



HAL
open science

L'Humus Index: un outil pour le diagnostic écologique des sols forestiers

Jean-François Ponge

► **To cite this version:**

Jean-François Ponge. L'Humus Index: un outil pour le diagnostic écologique des sols forestiers. 2016.
hal-00589805v11

HAL Id: hal-00589805

<https://hal.science/hal-00589805v11>

Preprint submitted on 24 Nov 2016

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

L'Humus Index: un outil pour le diagnostic écologique des sols forestiers

24 novembre 2016

par Jean-François Ponge

Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS UMR 7179, 4 avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy
(France), e-mail : ponge@mnhn.fr

Pourquoi mesurer l'Humus Index?

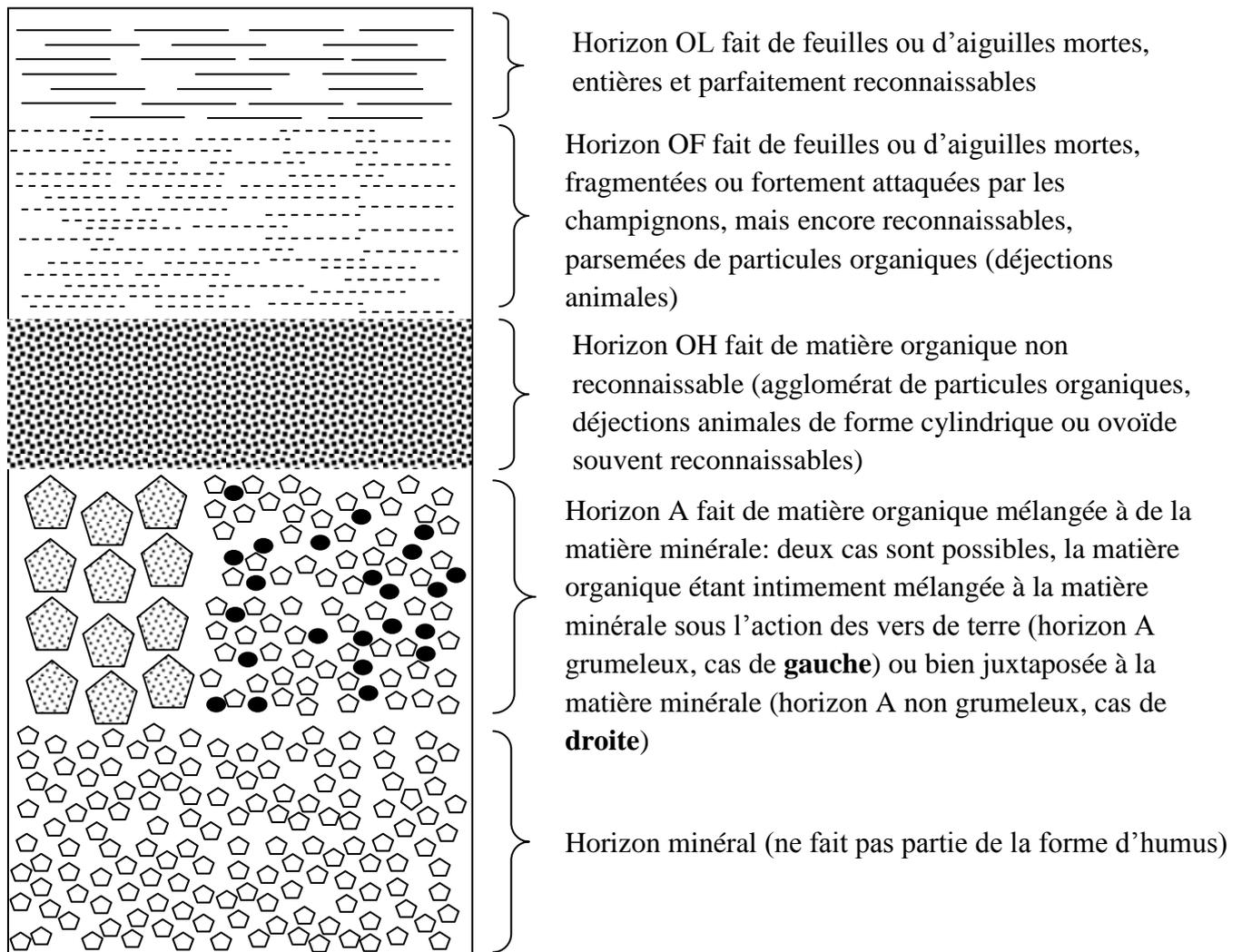
Tout d'abord, pourquoi un tel indice, alors que l'analyse de la flore et des caractéristiques physiques et chimiques des sols permettent de déterminer avec précision la fertilité du sol et les potentialités des stations forestières (Rameau et al. 2000) ? Il a été montré que le type d'humus, c'est-à-dire la façon dont la matière organique se dispose le long d'un profil de sol (Brêthes et al. 1995), variait en fonction de la diversité des groupes animaux dans le sol: plus ces groupes sont variés, c'est-à-dire plus la faune du sol est diversifiée en formes et en tailles, plus la disparition de la litière (les feuilles mortes) est rapide et plus la matière organique produite par les végétaux s'incorpore rapidement au sol (Ponge 2000). Ceci s'explique aisément si on compare le fonctionnement biologique du sol au travail «à la chaîne» : plus il y a de postes spécialisés se passant le produit de l'un à l'autre plus la production est rapide et abondante au final, selon le fameux modèle de rationalisation du travail appliqué par Henry Ford. Déterminer le type d'humus (ou la forme d'humus) revient donc à apprécier la biodiversité fonctionnelle du sol et l'efficacité avec laquelle le sol est capable de recycler la matière organique, élément indispensable de la croissance des arbres (Delecour 1978). Tout changement dans la composition de la faune du sol, notamment lorsqu'il s'agit de groupes fonctionnellement importants comme les vers de terre (les «premiers laboureurs» selon Charles Darwin) va donc se traduire par une évolution de la forme d'humus, que ce soit dans l'espace (à quelques mètres ou kilomètres de distance) ou dans le temps (au cours d'une révolution forestière ou en cas de changement du mode de gestion de la forêt).

Pour apprécier ces changements, il a été suggéré d'utiliser la classification française des formes d'humus (Jabiol et al. 2007) pour affecter un rang à chaque forme d'humus sur une échelle allant des humus recyclant le plus vite la matière organique (rang 1) à ceux qui transforment le moins rapidement celle-ci (rang 8). On constate que cette valeur, purement arbitraire au départ, est bien corrélée avec un certain nombre de paramètres résultant d'analyses physico-chimiques du sol (Ponge et al. 2002), de mesures de productivité forestière (Ponge & Chevalier 2006), de diversité végétale (Lalanne et al. 2008, 2010) et de caractéristiques climatiques et géologiques (Ponge et al. 2011).

Comme la détermination de la forme d'humus ne demande que de l'observation et de la rigueur, et ne fait appel à aucune compétence particulière, on a donc là un outil qui, bien que n'ayant pas la précision d'un instrument de mesure «classique», permet d'affecter une valeur chiffrée et synthétique à des observations ponctuelles par ailleurs parfaitement «qualitatives».

Comment mesurer l'Humus Index?

La première opération consiste à reconnaître et nommer la forme d'humus sur le terrain, en délimitant une surface d'environ 20 x 20 cm, sur laquelle on retirera successivement les diverses couches (horizons) rencontrées, et où l'on fera une moyenne sur leur épaisseur, en considérant qu'un seuil d'1 à 2 mm est nécessaire pour dire que l'on a bel et bien affaire à un horizon digne de ce nom. On peut se procurer le livret «L'humus sous toutes ses formes», qui décrit de manière abondamment illustrée les horizons diagnostics de l'ensemble des formes d'humus reconnaissables en climat tempéré (Jabiol et al. 2007), ou bien suivre le schéma ci-dessous:



Les formes d'humus possibles en climat tempéré sont ensuite caractérisées de la façon suivante :

1	EUMULL	Horizon A grumeleux, horizons OL, OF et OH absents
2	MÉSOMULL	Horizon A grumeleux, horizon OL présent, horizons OF et OH absents
3	OLIGOMULL	Horizon A grumeleux, horizon OL présent, horizon OF de moins de 1 cm, horizon OH absent
4	DYSMULL	Horizon A grumeleux, horizon OL présent, horizon OF de 1 cm ou plus, horizon OH absent
5	HÉMIMODER	Horizon A non grumeleux, horizons OL et OF présents, horizon OH absent
6	EUMODER	Horizon A non grumeleux, horizons OL et OF présents, horizon OH de moins de 1 cm
7	DYSMODER	Horizon A non grumeleux, horizons OL et OF présents, horizon OH de 1 cm ou plus
8	MOR	Horizon A absent, horizon OL présent, horizon OF présent mais sans particules d'humus

Le qualificatif de « grumeleux » s'applique aux horizons formés pour tout ou partie de déjections de vers de terre, reconnaissables à leur forme irrégulière, pouvant aller de quelques millimètres à quelques centimètres selon la taille des animaux qui les ont excrétées : ces petits paquets, organiques ou organo-minéraux, d'aspect homogène, s'écrasent facilement entre les doigts. Dans les terrains très sableux, il peut être difficile de reconnaître le caractère « grumeleux » des horizons formés de déjections de vers de terre, car celles-ci sont très instables, par manque d'argiles et de limons, qui stabilisent les agrégats. Dans ce cas il peut être nécessaire d'avoir recours à d'autres critères, comme la disparition rapide de la litière : une couche de feuilles reposant directement sur un horizon A est un indice, car qui d'autre que les vers de terre pourrait faire disparaître ainsi la litière ? Mais la prudence s'impose tout de même, car d'autres facteurs peuvent intervenir : la pente, le vent qui déplace les feuilles en surface, le piétinement, l'action des sangliers, et toute autre perturbation qui tend à déstabiliser la litière : dans ce cas, il est conseillé de bien observer et de... raisonner !

La caractérisation de l'EUMULL, par l'absence de toute litière au-dessus d'un horizon organo-minéral grumeleux, peut être faussée saisonnièrement et selon les années si des feuilles tombent plus tard qu'en automne et jusqu'au printemps (cas des feuilles dites « marcescentes ») ou en cas d'hiver et de printemps particulièrement secs: dans ce cas une fine couche de feuilles plus ou moins transformées (horizon OF) peut être encore présente en surface jusqu'en mai.

L'horizon OH, fait essentiellement de matière organique humifiée non reconnaissable sur le plan botanique (au moins 70% de matière organique fine), peut renfermer des racines, vivantes et mortes, mais aussi des particules minérales : des grains de sable plus clairs peuvent se détacher sur le fond organique de couleur sombre, et la transition avec l'horizon A organo-minéral sous-jacent est toujours progressive. La nature sèche ou humide de la matière organique humifiée (humus au sens chimique du terme) influence sa couleur, ce qui peut fausser l'appréciation de la quantité de matière minérale présente. Dans le doute, il est conseillé d'écraser une pincée de matière sèche ou humide entre ses doigts, éventuellement après l'avoir légèrement mouillée, pour apprécier sa charge en matière organique : l'horizon OH tachera fortement la peau en noir, ce que ne fera pas l'horizon A.

Une forme d'humus particulière, fréquente en milieu méditerranéen ou de montagne, appelée AMPHI (ou AMPHIMULL ou AMPHIMUS), est affectée du même rang que l'HÉMIMODER (5): elle est caractérisée par la présence conjointe d'un horizon A grumeleux (typique du MULL) et d'un horizon OH (typique du MODER).

Où et quand mesurer l'Humus Index?

En forêt il est préférable, pour caractériser la forme d'humus (qui résulte de processus naturels), de choisir des endroits peu voire pas du tout perturbés par le passage du gibier (éviter les zones labourées par les sangliers), des humains (sentiers) ou des engins d'exploitation (ornières). Le plus simple est de choisir des zones recouvertes de végétation, en particulier arbustive, qui sont en général évitées par ces agents de perturbation. Il convient également d'éviter la proximité des troncs d'arbres, connus pour affecter la forme d'humus en acidifiant le milieu, exerçant ainsi un frein sur l'activité biologique (Béniamino et al. 1991). Les places à feu récentes seront également évitées. Le nombre de points d'observation nécessaires pour avoir une estimation de l'Humus Index en un endroit donné dépend de la variation observée localement, et de la surface considérée, mais en général 4 points distants de quelques mètres permettent d'établir une moyenne affectée d'un coefficient de variation (si on le souhaite).

L'Humus Index peut être mesuré en n'importe quelle saison (un avantage par rapport à la caractérisation de la flore) mais il faut tenir compte, si on effectue les observations dans des forêts feuillues en novembre ou décembre, de la récente chute de feuilles, et de la chute tardive possible (marcescence) de certaines feuilles (chêne, charme notamment) si on effectue les observations en mars ou avril. Les meilleures observations de la forme d'humus (celles les moins soumises à ces aléas) seront celles effectuées en été ou au début de l'automne.

Que faire si les observations ne correspondent pas au document?

L'absence d'un horizon de feuilles ou d'aiguilles fragmentées (horizon OF) entre les horizons OL et OH ne doit pas être considérée comme un obstacle à la reconnaissance de la forme d'humus. Entre la litière récemment tombée et la matière organique humifiée, l'étape (obligatoire) de fractionnement mécanique a pu être trop rapide pour qu'un horizon subsiste au moment de l'observation : dans ce cas on prend en compte le seul horizon OH. En l'absence simultanée des horizons OF et OH on vérifie si l'horizon A est grumeleux ou non, pour s'orienter soit vers le EUMULL ou l'HÉMIMODER, respectivement.

Si on n'observe pas d'horizon fait de feuilles ou d'aiguilles intactes (horizon OL), il peut s'agir d'un EUMULL si l'horizon organo-minéral sous-jacent (horizon A) est grumeleux, mais si un horizon OF et/ou OH est présent sans être recouvert par un horizon OL il s'agit probablement d'une zone perturbée par l'homme (piétinement) ou les sangliers (fouissement). On peut se contenter alors de la reconnaissance et de la mesure de l'épaisseur des horizons restants, mais il est conseillé de rechercher alors des endroits moins perturbés situés à proximité.

Dans le cas où une perturbation s'étend sur des surfaces allant au-delà de quelques mètres carrés (cas de zones fortement piétinées par le public ou après d'importants dégâts d'exploitation), ou bien si l'on souhaite utiliser la forme d'humus pour diagnostiquer l'importance en surface et en intensité d'une perturbation, on peut néanmoins effectuer un certain nombre d'observations, conduisant à un diagnostic sur l'état de conservation ou de dégradation du fonctionnement biologique du sol. En forêt, le tassement, par exemple, va se traduire par une structure en « feuillette dense » de la litière, qui devient alors semblable à un « mille-feuilles », recouvrant un horizon A lui-même fortement tassé, sans porosité visible. Dans ce type de milieu, l'absence d'activité notable de la faune, souvent lié à la raréfaction de la végétation herbacée, va se traduire par un manque d'ancrage de la litière, qui est facilement balayée par le vent : on va donc avoir une mosaïque de zones totalement dénudées, à l'exception d'un horizon organo-minéral voire minéral, sans ses couches de litières correspondantes. On ne peut pas, dans ce cas, évaluer l'Humus Index, mais on peut par exemple cartographier à l'aide des critères énoncés ci-dessus l'étendue et l'intensité du piétinement. Il en est de même pour l'action des sangliers, qui cependant conserve en général (sauf dans les bauges) la structure de l'horizon A : on peut dans ce cas reconnaître l'existence d'un humus de forme MULL ou de forme MODER, selon que l'horizon organo-minéral possède ou non une structure grumeleuse. Il convient de noter que l'action des sangliers prolonge souvent celle des vers de terre, dont ils sont friands, en « labourant » les horizons de surface. Les places à feu se traduisent par la couleur noire « charbon » de l'horizon A, sous les couches « normales » de la litière, due à la présence de charbons de bois dont la taille peut être microscopique (ils sont « mangés » par les vers de terre et s'amenuisent ainsi au cours du temps). La pollution (par les métaux lourds, les hydrocarbures) se traduit également par une modification de la forme d'humus, qui peut passer du MULL au MOR sur quelques mètres (Gillet & Ponge 2002, 2006). Dans ce cas, si le site est abandonné et recouvert par la végétation, qui y dépose sa litière, on pourra calculer l'Humus Index car tous les éléments de caractérisation du fonctionnement biologique seront présents.

Depuis une vingtaine d'années, on observe, notamment en région parisienne, une évolution des formes d'humus avec une activité accrue de vers de terre, et donc un passage du MODER vers le MULL. Ce phénomène est le résultat de plusieurs facteurs conjoints, qui tous contribuent à stimuler l'activité biologique des sols : réchauffement climatique, apports d'azote atmosphérique (majoritairement en provenance du monde agricole) et plus récemment dynamisation de la sylviculture qui tend à apporter plus de lumière au sol (cloisonnements, décapitalisation des forêts, réduction de l'espacement entre les arbres). On observe dans ce cas des formes d'humus « bizarres », avec par exemple un horizon OH épais et grumeleux, plus ou moins incorporé à l'horizon A sous-jacent, qui peut ou non rester non grumeleux selon l'avancée du phénomène. S'il est impossible de nommer ces formes d'humus, car elles ne correspondent pas à des situations d'équilibre où tous les acteurs de la formation des humus sont « en phase », on peut néanmoins en noter les caractéristiques, car il s'agit alors d'un très bon indicateur de la tendance en cours. De même, la dynamique spontanée de la végétation (boisement de lande, enfrichement des terres agricoles, croissance des peuplements forestiers) peut créer localement de telles situations de déséquilibre (momentané) où les horizons ne semblent pas « coller » entre eux. Toute observation de ce type est précieuse car elle nous informe sur des phénomènes parfois difficiles à suivre dans le temps car trop récents et/ou trop rapides, que la flore ne reflète pas toujours.

Bibliographie

- BÉNIAMINO (F.), PONGE (J.F.) & ARPIN (P.), 1991. Soil acidification under the crown of oak trees. I. Spatial distribution. *Forest Ecology and Management*, 40, 221-232.
- BRÊTHES (A.), BRUN (J.J.), JABIOL (B.), PONGE (J.F.) & TOUTAIN (F.), 1995. Classification of forest humus forms: a French proposal. *Annales des Sciences Forestières*, 52, 535-546.
- DELECOUR (F.), 1978. Facteurs édaphiques et productivité forestière. *Pédologie*, 28, 271-284.
- GILLET (S.) & PONGE (J.F.), 2002. Humus forms and metal pollution in soil. *European Journal of Soil Science*, 53, 529-539.
- GILLET (S.) & PONGE (J.F.), 2006. An optical analysis of the organic soil over an old petroleum tar deposit. *Geoderma*, 134, 17-23.
- GOBAT (J.M.), ARAGNO (M.) & MATTHEY (W.), 2010. *Le sols vivant: bases de pédologie-biologie des sols*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.
- JABIOL (B.), BRÊTHES (A.), PONGE (J.F.), TOUTAIN (F.) & BRUN (J.J.), 2007. *L'humus sous toutes ses formes*. École Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts, Nancy.
- LALANNE (A.), BARDAT (J.), LALANNE-AMARA (F.), GAUTROT (T.) & PONGE (J.F.), 2008. Opposite responses of vascular plant and moss communities to changes in humus form, as expressed by the Humus Index. *Journal of Vegetation Science*, 19, 645-652.
- LALANNE (A.), BARDAT (J.), LALANNE-AMARA (F.) & PONGE (J.F.), 2010. Local and regional trends in the ground vegetation of beech forests. *Flora*, 205, 484-498.
- PONGE (J.F.), 2000. Biodiversité et biomasse de la faune du sol sous climat tempéré. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 86, 129-135.
- PONGE (J.F.) & CHEVALIER (R.), 2006. Humus Index as an indicator of forest stand and soil properties. *Forest Ecology and Management*, 233, 165-175.
- PONGE (J.F.), CHEVALIER (R.) & LOUSSOT (P.), 2002. Humus Index: an integrated tool for the assessment of forest floor and topsoil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 66, 1996-2001.
- PONGE (J.F.), JABIOL (B.) & GÉGOUT (J.C.), 2011. Geology and climate conditions affect more humus forms than forest canopies at large scale in temperate forests. *Geoderma*, 162, 187-195.
- RAMEAU (J.C.), GAUBERVILLE (C.) & DRAPIER (N.), 2000. *Gestion forestière et diversité biologique*. Institut pour le Développement Forestier, Paris.