

Initiation à la classification des formes d'humus et des sols

Année universitaire 2013-2014

Référence du polycopié : cours de Pédologie

Nombre de pages du polycopié: 27

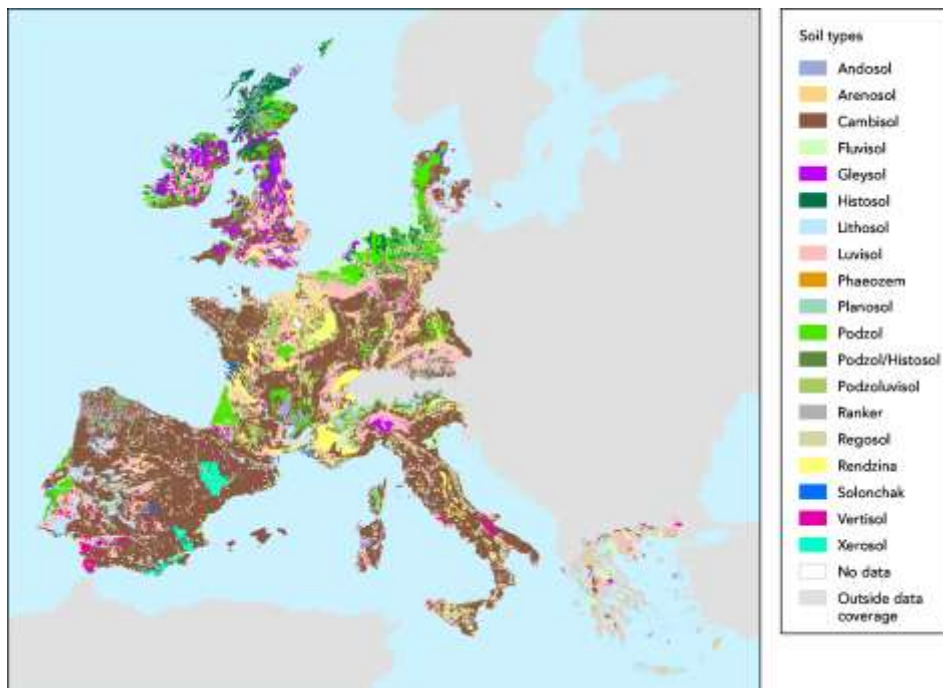
Formation concernée: Licence de Biologie (niveau L3), module Ecologie des Communautés, des Ecosystèmes et Fonctions 1)

Semestre: premier

Responsable du module : Florence Hulot (Université Paris Sud, UMR 8079, Ecologie Systématique et Evolution)

Technicien assistant : Vongphet Souvannavong (Université Paris Sud, UMR 8079, Ecologie Systématique et Evolution)

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/soil-type>



Enseignant: Augusto Zanella

Université de Padoue (Italie)

Département Territoire et Systèmes Agro-Forestiers
Viale dell'Università, 16, 35020 Legnaro, Italie
skype : augusto.zanella

<mailto:augusto.zanella@unipd.it>

<http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/index.htm>



Acronymes utilisés dans le polycopié et sites internet

Références bibliographiques pour la classification du SOL

- **RP** = Référentiel Pédologique 2008. Association française pour l'étude du sol. Ed Quae, 2009 : 405 pages : <http://www.afes.fr/referentiel.php> et <https://www2.nancy.inra.fr/unites/lerfob/ecologie-forestiere/ouvrages/ouvrages.htm>
- **FAO_{WRB}** = FAO World Reference Base for soil resources 2006, World Soil Resources Reports n° 103, FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), Rome 2006 : 128 p. et Guidelines for soil description 2006, FAO, Rome 2006 : 97p. Horizons et Codes internationaux sont contenus dans le Guideline FAO. Les sols sont classés dans le FAO_{WRB}. Le FAO_{WRB} 2006 ne classe pas les formes d'humus. Dans l'annexe 5 du RP 2008 (pages 378-392) est donné la correspondance entre les noms des sols RP 2008 et FAO_{WRB} 2006 : <http://www.fao.org/> et <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsr103e.pdf> et ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/guidel_soil_descr.pdf

Références pour la classification des FORMES d'HUMUS

- **RP** = Référentiel Pédologique 2008. Association française pour l'étude du sol. Ed Quae, 2009 : 405 pages. Dans l'annexe 1 de ce livre (pages 327-355) se trouve la Typologie des formes d'humus forestières (sous climat tempéré) Cette même typologie est illustrée et décrite par les mêmes Auteurs dans un ouvrage publié par l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts de Nancy qui s'intitule « L'humus sous toutes ses formes » : http://www.unitheque.com/Livre/engref_-_agroparistech/L_humus_sous_toutes_ses_formes-15905.html et <https://www2.nancy.inra.fr/unites/lerfob/ecologie-forestiere/ouvrages/ouvrages.htm> et (PDF anglais) http://www.academia.edu/1825629/Classification_of_forest_humus_forms_a_French_proposal et (PDF français) http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/52/53/42/PDF/Jabiol_et_al._1994.pdf
- **EHB** = Classification Européenne 2011 = EUROPEAN HUMUS FORMS REFERENCE BASE 2011. A. Zanella, B. Jabiol, J.F. Ponge, G. Sartori, R. De Waal, B. Van Delft, U. Graefe, N. Cools, K. Katzensteiner, H. Hager, M. Englisch, A. Brethes, G. Broll, J.M. Gobat, J.J. Brun G. Milbert, E. Kolb, U. Wolf, L. Frizzera, P. Galvan, R. Kolli, R. Baritz, R. Kemmers, A. Vacca, G. Serra, D. Banas, A. Garlato, S. Chersich, E. Klimo & R. Langohrg : http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/56/17/95/PDF/Humus_Forms_ERB_31_01_2011.pdf et <http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/index.htm>
- **EHB_{WRB}** = Nouvelle version de la EHB 2011 sous forme de proposition publiée pour intégrer la EHB 2011 dans référence FAO_{WRB} pour le SOL. [http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/images/PER%20SITO%20personale/PDF%20articoli/GEODER11123%20\(2013\).pdf](http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/images/PER%20SITO%20personale/PDF%20articoli/GEODER11123%20(2013).pdf)

Exemples de question posées à l'examen

- **EQ** = en général, la réponse se trouve dans la page qui précède la question

Sommaire

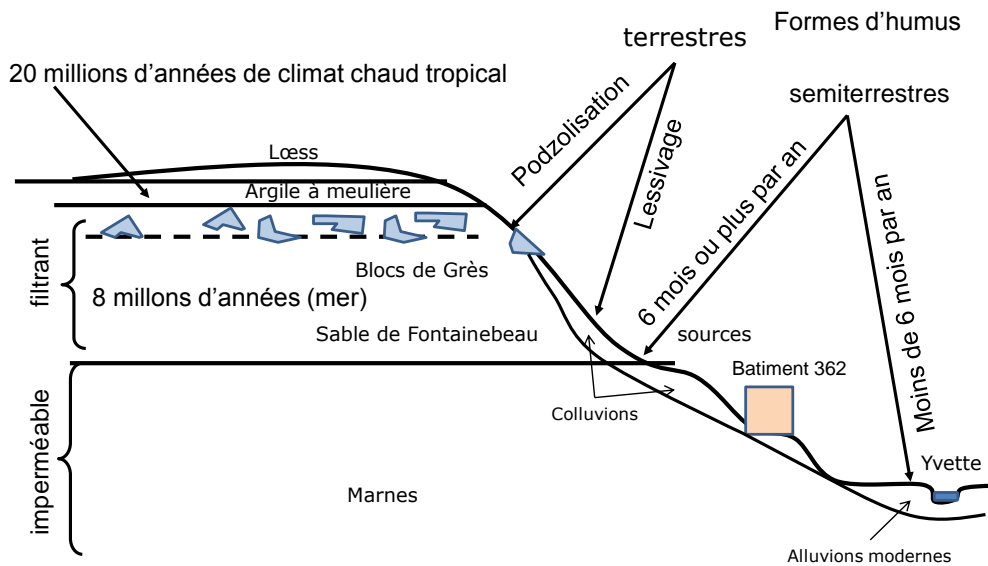
Acronymes utilisés dans le photocopié et sites internet.....	2
Références bibliographiques pour la classification du SOL	2
Références pour la classification des FORMES d'HUMUS	2
Exemples de question posées à l'examen	2
1. Profil géologique du Campus	5
2. Profil du sol: Principaux horizons des sols terrestres et semiterrestres.....	5
3. SOLS AERES (NON HYDROMORPHES)	6
3.1. La classification des formes d'humus Terrestres (schémas général de la EHB)	6
3.2. Clef des Terroformes (valable pour RP, EHB et EHB _{WRB}).....	7
3.3. Horizons diagnostiques et descripteurs ou lettres-indices.....	7
3.3.1. Corespondances RP-CPCS	10
3.4. Profil de sol PODZOLIQUE	11
3.5. Classification de la forme d'humus (EHB et RP).....	12
3.6. Classification du sol (RP et FAO _{WRB})	13
3.7. Profil de LUVISOL	13
3.8. Classification de la forme d'humus (EHB, très proche du RP pur ces formes)	14
3.9. Classification du sol (RP et FAO _{WRB})	14
4. SOLS HYDROMORPHES.....	15
4.1. Pores	15
4.2. La classification des formes d'humus Semiterrestres (= « à moitié dans l'eau »).....	15
4.2.1. Référentiel Pédologique 2008 (5 formes).....	15
4.2.2. EHB 2011 (15 formes)	16
4.3. Horizons diagnostiques et lettres-indices.....	16
4.4. Profil de REDOXISOL.....	17
4.5. Classification de la forme d'humus (RP)	18
4.6. Classification de la forme d'humus (EHB 2011)	19
4.7. Classification du sol (RP et FAO _{wrb})	19
4.8. Profil de REDUCTISOL (RP) = Gleysol (FAO _{wrb})	20
4.9. Classification de la forme d'humus (EHB) ; pour classer avec la clé RP, page 15	20
4.10. Classification du sol (RP et FAO _{WRB})	21
5. La nouvelle classification EHB _{FAO} des formes d'humus.....	22
5.1. Tableaux pour la classification des formes d'humus semiterrestres et terrestres de la EHB _{WRB}	24
Les rectangles rouges entourent les formes hydromorphes (une Semi-terrestre et une Terrestre) que nous avons rencontrées et classées sur le Campus.....	24

5.2. Préfixes et suffixes pour mieux préciser la classification des formes d’humus semiterrestres et terrestres de la classification EHB _{WRB}	27
5.3. Exemples de classification le long d’un gradient	29
6. Sur la classification des sols en général	30
6.1 Les noms des sols en fonction des processus pédogénétiques	30
Série de tableaux qui aident à mieux comprendre la classification des sols	30
Tab avec noms RP	30
Tab avec noms FAO _{WRB}	31
Tab avec noms Soil Taxonomy (USA)	31
7. OUVRAGES de référence	32

1. Profil géologique du Campus

PROFIL géologique du Campus

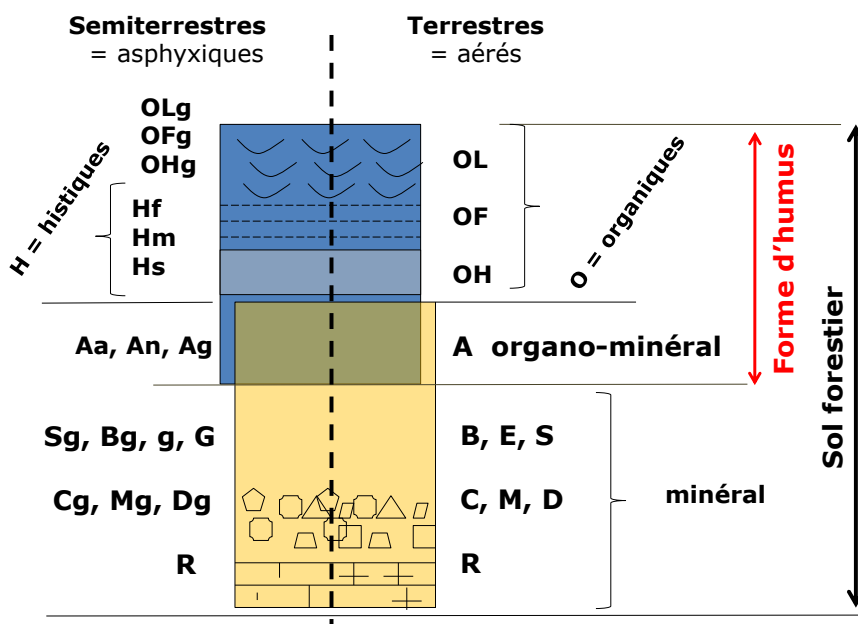
Points de sondage



EQ: Les sols changent sur le profil géologique du campus. Expliquez la présence de sols différents, aérés ou hydromorphes, en fonction de la roche mère dans laquelle ils se sont développés.

2. Profil du sol: Principaux horizons des sols terrestres et semiterrestres

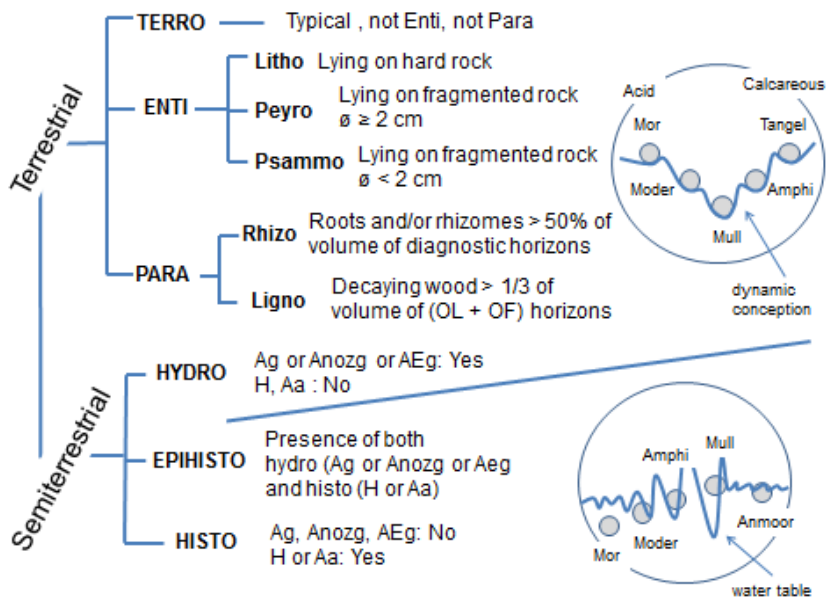
Principaux horizons diagnostiques du PROFIL DU SOL



EQ : Citez les facteurs qui peuvent accélérer ou ralentir la biodégradation des litières, en milieu aéré et en milieu asphyxique et leurs conséquences sur les horizons du sol.

3. SOLS AERES (NON HYDROMORPHES)

3.1. La classification des formes d'humus Terrestres (schémas général de la EHB)



Formes d'humus **terrestres** (= non hydromorphes)

Le RP considère 2 ensembles de formes d'humus terrestres:

- . sans matière minérale fine:** Litho (qui posent directement sur la roche dure en place: Mor, Moder, Tangel= Lithoamphimus) et Peyro (qui posent directement sur la roche fragmentée: Mull, Moder, Mor);
- . avec matière minérale fine (terroformes EHB):** Mull, Moder, Mor, Amphimus

La CE 2011-2012 considère 3 ensembles de formes d'humus terrestres:

- Entiformes** = Formes d'humus gisant directement sur la roche mère qui peut être dure en place (lithoformes), très fragmentée (peyroformes) ou sableuse (psammoformes). Le RP considère uniquement litho et peyro formes;
- Paraformes** = formes «atypiques», rhizoformes: > 50 du volume des horizons A et/ou (OF+OH); lignoformes: plus d'1/3 du volume de (OL+OF) occupé par du bois mort (branches, tiges, arbres entiers...). Le RP considère ces formes d'humus comme des déviations des formes classiques (utilisant des adjectifs);
- Terroformes** (Anglais: Terroforms) = **les formes terrestres classiques**, les mull, moder, mor, amphi et tangel. Le RP préfère « amphimus » à « amphi » et considère tangel et lithoamphi comme synonymes.

3.2. Clef des Terroformes (valable pour RP, EHB et EHB_{WRB})

5 terroformes (= 5 morpho-types)

Ce sont les formes les plus connues. Le préfixe "terro" est sous-entendu: terroMull = Mull

A de vers anéciques et endogés, pas d'OH → **1.MULL**

A et OH de arthropodes, enchytreides, vers épigés → **2.MODER**

Pas/peu d'animaux, A absent ou de diffusion → **3.MOR**

Classiques

Mull = climat tempéré, litière C/N < 20

Moder = climat froid, roche mère acide, litière C/N = 20-40

Mor = climat très froid et humide, roche mère acide, C/N > 40

A de vers anéciques et endogées + OH de arthropodes, enchytreides, vers épigés →

→ A dominant : $A \geq OH/2$ → **4.AMPHI(*)**

→ OH dominant : $A < OH/2$ → **5.TANGEL(**)**

Introduction récente

Amphi = climat tempéré avec été sec, roche mère calcaire, litière C/N = 20-40

Tangel = climat montagnard, roche mère calcaire, litière C/N > 40

(*) Dans le RP 2008, le Amphi est appelé Amphimus

(**) Dans le RP 2008, le Tangel correspond à un Lithoamphimus.

EQ : Le rapport C/N semble influencer la séquence des horizons des formes d'humus. Sauriez-vous en expliquer les raisons ?

3.3. Horizons diagnostiques et descripteurs ou lettres-indices

Codes et horizons diagnostiques des FORMES d'HUMUS

Horizons ORGANIQUES, mêmes codes pour RP et EHB (sous-entendu aussi EHB_{WRB}):

- **OL** = Litière = tout ce qui tombe au sol et qui est encore presque intact . HC < 10%. HC = HUMIC COMPONENT (EHB), correspondant à la MOF = Matière Organique Fine (RP) = morceaux tellement petits qu'à l'œil nu il est impossible de reconnaître l'organe d'origine (feuille ? Ou patte de fourmis ? Ou racine? Ou k-k ?) = micro-fragments ou matière organique dans les excréments
- **OF** = OL en Fragments = 10% < HC < 70%; **OFzo** (zoogénique), **OFnoz** (non zoogénique)
- **OH** = OL « Humifié » = 70% ou plus de HC
- **H** = Histique = formé en milieux saturés par l'eau durant des périodes prolongées, composé de débris (hystos = tissu) de végétaux hygrophiles ou aquatiques (**Hf**, **Hm**, **Hs**, **HI**)

Horizons ORGANO-MINÉRAUX :

- **A** = ORGANO-MINÉRAL de surface (même code pour RP et EHB). Par définition dans la EHB, le contenu en Carbone Organique (CO) d'un horizon A est ≤ 20% du poids sec. On le mesure dans la terre fine (diam.<2mm). Dans le RP 2008 le contenu de CO dans A varie entre 8% < CO < 30% et A se différencie de OH prioritairement par d'autres critères fonctionnels et morphologiques.

A biomacrostructuré (code **maA** pour la EHB), nettement grumeleux (diam > 4 mm), homogène = passé dans l'intestin des vers de terre anéciques ou endogés

A biomesostrucuré (code **meA** pour la EHB), grumeleux (1mm < diam < 4 mm), plutôt organique, de vers de terre, d'arthropodes ou de vers Enchytreides.

A biomicrostructuré (code EHB: **mi A**, grains minéraux et micro-déjections d'arthropodes ou d'Enchytreides , diam. grumeux < 1mm)

A massif (code EHB: **ms A**, constitué d'un seul bloc +/- tendre)

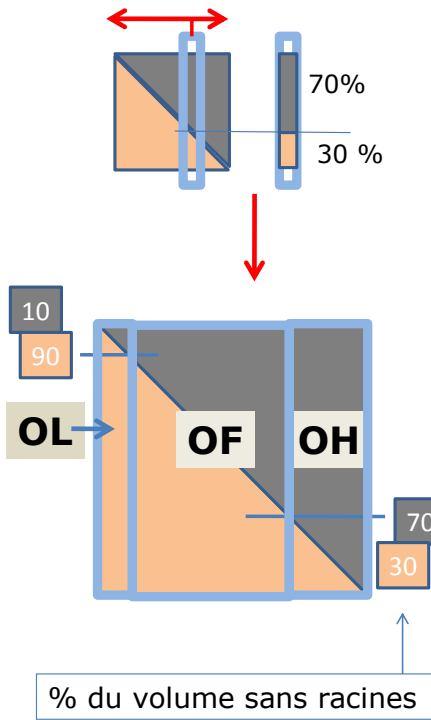
A grains libres (code EHB: **sg A**, constitué de petits grains séparés)

A non grumeleux, uniquement RP (codes EHB: mélange difficile à classer de **mi A**, **msA** et/ou **sgA**)

Ag = A hydromorphe (même code pour RP et EHB)

An (RP), **Aa** (EHB), A de Anmoor = A hydromorphe, grumeleux, de vers de terre dans la saison sèche ; devient une pâte grisâtre, marron ou noirâtre, sans structure dans la période d'immersion (environ six mois par an) habitée par des actinomycètes et/ou des bactéries anaérobiques.

OL – OF – OH



COMPOSANTE HUMIQUE = Restes organiques transformés et finement émiettés et/ou déjections animales de taille variable, organiques ou organo-minérales. Les organes qui composaient la litière d'origine ne sont pas reconnaissables à l'œil nu ou en utilisant une loupe de terrain (10 X). Des particules minérales peuvent être visibles dans les déjections animales. La composante humique compose partiellement ou complètement les horizons organo-minéraux (A) et organiques (OL, OF, OH).

RESTES RECONNAISSABLES = Restes organiques de feuilles, aiguilles, racines, écorce, écailles et tiges, fragmentés ou non, et dont les organes d'origine sont toujours reconnaissables à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe de terrain (X 10). La litière fraîche est généralement composée à 100% de restes reconnaissables.

EQ : Y a-t-il une différence d'âge entre ces horizons organiques ? Un OL, par exemple, est-il plus jeune ou plus vieux qu'un OH et pour quelle raison ? Que pouvez-vous dire sur le plan fonctionnel (cycle du carbone, par exemple) d'un écosystème qui présente une forme d'humus avec des horizons organiques épais ?

POUR LES AUTRES HORIZONS du SOL

- **S** (RP) = **Bw** (FAO_{WRB}) = horizon minéral d'altération structural = horizon avec une structure et une couleur différentes de A et une altération plus poussées que la roche mère (A : structure grumeleuse = biogène, couleur gris ou gris-ocre par abondance de matière organique; B structure non biogène, couleur ocre par présence de FeO_3 libre) ; (**B**) = ancienne dénomination abandonnée (Ph. Duchaufour)
- **BT** (RP) = **Bt** (FAO_{WRB}) = accumulation d'argile (Ton = agile en allemand)
- **BPh** (RP) = **Bh** (FAO_{WRB}) = accumulation humique (P = de sol Podzolique)
- **BPs** (RP) = **Bs** (FAO_{WRB}) = accumulation dominante de sesquioxydes (Al_2, Fe_2-O_3)
- **E** (RP, FAO_{WRB}) = horizon éluvial = pauvre en matière organique, lessivé en argile ou complexes matière organique-sesquioxydes de Fe et Al, couleur claire ; **A₂** = ancienne dénomination abandonnée
- **G** (RP, FAO_{WRB}) = horizon de couleur gris verdâtre, riche en fer ferreux, à taches rouille, se formant au sein ou à la limite supérieure d'une nappe phréatique
- **g** (RP) = d'habitude les lettres minuscules correspondent à des suffixes; dans le cas du RP et uniquement pour cette lettre « g », elle peut être employée seule pour indiquer un horizon hydromorphe de couleur léopardé ocre et gris, la couleur ocre dominant sur le gris (fer oxydé dominant)
- **C** (RP, FAO_{WRB}) = matériau fragmenté non déplacé, originel, aux dépens duquel sont formés A et **B** (= R altérée sur place, chimiquement ou physiquement. Diffère de A et de C)
- **D** (RP) = roche mère fragmentée et déplacée (pas originaire de l'endroit où elle se trouve actuellement)
- **M** (RP) = matériau meuble, originel, aux dépens duquel sont formés A et B (= roche mère continue et non fragmentée ou altérée, tendre = sable, limon...)
- **R** (RP, FAO_{WRB}) = roche dure sous-jacente
- **BC** (RP, FAO_{WRB}) = exemple d'horizon de transition avec des caractéristiques plus proches de B que de C.
- **C₂** (RP, FAO_{WRB}) = deuxième roche mère = deuxième substrat intéressé par la même pédogenèse que la partie située plus haut dans le profil
- **II C** (RP, FAO_{WRB}) = deuxième substrat pas intéressé par la même pédogenèse que la partie située plus haut dans le même profil.

Des lettres “indices” (suffixes) pour mieux définir les horizons

- **al** (RP) = horizon riche en Aluminium ($20 < Al < 50\%$ de la Capacité d’Echange Cationique, C.E.C. qui, dans **Sal**, est $< 30\%$, souvent $< 20\%$), ex. **Sal**; ex.: CEC = 20%, H^+ = 80 %, Al = 4-10%, Bases = 16-10 %.
- **ca** (RP) = **k** (FAO_{WRB}) = horizon enrichi en carbonate de calcium, $CaCO_3$, ex. **Bk**, **Bca**
- **g** = horizon à hydromorphie temporaire, tacheté de gris (fer réduit) sur fond ocre (fer oxydé), ex. **Bg** (FAO_{WRB}) = **Sg** (RP). Dans le RP 2008, la lettre **g** minuscule utilisée seule et sans lettre majuscule de référence indique un horizon complètement hydromorphe avec fer oxydé dominant et caractérisant un Redoxisol.
- **h** = horizon humique, riche en matière organique
- **o** = (RP) présence de taches de fer oxydé, fond gris dominant à taches ocre et concrétions noires ou mauves , ex. **Go**; (FAO_{WRB}) accumulation résiduelle de sesquioxydes.
- **r** = forte réduction, horizon complètement gris verdâtre, ex. **Gr**
- **s** = horizon enrichi en sesquioxydes de fer (aluminium et fer oxydés), ex. **BPs**, **Bs**
- **t** = horizon riche en argile (de ton, en allemand), à cause du processus d’éluviation, ex. **Bt**
- **x** = horizon fragipan, à densité élevée, ex. **Bx**
- **w** = horizon minéral d’altération (weathering), **Bw** (FAO_{WRB})
- **z** = accumulation de sel (FAO_{WRB}), ex. **Az**. Dans le RP, les sels en solution ou précipités sont indiqués avec **Sa**, ex. **SaA**; la présence abondante de Sodium sur le complexe d’un horizon est notée **Na**, ex. **NaA**.

- **zo** = zoogénique (RP, EHB), pour les horizons organo-minéraux ou organiques, ex. **OFzo**
- **noz** = non zoogénique (RP, EHB), ex. **Anoz**

EQ : La classification des formes d’humus est dite morpho-fonctionnelle ? Maintenant que vous connaissez les horizons diagnostiques de ces formes, pourriez-vous expliquer la raison d’une telle appellation ?

3.3.1. Corespondances RP-CPCS

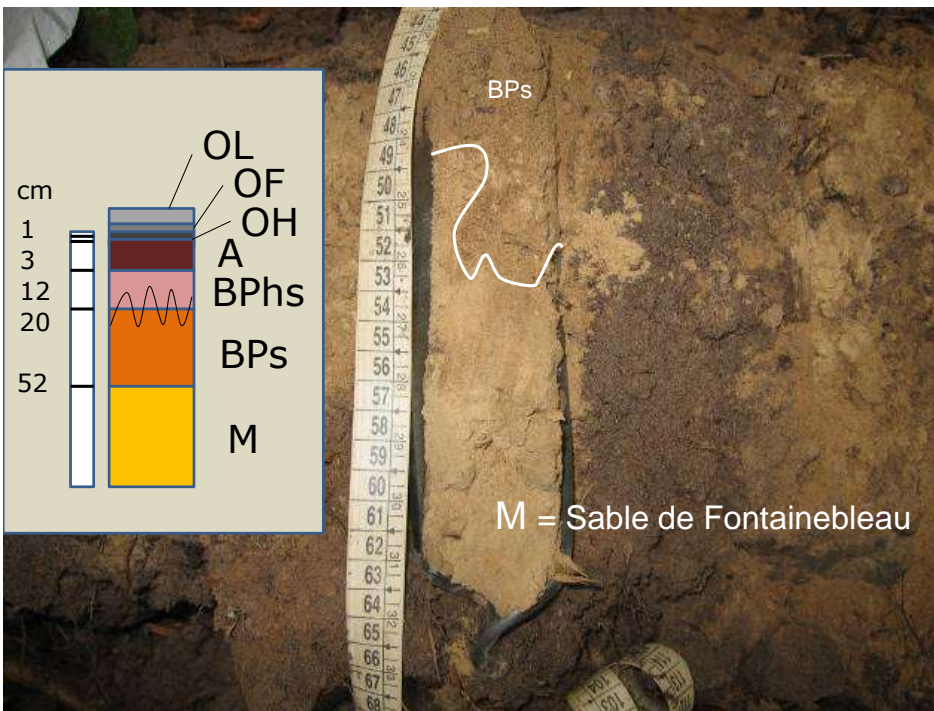
Si vous lisez des publications anciennes (avant 2000) ou faisant référence à des classifications du sol anciennes (qui, en France, suivaient les principes dictés par la **Commission de Pedologie et de Cartographie des Sols**), vous trouvez ici la correspondance avec les codes du RP.

Correspondance entre la dénomination des principaux horizons du *Référentiel Pédologique* rencontrés en zone tempérée et ceux de l'ancien système CPCS (1967)

Pour la liste complète des horizons, se reporter au *Référentiel Pédologique 2008*

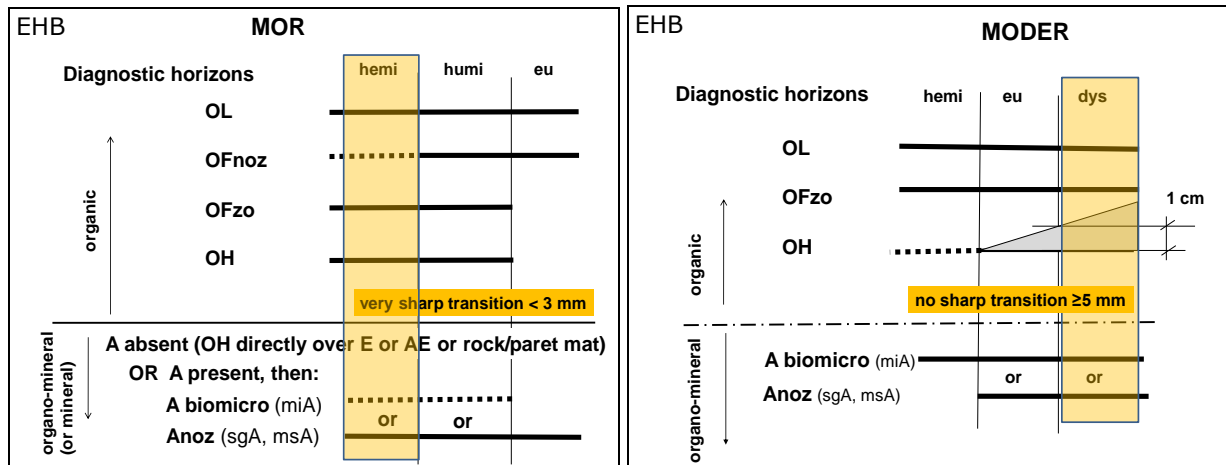
<i>Référentiel Pédologique (2008), par ordre alphabétique</i>		CPCS (1967)
A (plusieurs sous-types)	horizons organo-minéraux	A ₁
BPh et BPs BT	horizons podzoliques horizon d'accumulation d'argile	Bh et Bfe ou Bs Bt
C	matériau parental altéré	C
D	matériau non altéré constitué essentiellement d'éléments grossiers	R
E, Ea Eg	horizons "éluvial" et éluvial albique horizon rédoxique apauvri en fer	A ₂ A ₂ g
FS, FSj, FSl	horizons fersiallitiques	B ou Bt
Go ou Gr ou Ga g	horizons réductiques horizon rédoxique	G -g
Js Jp	horizon "jeune" de surface horizon "jeune" de profondeur	A ₁ B ou C
L	horizon labouré	Ap
M	matériau non altéré meuble	R
OL OF OH ou OHta	horizons holorganiques	A ₀₀ A ₀ ou F A ₀ ou H
R	matériau non altéré cohérent	R
S (plusieurs sous-types)	horizons structuraux	(B)
X	horizons peyriques	?

3.4. Profil de sol PODZOLIQUE

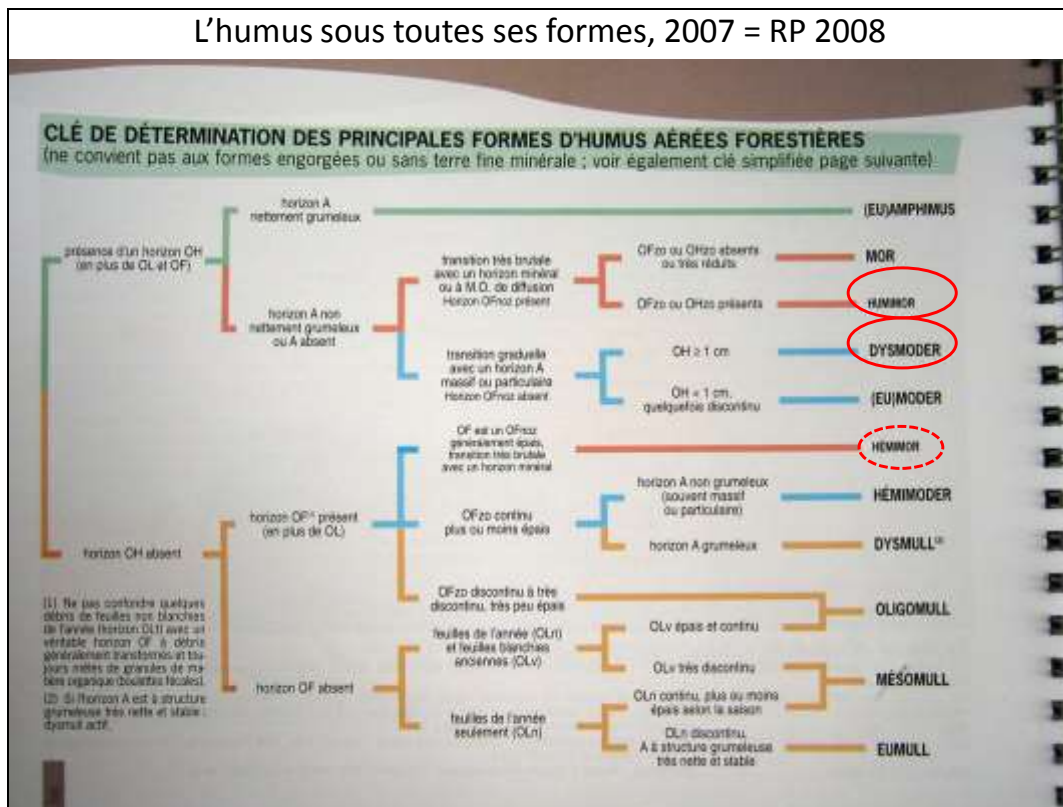


EQ : Expliquez le processus de podzolisation.

3.5. Classification de la forme d'humus (EHB et RP)



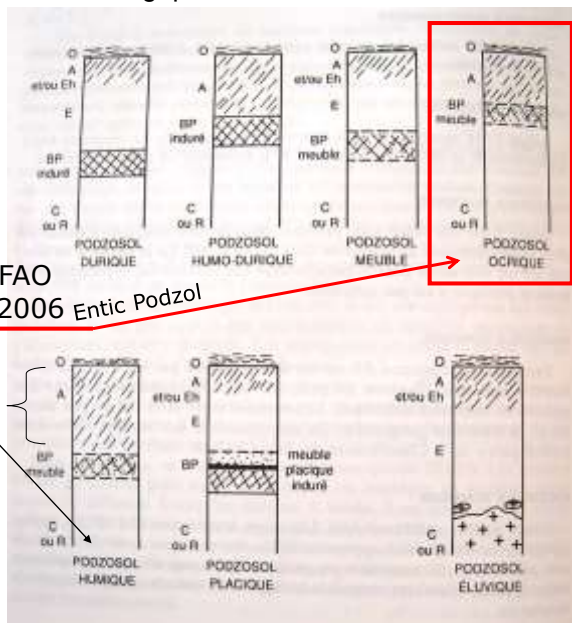
EQ : En quoi les formes Mor et Moder diffèrent-elles?



EQ : Ces tables (EHB et RP) classent la forme d'humus très acide du sol podzolique de manière différente: EHB, hemimor/dysmoder ; RP 2008, humimor/dysmoder. L'hémimor de la EHB est donc différent de l'hémimor du RP. En quoi ces deux formes avec le même nom diffèrent-elles ?

3.6. Classification du sol (RP et FAO_{WRB})

CLASSIFICATION Référentiel Pédologique 2008: PODZOSOLS

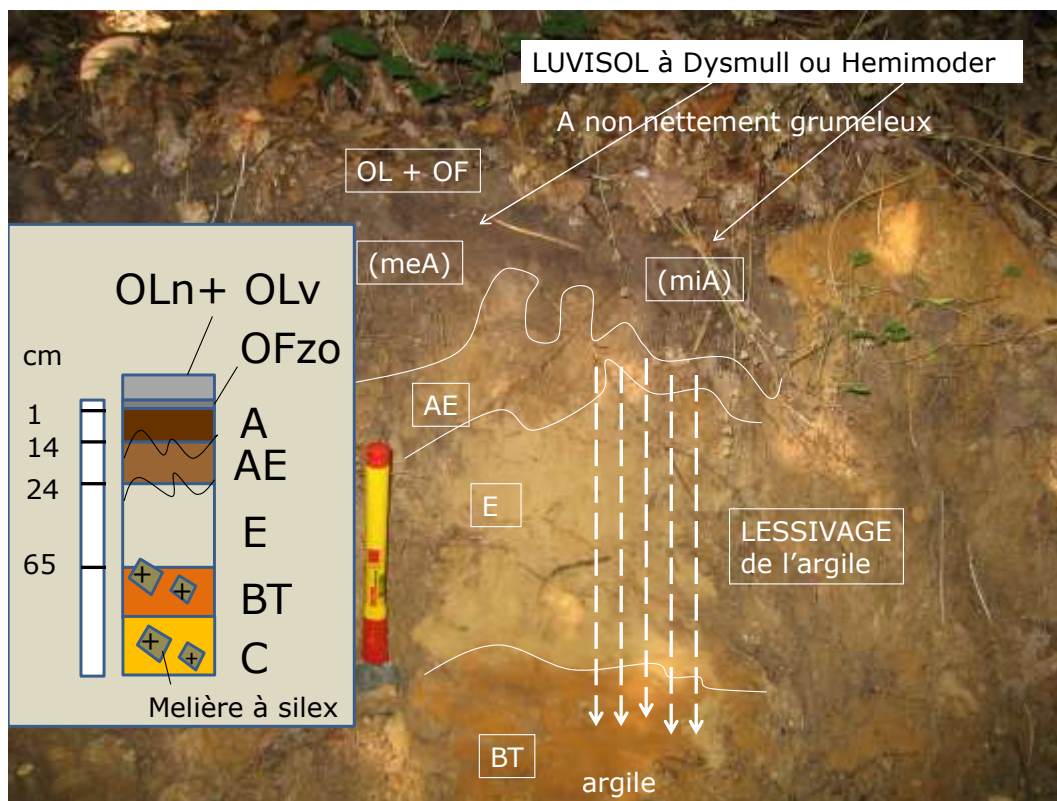


Correspondance avec FAO Word Reference Base 2006 Entic Podzol

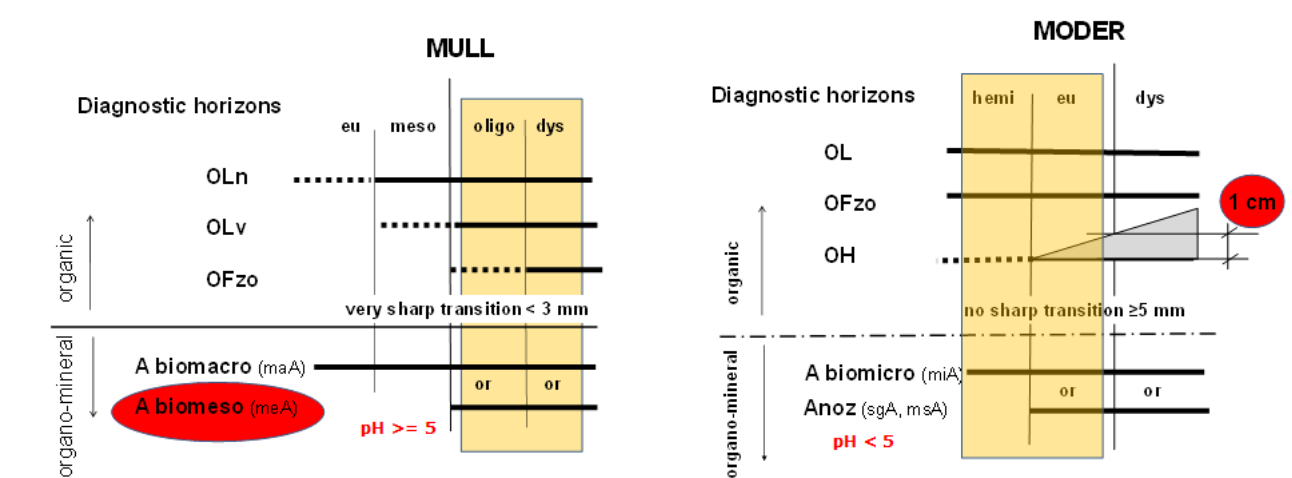
30-40 cm

EQ : Quelle différence voyez-vous entre Podzsol meuble et Podzsol ochrique ? L'un des deux profils est plus évolué que l'autre ? Pourquoi ?

3.7. Profil de LUVISOL

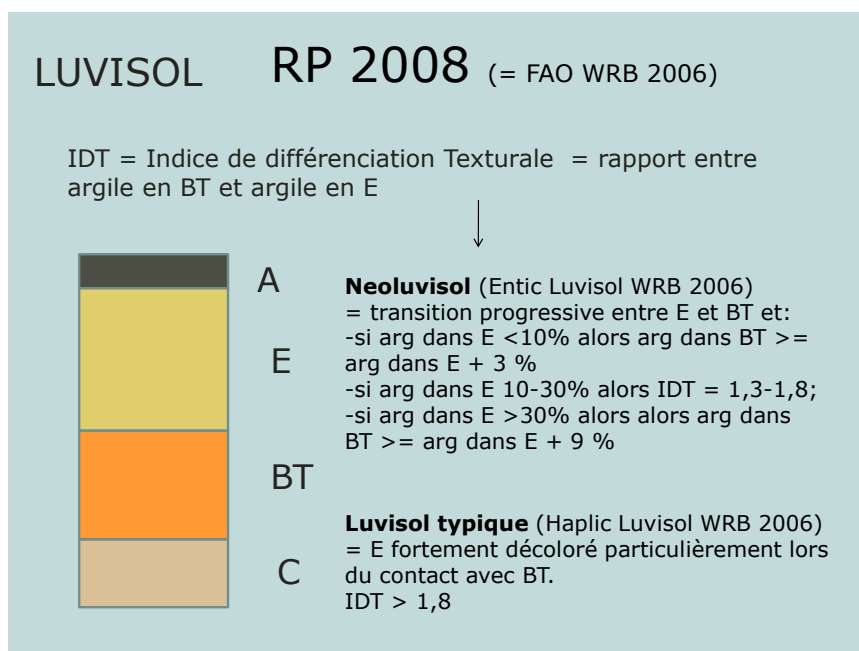


3.8. Classification de la forme d'humus (EHB, très proche du RP pur ces formes)



EQ : Mull ou Moder ? Pourquoi hésitez-vous ? Comment trouver une solution ?

3.9. Classification du sol (RP et FAO_{WRB})



EQ : Expliquez le processus pédogénétique en cours dans ce sol. Dans quelles conditions écologiques a-t-il lieu ? Choisissez un nom pour ce le sol en sachant qu'il y a 8 % d'argile dans l'horizon E et 12 % en BT.

4. SOLS HYDROMORPHERS

4.1. Pores

Bref rappel sur les pores du sol

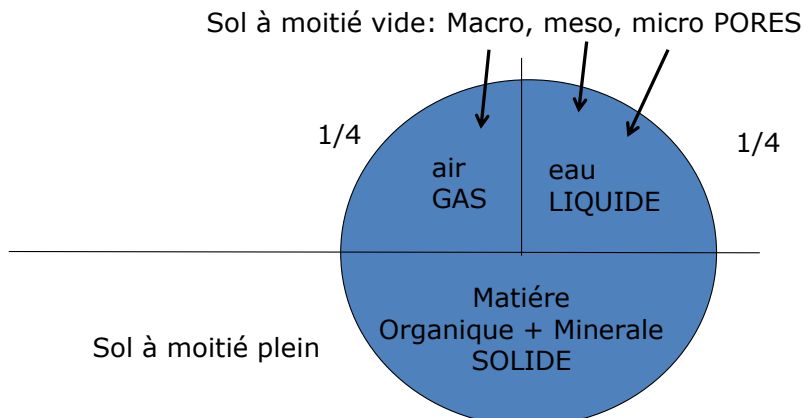
Dans les macro-pores: eau « de gravité » (eau non disponible par les plantes peu de temps après la pluie)

Dans les meso-pores: réserve utile (eau retenue dans le sol par des forces qui peuvent être vaincues par la force d'absorption des racines)

Dans les micro-pores: eau inutilisable par les plantes (eau de « constitution » du sol)

Sol hydromorphe: sol avec macro-pores remplis d'eau plusieurs mois par an;

Histosol ou tourbe: sol fortement hydromorphe avec une période d'immersion des horizons organiques de 6 mois par an ou plus.



4.2. La classification des formes d'humus Semiterrestres (= « à moitié dans l'eau »)

4.2.1. Référentiel Pédologique 2008 (5 formes)

- 3 formes « hydro »: hydromull, hydromoder, hydromor;

- 1 forme « anmoor », 1 forme « tourbe ».

D'après Jabiol et al. 2007

TOURBES : horizons organiques
 $OL+OF+OH+H > 30$ cm, dont $H > 10$ cm;

ET

Formes d'humus engorgées (ci-dessous)

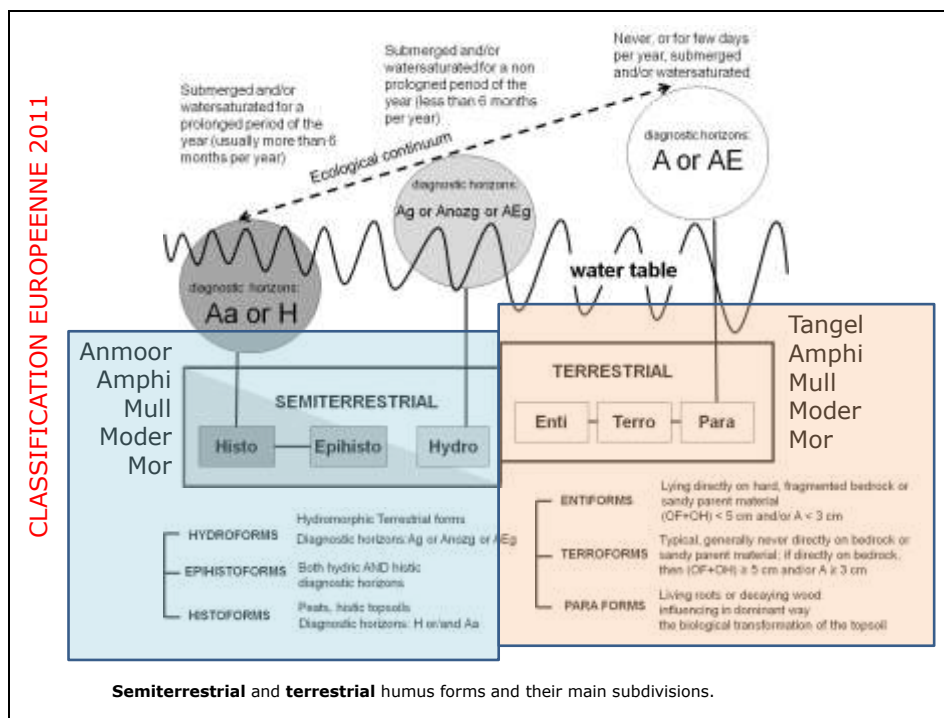


Formes d'humus engorgées

1 nos profils = formes engorgées **2**

4.2.2. EHB 2011 (15 formes)

- 5 formes hydro : hydromull, hydromoder, hydromor, hydroamphi, hydrotangel
 - 5 formes Epihisto: epihystomull, epihystomoder, epihystomor, epihystoamphi, epihystoanmoor
 - 5 formes histo (avec subdivisions): hystomull, hystomoder, hystomor, hystoamphi, hystoanmoor
- Notez la position des formes Semiterrestres et Terrestres par rapport à la nappe phréatique (water table) et leur subdivisions.



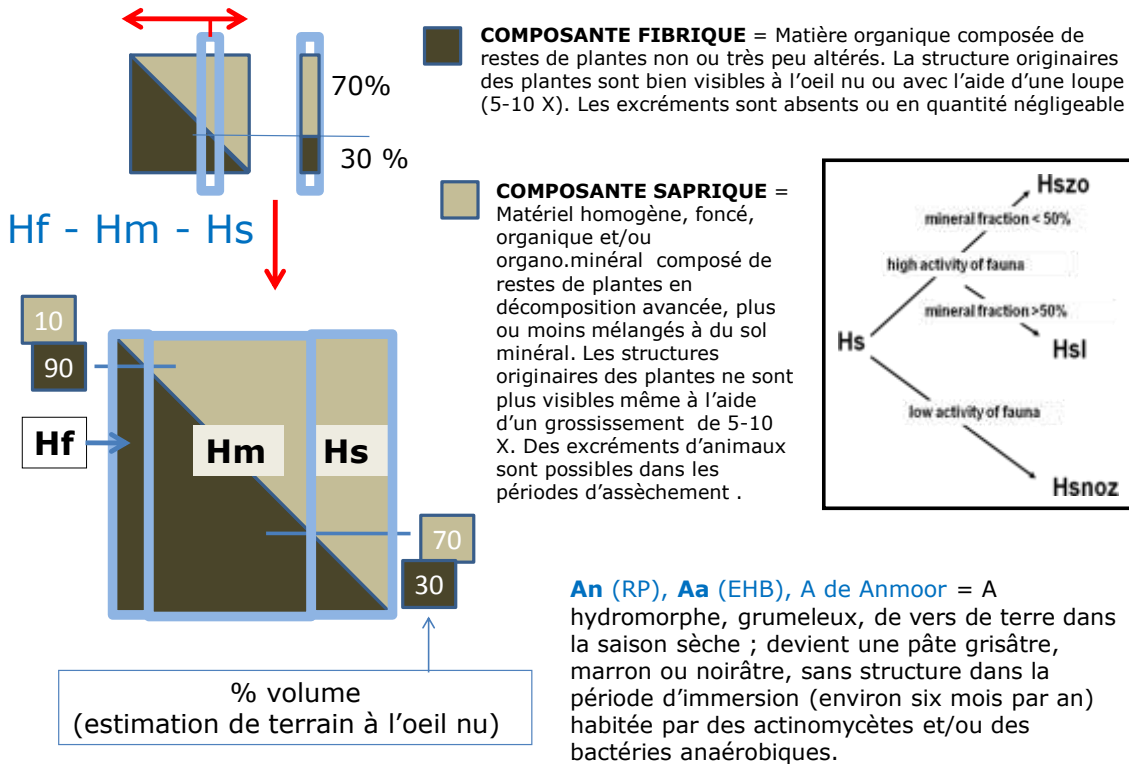
EQ : Les tourbes française (RP 2008) à quelle catégorie de formes européennes peuvent-elles être associées (cherchez l'horizon H) ?

4.3. Horizons diagnostiques et lettres-indices

Horizons diagnostiques des **Hydroformes** (EHB et RP)

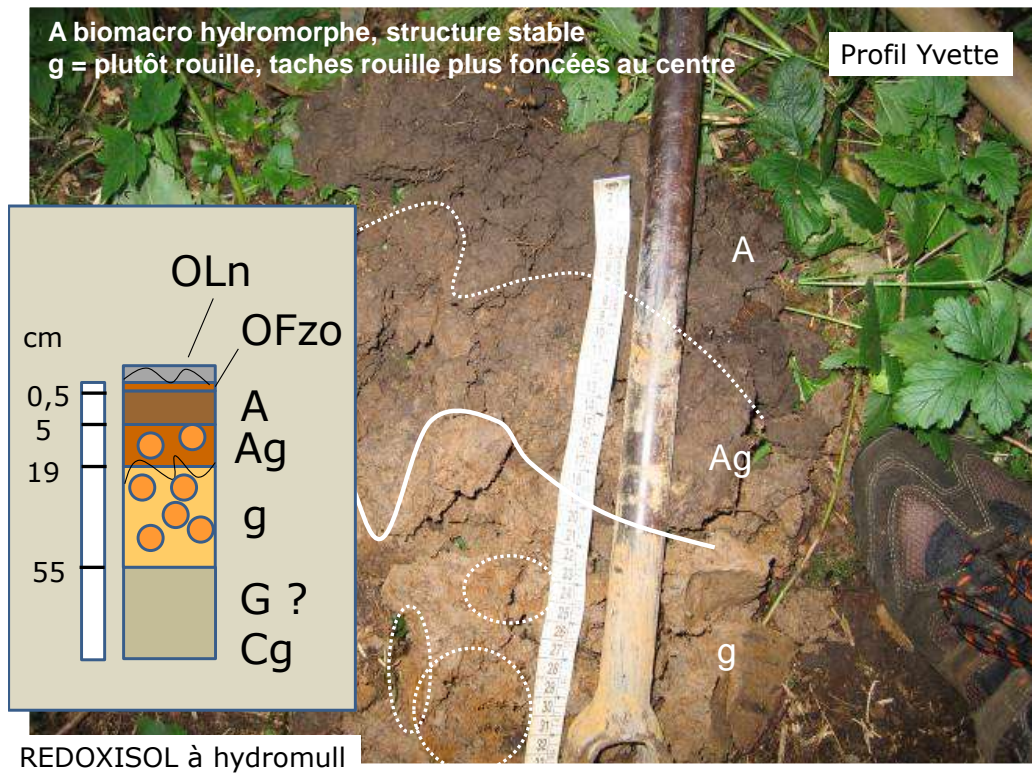
- g:** lettre écrite après le code des horizons terrestres qui indique la présence d'hydromorphie: taches colorées orange ou gris dans l'horizon organo-minéral, matière organique très sombre et plastique ou onctueuse, restes organiques collés ensemble avec de l'argile o matière organique en suspension dans l'eau...
- **OLg, OFg, OHg:** Horizons organiques (Carbone > 20 %, poids sec) périodiquement saturés et montrant les effets d'une asphyxie temporaire. Comme pour les horizons aérés la composante humique est < 10 % en volume (racines exclues) en OL, entre 10 et 70% en OF et plus que 70% en OH. Les restes reconnaissables sont ici collés entre eux et souvent colorés le long des nervures des feuilles à cause des particules de composante humique déposées par l'eau lors des périodes d'immersion. La composante humique est souvent gris foncé, massive et plastique, mais peut être structurée en grumeaux d'origine animale dans les périodes d'assèchement.
 - **Ag:** Horizon organo-minéral, saturé sur une part de l'année, montrant des propriétés d'hydromorphie comme des taches orange dues au fer oxydé ou des zones grisâtres dues au fer réduit. Des fois ces manifestations d'hydromorphie sont le reflet d'une histoire passée et en désaccord avec les conditions actuelles du site. En cas de similitude avec l'horizon Aa (An pour le RP) : 1) en général Ag contient moins de 7 % de C, Aa plus de 7%; 2) dans les cas où C > 7%, la structure de Ag, due aux vers anéciques et endogés est souvent grumeleuse et jamais complètement détruite; le contraire arrive pour Aa qui dans son état « normal » est plastique et massif mais qui sur une courte période d'assèchement peut montrer une structure grumeleuse.

Horizons diagnostiques des **Histoformes H** (RP = EHB) et **An** (RP) = **Aa** (EHB)



EQ : Voyez-vous une certaine ressemblance entre la classification des horizons organiques OL, OF et OH des Terroformes et celle des horizons Hf, Hm et Hs des Histoformes ? Pour définir ces horizons, les pédologues ont suivi la même logique, laquelle?

4.4. Profil de REDOXISOL





EQ : Définition de l'hydromorphie.

4.5. Classification de la forme d'humus (RP)

FORMES d'HUMUS hydromorphes (RP 2008) En rouge = nos profils sur le Campus

HYDROMULL = sous influence de la frange capillaire d'une nappe ou par suite d'un engorgement fugace = OL +/- épais + A biomacro hydromorphe, structure stable de vers de terre

ANMOOR = sous influence d'un engorgement prolongé par une nappe permanente à faible battement = An = A noir, épais (jusqu'à 30 cm) riche en carbone organique (>20%), plastique et massif en période d'engorgement, biomacrostructuré en période d'abaissement de la nappe, pas de structuration durable, les complexes M.O.-argiles étant moins stables (déstabilisation par l'engorgement) que dans hydromull.

Autres formes hydromorphes (RP 2008) :

Horizons Organiques souvent hydromorphes = OLg, OFg, OHg (horizons de couleur noire, plus ou moins gras par dégradation)

HYDROMODER = OL + OF + OHg (OHg = OH toujours hydromorphe = gras et massif), montrant un passage progressif entre OHg et **Ag** hydromorphe (A de juxtaposition et massif : microfragments végétaux et de matière minérale collés entre eux)

HYDROMOR = HYDROMODER avec un OHg > 1 cm gras, noir, plastique en transition graduelle vers un horizon A massif ou **E**, OHg moins engorgé qu'un Hs (horizon H d'un HISTOSOL), nappe plus fluctuante.

TOURBE = Histosol = horizons organiques (OL + OF + OH + H) > **30 cm**, horizons O souvent hydromorphes = OLg, OFg, OHg, **H** d'au moins **10 cm**

NOTE: Hydromull, Hydromoder et Hydromor se forment en milieu humide par remontée capillaire ou battement rapide d'une nappe (processus peu prononcé = hydromull; très prononcé = hydromor) ; en cas de milieu temporairement saturé d'eau (plusieurs mois par an) **Anmoor et Hydromor** sont possibles ; en cas de milieu saturé d'eau en permanence la matière organique s'accumule pour former un horizon histique (H, **tourbe**) d'un Histosol.

4.6. Classification de la forme d'humus (EHB 2011)

Diagnostic horizons	HYDRO				
	T ANGEL	AMPHI	MULL	MODER	MOR
OL(g)			possible		
Of noz (g)					
Of zo (g)			disc. or poek.		
OH(g)					
Ag					
Anozg					possible
Af g					
pH(A) _{1:2.5}	pH = 5			pH < 5	

EQ : Qu'est-ce un hydromull ? En quoi diffère-t-il d'un terromull ?

4.7. Classification du sol (RP et FAOwrB)

SOLS HYDROMORPHES (RP 2008) = avec manifestations d'hydromorphie = oxydes de Fe²⁺ de couleur grise - oxydes de Fe³⁺ de couleur rouille

PLANOSOLS = forte différenciation texturale, peu argileux en surface, très argileux imperméable en profondeur (planché = hydromorphie) + nappe perchée;

FLUVISOLS et THALASSOSOLS = position basse dans le paysage, dans alluvions fluviales, avec nappe alluviale à fortes oscillations, inondables en période de crue, horizons H < 40 cm d'épaisseur, horizons G ou g situés à plus de 50 cm de profondeur;

REDUCTISOLS ou REDOXISOLS = solums pour lesquels les processus d'oxydo-réduction sont jugés prédominants = horizons G (REDUCTISOL) ou g (REDOXISOL) prédominants. Aussi REDOXISOL si horizon g jusqu'à 50 cm de profondeur ou plus.

Horizons réductiques G = engorgement quasi permanent (6 mois ou plus) = c'est le Fe qui prend les électrons libres qui habituellement sont capturés par l'O₂ de l'air = Fe²⁺ (fer réduit, qui a capturé un électron)
Oxydes de Fe²⁺ de couleur grise, fer plus mobile = répartition homogène

Horizons rédoxiques g = engorgements temporaires = périodes de saturation en eau (réduction-mobilisation du Fe²⁺) + périodes de non saturation (oxydation-immobilisation du Fe³⁺). Les oxydes de Fe³⁺ sont de couleur rouille, orange-brun et s'immobilisent par polymérisation = ségrégation permanente = la couleur de surface des unités structurales est plus claire qu'à l'intérieur des agrégats.

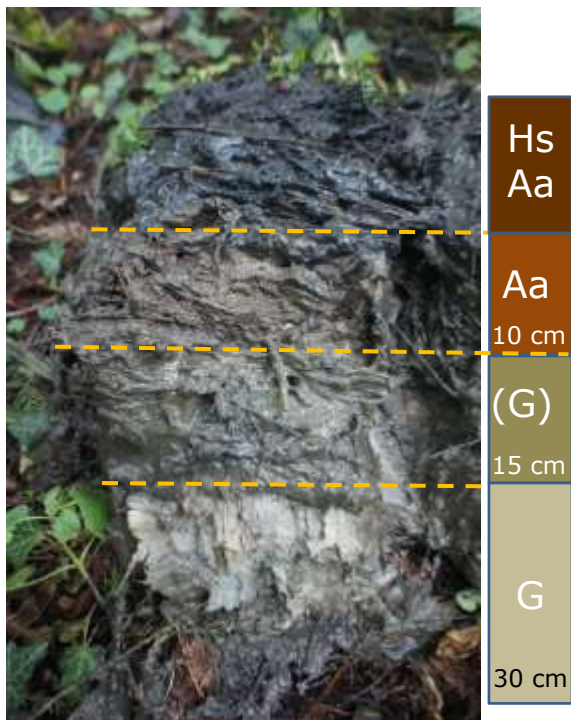
Les **REDOXISOLS (RP)** correspondent aux **STAGNOSOLS (FAOwrB)** ;

Les **REDUCTISOLS (RP)** correspondent aux **GLEYSOLS (FAOwrB)**

EQ : En quoi un Rédoxisol diffère-t-il d'un Brunisol ? Et d'un Réductisol ?

En rouge = dans nos profils sur le Campus

4.8. Profil de REDUCTISOL (RP) = Gleysol (FAOwrb)



Pour le R.P. l'Anmoor est toujours sans H.

Pour la CE il existe aussi un Anmoor avec Hs: Saprianmoor
 Nous pouvons dire: transition entre Euanmoor (sans Hs) et Saprianmoor (avec Hs)

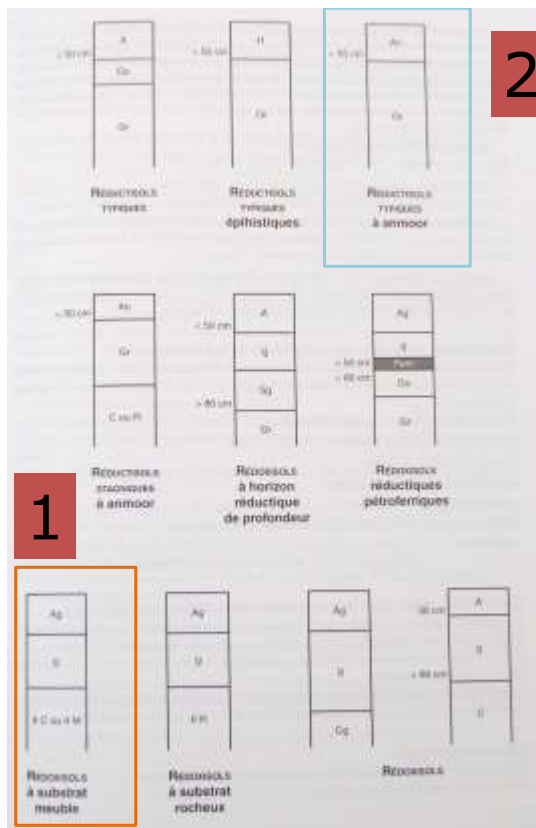
4.9. Classification de la forme d'humus (EHB) ; pour classer avec la clé RP, page 15

Diagn. horizon	ANMOOR			MULL			AMPHI			MODER				MOR	
	eu	sapri	limi	limi	sapri	humi	mesi	fibri	sapri	humi	mesi	fibri	mesi	fibri	
Hf															
Hm															
Hszo															
Hsnoz															
Hsl															
Aa															

Mare

Second level of classification of **Histoforms**. Columns: second level (example, second level forms of Anmoor: euanmoor, saprianmoor, limianmoor); lines: diagnostic horizons superposed as in a real profile. Both presence/absence and relative thickness (dominance) of each diagnostic horizon are important for classifying Histoforms.

4.10. Classification du sol (RP et FAO_{WRB})

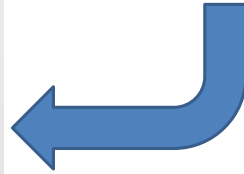


2

Classification du sol RP 2008

1- Rédoxisol (avec horizon «g»)

2- Réductisol (avec horizon «G»)



Correspondences FAO_{WRB}

1- Stagnosol

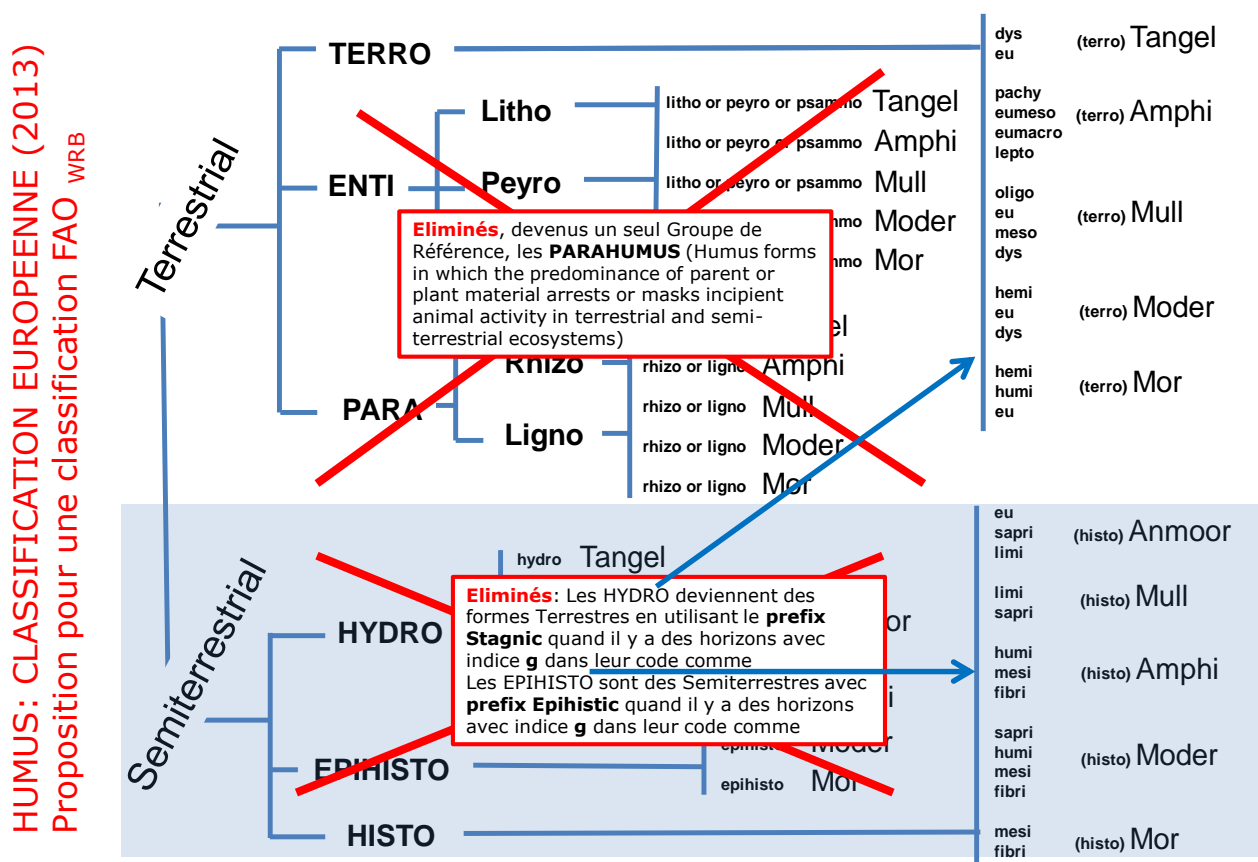
2- Gleysol

EQ : Pourquoi est-il important de savoir distinguer les rédoxisols des réductisol ?

5. La nouvelle classification EHB_{FAO} des formes d'humus

Pour rapprocher la classification Européenne des formes d'humus 2011-2012 de la classification de SOLS FAO_{WRB}, le groupe humus européen a proposé des modifications à l'arbre de la classification résumées sur les trois figures suivantes (a, b, c) :

Figure a : sur l'arbre de la classification EHB 2011 (en bleu) sont conservé les deux branches Terro et Histo, qui portent 30 références (en haut à droite, dys(terro)Tangel = Dystangel ; Eutangel....jusqu'à Mesimor et Fibrimor en bas à droite). A ces 30 références s'ajoute la nouvelle référence des Parahumus. Ces références sont appelés « Humus Form Reference Groups ». En effet, en ajoutant des préfixes et suffixes à chaque nom de référence il est possible de décrire plusieurs formes d'humus (un groupe de formes) ayant la même référence.



EQ : Sur les figures, les ensembles de formes Enti, Para, Hydro et Epihisto disparaissent. Comment sont-elles prises en compte dans la nouvelle version de la classification ?

5.1. Tableaux pour la classification des formes d'humus semiterrestres et terrestres de la EHB_{WRB}

Les rectangles rouges entourent les formes hydromorphes (une Semi-terrestre et une Terrestre) que nous avons rencontrées et classées sur le Campus.

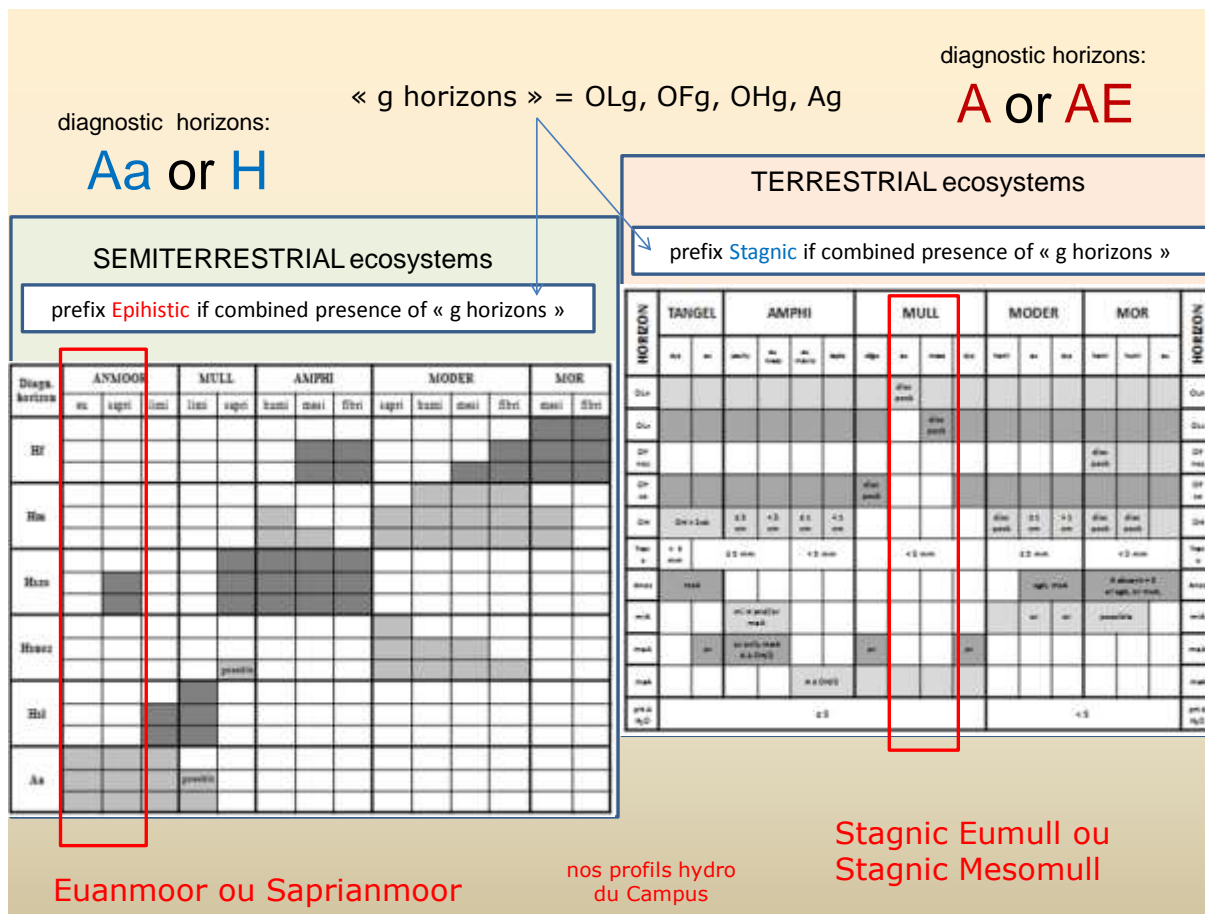


Tableau de classification des formes Semi-terrestres. Sur la gauche les formes les plus asphyxiées, avec une accumulation importante de matière organique non décomposée (Mor) ; à droite les formes avec une biodégradation assez rapide de la litière qui est incorporée dans un horizon organo-minéral de Anmoor. La connaissance de l'épaisseur relative des horizons est nécessaire pour la classification des formes semi-terrestres (ex. Fibrimoder et Mesimoder ont les mêmes horizons diagnostiques, mais leur épaisseur relatif change: dans le Fibrimoder $H_f > H_{snoz}$ et dans le Mesimoder $H_{snoz} > H_f$). Le préfix Epihistic est utilisé quand des horizons des formes terrestres sont aussi présents et avec l'indice « g » (des horizons terrestres hydromorphes).

Diagn. horizon	MOR		MODER				AMPHI			MULL		ANMOOR		
	fibri	mesi	fibri	mesi	humi	sapri	fibri	mesi	humi	sapri	limi	limi	sapri	eu
Hf	■	■												
			■	■			■	■						
Hm			■	■	■									
		■						■	■	■				
Hszo							■	■	■	■			■	
						■								
Hsnoz				■	■	■								
			■							possible				
Hsl											■			
												■		
Aa													■	■
											possible		■	■
													■	■

EQ : Comment auriez-vous nommé un profil avec cette suite Ag- Aa d'horizons diagnostiques ?

Et celui avec cette autre suite d'horizons Hsl – Ag ?

Tableau des formes Terrestres. Sur la gauche les formes qui se développent sur les substrats calcaires (Amphi et Tangel), sur la droite celles des substrats acides (Moder et Mor) et au milieu celles des substrats proche de la neutralité (Mull). Le préfix Stagnic est utilisé quand dans le profil apparaissent un ou plusieurs horizons terrestres hydromorphes (horizons avec l'indice « g »). Légende : disc = discontinu ; pock = pockets = distribué par paquets, « en poches » ; OH > 2xA signifie que l'épaisseur de l'horizon OH est deux fois supérieur à celui de l'horizon A ; trans = extension de la transition (difficulté à déterminer la ligne de séparation entre deux horizons contigus) entre les horizons qui se trouvent d'un côté et de l'autre de cette ligne du tableau (ex. à gauche du tableau, l'OH du Dystangel est séparé du Anoz (msA = A massif) par une petite couche de « mélange de ces horizons » de moins de 5 mm d'épaisseur ; or = ou

HORIZON	TANGEL		AMPHI				MULL				MODER			MOR			HORIZON
	Dys	Eu	Pachy	Eu meso	Eu macro	Lepto	Oligo	Eu	Meso	Dys	Hemi	Eu	Dys	Hemi	Humi	Eu	
OLn								disc pock									OLn
OLv									disc pock								OLv
OF noz														disc pock			OF noz
OF zo							disc pock										OF zo
OH	OH > 2xA		≥ 3 cm	< 3 cm	≥ 1 cm	< 1 cm					disc pock	≤ 1 cm	> 1 cm	disc pock	disc pock		OH
trans	< 5 mm	≥ 5 mm		< 5 mm		< 3 mm				≥ 5 mm			< 3 mm			trans	
A noz	msA											sgA, msA		A absent = E or sgA, or msA			A noz
miA			miA and/or meA									or	or	possible			miA
meA		or	or only meA A ≥ OH/2				or			or							meA
maA					A ≥ OH/2												maA
pH H ₂ O	≥ 5										< 5						pH H ₂ O

EQ : Quelle est la différence entre un Mull semi-terrestre et un Mull terrestre ?

5.2. Préfixes et suffixes pour mieux préciser la classification des formes d'humus semiterrestres et terrestres de la classification EHB_{WRB}

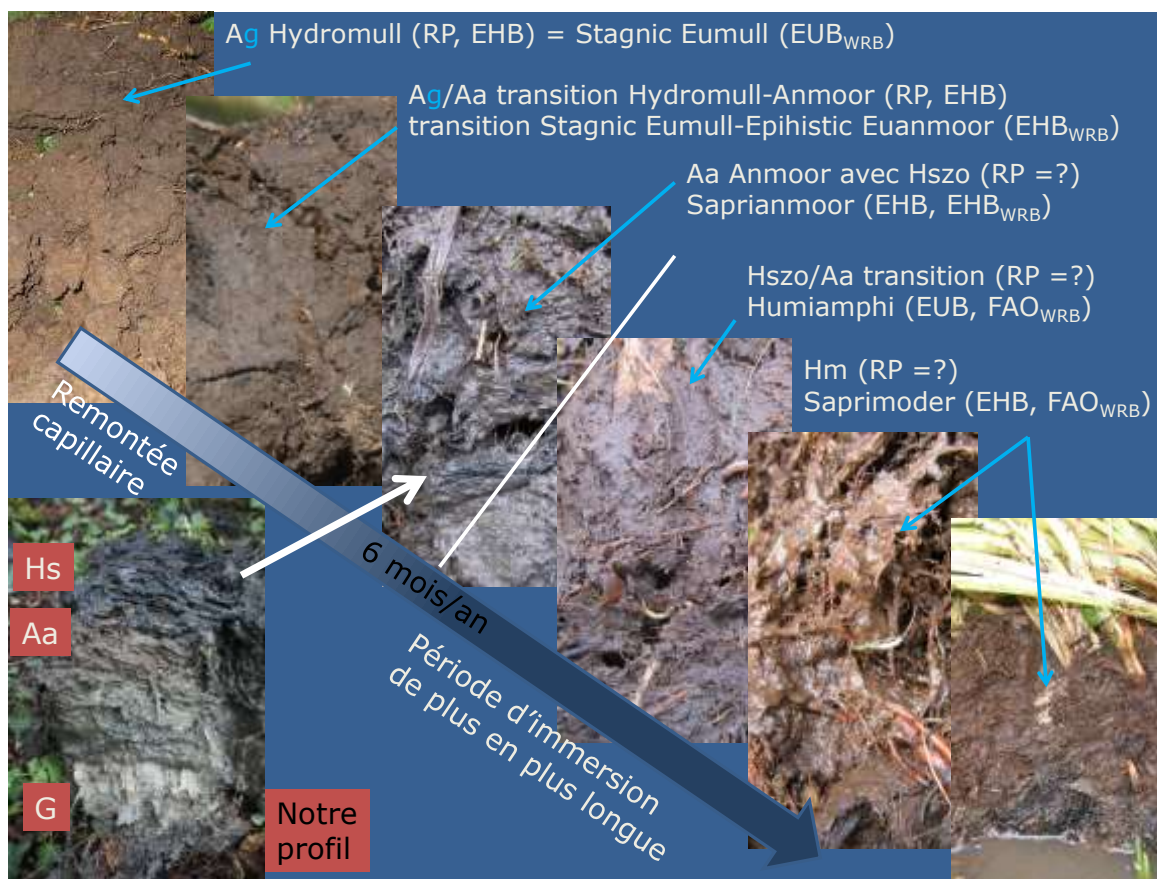
En utilisant une procédure semblable à celle de la classification des sols FAO_{WRB}, il est possible d'ajouter des préfixes et des suffixes aux noms des Groupes de référence (voir la figure avec l'arbre de la classification des formes d'humus EHB_{WRB}). Certains de ces préfixes et suffixes sont aussi utilisés pour les sols (colonne WRB 2006) et ils ont dû être modifiés pour les utiliser pour les formes d'humus (dans ce cas, ils ne se réfèrent pas aux horizons minéraux mais aux horizons diagnostiques des formes d'humus).

PREFIX	SUFFIX	WRB 2006	DEFINITION, new or adapted for humus forms
hyperlignic		no	having an OW horizon of more than 75% of the thickness of combined diagnostic horizons (Parahumus only)
hyperrhizic		no	having an OR horizon of more than 75% of the thickness of combined diagnostic horizons (Parahumus only)
hyperbryoic		no	having an OM horizon of more than 75% of the thickness of combined diagnostic horizons (Parahumus only)
	lignic	yes (modified)	having an OW horizon between 25 and 75% of the thickness of combined diagnostic horizons or having more than 25% of wood remains in the total volume
	rhizic	no	having an OR horizon between 25 and 75% of the thickness of combined diagnostic horizons or having more than 25% of dead or living roots in the total volume
	bryoic	no	having an OM horizon between 25 and 75% of the thickness of combined diagnostic horizons or having more than 25% of dead or senescent moss parts in the total volume
	folic	yes	whose OH or H horizon is > 10 cm
	ombritic	yes	having a histic* horizon saturated predominantly with rainwater
stagnic		yes	having reducing conditions and OLg, OFg, OHg and/or Ag horizon with stagnic* colour patterns
	gleyic	yes	lying directly on a horizon with gleyic* colour patterns
floatic		yes	having organic material floating on water
epihistic		no	having both [(OL, OF, OH)g and/or Ag] and histic (H or Aa) horizons
fluvic (also for lakes)		yes	whose A horizon or first mineral horizon comes with evidence from fluvic* material
	novic	yes	having above the O horizon, a layer with recent sediments (new material < 1y.), 3 mm or more and less than 2 cm thick
	sodic	yes	having 15 % or more exchangeable Na plus Mg on the exchange complex in the A horizon
	alcalic	yes	having a pH (1:1 in water) of 8.5 in the A horizon
	calcaric	yes	whose A horizon is calcaric* material
	hypereutric	yes	having a base saturation (by 1 M NH ₄ OAc) of 80 % or more in the A horizon
	eutric	yes	having a base saturation (by 1 M NH ₄ OAc) of 50 % or more in the A horizon
	dystric	yes	having a base saturation (by 1 M NH ₄ OAc) of less than 50 % in the A horizon

	hyperdystric	yes	having a base saturation (by 1 M NH ₄ OAc) of less than 20 % in the A horizon
	clayic	yes	having a texture of clay in the A horizon
	arenic	yes	having a loamy fine sand or coarser texture in the A horizon
hyperarenic		no	having a loamy fine sand or coarser texture within 2 cm of the soil surface without an A horizon under OLn (Parahumus only)
	lithic	yes	having continuous rock directly under the A horizon and within 10 cm of the soil surface
hyperlithic		no	having continuous rock under OLn and within 2 cm of the soil surface (Parahumus only)
	skeletal	yes	having 40 % by volume or more of gravel or other coarse fragments in the A horizon and within 10 cm of the soil surface
hyperskeletal		yes	containing less than 20 % by volume of fine earth within 2 cm of the soil surface
	hyperhumic	yes	having an organic carbon content of 5 % or more in the fine earth fraction to a depth of 20 cm or more
	rendzic	yes	whose A horizon is a mollic* horizon that contains 40 % or more calcium carbonate equivalent
	andic	yes	whose A horizon has andic* properties
	salic	yes (prefix)	whose A horizon is a salic* horizon
	albic	yes	with O horizons lying directly on an albic* horizon
	hortic	yes	whose A horizon is an hortic* horizon
	terric	yes	whose A horizon is a terric* horizon
	technic	yes	having 10 % or more artefacts in combined diagnostic horizons
	urbic	yes	having 25 % or more artefacts, containing 35 % or more of rubble and refuse of human settlements, in combined diagnostic horizons
hyperurbic		no	having 75 % or more artefacts, containing 35 % or more of rubble and refuse of human settlements, in combined diagnostic horizons
	spolic	yes	having 25 % or more artefacts, containing 35 % or more industrial waste, in combined diagnostic horizons
hyperspolic		no	having 75 % or more artefacts, containing 35 % or more industrial waste, in combined diagnostic horizons
	garbic	yes	having 25 % or more artefacts, containing 35 % or more organic waste materials, in combined diagnostic horizons
hypergarbic		no	having 75 % or more artefacts, containing 35 % or more organic waste materials, in combined diagnostic horizons
	erodic	no	having only remnants of diagnostic horizons, due to mechanical perturbation (erosion, waterlogging, action of boars or other macro mammals ...)
	plaggic	no	having 25 % or more artefacts, containing 35 % or more "plaggen" (Dutch name for a mixture of heather humus, manure and sand used for raising sandy soils around settlements), in combined diagnostic horizons
hyperplaggic		no	having 75 % or more artefacts, containing 35 % or more "plaggen" (see plaggic), in combined diagnostic horizons
haplic		yes	closes the prefix qualifier list indicating that neither typically associated nor intergrade qualifiers apply

EQ : Quelle est la différence entre un Stagnic Eumull et un Eumull ?

5.3. Exemples de classification le long d'un gradient



EQ : Les classifications CE 2011-2012 et CE-FAOwrB sont plus précises dans la classification des formes d'humus semi-terrestres que la clé proposée par le RP. Quel est l'intérêt d'utiliser une clé plus précise (observez la figure ci-dessus)?

6. Sur la classification des sols en général

Tableau qui compare la définition concise de sols les plus communs proposée par Philippe Duchaufour (un très grand pédologue français, 1912-2000) et les noms de ces sols dans la classification R.P. 2008 et FAOwrB 2006.

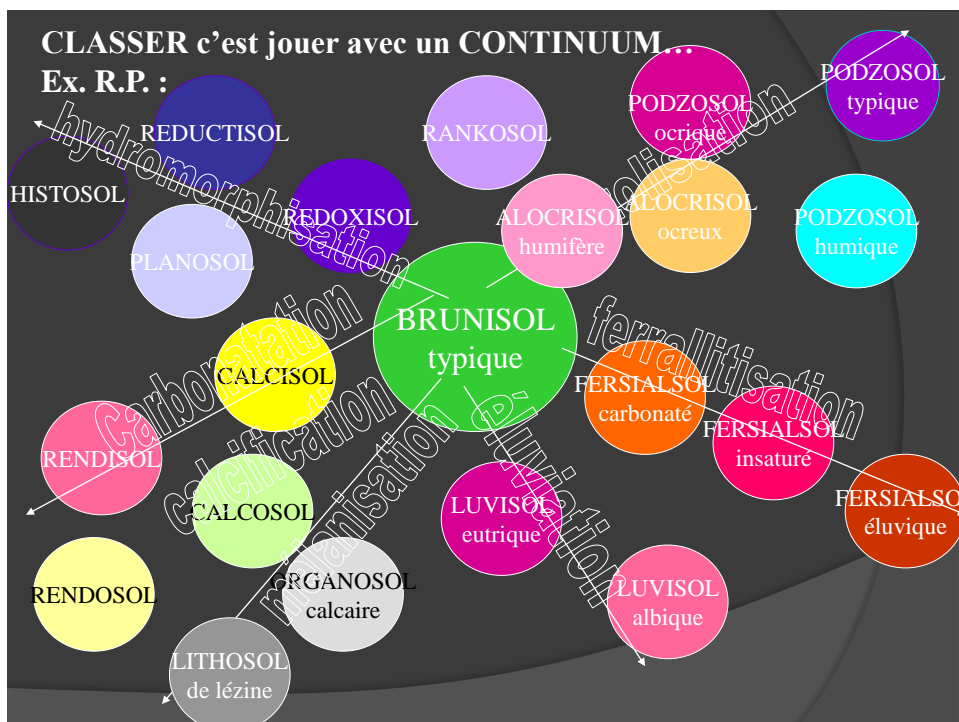
SOLS Duchaufour, R.P., FAO_{WRB}, en commun

- ⦿ Sols initiaux, très jeunes, prof. < 10 cm (**LITHOSOLS**, sur roche dure)
- ⦿ Sols minces, prof. < 10 cm (**REGOSOLS**, sur matériau non ou peu évolué meuble)
- ⦿ Sols très pierreux (**PEYROSOLS**, squelette > 60 %)
- ⦿ Sols sur matériaux pédologiques évolués et déplacés le long des versants (**COLLUVIOSOLS**)
- ⦿ Sols calcaires "jeunes" à profil ACR (**RENDOSOLS**, Rendzic **LEPTOSOLS**)
- ⦿ Sols acides "jeunes" à profil ACR (**RANKOSOLS**, Umbric **LEPTOSOLS**)
- ⦿ Sols bruns calcaires, A/Bw/C,R (**CALCOSOLS humifères**, Calcaric **PHAEOZEMS**, **CALCOSOLS**, Calcaric **CAMBISOLS**)
- ⦿ Sols bruns calcaires, A/Bw/C,R (**CALCISOLS humifères**, Calcic **PHAEOZEMS**, **CALCISOLS**, Calcic **CAMBISOLS**)
- ⦿ Sols bruns = sols à Bw (**BRUNISOLS eutrique**, Eutric **CAMBISOLS**)
- ⦿ Bruns acides, A/Bw (S/T<50%).. (**ALOCRISOL**, Dystric **CAMBISOLS**)
- ⦿ Sols lessivés, A/E/Bt.. (**Haplic, albic LUVISOLS**)
- ⦿ Podzols, O/(E)/Bs-Bh.. (**PODZOLS**, Haplic, cambic **PODZOLS**)
- ⦿ Hydromorphie temporaire, Pseudogley, Ag, Bg : (**REDOXISOLS**, **STAGNOSOLS**)
- ⦿ Hydromorphie permanente, Gley = sols à G : (**REDUCTISOLS**, **GLEYSOLS**)
- ⦿ Tourbes = sols organiques inondés, OH : (**HISTOSOLS**)
- ⦿ Rouges, riches en sesquioxydes: méditerranéens, subtropicaux - inter tropicaux humides (chromic **LUVISOLS**, **LIXISOLS**, **ACRISOLS**, **FERRALSOLS**,...)

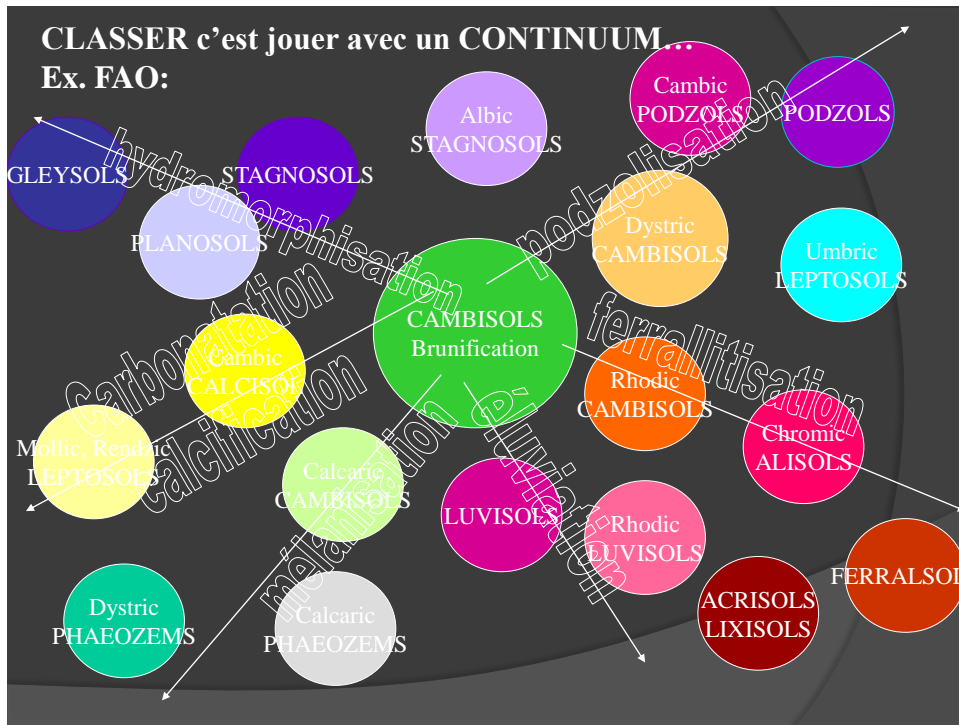
6.1 Les noms des sols en fonction des processus pédogénétiques

Série de tableaux qui aident à mieux comprendre la classification des sols.

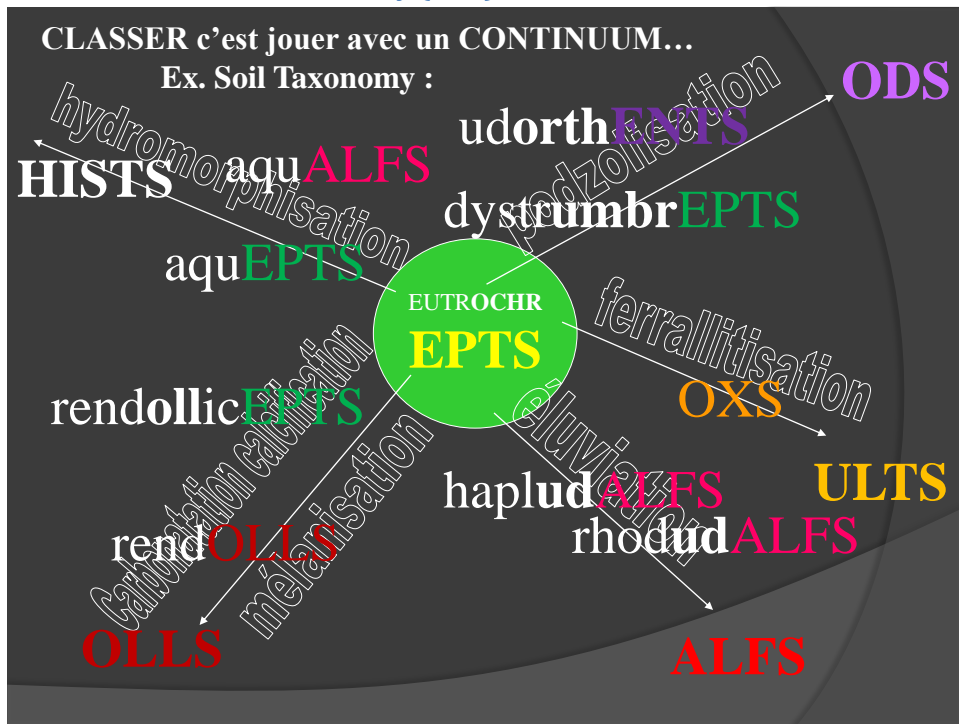
Tab avec noms RP



Tab avec noms FAO_{WRB}



Tab avec noms Soil Taxonomy (USA)



EQ : Comment est appelé un Brunisol (français) en langage FAO_{WRB} et Soil Taxonomy ? Qu'est-ce qu'un ALF (USA) en français ? Et un OD (USA) en langage FAO_{WRB} ?

7. OUVRAGES de référence

Références bibliographiques pour la classification du SOL

Acronymes
(ds polycopié)

- **RP** = **Référentiel Pédologique 2008**. Association française pour l'étude du sol. Ed Quae, 2009 : 405 pages : <http://www.afes.fr/referentiel.php> et <https://www2.nancy.inra.fr/unites/ierfob/ecologie-forestiere/ouvrages/ouvrages.htm>
- **FAO_{WRB}** = **FAO World Reference Base for soil resources 2006**, World Soil Resources Reports n° 103, FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), Rome 2006 : 128 p. et Guidelines for soil description 2006, FAO, Rome 2006 : 97p. Horizons et Codes internationaux sont contenus dans le Guideline FAO. Les sols sont classés dans le FAO_{WRB}. Le FAO_{WRB} 2006 ne classe pas les formes d'humus. Dans l'annexe 5 du RP 2008 (pages 378-392) est donné la correspondance entre les noms des sols RP 2008 et FAO_{WRB} 2006 : <http://www.fao.org/> et <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsr103e.pdf> et ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/guide1_soil_descr.pdf

Pour en savoir plus: Classification Américaine de l' United States Department of Agriculture, **Soil Taxonomy**, téléchargeable en format PDF) <http://soils.usda.gov/technical/classification/taxonomy/> et ftp://ftp-nc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/tax.pdf

Références pour la classification des FORMES d'HUMUS

- **RP** = **Référentiel Pédologique 2008**. Association française pour l'étude du sol. Ed Quae, 2009 : 405 pages. Dans l'annexe 1 de ce livre (pages 327-355) se trouve la Typologie des formes d'humus forestières (sous climat tempéré). Cette même typologie est illustrée et décrite par les mêmes Auteurs dans un ouvrage publié par l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts de Nancy qui s'intitule « **L'humus sous toutes ses formes** » : http://www.univ-nancy.fr/Livre/engref-agroparitech/L_humus_sous_toutes_ses_formes-15905.htm et <https://www2.nancy.inra.fr/unites/ierfob/ecologie-forestiere/ouvrages/ouvrages.htm> et (PDF anglais) http://www.academia.edu/1825629/Classification_of_forest_humus_forms_a_French_proposal et (PDF français) http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/52/53/42/PDF/Jabiol_et_al_1994.pdf
- **EHB** = **Classification Européenne 2011** = EUROPEAN HUMUS FORMS REFERENCE BASE 2011. A. Zanella, B. Jabiol, J.F. Ponge, G. Sartori, R. De Waaj, B. Van Delt, U. Graefe, N. Coolis, K. Katzensteiner, H. Hager, M. Englisch, A. Brethes, G. Broll, J.M. Gobat, J.J. Brun, G. Milbert, E. Kolb, U. Wolf, L. Frizzera, P. Galvan, R. Kolli, R. Baritz, R. Kemmer, A. Vacca, G. Serra, D. Banas, A. Gerlato, S. Chersich, E. Klimo & R. Langohr: http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/56/17/95/PDF/Humus_Forms_ERB_31_01_2011.pdf et <http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/index.htm>
- **EHB_{WRB}** = Nouvelle version de la EHB 2011 sous forme de proposition publiée pour intégrer la EHB 2011 dans référence FAO_{WRB} pour le SOL. [http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/images/PER%20SITO%20personale/PDF%20articoili/GEODER11123%20\(2013\).pdf](http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/images/PER%20SITO%20personale/PDF%20articoili/GEODER11123%20(2013).pdf)

Pour en savoir plus: Il n'y a pas de classification Américaine (USDA) des formes d'humus mais Canadienne: <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/docs/mlr/LMR008.pdf> et http://www.landfood.ubc.ca/soil200/classification/soil_horizon.htm

