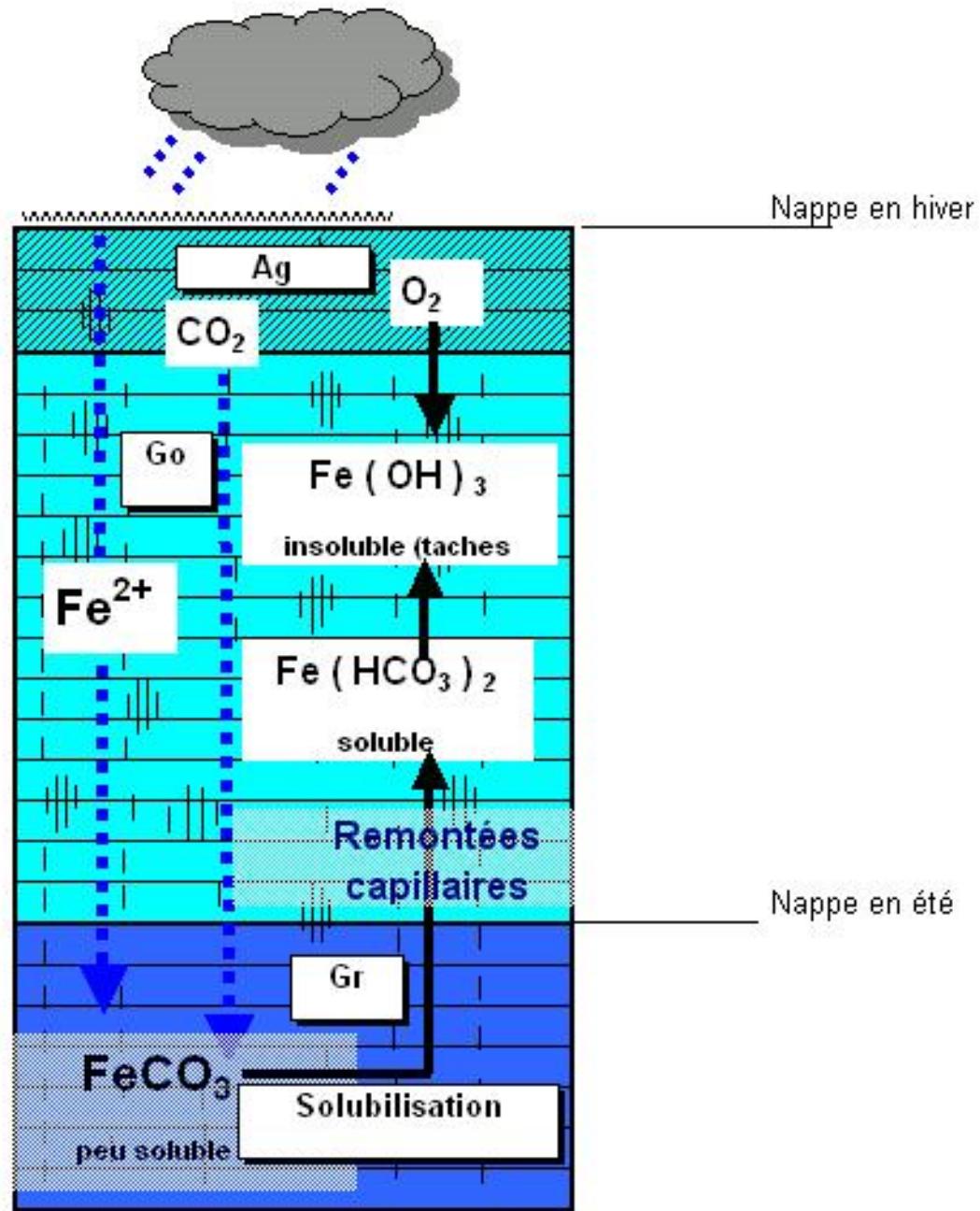
Solum-diagnostique :

La présence de l'horizon G est liée à l'existence d'une nappe profonde (phréatique) souvent en relation avec le système hydrographique de surface (cours d'eau, étangs, lacs) et localement avec la mer.

Le solum-diagnostique d'un REDUCTISOL TYPIQUE est : A ou An / (S) / Go / Gr

Fer réduit





6.3.2. REDOXISOLS (les « véritables » pseudogleys de la CPCS)

Solum-diagnostique :

Les REDOXISOLS présentent un horizon g débutant à moins de 50 cm de profondeur.

Une information complémentaire doit être apportée quant à la nature du plancher imperméable qui peut être un matériau meuble (horizon C) ou une roche dure.

Le solum est du type : Ag / g / C ou R



Le fer est mobilisé à l'état ferreux pendant les périodes où la nappe existe. Ensuite, après avoir migré sur de courtes distances, il précipite après réoxydation lors de la disparition de la nappe en formant des taches rouille ou des concrétions. A noter que des concrétions ferromanganiques Fe-Mn de couleur noire peuvent également se former également par précipitation.



6.3.3. Autres REFERENCES



Concrétion
ferromanganique

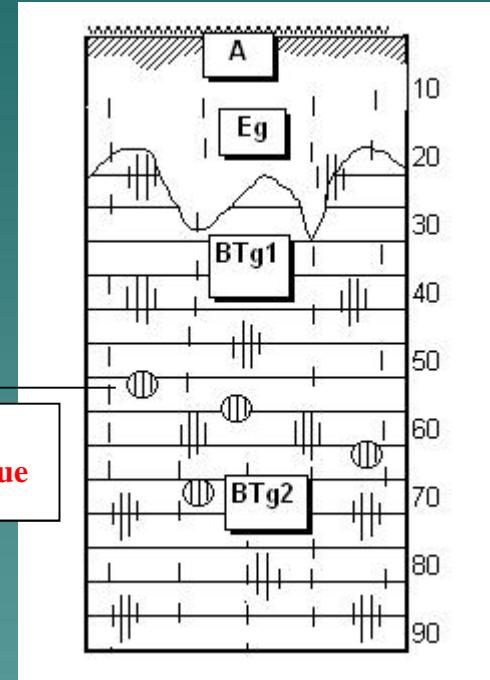


Figure 46 : LUVISOL-REDOXISOL
Forêt des Minières (B) - 2002 (voir
cd rom)

VII. Les PELOSOLS (Pélosols, CPCs)

Il s'agit de sols très riches en argile (généralement plus de 40 à 50 %)

La grande richesse en argile de ces sols peut s'expliquer comme suit :

- **forte teneur en argile de la roche-mère** : il y aurait donc accumulation relative d'argile dans l'horizon S (suite par exemple à une décarbonatation de la roche-mère) ;
- **argilogenèse** (formation d'argile) suite à la division de minéraux de la taille des limons fins.

L'horizon Sp est obligatoire. De plus de 30 cm d'épaisseur, il est très argileux (plus de 45 % d'argile).

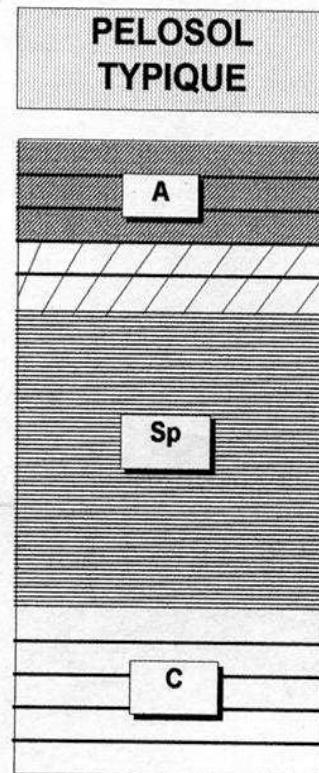
Cet horizon n'est jamais calcaire, même sur roches-mères calcaires



Ces sols ne sont que très légèrement appauvris en argile en surface. Ce sont des sols très difficiles à travailler mais riches. La texture argileuse limite la profondeur de l'enracinement . En hiver, il n'y a pas de nappe perchée (sols très peu perméables dû à l'abondance d'argile, favorisant un ruissellement important en surface) mais les fins capillaires qui se forment dans l'argile s'engorgent d'eau, provoquant l'asphyxie temporaire.

En été, suite au retrait des argiles, s'ouvrent de larges et profondes fissures, les PELOSOLS peuvent alors se désécher profondément dans les périodes chaudes et sèches.

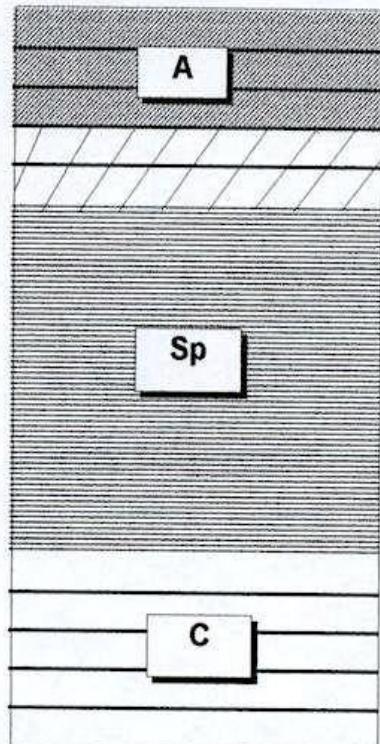
En Lorraine (plateau), les PELOSOLS sont voués à la prairie et à la forêt de chêne pédonculé et charme. Le frêne y donne souvent de bons résultats.



Mull. PH : 6,5 à 7.
Horizon A épais de plus de 10 cm et foncé.
Structure polyédrique assez grossière, très bien développée et stable.
Complexe adsorbant saturé ou presque par Ca et Mg.

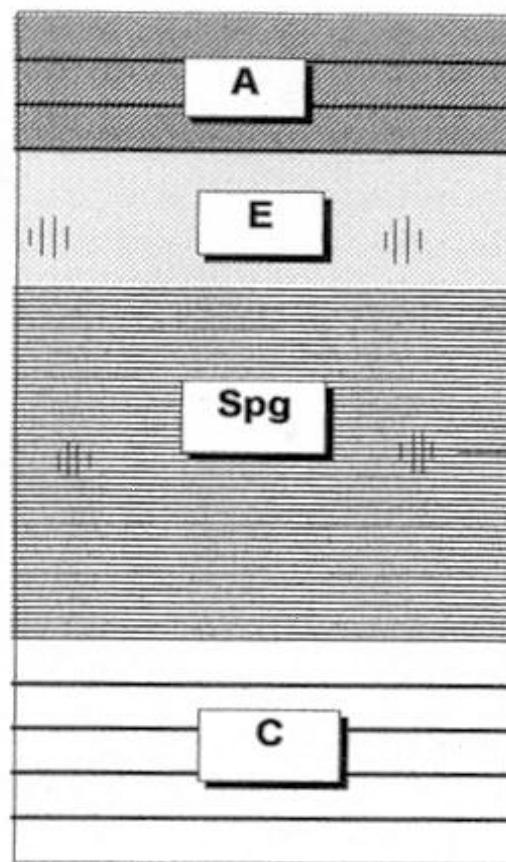
Horizon de plus de 30 cm d'épaisseur.
Horizon très argileux (plus de 45 % d'argile).
Structure polyédrique marquée.
Fentes de retraits très marquées en été.

PELOSOL BRUNIFIE



Mull.
Horizon supérieurs à caractères de brunification sur une faible épaisseur (couleur brune, libération de fer).
Horizon A grumeleux ou à tendance grumeleuse.

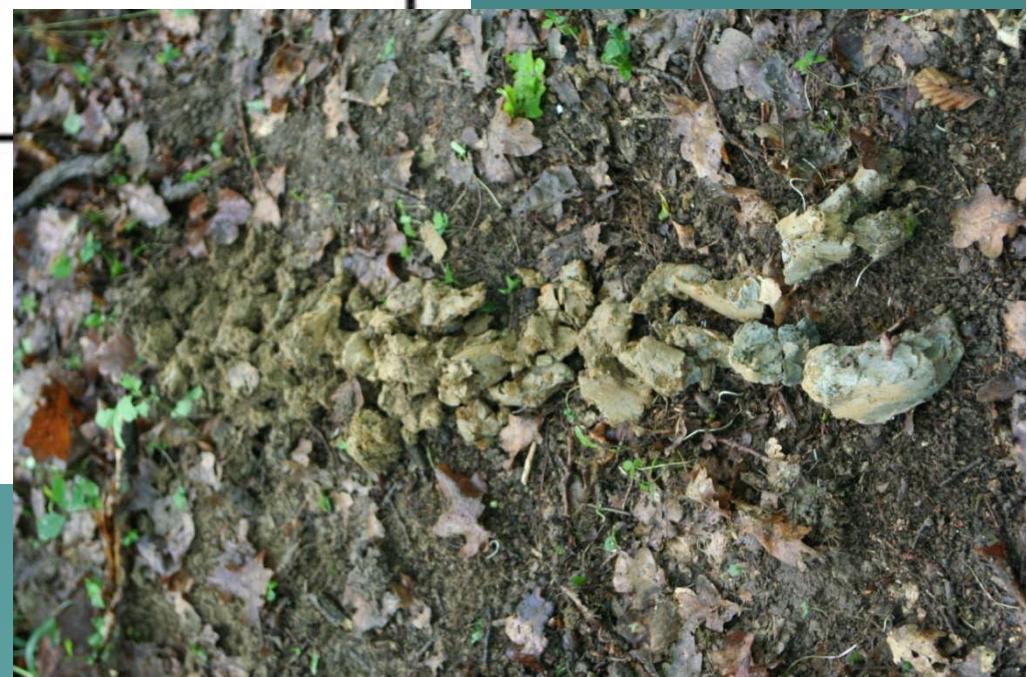
PELOSOL DIFFERENCIE



Horizon insaturé, souvent acide.

Horizon contenant moins de 30 % d'argile et ne dépassant pas 30 cm d'épaisseur.

Taches d'oxydo-réduction.



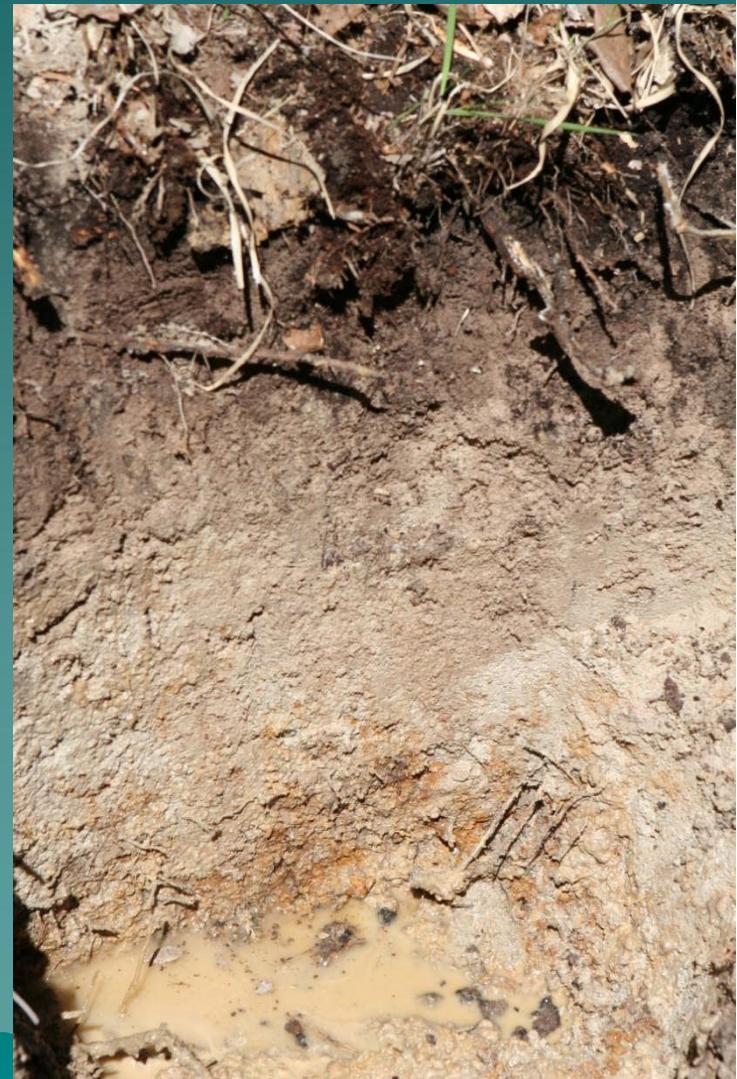
VIII. Les PLANOSOLS (Planosols, CPCs)

1) **Forte différentiation texturale** entre horizons supérieurs peu argileux, assez perméables, et horizons plus profonds, beaucoup plus argileux et très peu perméables (= 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 ;
l'horizon le plus argileux du solum doit avoir au moins 25 % d'argile.

2) 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 en E : à plus du double (exemple : de 18 à plus de 36 % d'argile)
- si plus de 20 % d'argile en E : à plus de $x + 20$ % d'argile (exemple : de 25 à plus de 45 % d'argile).



On distingue deux types de PLANOSOLS : les PLANOSOLS « pédomorphes » et les PLANOSOLS « sédimorphes ». Ces deux types de PLANOSOLS ont des origines pédogénétiques différentes :

a) PLANOSOLS « pédomorphes » :

Dans ces sols, se différencient au cours du temps, progressivement, des horizons supérieurs de plus en plus pauvres en argiles (horizons E). Trois processus distincts peuvent intervenir (susceptibles de se succéder) pour aboutir à ces PLANOSOLS « pédomorphes » :

- une illuviation verticale d'argile (solum Eg / BTg),
- une perte d'argile en surface par migration latérale (« appauvrissement » latéral : solum Eg / Sg),
- une dégradation géochimique de certains minéraux argileux sous l'effet des phénomènes d'oxydo-réduction (solum Eg / Sg).
-

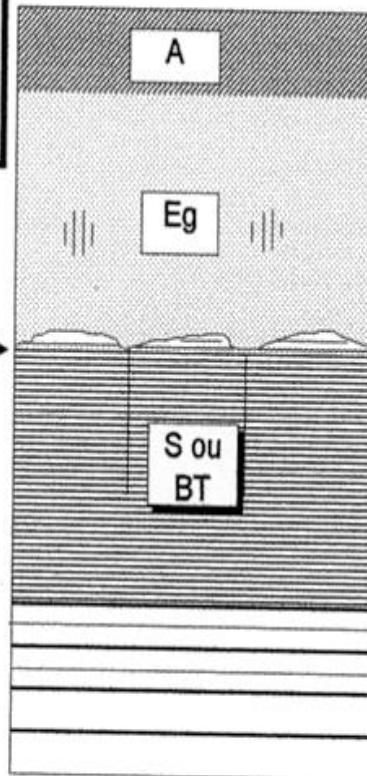
b) PLANOSOLS « sédimorphes » :

La forte différentiation texturale résulte ici de la pré-existence de deux couches sédimentaires superposées. Dans un tel cas, le solum diagnostique est : Eg / II S .

PLANOSOL TIPIQUE

Illuviation d'argile
(cas des
PLANOSOLS
pédomorphes)

Plancher : dû à la
forte différentiation
texturale entre E et
les horizons
inférieurs.



Saisonnierement, l'horizon E est (au moins en partie) le siège de **nappes perchées temporaires à écoulement essentiellement latéral**. Il en résulte des phénomène d'oxydo réduction qui se marquent morphologiquement par des décolorations et / ou des taches de rouille.

Changement textural brusque entre les horizons E et BT ou S : en moins de 8 cm comptés verticalement, on passe de :

- si moins de 20 % d'argile en E : à plus du double ;
- si plus de 20 % d'argile en E : à plus de $x + 20$ % d'argile.

GRANULOMETRIE en %

Horizon	Profondeur (cm)	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
Eg1	10	9,5	11,6	7,1	17,4	54,4
Eg2	25-35	9,2	10,3	5,8	14,7	60
II Sg	50-60	32,1	5,7	3,1	8,8	50,3
II Cg	80-90	29,9	10,4	7,8	8,4	43,5



**PLANOSOL
TYPIQUE**

**ANALYSE
GRANULOMETRIQUE**

Forte différentiation texturale :

- 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 ;
- l'horizon le plus argileux du solum doit avoir au moins 25 % d'argile.

Horizon	Profondeur (cm)	% M.O.	% de C	% de N	C / N	pH eau	pH KCl	Ca (meq / 100 g)	Mg (meq / 100 g)	K (meq / 100 g)	C.E.C. (meq / 100g)	S / T
Eg1	10	1,53	0,89	0,042	21,2	5,0	3,9	0,3	0,08	0,087	2,3	1
Eg2	25-35	0,64	0,37	0,010	37,0	5,0	4,1	0,5	0,12	0,059	2,3	1
II Sg	50-60					4,7	3,5	2,4	1,57	0,227	12,7	1
II Cg	80-90					4,9	3,4	5,1	2,25	0,185	14,5	1

PLANOSOL TYPIQUE

Analyse chimique