

# Référentiel pédologique

## 2008

Association française pour l'étude du sol



# Préface

Cette nouvelle édition du *Référentiel pédologique*, fruit d'un travail collectif, actualise et complète les éditions parues en 1992 et 1995. Elle suit les mêmes principes que les deux éditions précédentes : rattachement du solum observé à une référence sur la base d'observations morphologiques, les plus simples et précises possibles, complétées par des tests analytiques. La description des différents groupes présents dans les éditions précédentes a été actualisée à la lumière des travaux les plus récents, et de nouveaux groupes de sols ont fait leur apparition, entre autres pour les régions tropicales. Cet ouvrage rendra ainsi de grands services aux pédologues, et en premier lieu aux praticiens pour qui le *Référentiel pédologique* représente actuellement la référence lors des travaux de terrain.

Cependant, au niveau international, est parue l'édition 2006 de la *World Reference Base for soil resources* (WRB). Grâce au travail mené en commun par l'UISS<sup>1</sup>, l'ISRIC<sup>2</sup> et la FAO<sup>3</sup>, la WRB apparaît désormais comme un cadre consensuel pour la classification, la corrélation et la communication au niveau international. Par ailleurs, la circulation rapide des individus et des idées fait que les milieux professionnels eux-mêmes tendent à échanger de plus en plus avec l'étranger. Au niveau européen, le Bureau européen des sols a recommandé l'utilisation de la WRB dès 1998 dans son manuel de procédure et le projet de directive européenne pour la protection des sols la mentionne comme critère d'identification.

Les principes de la WRB sont proches du *Référentiel pédologique* ; mais à côté d'un certain nombre de similitudes, il existe de nombreuses différences quant aux critères et à la terminologie. L'Association française pour l'étude du sol s'est alors interrogée : fallait-il maintenir une démarche qui aboutirait à dénommer différemment le même objet au risque de compliquer la communication et d'ajouter de la confusion ?

Dans cette perspective, et compte tenu du travail réalisé par les six animateurs, l'Association française pour l'étude du sol a décidé :

- de soutenir la publication de cette nouvelle édition du *Référentiel pédologique* qui restera pendant de nombreuses années la référence de la communauté des pédologues de langue française ;
- d'engager la communauté des pédologues français à s'investir dans les groupes de travail de la WRB de façon à la faire progresser sur les points où les travaux français représentent une avancée significative — y compris en publiant au niveau international sur les questions et les critères de classification. Cette édition devrait contribuer à animer la réflexion et à aider notre

---

<sup>1</sup> Union internationale de science du sol.

<sup>2</sup> *International Soil Reference and Information Centre*.

<sup>3</sup> *Food and Agriculture Organization of The United Nations*.

communauté à devenir une force de proposition pour l'amélioration du WRB, par exemple par l'introduction de nouveaux types de sols et de concepts ;

- de converger à moyen terme avec la WRB. Dans l'immédiat, cette nouvelle édition comporte un tableau de correspondances entre le *Référentiel pédologique* et la WRB 2006, comme première étape vers cette convergence.

L'Association française pour l'étude du sol remercie tous ceux qui ont collaboré à cette nouvelle édition pour la qualité de leur travail et leur investissement au service de notre communauté. Elle souhaite que cette nouvelle édition du *Référentiel pédologique* trouve le meilleur accueil auprès de tous.

**Roland Poss**

Président de l'Afes

**Guilhem Bourrié**

Vice-président de l'Afes

# Sommaire

Préface .....	III
Avertissement .....	V
Pourquoi un référentiel pédologique? .....	VIII
Auteurs et collaborateurs .....	XXIII

Liste des horizons de référence du <i>Référentiel pédologique 2008</i> .....	1
Définitions des horizons de référence .....	6
Liste et définitions des qualificatifs .....	29
Qualificatifs classés par thèmes .....	53
Vocabulaire pour les paléosolums .....	58
Tolérances pour les critères numériques – Règles d’écritures .....	64
Clé pour trouver rapidement une référence de rattachement .....	66

## Présentation des grands ensembles de références (GER)

Alocrisols .....	69
Andosols .....	74
Anthroposols .....	88
Arénosols .....	99
Brunisols .....	103
Solums dont le complexe adsorbant est dominé par le calcium (et/ou le magnésium) .....	109
Chernosols .....	125
Colluviosols .....	130
Cryosols .....	135
Ferrallitisols et oxydisols .....	146
Ferruginosols .....	169
Fersialsols .....	178
Fluviosols .....	183
Grisols .....	192
Gypsosols .....	196
Histosols .....	201
Leptismectisols .....	217
Lithosols .....	219
Luvisols .....	221
Nitosols .....	233
Organosols .....	238

Pélosols .....	243
Peyrosols .....	249
Phæosols .....	255
Planosols .....	259
Podzosols .....	265
Rankosols .....	276
Réductisols et rédoxisols .....	279
Régosols .....	291
Salisols et sodisols .....	294
Thalassosols .....	303
Thiosols et sulfatosols .....	307
Veracrisols .....	313
Vertisols .....	317

## Annexes

1 – Typologie des formes d’humus forestières .....	327
2 – Éléments pour l’établissement d’un référentiel pour les solums hydromorphes .....	356
3 – Méthodes d’analyses préconisées .....	370
4 – Termes relatifs aux teneurs en carbone organique .....	375
5 – Correspondances possibles entre références du <i>Référentiel pédologique 2008</i> et RSG de la <i>World Reference Base</i> (2006) .....	378
6 – Correspondance des horizons entre système CPCS et <i>Référentiel pédologique 2008</i> .....	393
7 – Correspondances possibles entre catégories de la classification CPCS et <i>Référentiel pédologique 2008</i> .....	394
8 – Possibilité de regroupement des GER en quatorze catégories .....	399
9 – Lexique .....	400
Liste des 110 références du <i>Référentiel pédologique 2008</i> (par chapitres) .....	402
Liste des 110 références du <i>Référentiel pédologique 2008</i> (par ordre alphabétique) .....	404

# Alocrisols

---

2 références

## Conditions de formation et pédogenèse

Les alocrisols sont des sols acides, développés à partir d'altérites de grès, de schistes ou de roches cristallines (arènes) modérément acides, que l'on observe le plus souvent sous forêts ou végétation naturelle. En France, ils sont donc très présents dans les massifs anciens (Massif armoricain, Vosges, Morvan, Massif central) mais aussi récents (Alpes intermédiaires, Pyrénées, Corse, etc.). Ils sont souvent associés dans le paysage à des sols podzolisés (PODZOSOLS OCRIQUES, PODZOSOLS HUMIQUES) que l'on trouve, pour un climat donné, sur des roches plus acides et, pour un type de roche donnée, à des altitudes plus élevées.

La forme d'humus la plus typique est un oligomull, mais, dans ce contexte acide, l'activité biologique peut facilement être perturbée par une modification de la couverture végétale (substitution d'essences, fermeture du couvert, envahissement d'éricacées, etc.) pouvant entraîner une évolution réversible vers un fonctionnement de type moder, et induire ainsi des processus initiaux de podzolisation.

Les alocrisols correspondent à l'ancien concept de « sols bruns acides » et à la part des « sols bruns ocreux » qui ne présentaient pas d'horizon satisfaisant aux critères de l'horizon podzolique BP. Certains solums anciennement dénommés « rankers alpins » et « rankers humifères » sont inclus dans le concept d'ALOCRISOL HUMIQUE.

## Horizon de référence

L'horizon de référence obligatoire est l'horizon S « aluminique » (Sal).

L'horizon Sal est défini par sa géochimie dominée par des composés minéraux de l'aluminium dans la solution du sol ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_x]_n^{n(3-x)}$ ) et par une structure spécifique. Cette dernière résulte de la combinaison et/ou de l'association d'une structure polyédrique subanguleuse et d'une structure grumeleuse très fine (microgrumeleuse). Il se situe sous un horizon A désaturé ou oligosaturé plus ou moins riche en matières organiques.

À l'examen micromorphologique, l'horizon Sal présente des micro-agrégats ronds ou ovoïdes de 30  $\mu\text{m}$  à plus de 100  $\mu\text{m}$ , libres ou plus ou moins agglomérés; ces micro-agrégats sont colorés en jaune, ocre ou brun clair en lames minces.

Ses caractéristiques analytiques sont :

- pH acide ou très acide ( $< 5,0$ ), tamponné par l'aluminium;
- $\text{Al}^{3+}$  (extrait par KCl N) varie de 2 à 8  $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$  de terre fine, parfois plus;



- $\text{Al}^{3+}$  représente au moins de 20 à 50 % de la CEC ;
- rapport  $\text{Al}^{3+}/\text{S} > 2$ , pouvant atteindre 20 ;
- taux de saturation très faible, rapport  $\text{S}/\text{CEC} < 30$  % (le plus souvent  $< 20$  %) ;
- dans la fraction argile, les vermiculites sont en majorité aluminisées sous forme de vermiculites hydroxy-alumineuses.

Suite à l'altération des minéraux primaires, l'horizon S aluminique présente souvent des taux d'argile supérieurs à ceux des horizons ou couches sous-jacentes. Il n'en demeure pas moins qu'un processus d'éluviation d'argile s'y développe souvent. C'est pourquoi cet horizon peut présenter, dans certains sites de sa partie inférieure, des traits d'accumulation d'argile, visibles en microscopie.

## Références

### ALOCRISOLS TYPIQUES

Ils présentent la séquence d'horizons de référence :

**A/Sal/C ou R** ou **Ah/Sal/C ou R** (solums à horizon A humifère).

L'horizon A est soit un A biomacrostructuré, peu épais, à structure fragile, soit un A d'insolubilisation. Au plan physico-chimique, il présente des caractères qui le rapprochent de l'horizon Sal : son pH, tamponné par l'aluminium, est  $< 5,0$ . L'horizon Ah contient plus de 4 g de carbone organique pour 100 g.

L'horizon Sal contient moins de 2 g de carbone organique pour 100 g. Il présente en général une teinte 7,5 YR ou 10 YR, une *chroma* de 4 à 8, une *value* de 5 ou 6. On peut y observer des taches plus brunes 7,5 YR ou 10 YR 5/4 ou 4/4, associées à des racines ou à des chenaux.

Dans certains cas, l'horizon C sous-jacent peut présenter des traits d'accumulation d'argile, sous forme diffuse, en raies ou en bandes. Cette information supplémentaire doit être notée en utilisant le qualificatif « bathyluvique » qui signifie « à accumulation d'argile en profondeur ».

### ALOCRISOLS HUMIQUES

La séquence d'horizons de référence est :

**Aho/Salh/C ou R** ou **Aho/Salh/Sal/C ou R**.

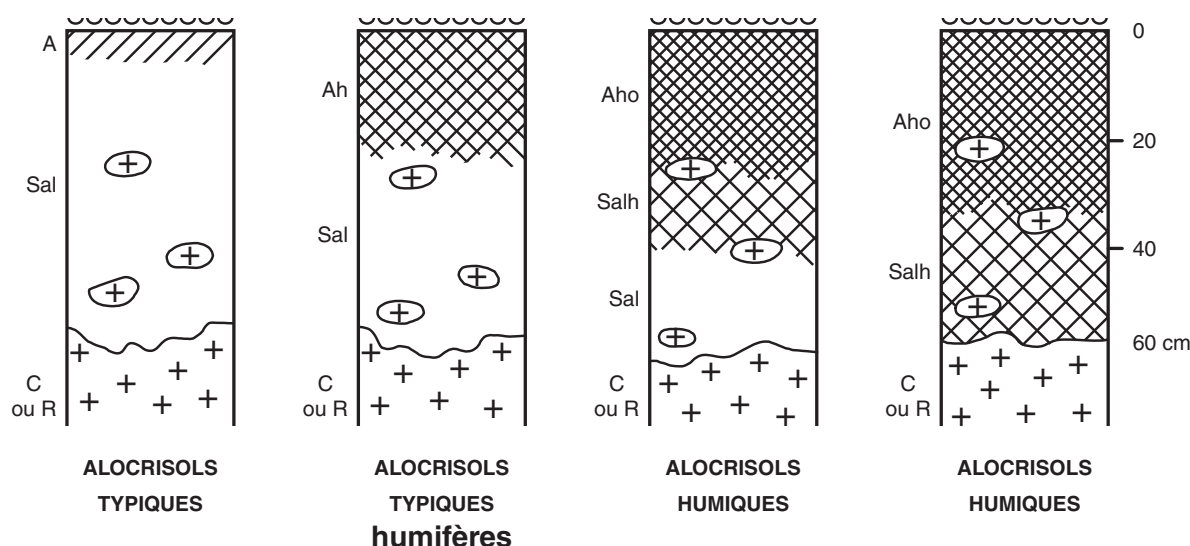
L'horizon Aho, très acide, riche en aluminium, présente une structure microgrumeleuse très aérée et des teneurs en matières organiques très élevées : de 8 à 20 g de carbone organique pour 100 g dans l'horizon le plus en surface, Aho<sub>1</sub>, passant à 4 à 12 g/100 g au-dessous (horizons Ah ou Aho<sub>2</sub>). Sa couleur à l'état humide est sombre ou noire (2/2 ou 3/2).

L'horizon Salh se différencie peu des horizons Aho sus-jacents. Il présente les propriétés physico-chimiques et structurales d'un horizon Sal, mais sa couleur est brun foncé : *value* 3 ou 4, *chroma* 3 ou 4, cela en relation avec des teneurs en carbone comprises entre 2 et 4 g/100 g.

Les ALOCRISOLS HUMIQUES sont parfois difficiles à distinguer morphologiquement des PODZOSOLS HUMIQUES, en raison de leur couleur sombre ou noire. Une étude analytique peut être nécessaire, particulièrement celle de la distribution de l'aluminium.

On les observe dans des milieux à conditions pédoclimatiques rudes (situation d'ubac, climat général froid) ou à forte de toxicité aluminique. L'activité biologique est faible, la minéralisation des matières organiques se fait mal, ces dernières s'accumulant en surface, mais

imprégnant aussi la partie supérieure du solum sur les 40 à 80 premiers centimètres; d'où une couleur très foncée masquant, totalement ou en partie, la coloration « ocreuse » caractéristique des ALOCRISOLS TYPIQUES. Cette accumulation de matière organique en profondeur est probablement liée également à une couverture végétale de graminées lors d'un long passé pastoral. Actuellement, les ALOCRISOLS HUMIQUES sont observés en moyenne montagne, sous des landes à fougère aigle ou à éricacées, issues de l'abandon des pâturages, ou, plus fréquemment encore, sous les reboisements résineux effectués sur ces landes depuis une cinquantaine d'année.



## Qualificatifs utiles pour les alocrisols

### Pour les deux références

- pachique** Qualifie un alocrisol dont l'épaisseur cumulée des horizons [A + Sal] excède 60 cm.
- bathyluvique** Qualifie un alocrisol montrant des traits d'accumulation d'argile illuviale en profondeur, souvent dans l'altérite sous-jacente.
- podzolisé** Des caractères de podzolisation peuvent apparaître, soit uniquement à l'analyse s'ils sont par exemple masqués par le caractère humifère, soit sous forme d'un mince horizon brun chocolat (ALOCRISOLS TYPIQUES), mais ils sont insuffisants pour répondre aux critères d'un horizon BP. La forme d'humus est un moder.
- à oligomull, à dysmull, à eumoder, etc.

### Pour les ALOCRISOLS TYPIQUES seulement

- à horizon A humifère** Qualifie un solum dont l'horizon A contient plus de 4 g de carbone organique pour 100 g sur au moins 20 cm d'épaisseur (codage Ah).
- brun** Qualifie un ALOCRISOL TYPIQUE dont l'horizon Sal est « brun » (*chroma* ≤ 6).
- ocreux** Qualifie un ALOCRISOL TYPIQUE dont l'horizon Sal est « ocreux » (*chroma* ≥ 7).



## Exemples de types

ALOCRISEL TIPIQUE ocreux, pachique, sablo-argileux, issu d'arène gneissique.

ALOCRISEL TIPIQUE ocreux, limoneux, issu de schistes pourpres.

ALOCRISEL TIPIQUE brun, bathyluvique, sablo-limoneux, issu d'arène granitique.

ALOCRISEL HUMIQUE caillouteux, à dysmoder, de forte pente, issu d'un granite à deux micas (Morvan nord).

ALOCRISEL HUMIQUE sablo-graveleux, à moder, de replat, sous lande à éricacées, issu de granite (Hautes Vosges).

## Distinction entre les alocrisols et d'autres références

Dans l'espace multidimensionnel du référentiel, les alocrisols ont une position proche des références suivantes :

### Avec les podzosols

Alocrisols et podzosols peuvent être en continuité dans les paysages. Les podzosols se distinguent par l'existence d'un horizon répondant aux critères des horizons BP.

### Avec les andosols

Les aluandosols, bien qu'acides et riches en aluminium, montrent des formes d'humus de type mull, ainsi que des horizons de référence (Alu et Slu) et des propriétés spécifiques.

### Avec les brunisols

En règle générale, la mise en culture ou en prairie, accompagnée ou non d'une fertilisation, modifie complètement le fonctionnement physico-chimique des alocrisols qui perdent souvent leur structure microgrumeleuse et passent en quelques années à des BRUNISOLS DYSTRIQUES oligosaturés ou mésosaturés, plus ou moins riches en matière organique. Les BRUNISOLS DYSTRIQUES oligosaturés présentent des horizons S bien macro-structurés, dont le taux de saturation est > 20 %.

### Avec les luvisols

LUVISOLS TIPIQUES et LUVISOLS DÉGRADÉS présentent des horizons E acidifiés, dont certains caractères analytiques sont proches de ceux des horizons Sal. Mais ces luvisols sont caractérisés par une nette différenciation texturale et par la présence d'horizons BT argilluviaux.

### Avec les RANKOSOLS

Ces derniers sont peu épais. S'ils comportent un horizon Sal, ce dernier fait moins de 10 cm d'épaisseur.

### Avec les ARÉNOSOLS

Ceux-ci sont moins chargés en aluminium échangeable que les alocrisols. Ils ont toujours une texture franchement sableuse et ne présentent pas d'horizon Sal.

### Avec les organosols

Tous les horizons situés au-dessus de l'horizon C ou de la couche R des ORGANOSOLS INSATURÉS sont hémiorganiques ou holorganiques (teneur en carbone organique > 8 g/100 g). Ils ne présentent pas d'horizon Sal, même si certains caractères chimiques sont voisins.

### Avec les PEYROSOLS

Ces derniers sont caractérisés par la présence d'un horizon Xp, Xc ou Xgr, même lorsque la terre fine de celui-ci présente des caractères analytiques et structuraux des horizons Sal. Un rattachement double doit alors être envisagé : par exemple, PEYROSOL-ALOCRIOL TYPIQUE.

### Relations avec la WRB

RP 2008	WRB 2006
ALOCRIOLS TYPIQUES	Cambisols (Hyperdystric)
ALOCRIOLS HUMIQUES	Cambic Umbrisols (Hyperdystric)

### Mise en valeur – Fonctions environnementales

Pour les raisons évoquées *supra*, les alocrisols sont donc peu fréquents sous cultures.

Sous forêt, leur fertilité dépend beaucoup :

- **de leur épaisseur** : les alocrisols, fréquemment épais en moyenne montagne, sur arènes remaniées, ont souvent de fortes contraintes de profondeur, et donc de réserve utile maximale aux étages collinéens ;
- **du niveau exact de réserves d'éléments nutritifs et du recyclage des éléments minéraux issus de la minéralisation** : ces sols sont parfois très pauvres, y compris en phosphore. En équilibre sous des formations naturelles peu productives, les alocrisols les plus pauvres ne permettent pas une production durable en sylviculture intensive sans amendement ou fertilisation. Ils sont tous très fragiles biologiquement et chimiquement, sensibles aux apports atmosphériques acidifiants (faible charge critique).

# Fluviosols

---

4 références

## Conditions de formation et pédogenèse

Les fluviosols (c.-à-d. les sols alluviaux fluviaux et lacustres) méritent d'être distingués des autres types de sols non ou peu évolués pour trois raisons principales :

- ils sont développés dans des matériaux déposés récemment, les **alluvions fluviales ou lacustres**, mis en place par transport, puis sédimentation en milieu aqueux. Ces alluvions peuvent être relativement homogènes ou présenter une grande hétérogénéité minéralogique et granulométrique qui reflète la diversité des matériaux géologiques et pédologiques situés en amont du bassin versant. Par rapport aux matériaux de l'amont, un tri a cependant été effectué au profit des minéraux les plus résistants et les plus lourds, et également en fonction de leur granulométrie ;
- ils occupent toujours une **position basse** dans les paysages, celle des **vallées** où ils constituent les lits mineur et majeur des rivières, à l'exclusion des zones de terrasses (hors vallées actuelles) ;
- ils sont marqués par la **présence d'une nappe phréatique alluviale** permanente ou temporaire à fortes oscillations et ils sont généralement **inondables en période de crue** (sauf endiguement). Ces inondations sont susceptibles de tronquer le solum ou, au contraire, de générer de nouveaux apports sédimentaires ou des atterrissements.

## Matériaux parentaux

Souvent (en France), il s'agit de matériaux relativement fins (argiles, limons, sables, gravillons) reposant sur un matériau grossier (la « grève » alluviale) dans lequel circule une nappe phréatique.

La granulométrie des matériaux est constante ou, au contraire, très variée. Dans ce cas, les plus proches de la rivière sont sableux, alors que les plus lointains sont souvent limoneux ou nettement argileux.

Le matériau parental a été transporté sur de longues distances et longitudinalement par rapport à l'axe des vallées (ce qui oppose les fluviosols aux COLLUVIOSOLS). Sa granulométrie peut être homogène ou, au contraire, très hétérogène sur l'ensemble du solum (solum bilithique ou polyolithique). Une stratification peut exister, mais n'est pas générale. Des apports solides sont toujours possibles à la surface, lors de grandes crues.

La présence d'horizons pédologiques enfouis, organo-minéraux ou plus ou moins humifères, n'est pas rare (cf. qualificatif **réalluvionné**).

### Évolution pédogénétique *in situ*

Faute de temps, les altérations des minéraux primaires sont nulles ou faibles. Une certaine évolution peut se traduire par de faibles redistributions de fer, de  $\text{CaCO}_3$ , de sels, etc. Des traits d'illuviation d'argile peuvent parfois être observés, mais n'occasionnant aucune différenciation texturale.

### Engorgements par l'eau

On note toujours la présence d'une nappe souterraine plus ou moins profonde selon les cas et selon les saisons, mais cette nappe peut circuler en profondeur, par exemple dans une couche D, et ne pas affecter la partie supérieure du solum. C'est pourquoi de nombreux fluvisols, mais pas tous, connaissent des engorgements à des degrés divers. Les effets sur les plantes de ces engorgements, temporaires ou plus permanents, sont atténués du fait que cette nappe est circulante et oxygénée.

Dans le cas de certains matériaux très pauvres en fer (p. ex. sables quartzeux ou matériaux très calcaires) ou de granulométrie grossière, les engorgements temporaires ou quasi permanents ne s'expriment pas ou très peu par les signes d'hydromorphie classiques (rédoxiques ou réductiques). Il y a engorgement plus ou moins prolongé sans hydromorphie.

### Horizons de référence

Pour définir les fluvisols, il n'existe pas d'horizons de référence spécifiques, mais on peut y reconnaître :

- des horizons organo-minéraux typiques (horizons A biomacrostructurés) ou atypiques (horizons Js) ;
- des horizons S, Sca ou Sci typiques, c'est-à-dire à structure en agrégats anguleux nette (cas des FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS) ou atypiques (horizons Jp) ;
- des horizons réductiques G, mais ceux-ci doivent débiter à plus de 50 cm de profondeur, sinon le solum sera rattaché à une référence de réductisols qualifiée de fluvique ;
- des horizons –g ou g débutant à plus de 50 cm (qualificatifs rédoxique ou à horizon rédoxique de profondeur) ;
- si des horizons g ou –g apparaissent à moins de 50 cm de la surface et que les caractères rédoxiques se prolongent ou s'intensifient en profondeur (sur une épaisseur d'au moins 50 cm), on a le choix entre un rattachement simple aux RÉDOXISOLS (qualifiés alors de fluviques) et un double rattachement à des fluvisols-RÉDOXISOLS ;
- des horizons H, mais ceux-ci doivent débiter à plus de 50 cm de profondeur (qualificatif **bathyhistique**) ;
- des couches M et très souvent des couches D (grève alluviale) qui constituent une discontinuité physique et mécanique dans le solum.

En outre, certains de ces horizons peuvent présenter des caractères secondaires tels que : hémiorganique, calcaire, calcique, à accumulation de gypse, etc.

**Exclusions :** la présence d'horizons E, BT, BP, sodiques, saliques, sulfatés, de matériau thionique interdit le rattachement aux fluvisols. La présence d'horizons H de plus de 50 cm d'épaisseur, si situés en surface, ou d'horizons g ou –g à moins de 50 cm de la surface interdit le **rattachement simple** aux fluvisols.

## Références

### FLUVIOSOLS BRUTS

Matériaux d'apport fluviatiles, en général grossiers (sables et cailloux) à l'état brut (ou presque), inclus dans le lit mineur des rivières (bancs, îlots temporaires, berges, etc.), souvent linéaires. Ils sont souvent mal stabilisés et toujours recouverts en période de hautes eaux. La violence des crues s'oppose à l'accumulation de matériaux fins.

La couche la plus superficielle peut contenir des traces de matières organiques, généralement figurées, mais il n'existe pas de véritable structuration pédologique généralisée. Des horizons O peuvent exister sous la forme d'une litière grossière de feuilles et brindilles si une végétation arbustive a pu s'installer.

La séquence d'horizons de référence est :  
**couches M ou D pratiquement inaltérées.**

### FLUVIOSOLS JUVÉNILES et FLUVIOSOLS TYPIQUES

Développés dans des matériaux d'apport fluviatiles très récents qui occupent le lit majeur des rivières, ils sont soumis aux inondations en période de crues, correspondant encore parfois à des phases érosives, mais au cours desquelles, majoritairement, la sédimentation l'emporte. Faute de temps, la pédogenèse minérale n'a pas encore pu se manifester. Il s'agit donc de sols « peu évolués » et « peu différenciés » sans véritable horizon S.

Les FLUVIOSOLS JUVÉNILES présentent la séquence d'horizons de référence : **Js/M ou D.**

Ce sont des solums encore très peu différenciés, où un horizon Js peu épais (moins de 30 cm) repose directement sur la couche M ou D (grève alluviale). Ils ne présentent pas d'horizon Jp. Ils peuvent contenir une forte proportion d'éléments grossiers issus de la couche D. Des horizons O sont fréquents. Sur matériaux caillouteux à pédoclimat sec, des moders xériques peuvent être observés.

Les FLUVIOSOLS JUVÉNILES se distinguent des FLUVIOSOLS BRUTS par un début d'incorporation, dans la terre fine, de matières organiques humifiées. Cette dernière provient de l'évolution de la litière mais aussi, voire surtout, des sécrétions racinaires de la végétation. Après quelques années, en effet, celle-ci est assez développée (arbres) pour coloniser le sol à une certaine profondeur et l'enrichir par sa rhizodéposition. Cela se traduit par l'apparition de l'horizon Js. L'absence de particules fines à forte capacité d'échange rend toutefois encore impossible une incorporation plus stable au sein d'un complexe organo-minéral. Cette étape ne sera réalisée que plus tard, quand l'effet filtre de la végétation ou l'altération des roches auront permis respectivement la rétention ou la libération de particules plus aptes à la stabilisation des matières organiques humifiées (limons fins, argiles). Un véritable horizon A pourra alors se former (cas des FLUVIOSOLS TYPIQUES et des FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS).

Ces types de solums sont plus fréquents et de granulométrie plus grossière en secteur amont du profil en long des vallées que dans la partie aval, ainsi que sur des terrasses alluviales relativement récentes.

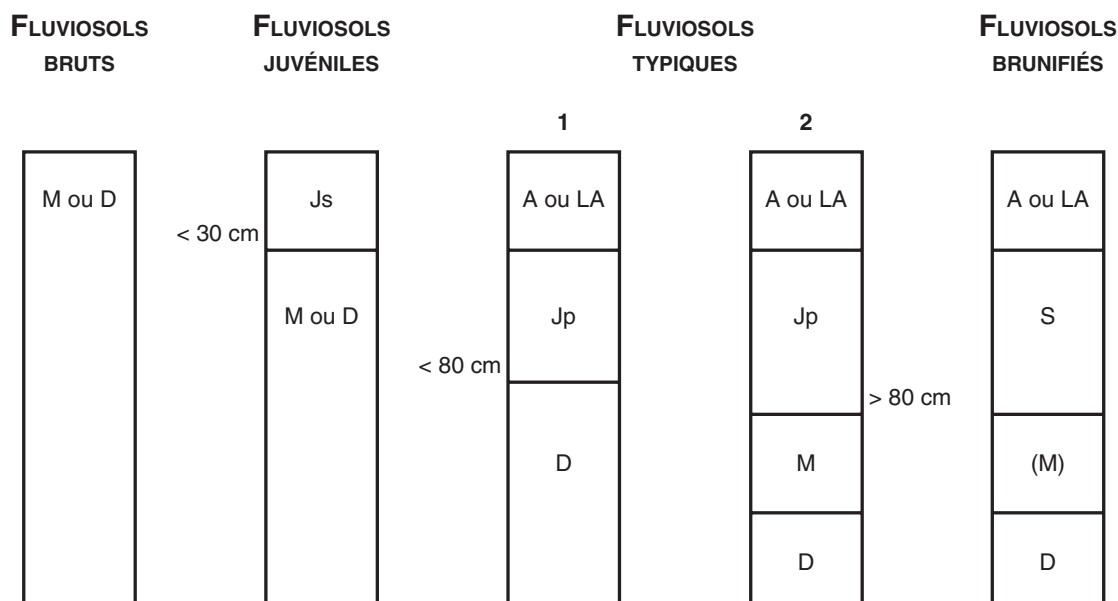
Les FLUVIOSOLS TYPIQUES correspondent à deux séquences d'horizons de référence (cf. figure page suivante) :

**1. A ou LA/Jp/D :** solums moyennement épais (horizons [A + Jp] épais de 30 à 80 cm) comprenant un horizon A typique biomacrostructuré et un horizon « jeune » de profondeur

(Jp) reposant directement sur la couche D par une transition parfois progressive, mais le plus souvent par un contact abrupt et ondulé.

**2. A ou LA/Jp/M/D :** solums épais (> 80 cm), où l'horizon Jp surmonte une couche M plus ou moins épaisse constituée d'un matériau d'apport alluvial de granulométrie variable, mais fine. Cette couche M repose sur une couche D située le plus souvent à plus d'un mètre de profondeur.

Ces deux derniers types de solums sont plus fréquents et de granulométrie plus fine dans la partie aval des rivières que dans le secteur amont, ainsi que sur des terrasses alluviales plus anciennes.



### FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS

Développés dans des matériaux d'apport fluviatiles souvent plus anciens que les précédents, ou de granulométrie plus fine, ils occupent le lit majeur des rivières et sont, sauf modifications dues à l'homme (endiguements), soumis aux inondations au cours desquelles une sédimentation fine se produit encore actuellement. Ils sont souvent limoneux, argilo-limoneux ou argileux, plus riches en matières organiques que les FLUVIOSOLS TYPIQUES et présentent l'aspect des sols brunifiés à horizons S ou Sca ou Sci bien exprimés.

En fait, ce sont des sols jeunes, formés dans des dépôts récents (holocènes) qui proviennent vraisemblablement de matériaux pédologiques préalablement évolués et progressivement érodés en amont du bassin versant.

La séquence d'horizons de référence est : **A ou Aca ou Aci ou LA/S ou Sca ou Sci/D**.

Une couche M peut s'intercaler entre les horizons S et la couche D.

Les solums sont profonds (1 m ou plus) et possèdent, au-dessous de l'horizon A, un horizon bien structuré, biologiquement actif, bien pourvu en matières organiques (le taux de carbone peut être > 2 %) ayant tout à fait les caractères d'un horizon S typique (ou d'un Sca ou d'un Sci). Cet horizon recouvre une couche M qui peut être épaisse, ou repose directement sur une couche D (grève alluviale).



Ces solums sont les plus fréquents dans les grandes vallées alluviales européennes, en zones médiane et aval du profil en long des rivières. Ils peuvent présenter des caractères d'engorgement plus ou moins accentués, mais qui sont souvent atténués par le fait que la nappe alluviale et les eaux d'inondation sont circulantes et oxygénées. Si des traits rédoxiques apparaissent dans les 50 premiers centimètres (par exemple en raison d'un niveau peu perméable), on pourra opérer un rattachement double aux FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS-RÉDOXISOLS ou un rattachement simple aux RÉDOXISOLS qualifiés de fluviques.

### Qualificatifs utiles pour les fluviosols

leptique	Qualifie un FLUVIOSOL JUVÉNILE ou TYPIQUE dans lequel la couche M ou D apparaît à moins de 30 cm de profondeur.
rédoxique, réductique, à horizon rédoxique de profondeur, à horizon réductique de profondeur, à engorgements, gypsique	
à deux nappes	Présence d'une nappe perchée et d'une nappe phréatique profonde.
à horizon A humifère	
bathyhistique	Présence d'horizons H en profondeur.
vertique	Qualifie un solum dont certains horizons de profondeur présentent plus de 35 % d'argile et des caractères vertiques (tels que des faces de glissement obliques), mais insuffisants pour identifier un horizon V typique (horizons notés Sv ou Cv).
alluvio-colluvial	Une partie des matériaux est d'origine colluviale ; part relative des apports alluviaux et colluviaux non identifiée.
torrentiel	Qualifie un fluviosol développé dans des alluvions très grossières de torrents, y compris les cônes alluviaux, et dont le cours d'eau a un régime torrentiel.
réalluvionné	Qualifie un solum qui a reçu très récemment de minces sédiments minéraux. Les horizons organo-minéraux formés antérieurement sont désormais enfouis.
oxyaérique	Qualifie un fluviosol saturé fréquemment par des eaux riches en oxygène et ne montrant pas de traits rédoxiques ou réductiques dans les 80 premiers centimètres.
issu de grève alluviale, sur grève alluviale, de lit majeur, de lit mineur, de marais asséché, etc.	
calcaire, calcique, saturé, subsaturé, mésosaturé, etc.	

### Qualificatif utile pour les non-fluviosols

fluvique	Seront qualifiés de fluviques des solums rattachés à d'autres références, telles que RÉDUCTISOLS TYPIQUES, RÉDOXISOLS ou histosols, qui répondraient aux <b>trois conditions</b> définissant les fluviosols : développement dans des matériaux alluviaux fluviaux ou lacustres, position basse dans les paysages et présence d'une nappe phréatique alluviale battante, plus ou moins profonde selon la saison.
----------	---

**fluvique**  
(suite)

Seront également qualifiés de fluviques des solums rattachés à des références telles que BRUNISOLS EUTRIQUES ou DYSTRIQUES, CALCOSOLS, CALCISOLS et ARÉNOSOLS, qui répondent également aux trois conditions énumérées *supra*, mais dans lesquels la nappe n'affecte que les couches profondes (horizons C, couches D ou M, ou horizons G débutant à plus de 80 cm de profondeur).

## Exemples de types

FLUVIOSOL TYPIQUE leptique, caillouteux, de lit mineur.

FLUVIOSOL TYPIQUE argileux, calcique, rédoxique, sur grève calcaire.

FLUVIOSOL TYPIQUE hypercalcaire, calcarique.

FLUVIOSOL BRUNIFIÉ argileux, faiblement calcaire, de lit majeur.

FLUVIOSOL BRUNIFIÉ argileux, calcique, rougeâtre, bien structuré, sur grève calcaire.

## Distinction entre fluviosols et d'autres références

### – Doubles rattachements

Certains solums développés à partir de matériaux alluviaux fluviatiles, mais qui correspondent parfaitement à certaines autres catégories du référentiel, doivent être exclus des fluviosols et rattachés aux THIOSOLS, SULFATOSOLS, histosols, réductisols, salisols, sodisols, etc. Cependant, le qualificatif **fluvique** doit leur être adjoint (cf. *supra*). Par exemple, HISTOSOL MÉSIQUE fluvique, SULFATOSOL fluvique, etc.

### Avec les RÉDOXISOLS

Si des signes rédoxiques (ou connaissance d'engorgements temporaires) débutant à moins de 50 cm de la surface et se prolongeant et s'intensifiant en profondeur (sur au moins 50 cm d'épaisseur) : choix entre un rattachement simple aux RÉDOXISOLS qualifiés de fluviques et un rattachement double à une référence de fluviosols-RÉDOXISOLS.

### Avec les réductisols

Si des signes réductiques (ou connaissance d'engorgements quasi permanents ou permanents) débutent à moins de 50 cm de profondeur : rattachement simple à une référence de réductisol qualifiée de fluvique (p. ex. RÉDUCTISOL TYPIQUE fluvique).

### Avec les histosols

En contexte alluvial, si des horizons H de moins de 50 cm d'épaisseur sont superposés à un horizon G ou à une couche D : rattachement respectivement à une référence de réductisol fluvique épihistique ou à la référence des HISTOSOLS LEPTIQUES fluviques.

### Avec les PEYROSOLS

En hautes altitudes, il existe des PEYROSOLS pierriques où circulent des ruisseaux et des torrents. Un double rattachement PEYROSOL-FLUVIOSOL BRUT est envisageable.

### Avec les RÉGOSOLS

En contexte alluvial, le rattachement aux FLUVIOSOLS BRUTS sera privilégié.

### Cas particulier : solums des « cônes de déjection »

Les solums développés dans des matériaux de « cônes de déjection » torrentiels, ou « cônes alluviaux », sont bien des sols peu évolués développés dans des alluvions récentes, mais ils n'occupent pas une position basse dans le paysage et ne sont en général ni soumis aux battements d'une nappe phréatique alluviale ni inondables. Ce sont des milieux aux pédoclimats plutôt secs.

Selon les cas (abondance des éléments grossiers, différenciation d'horizons), un rattachement aux PEYROSOLS fluviqes ou aux RÉGOSOLS fluviqes peut être envisagé.

### Remarque

L'utilisation de l'ensemble cognat [tous les fluviosols + tous les types **fluviqes**] permet de faire bien ressortir les grands traits du paysage dans un document cartographique.

### Relations avec la WRB

RP 2008	WRB 2006
FLUVIOSOLS BRUTS	Fluvisols
FLUVIOSOLS JUVÉNILES	Fluvisols
FLUVIOSOLS TYPIQUES	Fluvisols
FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS	Fluvic Cambisols

### Mise en valeur – Fonctions environnementales

Les fluviosols des grandes vallées alluviales correspondent à des milieux naturels extrêmement convoités qui ont été, au cours des siècles, occupés et souvent dégradés par l'homme : mise en culture et irrigation, populiculture, exploitation de granulats, urbanisation et industrialisation le long de ces axes de communication. Aussi, ces milieux naturels sont-ils devenus extrêmement rares en France et, de ce fait et à cause de l'originalité des conditions écologiques, sont très souvent à haute valeur patrimoniale : les forêts alluviales ou forêts riveraines sont désormais en France des milieux protégés. Elles sont encore présentes dans la plaine d'Alsace, la plaine de Saône, relictuelles ailleurs (Rhône, Loire, etc.). Les écosystèmes alluviaux sont d'ailleurs les plus riches en espèces végétales, dans l'absolu, de tous les milieux des climats tempérés. À noter l'importance grandissante des espèces invasives qui trouvent dans ces milieux pionniers des conditions favorables à leur développement.

#### FLUVIOSOLS BRUTS

Ils correspondent à des matériaux instables souvent grossiers. La végétation naturelle, lorsqu'une relative stabilité permet son installation, y est très diversifiée. Dans un premier temps, des végétaux pionniers s'installent, de toute origine écologique (espèces alluviales typiques, espèces de la forêt alluviale ou des forêts environnantes, espèces de prairies ou pâturages plus ou moins nitrato-philes, espèces montagnardes dont les graines ont été emportées en plaine). Les espèces ligneuses qui s'installent ensuite — parfois aussi immédiatement ! — sont plus spécialisées : saules arbustifs, peupliers noirs ou blancs (essences dites « à bois tendre »), mieux installées cependant sur les FLUVIOSOLS TYPIQUES, voire pins sylvestres sur les substrats particulièrement

filtrants. Cette végétation ayant souvent un rôle majeur dans la stabilisation des berges, son maintien est primordial. Le long des torrents de montagne, une végétation dite « d'eaux vives » s'installe, à base de différents saules ou d'aulne blanc.

#### FLUVIOSOLS JUVÉNILES

Également situés sur des dépôts alluviaux récents et souvent grossiers, ils sont très fréquents dans les parties amont des cours d'eau. Ils sont colonisés par de véritables forêts à bois tendres, comme les saulaies ou les aulnaies blanches.

#### FLUVIOSOLS TYPIQUES et FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS

Ces sols s'organisent dans les paysages alluviaux selon des micro-reliefs avec zones basses, bras morts, dépressions et aussi bosses et levées, en mosaïque possible avec des sols à caractère réductique marqué.

En général, la présence d'une nappe permanente assure la possibilité d'alimentation hydrique estivale pour les espèces arborescentes ou la possibilité d'irrigation par pompage.

La végétation naturelle des FLUVIOSOLS TYPIQUES est soit une forêt à bois tendre, généralement une aulnaie blanche, soit une forêt à bois durs, mais encore alluviale : frênaie à orme, charmaie à charme-houblon, pinède, par exemple. Elles restent en équilibre avec un régime de crues et inondations pouvant être encore fortes, mais déposant généralement du matériel plus fin que dans les stades précédents. Les frênaies alluviales et autres peupleraies naturelles rencontrées de-ci de-là en France sont à haute valeur patrimoniale. Leur pérennité est en outre un atout dans la régulation des épisodes de crue.

Les FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS, à crues moins fréquentes ou alluvionnements encore plus fins, sont le domaine cette fois exclusif des forêts de bois durs où se côtoient frêne, orme et chêne pédonculé pour les plus stables d'entre elles. Ce sont à la fois des forêts à forte valeur patrimoniale, mais aussi à fort niveau de production étant donné la richesse trophique fréquente et la présence de la nappe en profondeur. Ces excellents sols forestiers sont, dans de nombreuses vallées, le support de peupleraies artificielles productives. Dans les zones où les cours d'eau ont été endigués, la forêt alluviale à bois durs est souvent rapidement remplacée par la forêt climacique régionale, chênaie-charmaie, hêtraie, sapinière ou pessière, selon les régions et les étages. Le sol, à inertie nettement plus grande, reste pourtant pour des siècles un FLUVIOSOL BRUNIFIÉ, avant d'évoluer vers les CALCOSOLS ou les brunisols.

Lorsque la forêt n'existe plus, l'inondabilité reste une contrainte forte pour les activités humaines.

#### Utilisations agricoles

- En zones tempérées, la vocation herbagère est la plus fréquente. La mise en culture est possible, en particulier en cultures tardives de printemps (maïs), en raison des risques d'inondation hivernale.
- En zones sèches et arides, les cultures sont intensives grâce à l'irrigation.

Les potentialités forestières et agronomiques des fluviosols vont croissant depuis les FLUVIOSOLS JUVÉNILES vers les FLUVIOSOLS TYPIQUES avec solum de type 2 (LA/Jp/M/D), notamment en raison des possibilités plus favorables de réserve en eau et d'enracinement des plantes, à condition cependant que celles-ci ne soient pas entravées par des phénomènes d'engorgement plus fréquents dans le solum de type 2.

Les potentialités agronomiques des FLUVIOSOLS BRUNIFIÉS sont toujours très élevées. Bien que souvent lourds et difficiles à travailler, ils sont de plus en plus mis en culture, sauf pour les types rédoxiques et réductiques. Ils font rarement l'objet d'exploitation de granulats, la grève alluviale apparaissant à une trop grande profondeur.

### Utilisations non agricoles

- Zones inaptes à la construction et à l'urbanisation en raison des risques d'inondation ; utilisation des terrains comme parcs de délassement ou terrains de sport.
- Exploitation fréquente pour l'extraction de granulats (gravières) destinés au génie civil.

L'aptitude des fluviosols à l'exploitation des granulats se cantonne de façon préférentielle aux FLUVIOSOLS JUVÉNILES et aux FLUVIOSOLS TYPIQUES à solums de type 1, en raison de la moindre épaisseur de terre meuble à décaper lors de l'extraction.

## Annexe 1

# Typologie des formes d'humus forestières (sous climats tempérés)

### Introduction

L'évolution des connaissances sur la transformation biologique des litières permet de comprendre et d'interpréter la morphologie des horizons humifères de surface (O et A) en terrain non agricole. Une tentative de rapprochement avec les fonctionnements d'épisolums de pelouses, landes prairies ou terrains cultivés est tentée *infra*, au tableau en bas de la p. 337.

Les différents types de successions verticales des horizons O et A dans le solum correspondent à différents stades d'évolution des résidus organiques et des matières organiques en général, stades spécifiques dans leur contexte de pédoclimat et de matériau.

La confrontation des caractères stationnels (climat, roche mère et cortège floristique, notamment) avec les traits morphologiques essentiels des horizons diagnostiques des formes d'humus, permet de formuler des hypothèses sur la genèse et le fonctionnement de l'épisolum et, au-delà, sur celui des systèmes naturels en général. Ces hypothèses sont d'une grande utilité dans la gestion forestière ; elles seront discutées dans les pages suivantes lors de la description des différentes formes d'humus. Les formes d'humus paraissent donc comme un élément majeur du diagnostic écologique, intégrateur d'un certain nombre de facteurs écologiques et de leur évolution passée.

Un référentiel morphogénétique de ces successions d'horizons humifères de surface est proposé pour les régions tempérées, où les fonctionnements biologiques du sol sont les mieux connus.

Le principe d'utilisation de cette typologie est le même que celui des sols : description morphologique, voire analytique des horizons, rapprochement avec les horizons concepts définis dans le *Référentiel pédologique* (horizons O et A), puis rattachement de l'**épisolum-image** avec ses successions d'horizons à une **forme d'humus** du référentiel.

Le système, bien que moins souple, le rattachement à plusieurs références paraissant difficile, est malgré tout ouvert.

En ce qui concerne les sols sous pelouses, landes et terrains cultivés, les études sont à l'heure actuelle moins poussées, et elles ne permettent pas de conduire à une typologie précise ; la typologie des formes forestières présentée *infra* se veut cependant compatible avec une démarche en milieu non forestier.

Les études générales des formes d'humus en régions tropicales demeurent très insuffisantes, c'est pourquoi ces formes ne sont pas traitées ici.



## Définitions

**Humus** (sens introduit par Thaer, 1809) : fraction des matières organiques du sol transformées par voie biologique et chimique, sans organisation biologique identifiable à l'œil nu. On peut parler de « matières organiques humifiées ». Cette fraction se différencie des « matières organiques fraîches », récemment restituées au sol et non transformées (composés volatiles, débris, résidus, sécrétions et excréments solides ou liquides, d'origine végétale, animale ou anthropique).

Ce terme est à proscrire pour décrire des successions d'horizons (utiliser « forme d'humus »).

Selon l'approche et le niveau de perception de l'épisolum humifère, nous utiliserons les termes *infra*, inspirés de terminologies françaises ou étrangères et couramment utilisés en milieu forestier.

**Épisolum humifère** : désigne, de façon générale et sans soucis de typologie morphologique ou fonctionnelle, l'ensemble des horizons supérieurs d'un solum contenant des matières organiques, et dont l'organisation est sous la dépendance essentielle de l'activité biologique : horizons O et A.

**Forme d'humus** : ensemble des caractères morphologiques macroscopiques de l'épisolum humifère (caractères des horizons O et A et de leur succession) dépendant de son mode de fonctionnement. C'est l'*Humusformen* de Müller (1887).

Cette définition correspond à l'acception française des dernières décennies du <sup>xx</sup>e siècle du mot « humus » en milieu non cultivé. Le *Référentiel pédologique* rejette ce dernier terme qui prête à confusion. L'expression « type d'humus » est également à éviter, car trop ambiguë.

**Matières organiques fines** : ensemble des constituants organiques du sol qui se présentent, à l'œil nu de l'observateur, sous la forme de petits amas ou de granules infra-millimétriques, ou de « poussière » organique, dans lesquels il n'est pas possible de reconnaître de débris figurés. Il s'agit de boulettes fécales holorganiques plus ou moins transformées, d'amas de boulettes fécales très fines (enchytréides) et de microrésidus issus de fragmentation.

Le lecteur se reportera à l'*annexe 4* pour la définition des termes suivants : **minéral**, **organo-minéral**, **hémioorganique**, **holorganique**, **humifère**, **humique**, **clinohumique**, **vermi-humique**.

**Organique** : sens courant (*Petit Robert*, 1993) : « Qui provient de tissus vivants ou de transformations subies par les produits extraits d'organismes vivants. » Exemple : matières organiques. Pour qualifier un horizon contenant des quantités notables de matières organiques, on n'emploiera pas l'expression « horizon organique », mais « horizon organo-minéral » ou « horizon hémioorganique » (cf. *annexe 4*).

**Humifère** :

1. Sens courant : horizon ou solum qui contient des matières organiques humifiées.
2. Définition du *Référentiel pédologique* : cf. *annexe 4*.

**Humique** :

1. Sens courant (Littré, 1886) : « Relatif à l'humus. » Exemples : bilan humique, acide humique, profil humique.
2. Définition du *Référentiel pédologique* : cf. *annexe 4*.

Pour la définition des structures des horizons A (biomacrostructuré, biomésostraté, etc.), on se reportera au § « Les horizons de référence O et A », *infra*.

## Horizons de référence O et A

### Horizons O

Ce sont des horizons **formés en conditions aérobies**, constitués principalement, mais pas toujours exclusivement, de matières organiques **directement observables**, et qualifiés souvent d’holorganiques, bien que certains ne rentrent pas dans la définition stricte de ce terme ; ces matières organiques correspondent à des débris ou fragments végétaux morts, issus, pour la plupart, de parties aériennes (feuilles, aiguilles, fruits, écorces, matériels ligneux) ou parfois de racines fines ou mycéliums morts, développés initialement dans ces horizons eux-mêmes. Le degré de transformation de ces débris ou fragments, **principalement sous l’action de l’activité biologique**, est très variable : fragments macroscopiques ou non visibles à l’œil nu, lyse plus ou moins forte des contenus cellulaires, des parois, humification plus ou moins poussée. Les horizons O sont donc toujours situés en partie supérieure des solums, au-dessus des autres horizons ou couches. La transformation des matières organiques est le processus pédogénétique majeur, aucun autre processus n’y est décelable. Les matières organiques ne sont jamais liées à la matière minérale.

Leur origine permet le plus souvent un diagnostic facile. Beaucoup de classifications prévoient un seuil minimal de teneur en carbone organique permettant, en particulier, la distinction « automatique » entre horizons O et A (souvent plus de 17 à 20 g de carbone organique pour 100 g, ou plus de 30 g de matières organiques pour 100 g). Ces seuils, souvent donnés sans méthode analytique, paraissent peu réalistes et doivent n’être pris en compte que comme des ordres de grandeur. Dans certains cas de transition très graduelle, sur plusieurs centimètres, entre un horizon OH et un horizon A (limoneux et humifère, par exemple), il peut cependant s’avérer utile d’y recourir.

Dans le cas particulier des horizons O, la quantité de carbone organique sera mesurée sur l’ensemble de l’horizon préalablement broyé et tamisé à 2 mm. Seuls d’éventuels éléments grossiers lithiques et des branches non pourries de plus de 2 cm de diamètre seront écartés avant broyage. Le carbone organique sera dosé par analyseur élémentaire.

Des études montrent des teneurs en carbone organique allant d’à peine 15 g/100 g à plus de 50 g/100 g pour des horizons OH diagnostiqués à partir de leur morphologie (couleur, structure, etc.) et de leur origine.

Les horizons OH les moins riches en carbone organique ne répondent pas strictement à l’appellation « holorganique » que l’on pourra cependant leur accorder par extension du fait de la part importante que prennent les matières organiques **directement observables** dans l’aspect de ces horizons : 17 g de carbone organique pour 100 g correspondent en masse à environ 30-35 g de matières organiques sèches pour 100 g, soit à près de 70 % en volume pour ces mêmes matières organiques à l’état frais. Inversement, certains horizons A, à matières organiques liées à la matière minérale, peuvent présenter des teneurs en carbone organique très élevées, pouvant dépasser 17 g/100 g (cas de certains horizons hémioorganiques).

L’état moyen de transformation des débris végétaux, lié à l’activité biologique de l’épisolum, permet de distinguer trois types d’horizons O : OL, OF, OH.

Les distinctions OL, OF, OH sont indispensables pour l’identification des formes d’humus, mais les distinctions plus fines en sous-horizons sont facultatives et réservées aux diagnostics spécialisés.

## Horizons OL (L = litière)

Horizons constitués de débris foliaires non ou peu évolués et de débris ligneux. La structure originelle des débris est aisément reconnaissable à l'œil nu. Ces horizons ne contiennent pas ou très peu (moins de 10 % en volume) de matières organiques fines. Situés à la partie supérieure des horizons O, ils peuvent reposer directement sur un horizon A ou être superposés à un horizon OF. On distingue trois sous-horizons OL selon l'état et le mode de transformation des débris.

### **OL<sub>n</sub> (n = neue : nouvelle)**

Restes végétaux n'ayant pas encore subi de transformation nette ; les feuilles ou les aiguilles sont encore entières, seule leur couleur peut avoir changé (brunissement), surtout en fin de saison. C'est la « litière fraîche », couche à structure lâche, susceptible de remaniements par le vent. Sur les sols à forte activité biologique, cet horizon peut n'exister que de l'automne au début du printemps et disparaître ensuite.

### **OL<sub>v</sub> (v = verändert : modifié ; verwittert : altéré ; ou verbleicht : décoloré ; en français, v = vieilli !)**

Débris végétaux généralement peu fragmentés, mais visiblement modifiés depuis le moment de leur chute (couleur, cohésion, dureté) et collés en paquets plus ou moins lâches à cohérents, les feuilles pouvant être difficiles à séparer les unes des autres. Ces transformations résultent majoritairement de l'activité des champignons. Lorsqu'il existe, l'horizon OL<sub>v</sub> se situe à la base d'un horizon OL<sub>n</sub>, la transition est souvent progressive, et il repose soit directement sur un horizon A, soit sur un horizon OF. Il se distingue de l'horizon OL<sub>n</sub> par sa couleur et par une densité et une cohésion plus élevées. Les éléments foliaires, pris isolément, sont souvent plus minces et plus tendres ; il y a décoloration et ramollissement des tissus, voire squelettisation. Dans le cas d'aiguilles et même de quelques types de feuilles, la transformation se traduit par un brunissement qui précède éventuellement un blanchiment. Des mycéliums blancs peuvent être très abondants dans certains cas. Parfois, une fragmentation grossière apparaît à la base de l'horizon, cas fréquent après un épisode particulièrement sec : l'absence ou la rareté de matières organiques fines entre les résidus permet la distinction d'avec un horizon OF.

### **OL<sub>t</sub> (t = transition avec un horizon A)**

Débris foliaires (pétioles, nervures, fragments de limbe) non nettement transformés (transformations identiques à celles de l'horizon OL<sub>n</sub>) ; ce sont les restes non consommés par la faune saprophage (vers de terre anéciques, en particulier). La proportion de débris ligneux peut y être importante. Horizon très discontinu, à faible cohésion. Lorsqu'il existe, l'horizon OL<sub>t</sub> se situe à la base d'un horizon OL<sub>n</sub> ou dès la surface du sol lorsque ce dernier a disparu. Il repose directement sur un horizon A. Il est souvent plus ou moins entremêlé ou recouvert de turricules de vers de terre. Cet horizon est typique des épisolums à forte activité biologique.

## Horizons OF

Horizons formés de résidus végétaux, surtout d'origine foliaire (débris de feuilles, résidus squelettisés, etc.), plus ou moins fragmentés, reconnaissables à l'œil nu, **en mélange avec des proportions plus ou moins grandes de matières organiques fines** (plus de 10 % et moins de 70 % en volume). Ces dernières sont présentes sous la forme de petits amas infra-millimétriques ou millimétriques de matières organiques, sans débris reconnaissables à l'œil nu.

Les horizons OF sont souvent parcourus par un réseau racinaire fin plus ou moins dense (et bien mycorhizé) et par des mycéliums qui ne doivent pas entrer en ligne de compte dans l'estimation du pourcentage de débris et de matières organiques fines.

Le degré de fragmentation n’intervient pas dans la distinction de ces horizons avec les horizons OL puisque les OF sont essentiellement caractérisés par la présence de matières organiques fines en quantité suffisante.

*Remarque:* dans le cas d’une litière d’aiguilles de résineux, la détermination des matières organiques fines n’est pas toujours évidente: des boulettes fécales peuvent se situer à l’intérieur des aiguilles; en effet, l’attaque de celles-ci par la mésofaune (oribates) se fait, au début, par creusement de galeries à l’intérieur même des aiguilles, emprisonnant les boulettes fécales. Les aiguilles sont alors très cassantes et renferment des matières organiques fines sous la forme d’une fine poussière brune ou noire.

Lorsqu’ils existent, les horizons OF se situent au-dessous d’horizons OL, sauf en cas d’érosion de ces derniers ou de suppression des apports de litière (coupe rase du peuplement). L’activité des vers de terre anéciques est réduite et les transformations proviennent essentiellement de l’activité de la faune épigée (arthropodes, vers épigés, enchytréides, etc.) et/ou des champignons.

Pour la description des horizons, on peut distinguer morphologiquement deux **sous-horizons OF**, présents ou non, selon l’état de transformation des débris végétaux :

#### **OFr**

Partie supérieure de l’horizon OF comportant des restes foliaires très reconnaissables, plus ou moins fragmentés, avec une faible proportion de matières organiques fines (moins de 30 % en volume). Il y a destruction des tissus foliaires, mais on observe encore, souvent, des « paquets » de débris de feuilles plus ou moins densément agglomérées (structure en « tapis », « natte », etc.).

#### **OFm**

Horizon comportant en quantités équivalentes des restes foliaires fragmentés et des amas de matières organiques fines (30 à 70 % en volume). La pulvérisation des débris végétaux est très poussée. Les « paquets » de débris de feuilles ne s’observent que rarement. Les racines fines et les champignons mycorhiziens peuvent être abondants. Le passage d’OFr à OFm est en général très progressif.

Dans certain cas, une grande quantité de filaments mycéliens, vivants ou morts, emballent les débris végétaux entre eux, donnant à l’horizon une structure fibreuse dite mycogène (notation: -c). Ces filaments mycéliens peuvent être très abondants en volume et rendre difficile la distinction entre OFrc et OFmc (horizon pouvant être noté OFc).

**Il existe en outre deux types d’horizons OF selon leur origine, dont le diagnostic permet de distinguer les formes d’humus de type mor des autres :**

#### **OFzo**

Horizon OF zoogène, caractéristique des formes d’humus de types moder ou amphimus. Les matières organiques fines correspondent à des boulettes fécales holorganiques plus ou moins transformées de la faune de la litière. Ces amas holorganiques ont une forme variable (sphéroïde, ovoïde, etc.) de quelques dizaines de  $\mu\text{m}$  à 1 mm, voire 2 mm de diamètre; ils sont formés de matériel majoritairement végétal ou fongique, micro-fragmenté et aggloméré. Cet horizon est le siège d’une intense activité animale, mais sans vers anéciques (OF « actif »). Les assemblages sont généralement lâches, la compacité faible. Notation: OFrzo ou OFmzo.

### **OFnoz (noz = non zoogène, ou mieux, à structure non zoogène)**

Horizon OF caractéristique des formes d'humus de type mor, sans activité animale notable, à activité de champignons saprophytiques variable, dans lequel la fragmentation ou même la pulvérisation sont d'origine mécanique (successions gel/dégel, humectations-dessèchements, etc.). Les boulettes fécales visibles sont très peu abondantes ou absentes et, généralement, les matières organiques fines sont elles-mêmes peu abondantes; le critère de teneur minimale de 10 % est parfois mal respecté (structures zoogènes non visibles à l'œil nu). La structure est feuilletée, assez compacte, les racines et les filaments mycéliens, très abondants, morts ou vivants, s'entremêlent en enserrant les débris végétaux (*matted structure*). Il s'agit le plus souvent d'OFrnoz (OF « non actif »).

### **Horizons OH**

Horizons contenant plus de 70 % en volume de matières organiques fines. Celles-ci se trouvent sous forme de boulettes fécales et/ou de micro-débris végétaux et mycéliens sans structure reconnaissable à l'œil nu. Ce pourcentage est évalué hors racines fines (mortes ou vivantes) qui sont souvent très abondantes. Les horizons OH se présentent comme un produit assez homogène, de teinte brune-rougeâtre à noire (en fonction de la nature des résidus, de leurs transformations et de l'humidité), à structure massive, particulière, granulaire ou fibreuse et de compacité variable.

Suite à des brassages fauniques modérés, les horizons OH contiennent souvent, lorsqu'ils sont peu épais, de faibles proportions (en volume) de minéraux silicatés. La présence de grains minéraux visibles à l'œil nu est possible. L'horizon OH peut dans ce cas se distinguer de l'horizon A par une structure granulaire nette (plutôt massive, particulière ou grumeleuse pour A), une plus faible compacité, une couleur plus rougeâtre, un toucher jamais sableux ni argileux.

Quand il existe, l'horizon OH se situe sous un horizon OF, sauf en cas d'érosion de ce dernier ou de suppression des apports de litière (coupe rase du peuplement). Cet horizon est souvent nettement plus cohérent que les horizons sus-jacents.

Pour la description des horizons, morphologiquement, on peut distinguer deux **sous-horizons** OH, présents ou non, selon l'état de transformation des débris végétaux :

#### **OHr**

Horizon OH contenant entre 70 et 90 % de matières organiques fines en mélange avec des résidus foliaires fortement fragmentés, mais reconnaissables (ces derniers représentant donc 10 à 30 % en volume). Les racines fines mycorhizées peuvent être abondantes. Il repose soit sur un horizon OHf, soit sur un horizon A.

#### **OHf**

Horizon OH contenant moins de 10 % de débris végétaux reconnaissables. Quand il existe, il succède à un horizon OHr et repose sur un horizon A, rarement sur un horizon E.

Il existe en outre deux types d'horizons OH selon leur origine, dont le diagnostic permet l'individualisation des formes d'humus de type mor :

#### **OHzo**

Horizon OH dont les constituants sont majoritairement issus de la transformation et l'accumulation actuelle des boulettes fécales holorganiques de la faune de la litière (arthropodes, vers épigés, enchytréides). Ces déjections plus ou moins transformées lui confèrent une structure



granulaire caractéristique (amas holorganiques millimétriques) et un caractère généralement très meuble (horizon OH « actif »). Notation : OHrzo ou OHmzo.

**OHnoz (noz = non zoogène, ou mieux, à structure non zoogène)**

Horizon OH sans activité animale **actuelle** identifiable à l’œil nu, souvent envahi par un abondant réseau mycélien (souvent de champignons mycorhiziens) et/ou de racines, vivants ou morts, emballant les matières organiques fines. Celles-ci résultent majoritairement de l’accumulation et la compaction de très anciennes boulettes fécales d’enchytréides, non visibles à l’œil nu, résistant à la biodégradation et contenant des résidus cellulaires; il s’agit souvent d’un OHr, les résidus visibles à l’œil nu pouvant être abondants (10 à 30 %); ces résidus se pulvérisent facilement entre les doigts. La structure de cet horizon peut être fibreuse, massive (l’horizon se découpe facilement en blocs) à forte compacité ou, au contraire, particulaire (l’horizon se pulvérise). Horizon OH « non actif ».

Une grande quantité de filaments mycéliens peut conférer aux horizons OH, et particulièrement aux OHnoz, une structure fibreuse dite alors mycogène (OHnoz<sub>c</sub>).

**Horizons OH de tangel (OHta)**

Horizons de consistance grasse et tachant les doigts, constitués de déjections animales, biomésostructurés (agrégats de 1-2 mm) résultant de l’activité de vers épigés, parfois épi-anéciques. Ils sont décrits généralement sur matériaux parentaux calcaires comme saturés à plus de 80 % par  $\text{Ca}^{2+}$  et/ou  $\text{Mg}^{2+}$ , avec un pH compris entre 5 et 7; mais ils pourraient également exister sur matériaux parentaux acides. Les horizons OHta correspondent à des milieux aérobies à activité faunique importante, mais en conditions climatiques contraignantes (en particulier, en altitude), et pourraient témoigner de phases de végétation antérieures au fonctionnement actuel. Ils reposent fréquemment sur un horizon A très humifère (Ah) par une transition très graduelle.

Cf. *figure 3*, p. 355, pour les équivalences avec les appellations d’horizons O utilisées par d’autres auteurs.

**Horizons A**

Il s’agit d’horizons contenant en mélange des matières organiques et des matières minérales, situés à la base des horizons holorganiques lorsqu’ils existent, sinon à la partie supérieure du solum ou sous un autre horizon A. Seuls des horizons Ab (A « enfouis ») peuvent être observés en profondeur, suite à leur enfouissement sous de nouveaux dépôts de matériaux allochtones.

L’incorporation des matières organiques aux matières minérales **est toujours d’origine biologique**; elle se fait à partir des horizons O. Dans certains cas (sols de prairie, de steppes, etc.), l’apport essentiel est cependant racinaire. Cette incorporation apparaît, contrairement aux horizons O, comme le processus majeur. Elle n’implique pas obligatoirement de liaisons matières organiques et minérales, les matières organiques peuvent être déposées par la faune entre les particules minérales (juxtaposition).

D’autres processus pédogénétiques peuvent y être observés (éluviation des argiles, décarbonatation, etc.). Mais certains horizons situés à la base des horizons O et riches en matières organiques ne sont pas des horizons A, principalement en cas d’évolution podzolique. Ce sont alors soit des horizons traversés par des molécules organiques solubles « en transit » pouvant leur donner une coloration notable (horizons Eh, Sh, etc. à matières organiques « de diffusion »), soit des horizons d’accumulation de complexes organo-métalliques (horizons BPh).



Le plus souvent, la teneur en carbone organique dans l'horizon A est  $> 0,5$  g/100 g et  $< 17-20$  g/100 g (mesurée par analyse élémentaire), mais ces seuils sont indicatifs ; le seuil supérieur ne sera utilisé que lorsque les critères morphologiques ne permettront pas la distinction entre horizons OH et A. Seront qualifiés d'« hémiorganiques » les horizons A présentant plus de 8 g de carbone organique pour 100 g dans la terre fine. Cependant, les horizons A ne contiennent jamais plus de 30 g de carbone organique pour 100 g dans la terre fine et ne contiennent pas (ou peu) de débris organiques figurés. Le plus souvent, ils contiennent moins de 17 g de carbone organique pour 100 g de terre fine, mais cette limite n'est qu'indicative, les critères fonctionnels et morphologiques étant prioritaires pour les différencier des horizons OH.

Selon leur origine, et donc selon leur structuration et les modes de liaison matières organiques-matières minérales, il existe différents types d'horizons A.

#### **Horizons A biomacrostructurés**

- Ils présentent une **structure grumeleuse** (voire grenue), d'origine biologique, dont les agrégats représentent plus de 25 % du volume de l'horizon.
- Plus de la moitié de ces agrégats ont une taille  $> 3$  mm environ, mais souvent de plus de 5 mm.

Ces horizons correspondent à des conditions physico-chimiques et pédoclimatiques permettant l'activité de vers de terre, anéciques et endogés, qui assurent un brassage de la totalité de la masse humique avec des particules minérales. Cette structure est très bien développée dans les milieux les plus actifs biologiquement, elle peut être moins nette lorsque les conditions de vie des vers ne sont pas optimales ou en cas de textures très sableuses (agrégats fragiles et/ou peu développés occupant partiellement le volume de l'horizon). Les vers ou leurs traces d'activités sont plus ou moins abondants selon les conditions de milieux et selon la saison : galeries, turricules.

Les liaisons matières organiques-matières minérales (complexe argilo-humique) sont fortes, soit biogènes (humine organo-argilique issue d'une digestion des pigments bruns par les vers de terre) soit, minoritairement, physico-chimiques par insolubilisation des molécules organiques solubles par les oxyhydroxydes de fer et les minéraux phylliteux du sol (humine d'insolubilisation). L'humine microbienne est abondante.

#### **Horizons A biomésostrutturés**

- Ils présentent une structure grumeleuse (voire grenue), d'origine biologique, dont les agrégats représentent plus de 25 % du volume de l'horizon.
- Plus de la moitié de ces agrégats ont une taille comprise entre 1 et 3 mm.

Comme ils sont peu fréquents, leur fonctionnement est moins bien connu. Les vers anéciques qui sont à l'origine de la biomacrostructure ne semblent pas impliqués dans le processus de formation de la biomésostruture qui serait plutôt le fruit d'une bioturbation par des vers endogés de taille plus petite, voire épigés. Les horizons A biomésostrutturés peuvent être observés dans des conditions de milieux moins favorables que celles des horizons A biomacrostructurés.

*Remarque :* en cas de sols riches en argile gonflante, les structures grumeleuses évoquées *supra* peuvent rapidement évoluer vers une structure polyédrique fine et nette.

#### **Horizons A non grumeleux**

- Ils ont une structure majoritairement massive, ou particulière, ou parfois « microgrumeleuse » d'origine physico-chimique (« floconneuse »).

- Ils ne présentent pas de macro- ou mésostructure grumeleuse d'origine biologique pour plus de 25 % de leur volume.
- Ils ne présentent pas de traces d'activité de vers anéciques : galeries, turricules.

Présents dans les épisolums à plus faible activité faunique, ces horizons A ne montrent pas d'activité notable de vers de terre (alors que des vers épigés peuvent être très présents dans l'horizon O). Une structure polyédrique subanguleuse peut parfois apparaître faiblement, mais les agrégats, jamais zoogènes, sont peu nets et très fragiles. L'incorporation des matières organiques est due à l'action de la mésofaune (arthropodes, enchytréides). Dans le cas des textures nettement sableuses, elle est principalement présente sous forme de granules de matières organiques fines (boulettes fécales plus ou moins transformées, parfois enrichies en matières minérales et microdébris), **< 1 mm et juxtaposés aux particules minérales (horizons de juxtaposition *stricto sensu***. En cas de textures fines, la juxtaposition n'apparaît pas à l'œil nu. Les matières organiques contiennent majoritairement de l'humine héritée (digestion quasi nulle des pigments bruns par la faune du sol). Il n'y a ni humine d'insolubilisation ni organo-argilique ; l'humine microbienne est peu abondante, les complexes argilo-humiques rares ou absents. Dans ces horizons A, les conditions ne permettent pas l'insolubilisation des molécules solubles qui peuvent alors participer à l'acido-complexolyse. Il s'agit alors d'horizons Ae.

Lorsqu'un horizon A de ce type fait partie d'un épisolum forestier de type moder, sa limite supérieure avec l'horizon OH est très graduelle et difficile à fixer.

En outre, certains horizons A, quelle que soit leur origine, sont caractérisés par un blocage de la minéralisation secondaire. Dans certains milieux, des taux de minéralisation extrêmement faibles ont pour conséquence une accumulation forte de matières organiques, parfois sur plusieurs décimètres (horizons A humifères épais, de couleur noire, épisolums « humiques ») ; ces formes d'humus sont très variables, selon leur rattachement aux types précédents (horizons A humifères biomacrostructurés, mésostructurés ou de juxtaposition) ou selon la cause du blocage :

- stabilisation en association avec des surfaces minérales actives :
  - $\text{CaCO}_3$  (formes d'humus carbonatées),
  - allophanes (formes d'humus à caractères andiques), etc. ;
- stabilisation ou blocage dus aux conditions pédoclimatiques (chernosols, anmoor, sols à forts contrastes hydriques en milieu calcaïque, etc.).

Suite à la mise en culture, les horizons A labourés peuvent conserver les principales propriétés décrites précédemment : ils sont alors notés LA. D'autres perdent ces propriétés : ils sont alors notés L. Selon le processus pédogénétique jugé dominant, ces horizons labourés peuvent également être appelés LE, LS, voire LBT ou LBP en cas de solums tronqués.

Outre les horizons A « simples » ou « hapliques », il existe un certain nombre d'horizons A de référence particuliers, présentés pp. 11-13.

## Principes de la présente typologie

La typologie proposée pour les formes d'humus dans le *Référentiel pédologique 1995* a été largement utilisée en France et en Europe.

En France, elle a été très bien accueillie et s'est montrée performante dans les limites écologiques restreintes aux régions non méditerranéennes de basses et moyennes altitudes, à la fois facile d'utilisation et permettant de bonnes corrélations avec la flore ou la production

forestière. Cet état de fait milite pour une modification minimale de cette proposition. Dans le reste de l'Europe, nos principes de typologie ont retenu l'attention de plusieurs pays au cours de la révision de leur propre système. Mais le besoin d'élargir le domaine d'application de notre système s'est rapidement fait sentir et a conduit à la création d'un groupe européen réfléchissant à une classification harmonisée qui prendrait en compte l'ensemble des conditions écologiques rencontrées en Europe. Cet élargissement doit permettre, entre autres choses, de consolider la classification française dans les secteurs mal représentés ou peu étudiés dans notre pays : zone méditerranéenne et haute montagne.

Les travaux de ce groupe devraient être publiés en 2009 ou 2010. La proposition suivante n'est pas une copie des premiers essais de classification européenne, d'une part, car elle est destinée avant tout aux praticiens français et francophones et qu'en ce sens elle doit respecter notre histoire et notre culture, et, d'autre part, car il est délicat de copier quelque chose qui n'est pas définitif ; mais les deux systèmes s'inspirent largement l'un de l'autre et se veulent compatibles, le système français développant plus particulièrement les points en rapport avec les conditions écologiques observées sur notre territoire.

Cette prise en compte sera peu douloureuse puisque les grands principes retenus en 1995 l'ont été au niveau européen.

En particulier, le référentiel proposé se veut morphogénétique : basé sur la séquence d'horizons de référence, il doit en même temps refléter des fonctionnements biologiques. Le choix des seuils, artificiels comme dans toute segmentation d'un continuum, doit être dicté plus par des différences de fonctionnements biologiques et physico-chimiques que par des critères purement morphologiques. Le deuxième principe veut que le référentiel proposé permette de replacer chaque forme d'humus dans un continuum spatial et dynamique ; chaque forme d'humus est le reflet, à un instant donné, d'une certaine activité biologique qui dépend elle-même d'une conjonction de facteurs actuels, parfois passés, et en tous les cas évolutifs sur des durées variables, mais parfois rapides, comme pour le facteur « couvert forestier ».

La typologie présentée en 1995 proposait, au premier niveau, la prise en compte des caractéristiques de l'horizon A, contrairement à toutes les autres classifications antérieures qui ne s'intéressaient qu'aux horizons O. Le souhait d'intégrer des formes d'humus non ou peu représentées sur notre territoire et l'augmentation des connaissances sur le fonctionnement de certains types nous obligent à revenir partiellement sur cette démarche, et ce, afin de prendre en considération dans la typologie à la fois les caractères des deux grands types d'horizons. Pour l'utilisateur, les conséquences en sont plus conceptuelles que pratiques et ne modifieront guère les habitudes prises depuis dix ans.

Aux trois types de fonctionnement radicalement différents, qui correspondent aux appellations classiques **mull**, **moder**, **mor** pour les épisolums aérés, nous sommes ainsi amenés à rajouter un quatrième type appelé **amphimus**, correspondant en particulier, sur notre territoire, aux amphimulls antérieurement définis.

Chacun de ces types correspond à une séquence d'horizons de référence O et A caractéristique (on se référera à la définition des horizons) mais aussi à des fonctionnements biologiques particuliers :

- **mulls**, à disparition rapide des litières, liés à une activité notable de vers de terre fousseurs, généralement anéciques ou endogés (générateurs de macrostructures dans l'horizon A), mais dans certains cas épigés (générateurs de mésostructures dans l'horizon A) ;
- **moders**, à horizons A non ou peu bioturbés, à activité biologique animale maximale au niveau des horizons O (vers épigés et enchytréides, arthropodes) ;

- **mors**, sans activité animale notable ;
- **amphimus**, à double activité, à la fois épigée, liée à l’abondance de la faune dans des horizons O épais, et endogée, se traduisant par une structuration biologique nette des horizons A.

Cette classification de base peut se retrouver dans la typologie des formes d’humus engorgées et dans celles de formes sur matériau minéral grossier (roche en place ou éléments grossiers sans matières minérales fines).

À un deuxième niveau, la forme d’humus est précisée, en milieu forestier, par des caractères secondaires des horizons O et A, liés essentiellement à leur épaisseur ou leur discontinuité.

Cette étape conduit à une dénomination plus précise (que l’on pourrait appeler « référence ») de la forme d’humus. Exemples : eumull, oligomull, hémimoder, lithomull, peyro-moder, etc.

La troisième étape permet de préciser, au besoin, des caractéristiques physico-chimiques ou des spécificités de fonctionnement à l’aide de l’adjonction de qualificatifs. Exemples : eumull carbonaté humique, oligomull carbonaté, eumull acide, mésomull andique.

Le *tableau* de la p. 352 et la *figure 1*, p. 353, présentent les différentes références connues en milieu forestier sous climats tempérés. La *figure 2*, p. 354, est une clé de détermination.

## Schématisation des principales formes d’humus forestières et des milieux ouverts des climats tempérés (hors sols sans fraction minérale fine)

### Formes d’humus forestières

Cas 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• absence d’horizon OH</li> <li>• et horizon A biomacrostructuré ou mésostructuré</li> <li>• discontinuité entre horizons O et horizon A</li> </ul>	<b>mull</b>
Cas 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• succession d’horizons OL, OFzo, OHzo, A ou, parfois, OL, OFzo, A</li> <li>• et horizon A non grumeleux, massif, particulaire ou, parfois, soufflé</li> <li>• passage progressif entre les horizons O et A</li> </ul>	<b>moder</b>
Cas 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• horizons OL et OFnoz présents, parfois en plus OHnoz, OFzo, OHzo</li> <li>• passage très brutal entre un horizon OH et un horizon organo-minéral parfois humifère (matières organiques de diffusion)</li> </ul>	<b>mor</b>
Cas 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• succession d’horizons OL, OFzo, OHzo</li> <li>• et horizon A nettement biomacro- ou mésostructuré</li> </ul>	<b>amphimus</b>

### Formes d’humus des sols agricoles, landes et pelouses

Cas 1	Horizon A biomacro- ou mésostructuré, absence de mat racinaire	<b>mull de pelouse ou agri-mull</b>
Cas 2	Horizon A non grumeleux (de juxtaposition), mat racinaire ou horizon OHzo possible	<b>moder de pelouse ou agri-moder</b>
Cas 3	Horizon A massif, mat racinaire ou horizon OHnoz possible	<b>mor de pelouse ou agri-mor</b>
Cas 4	Horizon A biomacrostructuré et horizon OHzo	<b>amphimus de pelouse</b>