



HAL
open science

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

Bernard Jabiol, Alain Brêthes, Jean Jacques Brun, Ponge Jean-François, François Toutain, Augusto Zanella, Michaël Aubert, Fabrice Bureau

► **To cite this version:**

Bernard Jabiol, Alain Brêthes, Jean Jacques Brun, Ponge Jean-François, François Toutain, et al.. Typologie des formes d'humus forestières (sous climats tempérés). Association Française pour l'Étude du Sol. Référentiel pédologique 2008, Quae, pp.327-355, 2009, Collection Savoir-faire, 978-2-7592-0186-0. 10.13140/RG.2.1.2263.7287 . hal-01184636

HAL Id: hal-01184636

<https://hal.science/hal-01184636>

Submitted on 17 Aug 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

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 xx^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**, **hémiorganique**, **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 hémiorganique » (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, biomésostrucuré, 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 hémiorganiques).

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.

OLn (*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.

OLv (*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 OLv se situe à la base d'un horizon OLn, 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 OLn 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.

OLt (*t = transition avec un horizon A*)

Débris foliaires (pétioles, nervures, fragments de limbe) non nettement transformés (transformations identiques à celles de l'horizon OLn) ; ce sont les restes non consommés par la faune saprophyte (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 OLt se situe à la base d'un horizon OLn 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 mycorrhiziens 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 μm 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 hologaniques 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, particulière (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).

Horizons OH de tangel (OHTa)

Horizons de consistance grasse et tachant les doigts, constitués de déjections animales, biomesostructurés (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 Ca^{2+} et/ou 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 :
 - CaCO₃ (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	• absence d’horizon OH • et horizon A biomacrostructuré ou mésostructuré • discontinuité entre horizons O et horizon A	mull
Cas 2	• succession d’horizons OL, OFzo, OHzo, A ou, parfois, OL, OFzo, A • et horizon A non grumeleux, massif, particulaire ou, parfois, soufflé • passage progressif entre les horizons O et A	moder
Cas 3	• horizons OL et OFnoz présents, parfois en plus OHnoz, OFzo, OHzo • passage très brutal entre un horizon OH et un horizon organo-minéral parfois humifère (matières organiques de diffusion)	mor
Cas 4	• succession d’horizons OL, OFzo, OHzo • et horizon A nettement biomacro- ou mésostructuré	amphimus

Formes d’humus des sols agricoles, landes et pelouses

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

Qualificatifs pouvant être utilisés pour caractériser les épisolums humifères (liste non exhaustive)

La plupart des qualificatifs *infra* sont définis et utilisés dans le *Référentiel pédologique*. Les définitions *infra* sont parfois légèrement adaptées aux épisolums humifères.

Qualificatifs relatifs aux accumulations de matières organiques dans les horizons A humifère, humique, clinohumique, vermihumique : cf. définitions générales en *annexe 4*.

Remarque: les termes **humifère**, **clair**, **sombre**, **noir**, **mélanisé** ne s'appliquent qu'à des horizons; les épisolums humifères peuvent être qualifiés par exemple de « à horizon A humifère ».

Qualificatifs relatifs aux caractéristiques chimiques de l'horizon A

Si le solum comprend plusieurs horizons A, sont prises en considération prioritairement les caractéristiques du premier de ces horizons.

pH_{eau} (tolérance: $\pm 0,2$ unité)

hyper-acide	Forme d'humus dont l'horizon A a un pH < 3,5.
très acide	Forme d'humus dont l'horizon A a un pH compris entre 3,5 et 4,2.
acide	Forme d'humus dont l'horizon A a un pH compris entre 4,2 et 5,0
peu acide	Forme d'humus dont l'horizon A a un pH compris entre 5,0 et 6,5.
neutre	Forme d'humus dont l'horizon A a un pH compris entre 6,5 et 7,5.
basique	Forme d'humus dont l'horizon A a un pH compris entre 7,5 et 8,7.
très basique	Forme d'humus dont l'horizon A a un pH > 8,7.

Rapport S/CEC (CEC mesurée à pH 7)

saturée	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A, non carbonaté, a un complexe adsorbant entièrement saturé par les cations échangeables alcalino-terreux et alcalins et principalement par Ca^{2+} et Mg^{2+} , d'où un rapport S/CEC = 100 ± 5 %.
subsaturée	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A, non carbonaté, a un rapport S/CEC compris entre 95 et 80 %.
mésosaturée	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A a un rapport S/CEC compris entre 80 et 50 %.
oligosaturée	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A a un rapport S/CEC compris entre 50 et 20 %.
désaturée	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A a un rapport S/CEC < 20 %.

Abondance relative de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+

carbonatée	Qualifie une forme d'humus dont la terre fine de l'horizon A contient des carbonates de Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} , primaires ou secondaires. Effervescence à l'acide généralisée.
calcique	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A est non carbonaté, mais saturé ou subsaturé, et dans lequel Ca^{2+} est largement dominant (rapport $Ca^{2+}/Mg^{2+} > 5$).

calci-magnésique	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A est non carbonaté, mais saturé ou subsaturé, et dans lequel le rapport Ca^{2+}/Mg^{2+} est compris entre 5 et 2.
magnésique	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A est non carbonaté, mais saturé ou subsaturé, et dans lequel le rapport Ca^{2+}/Mg^{2+} est < 2 (mais $> 1/3$).
hyper-magnésique	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A est non carbonaté, mais saturé ou subsaturé, et dans lequel le rapport Ca^{2+}/Mg^{2+} est $< 1/3$.
sodisée	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A présente un rapport Na^+/CEC compris entre 6 et 15 %.

Caractères de l'horizon A liés à des processus pédogénétiques supplémentaires

chernique	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A présente les caractères d'un horizon A chernique.
andique	Qualifie une forme d'humus dont l'horizon A présente des caractères andiques.
pélosolique	Qualifie la forme d'humus des PÉLOSOLS dont l'horizon A, épais et sombre, a une structure polyédrique assez grossière, nette et très stable; la présence d'argiles gonflante empêche les structures biologiques grumeleuses de rester exprimées.
colluviale	Qualifie une forme d'humus d'un solum dont la majeure partie des matériaux, et principalement ceux des horizons A, sont d'origine colluviale (apports essentiellement latéraux). Cela se traduit par une forte macroporosité et favorise l'activité biologique.

Texture de l'horizon A

Elle peut être précisée: **sableux**, **limono-sableux**, **argilo-limoneux**, etc.

Exemples: eumull calcique argilo-limoneux (= dont l'horizon A est argilo-limoneux); dysmoder désaturé sableux (= dont l'horizon A est sableux).

Autres caractères des horizons O ou A, structures

mycogène	Qualifie une forme d'humus dont la dynamique et la morphologie sont liées à l'activité dominante des champignons saprophytiques dans les horizons O.
à structure mycogène	Qualifie un horizon O, ou la forme d'humus qu'il caractérise, dont la structure est due essentiellement à la présence de grandes quantités de mycéliums, morts ou vivant, qu'ils soient saprophytiques ou mycorrhiziens.
à structure rhizogène	Qualifie un horizon O ou A, ou la forme d'humus qu'il caractérise, dont la structure est due essentiellement à la présence de grandes quantités de racines fines, mortes ou vivantes, pouvant parfois former de véritables feutrages (mat racinaire).
lignique	Qualifie un horizon O, ou la forme d'humus qu'il caractérise, contenant 35 à 80 % en volume de débris ligneux reconnaissables plus ou moins décomposés (écorces, bois mort).

xylique Qualifie un horizon O, ou la forme d'humus qu'il caractérise, contenant plus de 80 % en volume de débris ligneux reconnaissables plus ou moins décomposés (écorces, bois mort).

Il est possible en outre de caractériser la structure des horizons O et A selon les références classiques en science du sol ou précisées dans la définition des horizons : à horizon (O, A) feuilleté, fibreux, granulaire, massif, particulaire, biomésostrucuré, biomacrostrucuré, etc.

Origine des matières organiques fraîches

de feuillus, de résineux, de pelouse, etc. ou plus précisément : de hêtres, de frênes, d'épicéas, etc.

Remarque : les termes trophiques (eutrophe, mésotrophe, oligotrophe) ont été abandonnés pour caractériser des épisolums humifères. Ils sont remplacés par les termes relatifs au pH et au taux de saturation (S/CEC).

Formes d'humus forestières sous climats tempérés

Remarques préliminaires :

- les connaissances actuelles ne permettent pas de présenter une typologie précise en ce qui concerne les formes d'humus des sols agricoles ainsi que celles sous pelouses, et qui prendrait en compte leur cinétique de fonctionnement ;
- outre la démarche de rattachement aux types proposés *infra*, des critères analytiques (rapports C/N et S/CEC, pH, aluminium échangeable, etc.) sont indispensables à la caractérisation précise des formes d'humus décrites sur le terrain et à leur possibilité de corrélations avec des groupes floristiques socio-écologiques.

Quatre principaux horizons de référence et certaines de leurs subdivisions sont nécessaires : OL, OF (OFzo ou OFnoz), OH (OHzo ou OHnoz), et A.

Dans la suite du texte, en ce qui concerne la succession des horizons, les parenthèses indiquent le caractère discontinu, voire sporadique d'un horizon ; le signe « / » indique un passage brutal d'un horizon à l'autre. Une clé de détermination est présentée en *figure 2*, p. 354.

1. Formes d'humus aérés

Épisolums humifères évoluant tout au long de l'année en conditions aérobies (sauf sols sans fraction minérale fine).

Mulls

Épisolum diagnostique

- Séquence d'horizons de référence du type : (OL)/A ou OL/A ou, dans les formes de transition, OL ou OF/A ;
- et présence d'un horizon A biomacrostrucuré (agrégats grumeleux généralement > 3-5 mm) dans les mulls typiques, les plus courants ; ou horizon A biomésostrucuré dans certains cas (majorité d'agrégats de 1-3 mm) ;
- forte discontinuité entre les horizons O et A.

Autres caractères

L'horizon A peut avoir de quelques centimètres à plus de 10 cm, voire 20 cm d'épaisseur.

En cas de textures très sableuses (p. ex. dunes), la structure grumeleuse, instable, peut être difficile à observer, et elle ne doit pas être confondue avec d'éventuels petits agglomérats de

sables enlacés par des filaments mycéliens tels que l'on peut parfois en rencontrer sur sables acides.

Fonctionnement biologique

Seul est bien connu le fonctionnement des mulls biomacrostructurés : ce sont des formes d'humus à forte activité de vers de terre anéciques et endogés qui assurent une incorporation rapide et profonde des matières organiques aux horizons minéraux, ainsi que sa complexation avec les argiles (humine organo-argilique). Cette activité masque en outre une diversité faunique importante et une activité fongique intense.

Dans les oligomulls et les dysmulls (cf. *infra*), cette activité des vers, plus faible, est accompagnée d'une forte activité de pourritures blanches, entraînant la présence d'horizons OLv. La structure des horizons A y est moins nette, surtout en textures peu argileuses, et l'ensemble des agrégats (grumeaux) peut ne représenter qu'une part minoritaire (mais > 25 % environ) du volume de l'horizon par rapport aux volumes à structure massive ou particulaire. Les humines d'insolubilisation peuvent représenter une grande partie des matières organiques de l'horizon A.

Dans certains sols acides, des phases d'ouverture des peuplements peuvent conduire, temporairement, à une reprise importante d'activité de vers, parfois épigés, ayant pour résultat à la fois une disparition des horizons OF et OH des moders préexistants et une biostructuration des horizons A ; dans ce cas, les agrégats sont cependant de petite taille (horizons biomésos-structurés). Ces formes d'humus sont mises en évidence à l'échelle du cycle sylvicole.

Principales références et leurs propriétés

Eumull (eu- = bien, beau)

Mull « typique », à disparition totale et rapide des matières organiques fraîches.

La séquence d'horizons de référence est : (OLn)/A ou OLn/A, avec présence possible de Olt entre OLn et A. L'horizon OL est donc limité à Oln (et Olt) qui, d'épaisseur variable au cours des saisons, peut être sporadique, ou même quasi absent dès la fin du printemps.

L'activité des vers de terre est très forte, l'incorporation des matières organiques importante, les composés d'insolubilisation et les complexes argilo-humiques très bien développés. L'horizon A est donc très bien structuré (structure nette, agrégats occupant l'ensemble du volume de l'horizon), parfois épais (plus de 5 cm), les turricules sont très abondants.

Les formes les plus courantes correspondent à des pH_{eau} et des taux de saturation élevés : $\text{pH}_{\text{eau}} > 6$, $\text{S/CEC} > 75\%$. **Mais ce caractère n'est pas obligatoire** puisqu'il existe des « eumulls désaturés acides ».

Sauf pour les eumulls humiques (p. ex. eumulls humiques carbonatés), le taux de minéralisation de l'azote est élevé (> 3 %) et assure une forte disponibilité en cet élément (mesures par incubation).

Exemples de types :

- eumull calcaïque humique : forme d'humus des forêts jurassiennes sur calcaire filtrant ;
- eumull carbonaté : l'horizon A est carbonaté ; le caractère humique est fréquent (p. ex. dans le cas de Rendosols), car l'évolution des matières organiques est bloquée par la présence de carbonates dans l'horizon A (héritages dominants et insolubilisation des acides fulviques par le calcium). Le taux de minéralisation de l'azote est faible (0,5 à 2 %), compensé dans certains cas par un fort pourcentage de matières organiques dans l'horizon A (souvent > 10 %). Le taux de nitrification atteint 100 %. Le rapport C/N dans l'horizon A est bas (< 15) ;

- eumull désaturé acide : forme d'humus des chênaies acidiphiles du Béarn ;
- eumull subsaturé clair : mull des climats océaniques, pauvre en matières organiques.

Mésomull (mésos- = moyen)

Mull à morphologie et vitesse de disparition des matières organiques fraîches intermédiaires entre eumull et oligomull.

La séquence d'horizons de référence est : **OLn ou (OLv)/A**.

L'horizon OL est toujours présent, en toutes saisons, jamais très épais ; l'horizon OLn est continu ; l'horizon OLv est discontinu, voire très discontinu, et peu épais, parfois absent en fin d'été. L'activité des vers de terre anéciques est ralentie dans des conditions de milieu un peu moins favorables. L'horizon A est moins épais (quelques cm), à structuration moins stable que dans l'eumull. Ces caractères de l'horizon A permettent de ne pas confondre, en début d'hiver, un eumull à horizon OLn continu, mais très récent, avec un mésomull.

Le pH_{eau} de l'horizon A est fréquemment compris entre 5 et 6 et le rapport S/CEC entre 30 et 70 %, **mais ce caractère n'est pas obligatoire**.

Exemples de types :

- mésomull mésosaturé de hêtraie acidiline ;
- mésomull biomésosstructuré très acide de coupe forestière.

Oligomull (oligo = peu)

Mull à disparition lente des litières, fonctionnement biologique ralenti.

La séquence d'horizons de référence est : **OLn ou OLv ou (OFr)/A**.

L'horizon OL est continu ; l'horizon OLv est très bien développé, correspondant à des couches de feuilles de plusieurs années, et présente une activité nette des pourritures blanches (champignons saprophytes). L'activité des vers anéciques étant relativement faible, les brassages et l'incorporation des matières organiques sont moins importants que précédemment : l'horizon A est peu épais et peu humifère, sa macrostructure est moins développée, les agrégats en sont souvent fragiles et dégradés et peuvent ne pas représenter la totalité du volume de l'horizon.

Exemples de types :

- oligomull carbonaté : malgré un horizon A carbonaté, la décomposition de la litière est ralentie (à cause, par exemple, de son rapport C/N élevé). La structure grumeleuse est souvent plus nette que celle de l'oligomull typique. L'accumulation de litière peut être due à leur nature, ou il peut s'agir d'une forme de transition avec les amphimus (**oligomull « actif »**) ;
- oligomull mycogène désaturé sur limon acide : forme la plus fréquente, rencontrée en stations acidiclinales (p. ex. hêtraies lorraines) : $pH_{\text{eau}} < 5$, rapport S/CEC au pH du sol $< 30\%$.

Dysmull (dys- = difficulté, mauvais état)

Mull à fonctionnement biologique « non typique », très ralenti).

La séquence d'horizons de référence est : **OLn ou OLv ou OF/A**.

Le fonctionnement biologique de l'horizon A est encore celui d'un mull : il est encore, au moins partiellement, biomacrostructuré, parfois biomésosstructuré. Mais on observe un horizon OF qui indique que le fonctionnement biologique des horizons holorganiques se rapproche soit de celui des moders, soit de celui des amphimus.

Sous ce nom sont donc rassemblées, en raison de difficultés de diagnostic possibles, deux formes d'humus de fonctionnement, de dynamique et de propriétés différents :

- des formes de transition avec les moders, pour les dysmulls généralement acides. Comme pour les oligomulls, la structure de l'horizon A est moins développée que dans les formes actives, les agrégats en sont souvent fragiles et dégradés et ne représentent pas la totalité du volume de l'horizon ;
- des formes de transition avec les amphimus, appelées **dysmulls actifs**, présentes dans les mêmes conditions stationnelles que les amphimus, souvent en mosaïque avec eux, et ayant les mêmes caractéristiques biologiques et chimiques. La structure de l'horizon A est très bien développée, les grumeaux occupent la totalité du volume de l'horizon. Leurs caractères fonctionnels pourraient permettre de les inclure dans la catégorie des amphimus (hémi-amphimus).

Hydromull

Cf. § « Formes d'humus hydromorphes », p. 350.

Peyromull

Cf. § « Formes d'humus des sols sans fraction minérale fine », p. 348.

Moders

Épisolum diagnostique

La séquence d'horizons de référence est :

OL/OFzo/OHzo/A ou, dans certaines formes, OL/OFzo/A.

- Les horizons OF et OH sont des horizons zoogènes (OFzo et OHzo) dans lesquels les matières organiques fines, présentes entre les résidus foliaires ou dans l'horizon OH, résultent du dépôt, puis de la transformation des déjections de la faune épigée. L'assemblage est relativement lâche, la structure granulaire. Absence d'horizons OFnoz et OHnoz. Le degré de fragmentation dans l'horizon OF est variable (OFr ou OFm).
- L'horizon A est non grumeleux (de juxtaposition, cf. § « Définitions », *supra*), à structure massive ou particulaire, parfois « microgrumeleuse » (*fluffy*).
- Le passage entre les horizons O et A est très progressif, avec une transition > 2-3 mm.

Autres caractères

L'horizon OH peut être sporadique ou avoir plusieurs centimètres d'épaisseur. En textures sableuses, il peut comporter une quantité non négligeable de grains de sables, et, sur le terrain, la limite entre les horizons OH et A est donc parfois difficile à situer ; elle est en tout cas progressive. Cela est dû au passage des animaux d'une couche à l'autre ; ces animaux, bien que n'absorbant pas ou peu de particules minérales, peuvent en transporter sur leur tégument et peuvent déposer des déjections hologaniques dans l'horizon A. L'horizon A est donc un horizon « coprogène », dû à la juxtaposition de boulettes fécales de la mésofaune (larves de diptères, enchytréides, arthropodes), transformées ou agglomérées aux grains minéraux qui restent nus. Ces matières organiques sont riches en débris peu évolués. L'insolubilisation des composés organiques est généralement faible et n'est pas favorisée par l'activité biologique. En texture peu sableuse, cette juxtaposition n'est cependant pas visible.

Remarque: en cas de perturbation des horizons de surface (travail du sol, décapage des litières par traînage des bois, etc.), les horizons O peuvent avoir disparu ou être partiellement décapés : le diagnostic devra alors reposer uniquement sur celui de l'horizon A.

Fonctionnement biologique

La destruction des litières est due principalement, en l'absence des vers de terre anéciques, à la mésafaune citée *supra* et à la macrofaune de surface : isopodes, diplopodes, lombrics épigés, mollusques, etc. Transformation et incorporation sont donc faibles. L'activité des pourritures blanches peut encore être sensible.

Conditions écologiques

Conditions défavorables à l'activité des vers de terre anéciques :

- pH_{eau} acide ou très acide du solum (< 5), associé parfois à des textures défavorables (sableuses), des résidus végétaux à fort rapport C/N et litières peu appétentes, un tassement des horizons de surface ;
- températures basses (montagne, zones boréales) ;
- sécheresse ;
- asphyxie : cf. hydromoder.

La présence d'un moder (ou d'un mor, cf. *infra*) correspond à une faible insolubilisation des composés organiques solubles (ni humine organo-argilique ni d'humine d'insolubilisation) : c'est une condition du déclenchement des processus de podzolisation suite à la percolation des précurseurs solubles issus des litières.

Principales références

Hémimoder

La séquence d'horizons de référence est : **OL/OFzo/A**.

Forme de transition entre mulls et moders, à horizon OH absent ou très sporadique (recouvrement $< 10\%$). Morphologiquement, ce n'est pas un mull à cause de la présence d'un horizon A non grumeleux, contrairement au dysmull. Ce n'est pas non plus un moder typique (absence d'horizon OH), mais il en a le fonctionnement biologique.

OF est bien développé (horizons OFr et OFm possibles).

Moder ou eumoder

La séquence d'horizons de référence est : **OL/OFzo/OHzo/A**.

L'horizon OH, toujours présent, est mince (moins de 1 cm), parfois discontinu. L'activité de la faune du sol reste intense, avec une certaine diversité spécifique, bien sûr hors vers anéciques : diplopodes et isopodes, insectes, vers épigés, etc. Cela entraîne une transition très diffuse entre les horizons OHzo et A, l'horizon OHzo pouvant être riche en grains minéraux.

Dysmoder

L'horizon OHzo prend une plus grande importance que dans le moder typique, il est continu et fait plus de 1 cm d'épaisseur.

Cette limite de 1 cm est arbitraire, mais les types extrêmes se différencient par leurs populations animales et par leurs propriétés : dans le dysmoder, l'activité des enchytréides est plus forte et plus exclusive ; les déjections de ce groupe n'étant pas consommées par les autres groupes, leur accumulation en petits amas est à l'origine de l'horizon OHzo épais et plus compact (boulettes fécales non directement visibles à l'œil nu).

Remarque : dans certains pays (comme en Autriche) le moder, considéré comme « typique », est plutôt le dysmoder, beaucoup plus fréquent.

Hydromoder

Cf. § « Formes d'humus hydromorphes », p. 350.

Lithomoder et peyromoder

Cf. § « Formes d'humus des sols sans fraction minérale fine », p. 348.

Propriétés

Sauf autres conditions pédoclimatiques particulières, le pH_{eau} est très acide à hyper-acide en régions tempérées ($\leq 4,5$) et les rapports C/N sont élevés (18 à 25 dans l'horizon A, jusqu'à 30 dans l'horizon OH). Le taux de minéralisation de l'azote, souvent assez faible, peut cependant être très variable pour des raisons mal connues. Le taux de nitrification peut lui-même être parfois élevé, comme dans le cas d'anciennes terres agricoles. Les moders, et surtout les dysmoders, correspondent, dans les conditions les plus fréquentes, à des niveaux trophiques faibles.

Mors**Épisolum diagnostique**

OFnoz représente l'horizon diagnostique indispensable. Il témoigne de la lenteur des transformations dans cette forme d'humus; rappelons qu'il peut être très pauvre en matières organiques fines.

La séquence d'horizons de référence est :

OL/OFnoz ou **OL/OFnoz/OHnoz** reposant brutalement sur un horizon, soit très peu humifère (généralement E), soit humifère (noté -h, généralement Eh).

Dans les formes de transition avec les dysmoders, les horizons OFzo ou OHzo peuvent être également présents.

Transition très rapide ($< 2\text{mm}$) entre le dernier horizon O (OF ou OH) et l'horizon non holorganique sous-jacent.

Autres caractères

Les transitions entre OL et OF, d'une part, et entre OF et OH, d'autre part, sont très progressives, du fait de transformations très lentes et progressives. Les débris végétaux restent largement reconnaissables, parfois sur une grande épaisseur.

L'horizon OF peut être très épais, dominant dans l'épisolum. L'horizon OH peut être absent dans les formes les moins actives, ou d'épaisseur variable.

Les horizons non zoogènes, feuilletés, massifs ou fibreux, sont soit compacts, à forte consistance, soit pulvérulents ou friables à l'état sec. Leur teneur en grains minéraux est très faible.

L'horizon organo-minéral qui succède à OHnoz (ou à OFnoz) est un horizon où l'on peut trouver des matières organiques de diffusion. Il est plus ou moins humifère. Il peut contenir quelques boulettes fécales correspondant à la consommation de racines par une faune peu active.

Fonctionnement

Les formes typiques correspondent strictement à une absence d'activité animale et à une activité fongique peu efficace, et donc à une absence de transfert biologique de matières organiques depuis les horizons O vers les horizons inférieurs. Les seuls transferts sont passifs, par entraînement par l'eau, soit dans les solutions de drainage, soit sous l'influence d'une nappe d'eau

battante (matières organiques de diffusion). Les matières organiques fines résultent de transformations fongiques ou microbiologiques et de fragmentations physiques. Les transformations étant très lentes, l'horizon OF des mors peut être très épais (ce qui représente un caractère diagnostique dans certaines classifications). L'horizon OH peut même être absent. Lorsqu'il existe encore une très faible activité d'animaux (il s'agit alors d'enchytréides) la transition entre les horizons OF et OH est progressive, correspondant à une micro-fragmentation progressive des débris ou une accumulation très ancienne de boulettes fécales d'enchytréides, et donc à un enrichissement régulier en matières organiques fines au cours du temps. Cependant, toutes les transitions existent avec les formes de type dysmoder, d'autant plus que par leur faible évolution, ces formes d'humus peuvent garder en mémoire des fluctuations des conditions de milieu (ouverture des peuplements, dépôt de bois mort, fluctuations climatiques, apports atmosphériques d'azote, etc.). Peuvent donc être présents dans certains cas des horizons OF et/ou OH à structure zoogène (granulaire pour les OH) : on parlera d'hémimors. En France, la grande majorité des mors sont de ce type, avec quelquefois une épaisseur importante des horizons OHzo ; l'activité animale est cependant liée quasi exclusivement aux enchytréides, **la transition entre l'horizon O et les horizons inférieurs reste très brutale et est, en ce sens, un caractère diagnostique**. La présence de mycéliums dans les différents horizons O ne témoigne pas d'une activité saprophytique notable de champignon décomposeurs : celle-ci est elle aussi limitée, les mycéliums présents pouvant être plus souvent mycorrhiziens.

Conditions écologiques

Elles correspondent à des conditions très défavorables à toute activité animale :

- très forte acidité du solum ($\text{pH}_{\text{eau}} < 4,2$) associée à la présence de végétaux à résidus difficilement biodégradables ou à sécrétions toxiques (certains résineux, éricacées) ;
- climat limitant l'activité biologique (froid, étage subalpin et zones boréales) ;
- engorgement prolongé (cf. hydromor).

La présence d'un mor, comme d'un moder, correspond à une très faible insolubilisation des composés organiques solubles (ni humine organo-argilique ni d'humine d'insolubilisation) : c'est une condition du déclenchement des processus de podzolisation, suite à la percolation des précurseurs solubles issus des litières. Dans certains pays, la podzolisation est obligatoire pour le rattachement à une forme mor.

Principales références

Mor typique

Il correspond à la description *supra*, absence des horizons OFzo et OHzo.

Hémimor

En plus de l'horizon OFnoz (voire OHnoz), les horizons OFzo et/ou OHzo, à structure clairement zoogène, sont présents, généralement à leur base. Ils témoignent, même si la faune est rare, que celle-ci est tout de même présente et, qu'au fil du temps, son activité (même faible) aboutit progressivement à la transformation de la litière en déjections animales de petite taille (matières organiques fines). Ces formes d'humus, transitions morphologiques et fonctionnelles entre dysmoder et mor, peuvent parfois représenter des formes d'évolution, progressive ou régressive. En cas de reprise d'activité biologique, on peut imaginer des horizons OHzo recouvrant des horizons « noz ».

Hydromor

Cf. § « Formes d'humus hydromorphes », p. 350.

Lithomor

Cf. § « Formes d'humus des sols sans fraction minérale fine », p. 348.

Les caractères morphologiques de ces différents types ou de leurs horizons dominants peuvent être précisés par des qualificatifs.

Propriétés

Les mors sont des milieux à très faible niveau trophique: pH_{eau} très bas, au moins dans les horizons O (< 4,2), rapports C/N élevés et taux de minéralisation de l'azote très faible. De plus, ils constituent un obstacle à l'infiltration de l'eau (hydrophobie) et sont défavorables à la germination: toxicité et sécheresse. Ils sont le plus fréquemment associés à des processus de podzolisation.

Amphimus**Épisolum diagnostique**

- La séquence d'horizons de référence est: **OL/OFzo/OHzo/A**;
- et structure de l'horizon A très nettement développée; l'horizon A est biomacrostructuré (agrégats grumeleux majoritairement > 3-5 mm) ou biomésostrucuré (agrégats grumeleux majoritairement de 2-3 mm). Cf définition des horizons A, *supra*.

Cette structure caractéristique doit permettre de différencier les amphimus des moders dont les horizons A ne comportent pas de grumeaux de cette taille et de cette netteté.

Autres caractères

Les amphimus peuvent être associés à des horizons A épais et noirs: caractère humique lié à une faible minéralisation secondaire (blocage).

Fonctionnement

Il est encore mal connu. Il apparaît cependant un double fonctionnement, i) épigé, dû à une mésofaune et à une macrofaune responsables de la formation des horizons OF et OH à structure clairement zoogène (horizon OH granulaire et lâche), et ii) endogé, lié à la présence de vers responsables de la macro- ou mésostructure dans l'horizon A.

Conditions écologiques

Elles sont aussi mal connues, mais les amphimus en équilibre sont particulièrement observés:

- sur sols filtrants et à fort dessèchement des moyennes montagnes calcaires;
- sous climat à influence méditerranéenne;
- à l'étage montagnard des Alpes internes ou à influence méditerranéenne. Ils sont rares à l'étage collinéen non méditerranéen, inféodés alors à des substrats calcaires extrêmement filtrants. Les hypothèses actuelles les attribuent à des pédoclimats très contrastés sur le plan hydrique, soit purement d'origine climatique, soit aggravés par une hyper-fragmentation des substrats calcaires entraînant un dessèchement par la profondeur. En milieu calcique et carbonaté, ces mêmes conditions écologiques sont responsables d'évolutions biochimiques des substances humiques qui deviennent peu biodégradables, d'où la fréquence du caractère humique de ces formes d'humus. Les horizons A peuvent être carbonatés.

Cependant, à côté de ces amphimus considérés en équilibre avec les conditions de milieu, certaines formes sont de toute évidence des formes en évolution entre mulls et moders, liées à des évolutions à court terme (éclaircies) ou à moyen terme (vieillessement du peuplement, dérives climatiques ou trophiques, etc.) : une structure grumeleuse apparaît par reprise d'une activité de vers anéciques avant que ces derniers n'incorporent la totalité des horizons hologaniques. Ces derniers sont alors fréquemment interpénétrés de turricules. Inversement, en structure stable (p. ex. sols argileux), la structure grumeleuse pourrait se maintenir après disparition des vers et début de constitution d'un horizon OH. Ces formes sont alors rencontrées en milieux peu favorables à l'activité biologique, souvent acides (pH_{eau} de l'ordre de 4,5 dans l'horizon A).

Principales références

Amphimus typique ou euamphimus

Il correspond à l'amphimull défini dans le *Référentiel pédologique 1995*.

Les horizons hologaniques OL, OF et OH sont bien développés, avec un horizon OHzo pouvant être épais (> 1 cm, souvent 2-4 cm), généralement plus épais que l'horizon OFzo. Le passage entre les horizons OHzo et A est net, abrupt et linéaire.

(Dys-amphimus)

Forme peu répandue en France, et donc mal connue. L'horizon A n'est pas macrostructuré, mais mésostructuré, probablement en lien avec une activité, dans l'horizon A, de vers plutôt épigés. Le passage entre les horizons OHzo et A est graduel, mais à la différence des formes moder, la structure de l'horizon A est nettement grumeleuse. Souvent de minuscules grains calcaires blancs parsèment cet horizon bien noir.

Propriétés

Les premiers résultats d'analyse de corrélations de ces formes d'humus avec la flore et le comportement des essences forestières montrent, dans les montagnes françaises, que les amphimus en équilibre correspondent à des rapports C/N élevés (> 20 ou 25), de mauvaises conditions de nutrition azotée et de très faible productivité de l'épicéa.

2. Formes d'humus des sols sans fraction minérale fine

Dans certains types de sols (certains PEYROSOLS et LITHOSOLS), l'absence ou la rareté de fractions minérales fines, et donc d'horizon A, ne permet pas un rattachement immédiat des formes d'humus aux formes précédemment décrites. Par analogie de fonctionnement biologique avec celles-ci, il est possible de définir les formes spécifiques suivantes relatives aux sols soit très caillouteux à succession d'horizons O/X (souvent de type éboulis), soit très superficiels à séquence d'horizons de référence O/R ou D.

Forme à fonctionnement de type mull

Peyromull

Mull d'éboulis, plus ou moins stabilisé, avec présence, entre les éléments grossiers, de terre fine noire, essentiellement organique, à structure nette en grumeaux, mais le plus souvent mésostructurée, car résultant de l'activité de vers épigés (grumeaux de 1 à 3 mm). Il n'y a pas d'accumulation d'horizons OF et OH.

La séquence d'horizons de référence est : OL/Xh.

Formes à fonctionnement de type moder**Lithomoder**

Horizons O reposant directement sur une roche peu fragmentée.

La séquence d'horizons de référence est: **OL/OFzo/(OHzo)/R ou D**.

Présence d'une activité animale épigée dans les horizons O; il ne peut y avoir d'activité fousseuse.

Peyromoder

Moder d'éboulis plus ou moins stabilisé; la terre fine, souvent présente entre les éléments grossiers, est essentiellement organique, à structuration granulaire: il s'agit d'infiltration, parfois sur des profondeurs importantes, de matières organiques fines de même origine et souvent de même aspect que celle des horizons OH. Elle peut être plus noire, parfois à structure granulaire détruite, mais jamais grumeleuse. Les horizons riches en éléments grossiers ne peuvent être appelés O, même si leur terre fine est proche de celle des horizons O.

La séquence d'horizons de référence est:

OL/OFz/Xh ou **OL/OFz/OHz/Xh** lorsque la stabilisation permet l'accumulation d'horizons O.

Formes à fonctionnement de type mor**Lithomor**

Les horizons OFnoz et/ou OHnoz reposent directement sur une roche cohérente R ou D. Absence d'activité animale dans l'horizon O, sauf pour les formes intermédiaires.

La séquence d'horizons de référence est:

OL/OFnoz/R ou D ou **OL/OFnoz/OHnoz/R ou D** (« humus brut »).

Peyromor

Les horizons OFnoz et/ou OHnoz reposent directement sur des éléments grossiers (p. ex. des éboulis relativement stabilisés), sans terre fine, aucune matière organique ne s'étant en général infiltrée entre les éléments grossiers. Absence d'activité animale dans l'horizon O, sauf pour les formes intermédiaires.

La séquence d'horizons de référence est:

OL/OFnoz/X ou **OL/OFnoz/OHnoz/X**.

Formes à fonctionnement de type amphimus**Tangel (= litho-amphimus)**

Le tangel est une forme d'humus reposant sur un calcaire dur non fragmenté ou seulement en gros blocs. Il est caractérisé par une épaisseur importante d'horizons hologaniques zoogènes, saturés à leur base (OHta), pouvant reposer sur un mince horizon A biomésostrucuré. Il pourrait conceptuellement correspondre à un litho-amphimus. Le solum correspondant est à rattacher aux ORGANOSOLS HOLOGANAIQUES à tangel, caractérisé par la séquence d'horizons de référence **OL/OF/OHz/OHta/A**.

Peyro-amphimus

Forme d'humus à succession d'horizons **OL/OF/OHz/Xh**, dans laquelle la terre fine de l'horizon X est biomésostrucurée, comme dans un peyromull.

3. Formes d'humus hydromorphes

Épisolums humifères soumis au moins temporairement à la présence d'une nappe d'eau.

Hydromull

Forme d'humus présentant une litière peu épaisse (OL) reposant en discontinuité brutale sur un horizon A biomacrostructuré plus ou moins épais, plus ou moins sombre et présentant des taches d'hydromorphie. Structure grumeleuse due à une forte activité de vers de terre anéciques; forte macroporosité; complexes argilo-humiques stables.

Les hydromulls se forment le plus souvent sous l'influence de la frange capillaire d'une nappe permanente; ils peuvent avoir des caractères réductiques.

Hydromoder

Forme d'humus à séquence d'horizons de référence OL/OFzo/OHzo épais et montrant un passage progressif entre horizons OH et A; la base de l'horizon OH prend une consistance grasse et une structure massive sur plusieurs millimètres. L'horizon A peut être parfois épais (> 10 cm). Sa structure est plutôt massive, sa couleur foncée et il présente souvent des marbrures rouille. Il est généralement rédoxique (Ag, partie supérieure d'une nappe perchée), parfois réductique en milieu acide (en milieu riche, évolution vers un anmoor). Du point de vue fonctionnement hydrique, on peut distinguer des hydromoders acides, où l'engorgement intervient secondairement sur l'activité biologique par rapport à l'acidité du solum, et des hydromoders formés en milieu peu acide ou neutre, où l'engorgement devient le facteur déterminant dans le mode de transformation des litières et la morphologie de l'épisolum humifère.

Hydromor

Forme d'humus montrant une succession d'horizons similaire à celle du mor, mais se développant dans un milieu temporairement saturé d'eau, soit i) dans un contexte rédoxique dans le cas d'une nappe temporaire entraînant une importante durée d'engorgement jusqu'en surface (parfois jusqu'en début d'été), soit ii) dans un contexte de nappe permanente d'ambiance réductique.

Les horizons OL et OFnoz sont de même nature que ceux du mor.

L'horizon OHnoz prend un aspect particulier, au moins dans sa partie inférieure et au moins sur 1 cm d'épaisseur: couleur foncée proche du noir, consistance grasse, plastique à l'état humide.

L'horizon OHnoz s'apparente ici à l'horizon saprique des histosols (matières organiques fortement humifiées). Outre l'épaisseur de cet horizon, la différence essentielle entre l'horizon OH d'un hydromor et l'horizon Hs de certaines tourbes pourrait correspondre à la durée et au mode d'engorgement: semi- à quasi permanent et régulier pour les horizons tourbeux, saturation temporaire et fluctuante pour l'hydromor. Mais il n'y a pas de différence nette entre les deux. L'horizon organo-minéral sous-jacent résulte d'infiltrations profondes de matières organiques dont la teneur décroît avec la profondeur. Sa structure est massive, sa couleur peut être très noire dans sa partie supérieure, sa limite inférieure avec un horizon Ea, Ga, Go ou Gr est très irrégulière et diffuse. Dès cet horizon, il peut y avoir apparition de taches rouille d'oxydation de fer, en particulier le long des racines.

Anmoor

Forme d'humus présentant la séquence d'horizons de référence: (OL)/An ou OL/An.

L'horizon An des anmoors est un horizon noir épais (jusqu'à 30 cm), parfois très riche en carbone organique (> 20 %), à consistance plastique et à structure massive en période d'engorgement, biomacrostructuré en période d'abaissement de la nappe. Cet horizon se forme sous l'influence d'un engorgement prolongé par une nappe permanente à faible battement.

L'incorporation des matières organiques est due à une forte activité d'animaux fousseurs (vers de terre, larves d'insectes) lors des périodes estivales, lorsque le niveau de la nappe baisse sans que le profil ne s'assèche. Cette activité n'aboutit pas à une structuration durable de l'horizon (déstabilisation par l'engorgement).

L'examen microscopique montre une abondance d'éléments organiques figurés. Les liaisons matières organiques-argiles conduisent à des complexes moins stables et moins condensés que dans les horizons A des mulls. Le rapport C/N est faible (12 à 18).

Épisolums humifères comportant des horizons H épais

Cf. chapitre « Histosols ».

HORIZONS O		HORIZONS A ET TRANSITIONS O-A			
		Complexes argilo-humiques abondants	Complexes argilo-humiques rares ou absents		
		Discontinuité O//A	O-A : passage progressif	Discontinuité O//horizon organo-minéral (mais pas de A)	
		Horizon A biomacrostructuré ou biomésostrucuré Structure grumeleuse, plus ou moins bien développée	Structure non grumeleuse Pas de MO ou MO de diffusion, le plus souvent massive ou particulière		
		Mull	Amphimus	Moder	Mor
OL ou OL et (OFzo)	(OLn)* OLn (OLv)* OLn OLv (OFzo)	Eumull			
		Mésomull			
		Oligomull			
OL et OFzo**		Dysmull		Hémimoder	
OL et OFzo et OHzo ou (OHzo)			Euamphimus	Eumoder (OH < 1 cm) Dysmoder (OH ≥ 1 cm)	
OL et OFnoz • pas de OH					Hémimor
OL et OFnoz et OHnoz ou OHzo					Humimor (OFzo ou OHzo encore présents) Mor (OFzo et OHzo absents)

NB: horizons entre parenthèses = horizons discontinus; MO = matières organiques.

* Horizon OLt facultatif, au-dessus de l'horizon A.

** Le terme « mull-moder » est à éviter dans la mesure où il privilégie le mot « mull ».

hémi- = à demi.

eu- = bien, bon; ici: « typique »; eumull = mull « typique », à disparition rapide des MO fraîches.

méso- = moyen; mésomull = mull à morphologie et vitesse de disparition des MO fraîches intermédiaires.

oligo- = peu; oligomull = mull à fonctionnement biologique lent.

dys- = difficulté, mauvais état; dysmull = mull à fonctionnement biologique très ralenti; dysmull actif = mull à double fonctionnement biologique, ralenti en O, « actif » en A.

amphi- = en double; amphimus = forme à double fonctionnement biologique, très ralenti en O, « actif » en A.

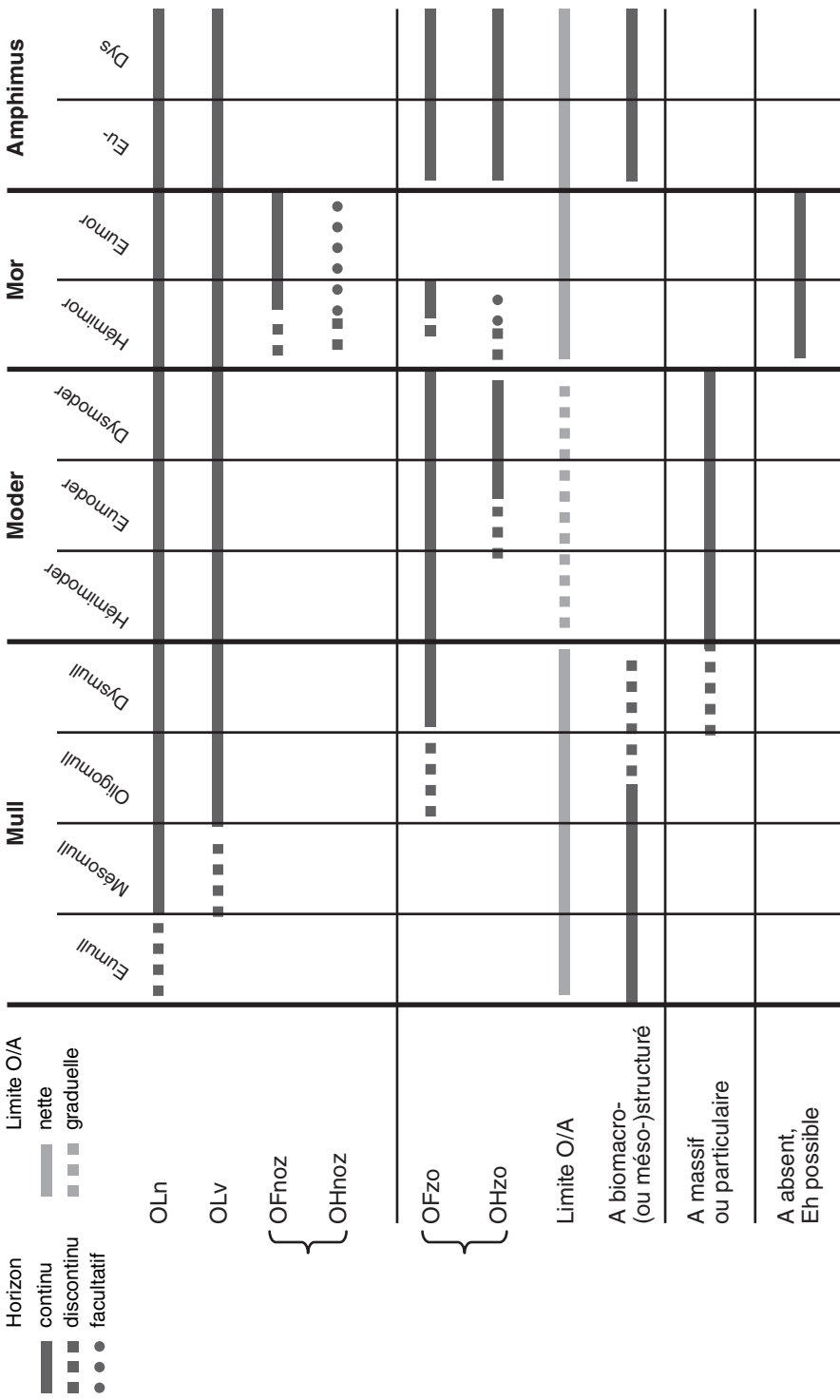
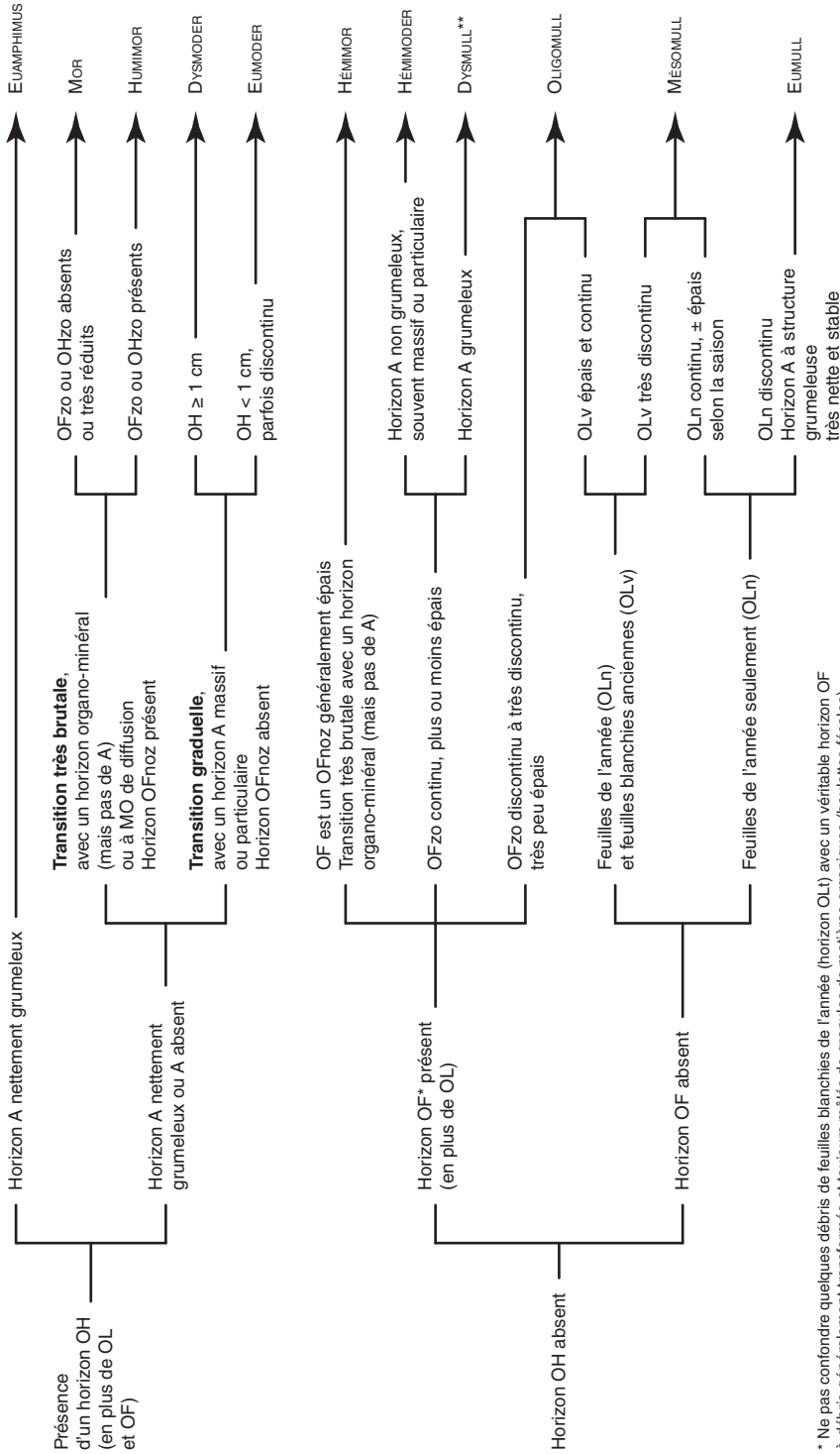


Figure 1. Les successions d’horizons des différentes formes d’humus aérées.



* Ne pas confondre quelques débris de feuilles blanchies de l'année (horizon OLl) avec un véritable horizon OF à débris généralement transformés et toujours mêlés de granules de matières organiques (boulettes fécales).
 ** Si l'horizon A est à structure grumeleuse très nette et stable : dysmull actif.

Figure 2. Clé de détermination des principales formes d'humus aérées de plaine (ne convient pas aux formes engorgées ou sans terre fine minérale; cf. également figure 3).

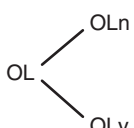
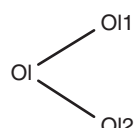
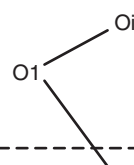
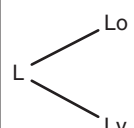
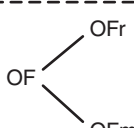
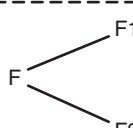
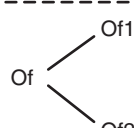
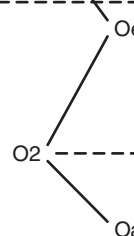
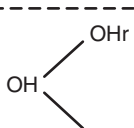
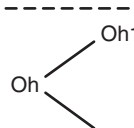
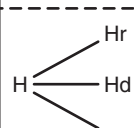
<i>Référentiel pédologique</i>	CPCS (1967)	Jamagne (1967) Duchaufour (1977)	Delecour (1980)	USDA	Klinka <i>et al.</i> (1981)
	Aoo	L			
	Ao				F: Fq, Fa
		H			

Figure 3. Horizons O: correspondances approximatives avec les horizons décrits par d'autres auteurs.

Savoir
faire

Référentiel pédologique

2008

Association française pour l'étude du sol



éditions
Quæ

Référentiel pédologique 2008

Association française pour l'étude du sol (Afes)

Denis Baize, Michel-Claude Girard, coordinateurs

Éditions Quæ

Collection *Savoir-faire*

Santé de la crevette d'élevage en Nouvelle-Calédonie

Alain Herbland, Yves Harache, coord.

2008, 160 p.

Gestion durable des sols

Laëtitia Citeau, Antonio Bispo, Marion Bardy, Dominique King, coord.

2008, 336 p.

Le silure glane

Biologie, écologie, élevage

Jean-Pierre Proteau, Olivier Schlumberger, Pierre Élie

2008, 224 p.

L'anguille européenne

Indicateurs d'abondance et de colonisation

Gilles Adam, Éric Feunteun, Patrick Prouzet, Christian Rigaud, coord.

2008, 400 p.

Exploitation de matériaux marins et stabilité du littoral

Bernard Latteux

2008, 164 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2009

ISBN : 978-2-7592-0186-0

ISSN : 1952-1251

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Auteurs des annexes du *Référentiel pédologique 2008*

- Annexe 1** Bernard JABIOL • Alain BRETHERS • Jean-Jacques BRUN • Jean-François PONGE
• François TOUTAIN • Augusto ZANELLA • Michaël AUBERT • Fabrice BUREAU
- Annexe 2** Jean-François VIZIER

Collaborateurs et personnes consultées pour l'édition 2008

Delphine ARAN • Paul BONFILS † • Gérard BOURGEON • Dominique BOUTIN • Stéphane BURGOS • Laurent CANER • Marie-Agnès COURTY • Frédéric FEDER • Nicolas FÉDOROFF • Claire GUENAT • Michel GURY • Elena HAVLICEK • Jean-Marie HÉTIER • K. VAN LEEUWEN • Jean-Paul PARTY • Aude PELLETER • Louis-Marie RIVIÈRE • Christophe SCHWARTZ

Collaborateurs et personnes consultées (édition 1995 – rappel)

Todor ANDONOV • Henri ARNAL • Paul ARPIN • David BADIA-VILLAS • Jean-Pierre BARTHES • Michel BERLAND • Joao BERTOLDO DE OLIVEIRA • W. E. H. BLUM • Paul BONFILS † • Pierre BOTTNER † • Fernand BOURGEAT • Gérard BOURGEON • Todor BOYADGIEV • Pierre BRABANT • Jean-Jacques BRUN • Christian BUSON • Yves-Marie CABIDOCHÉ • François CHARNET • Claude CHEVERRY • Yves COQUET • Eduardo COSTANTINI • Jean DEJOU • F. DELECOUR • B. DENIS • Georges DUCLOS • Jacques DUCLOUX • Pierre ESPIAU • Pierre FAIVRE • René FAUCK • Louis FLORENTIN • Bernard FOURNIER • Alain FRANC • T. GALLALI • A. GAOUAR • Jean-Louis GAUQUELIN • Pierre GENSAC • Jean-Michel GOBAT • Michel GRATIER • Michel GURY • Raymond HARDY • B. HOUMANE • François-Xavier HUMBEL • Michel ISAMBERT • Fernand JACQUIN • Pavel JELIAZKOV • J. O. JOB • M. KHOUMA • Rabah LAHMAR • Maurice LAMOUREUX • Marc LATHAM • Jean-Yves LEBRUSQ • Jean-Paul LEGROS • Alain LENFANT • Jean-Claude LEPRUN • Benoît LESAFFRE • Gérard LEVY • Jean LOZET • Roger MAIGNIEN • A. M'HIRI • B. MOUGENOT • A. OSMAN • Joël PELLERIN • Jean-François PONGE • Franco PREVITALI • Jean-Claude REVEL • Louis-Marie RIVIÈRE • Jean-Marie RIVIÈRE • Jacques ROQUE • Roger SALIN • Dominique SCHWARTZ • Joël SERVANT • Sokrat SINAJ • A. SOUSSI • M. SOURDAT • François TOUTAIN • Jean TRICART • Folkert VAN OORT • Jean VAUDOUR • Willy VERHEYE • B. VINCENT • F. WEISSEN • G. YORO • Daniel ZIMMER