

7 Initiation à l'étude du sol

- 7.1 Horizons du sol
- 7.2 Formes d'humus (couches supérieures du sol)
- 7.3 Description des formes d'humus
- 7.4 Formation et développement des sols
- 7.5 Description des sols
- 7.6 Appréciation des caractéristiques du sol
- 7.7 Appréciation de l'hydromorphie du sol

Le sol est un élément de la biocénose forestière, car il abrite la zone racinaire des plantes, indispensable à leur croissance. C'est dire toute l'importance qu'il revêt. L'appréciation des couches supérieures et intermédiaires du sol nous éclaire sur les conditions du milieu et fournit de précieux arguments qui aideront aussi les décideurs d'interventions sylvicoles.

Les principes énoncés ci-après ont été définis pour faciliter la caractérisation des horizons du sol et la détermination des formes d'humus. Ces principes reposent largement sur les définitions et les procédures décrites dans le premier tome des sols forestiers de Suisse, un ouvrage publié en allemand et intitulé «Waldböden der Schweiz» (Walther, Zimmermann, Blaser, Luster et Lüscher, 2004).

7.1 Horizons du sol

Ces horizons sont décrits sur la base des caractéristiques du sol. Une distinction est généralement établie entre les horizons organiques et les horizons de matière minérale.

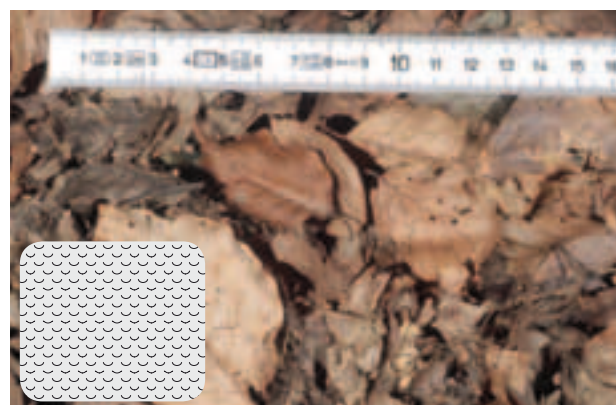
Horizons organiques

Les horizons organiques sont les horizons supérieurs recouvrant le sol minéral. Ils se distinguent par le degré de décomposition de la matière et la structure des débris végétaux. Les horizons organiques se forment dans diverses conditions de décomposition, mais le régime hydrique du sol en est le facteur principal.

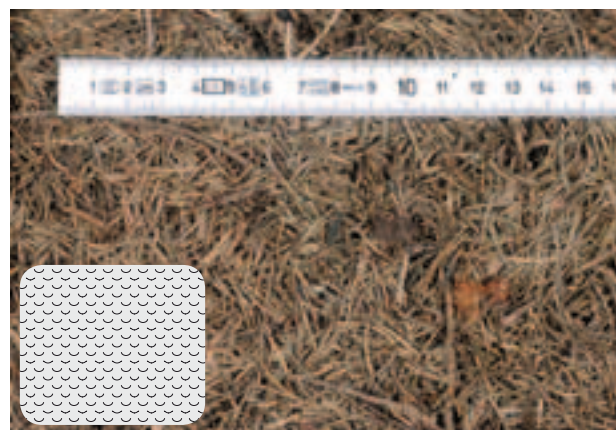
Horizons des couches supérieures des sols terrestres, non influencés par l'eau

L Horizon de litière

L'horizon de litière L (litter) est composé de débris végétaux aériens, encore identifiables. Ils peuvent être aérés à l'état sec, agglomérés à l'état humide, ou former des couches comprimées après la fonte des neiges.



Ill. 5: Surface du sol recouverte de litière



Ill. 6 Surface du sol recouverte de litière constituée principalement d'aiguilles de résineux.

F Horizon de fermentation

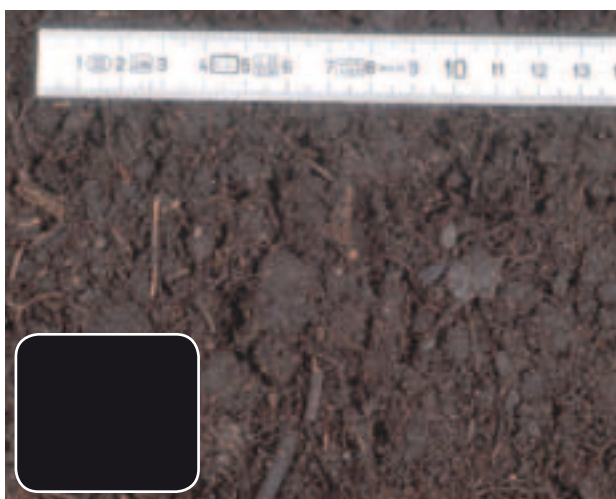
L'horizon de fermentation ou de décomposition F est constitué de débris végétaux aériens aux structures discernables et d'une fine substance organique (10 - 70 %v). Les processus d'altération se reflètent souvent dans des indices visibles, comme la présence de mycélium. Cet horizon est aéré, aggloméré ou stratifié. Il peut prendre un aspect entremêlé ou feutré sous l'action des hyphes.



Ill. 7: Horizon de fermentation

H Horizon humifère

L'horizon humifère H est composé de fines substances organiques (> 70 %v) et de débris végétaux difficilement identifiables. Sa structure est indéterminable. Il est de consistance collante à l'état humide. Sa couleur est foncée à noire. La matière minérale fait défaut. Le lacs racinaire de plantes vivantes lui confère souvent une certaine cohérence.



Ill. 8: Horizon humifère

Les horizons de litière, de fermentation et humifère sont regroupés sous la dénomination d'horizons organiques également appelés couches organiques.

Horizon organique des sols semi-terrestres et des marais – Altération sous l'effet de l'eau

T Horizon tourbeux

L'horizon tourbeux est constitué de restes de plantes à l'origine de la tourbe. Il contient des substances fibreuses en phase de turbification.



Ill. 9: Horizon tourbeux

Horizons de matière minérale

Les horizons de matière minérale sont principalement constitués d'éléments minéraux. Dans les couches supérieures du sol, ils sont mêlés à de la substance organique (humus). La teneur en humus, la structure, la brunification, l'hydromorphie et la migration (lessivage) sont à la clé de leur subdivision. Les signes distinctifs des couches intermédiaires des sols sont la couleur, le stade d'altération, l'hydromorphie, l'éluviation (lessivage) et l'illuviation (enrichissement ou accumulation).

Horizons des couches supérieures des sols terrestres, mélangés à de l'humus

A Horizon humique des couches supérieures du sol

Horizon supérieur du sol minéral; la couleur de la terre minérale fine est assombrie par la matière organique.

Ai Horizon A pauvre en matière organique

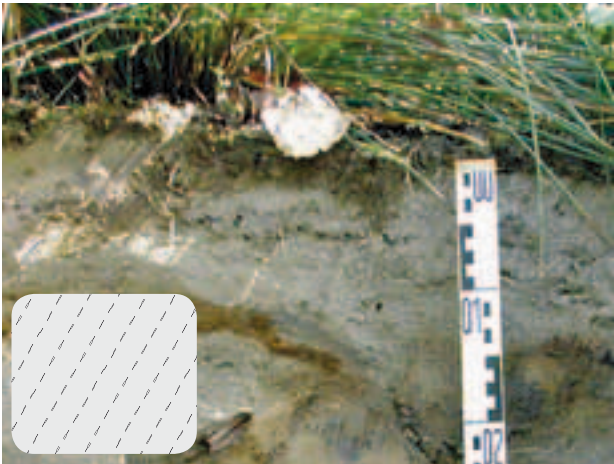
au stade initial de formation du sol lorsque son développement est encore lacunaire.

Ah Horizon A très humique, nettement assombri

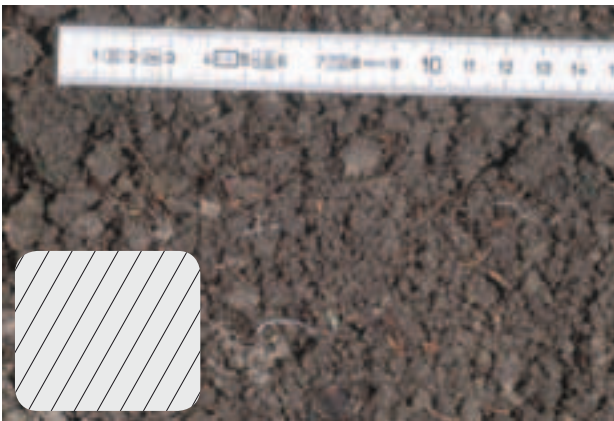
par la matière organique mêlée à la matière minérale. Une structure granuleuse traduit l'activité de la pédofaune.

Ahh Zone supérieure d'un horizon Ah lorsque l'activité biologique du sol est légèrement ralentie. L'horizon Ahh est principalement composé de matière organique fortement transformée (humique), d'où sa couleur foncée à noire. Il ne contient que très peu d'éléments minéraux, faute de mélange.

Aa Horizon A hydromorphe composé d'un mélange sombre de matière minérale et de fine matière organique (de type anmoor). Il se forme sous l'action de l'eau qui ralentit l'aération (anaérobie). Sa structure est à peine discernable et il présente parfois des signes d'hydromorphie.



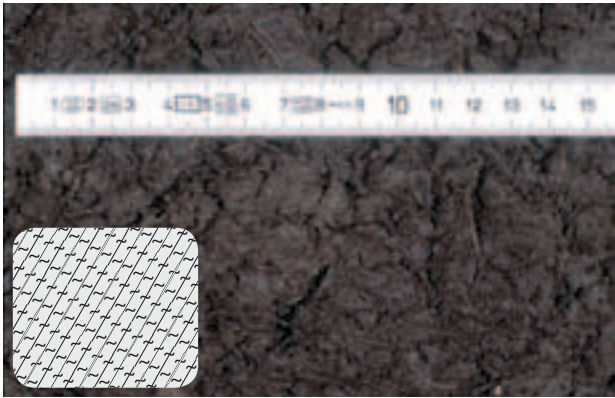
III. 10: Horizon Ai



III. 11: Horizon Ah



III. 12: Horizon Ahh



III. 13: Horizon Aa

Nature de la surface du sol

érodée Les diverses formes d'érosion (vent, eau) peuvent ameublir la litière, mais elles occasionnent aussi parfois un déplacement superficiel de la matière minérale fine.

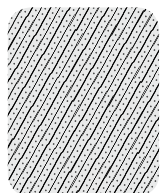
compactée Le compactage est une conséquence des blessures dues au piétinement du bétail ou à la récolte du bois entre autres. Il peut aussi se produire au cours de la pédogenèse (cf. sol brun lessivé, sols à eau stagnante).



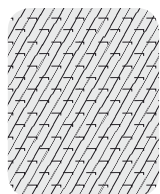
III. 14: Sol érodé

Sol compacté
(trace de passage d'un véhicule)

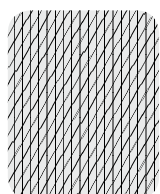
Transitions



AE **Horizon A, décoloré** (appauvri à cause de la migration de fer et de substances organiques), transition vers un horizon E.

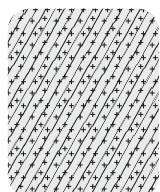


AEI **Horizon A, lessivé** (marqué par un appauvrissement en argile, sus-jacent à un horizon enrichi en argile (Bt), d'aspect décoloré par rapport à l'horizon Bt).

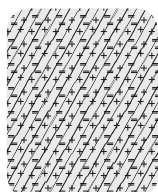


AB **Transition vers un horizon B, humique.**

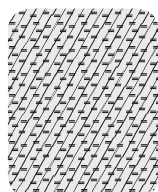
AC Transition vers un horizon C (humique)



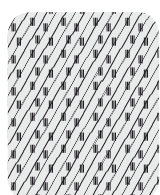
Silicate



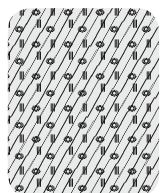
Roche mixte



Calcaire



AS **Horizon A, hydromorphe** (marbré ou tacheté de rouille sous l'action de l'eau stagnante).



AG **Horizon A, hydromorphe** (tacheté de rouille sous l'action des eaux de fond ou de pente).

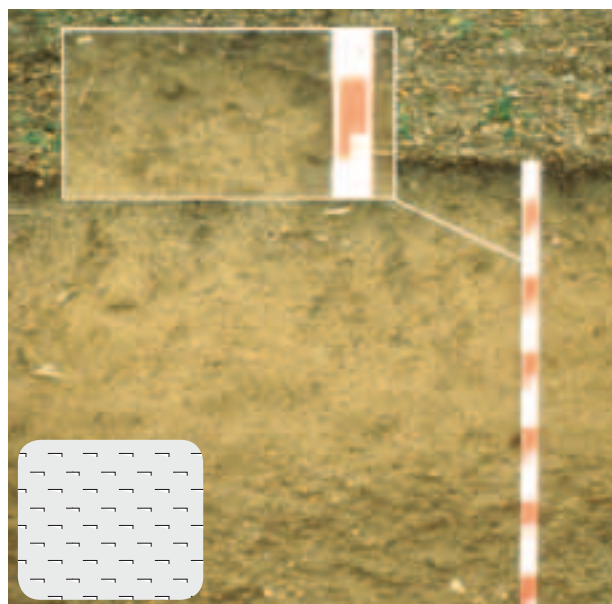
Horizons des couches intermédiaires des sols terrestres

E **Horizon éluvial (horizon d'éluviation)**, décoloré suite à une migration de fer et de substance organique (podzolisation), appauvri en éléments nutritifs.

EI **Horizon éluvial (horizon de lessivage)**. Formé par la migration d'argile, appauvri en cette substance, sus-jacent à un horizon argilique (Bt), mais généralement plus clair que ce dernier. La teneur en argile est sensiblement différente de celle de l'horizon Bt (pour autant que la roche-mère soit identique).



Ill. 15: Horizon éluvial E, décoloré (couleur claire), appauvri en éléments nutritifs

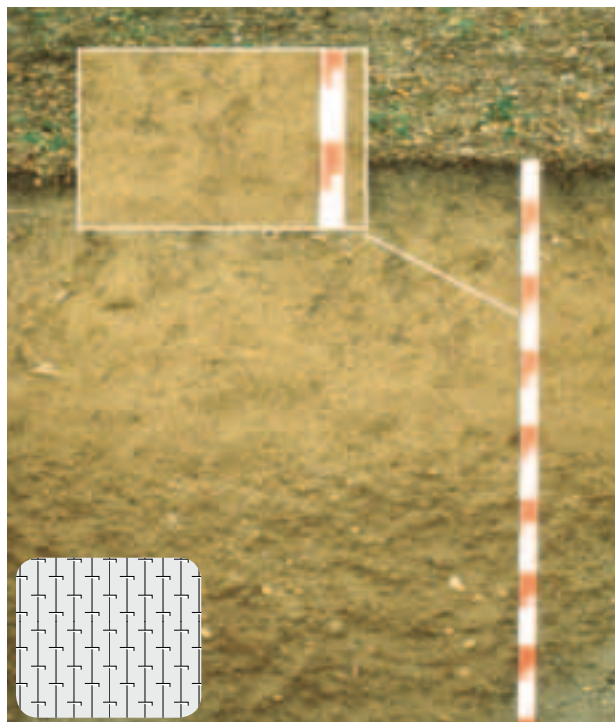


Ill. 16: Horizon EI

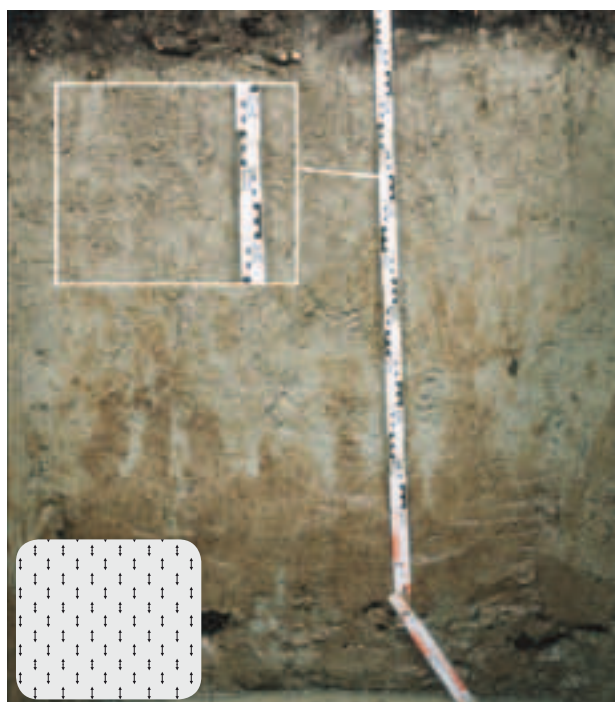
Transitions

EIB Transition vers un horizon B (appauvri en argile).

ES Horizon éluvial, appauvri en sesquioxydes suite à une décoloration hydromorphique.



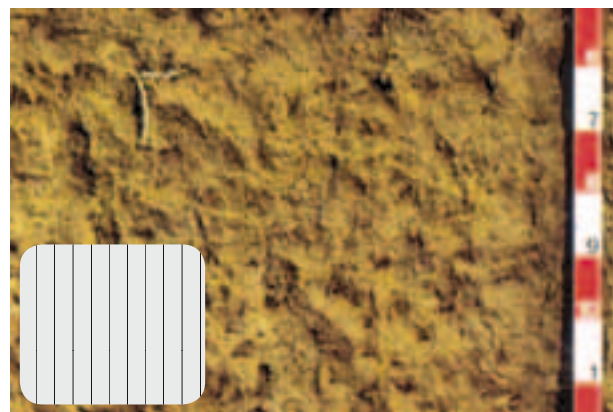
Ill. 17: Horizon EIB



Ill. 18: Horizon ES

Horizons de matière minérale

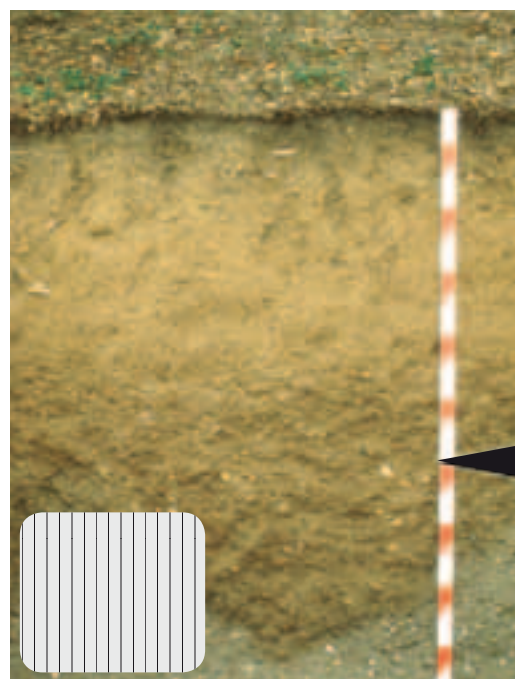
B Horizon minéral d'altération, de couleur brune. L'altération et/ou la néoformation d'argile rendent la couleur et la teneur en éléments de cet horizon différentes de celles de la roche-mère.



Ill. 19: Bv Horizon de matière minérale, bruni (altération, illuviation, néoformation)

Bv Horizon B fortement bruni.

Bt Horizon illuvial (ou d'accumulation) fortement enrichi en argile suite à la migration par lessivage de cette substance (masques en argile). La teneur en argile est sensiblement différente de celle d'un horizon appauvri en cette matière (pour autant que la roche-mère soit identique).



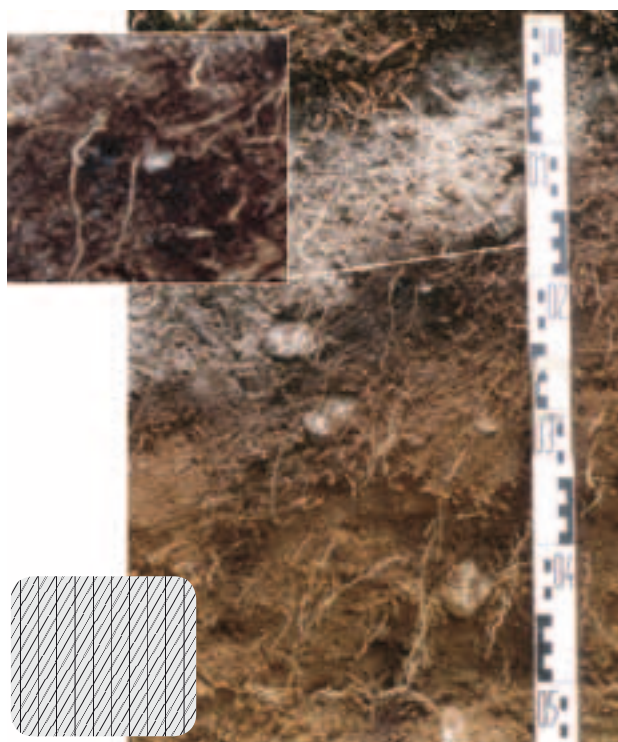
Ill. 20: Horizon Bt: fortement enrichi en argile suite à la migration (masques en argile, structure prismatique)

Bh Horizon illuvial (podzolisation), enrichi en matières humiques suite à l'illuviation (de couleur foncée à noirâtre).

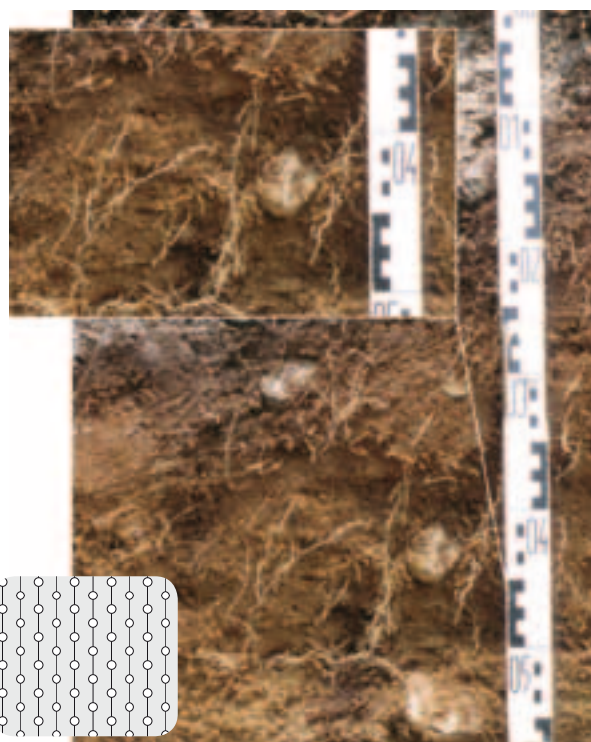
Bs Horizon illuvial (podzolisation), enrichi en sesquioxydes suite à l'illuviation (de couleur rougeâtre).

Bh,s Horizon illuvial (crypto-podzolisation), enrichi en matières humiques et en sesquioxydes suite à l'illuviation. La présence de l'humus donne à la matière minérale fine une couleur foncée et masque ainsi les teintes rougeâtres des sesquioxydes.

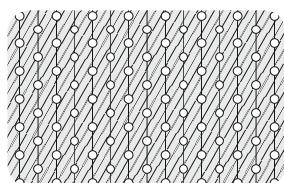
Bcn Horizon B hydromorphe, avec concrétions de manganèse.



Ill. 21: Horizon Bh: de couleur foncée à noirâtre (enrichi en matière organique suite à la migration)



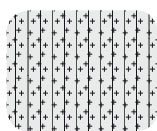
Ill. 22: Horizon Bs: de couleur rougeâtre (enrichi en fer et en éléments nutritifs suite à la migration)



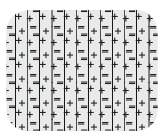
Horizon Bh,s

Transitions

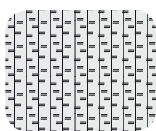
BC Transition vers un horizon C.



BC Silicate



BC Roche mixte



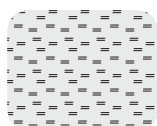
BC Calcaire

BG **Horizon B hydromorphe** (tacheté de rouille sous l'action des eaux de fond et de pente).

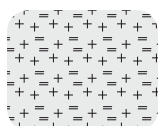
BS **Horizon B hydromorphe** (marbré ou tacheté de rouille sous l'action de l'eau stagnante).

Matière-mère (roche-mère)

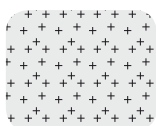
C **Roche-mère** (roche meuble), à l'origine de la pédogenèse. Couche de fond à peine influencée par la pédogenèse.



Horizon C avec calcaire



Horizon C roche mixte



Horizon C avec silicate

Cv **Horizon C** présentant un début d'altération (faible brunissement).

IIC **Changement de couche** (matériau originel géologiquement différent).

R **Roche-mère** (roche solide, substrat rocheux), à l'origine de la pédogenèse.

Transitions

CS **Horizon C hydromorphe** (marbré ou tacheté de rouille sous l'action de l'eau stagnante).



BS **Horizon C hydromorphe** (tacheté de rouille sous l'action des eaux de fond et de pente).



Ill. 23: Changement de couche dans le profil



Ill. 24: Horizon Cv



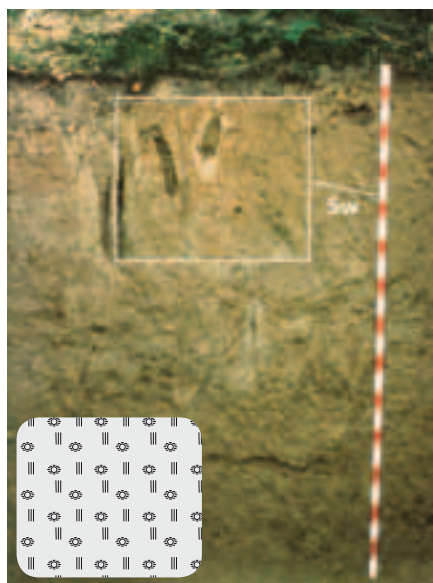
Ill. 25: Horizon R

Horizons fortement influencés par l'eau stagnante

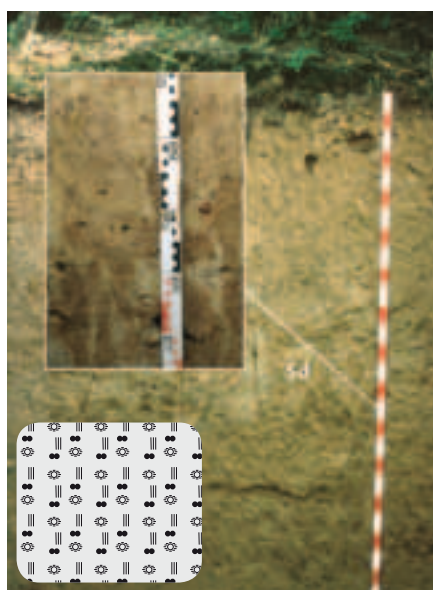
S **Horizon à eau stagnante** (colorations rouge pâle, taches de rouille, concrétions de manganèse).

Sw **Horizon de stagnation temporaire** (donc occasionnellement privé d'air).

Sd **Horizon du plancher de la nappe** (zone de rétention), marbré, plus dense, moins perméable et donc plus souvent privé d'air que l'horizon Sw sus-jacent.



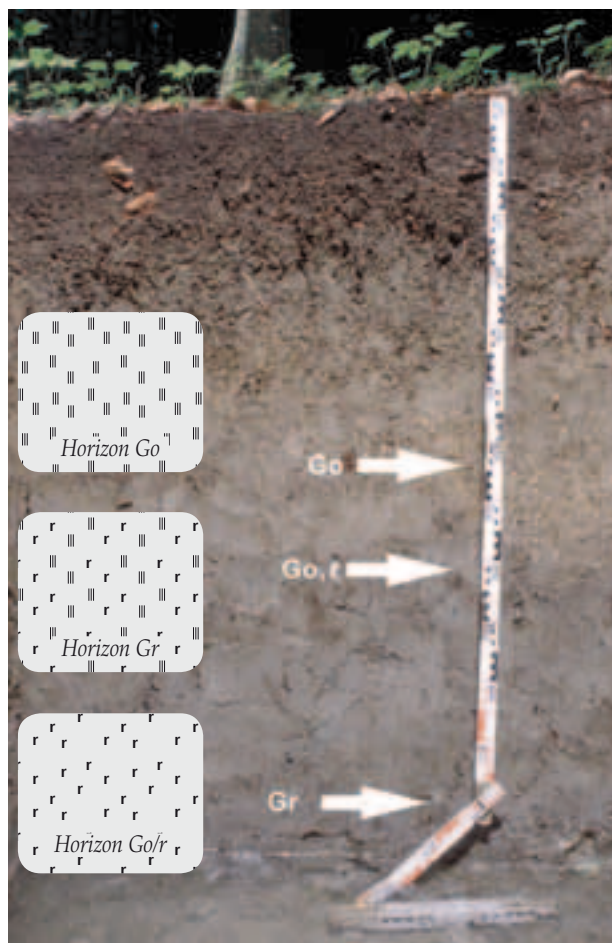
Ill. 26: Horizon S_{sw}



Ill. 27: Horizon S_d

Horizons des couches intermédiaires des sols semi-terrestres et des marais

- G** **Horizon gley**, horizon de matière minérale, influencé par les eaux de fond.
- Go** **Horizon formé sous l'effet d'oxydants** (horizon d'oxydation), taches de rouille dans la zone d'oscillation de la nappe phréatique ou de la nappe de pente.
- Gr** **Horizon formé sous l'effet de substances réductrices** (horizon de réduction), colorations de réduction, presque constamment saturé d'eau.
- Go,r** **Horizon** ponctuellement réduit (transition).



Ill. 28: Horizon G

Clé des symboles attribués aux horizons

- A** Horizons mentionnés en lettres majuscules (symbole principal).
- BC** Horizon de transition présentant les caractéristiques de deux horizons. La succession des deux symboles principaux est dictée par la pédogenèse, c'est-à-dire par la formation du profil du haut vers le bas. Elle ne souligne pas l'importance des horizons.
- A/C** Horizons complexes, les caractéristiques et les propriétés d'un horizon sont également présentes dans d'autres horizons.
- B1** Zones dont les caractéristiques sont peu différentes.
- B2** "
- B3** "
- II** Changement géologique des couches, p. ex. IIC.
- ()** Horizon aux caractéristiques indistinctes.
- []** Horizon aux caractéristiques discontinues.
- Ah-B-C** Représentation d'une succession d'horizons

7.2 Formes d'humus (Couches supérieures du sol)

Les formes d'humus sont définies sur la base de la succession des horizons et de la formation des horizons organiques. Elles sont un indicateur intégral de la capacité des éléments nutritifs à se transformer dans les couches supérieures du sol et de l'activité biologique dans tel ou tel milieu.

Il existe plusieurs formes d'humus. Ce sont notamment l'humus brut, ou mor, le mull et le moder. L'humus brut est constitué d'épaisses couches d'horizons organiques et d'horizons de mélange peu profonds. Dans le mull, les débris végétaux se décomposent en l'espace d'une année et la matière organique dégradée se mélange à la matière minérale fine dans les couches profondes du sol. Le moder est une forme d'humus intermédiaire dont l'activité biologique est modérée. Ces trois formes typiques (humus brut, mull, moder) se développent généralement en aérobie, c'est-à-dire en présence d'air ou d'oxygène.

Il existe ensuite différents types d'humus qui varient en fonction du régime de l'air et de l'eau dans les couches supérieures du sol. Ce sont :

Les formes d'humus xériques (en milieux secs).

Elles se développent dans des milieux soumis à de longues périodes de sécheresse continue.

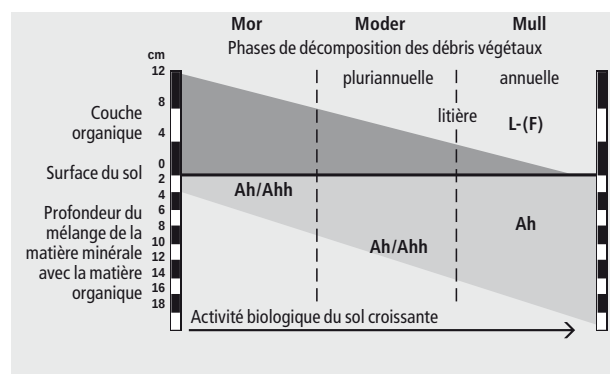
Les formes d'humus hydromorphes (en milieux humides). Elles se développent dans des milieux dont les couches supérieures du sol sont régulièrement saturées d'eau.

Les formes d'humus très hydromorphes (anmoor, tourbe). Elles se développent dans des milieux dont le sol est constamment saturé jusqu'à la surface durant de longues périodes, d'où un déficit ou un manque total d'air.

Les formes d'humus spéciales (mull calcique, moder calcique, tangel ou mor calcique). Il existe aussi des formes d'humus spéciales qui se caractérisent par le milieu dans lequel elles s'altèrent. La présence de calcaire conduit à la formation de mull calcique ou de moder calcique. Le tangel, autre forme spéciale d'humus, se développe en montagne sur les versants ombragés au climat frais et humide. Contrairement à l'humus brut, la zone de contact avec la roche est très peu acide.

Milieux de décomposition	Mor	Moder	Mull
Milieux secs (formes xériques)			
Milieux humides (formes hydromorphes)			
Manque d'aération (anaérobie) saturé d'eau	Anmoor		
	Tourbe		

Ill. 29: Tableau synoptique des formes d'humus



Ill. 30: Représentation schématisée de la structure d'un profil d'humus typique

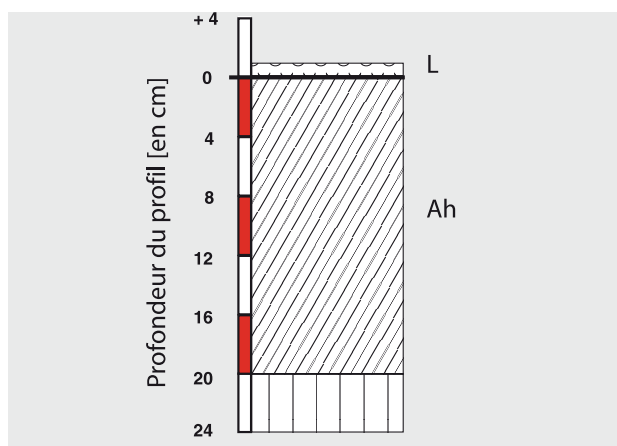
7.3 Description des formes d'humus

Formes d'humus typiques

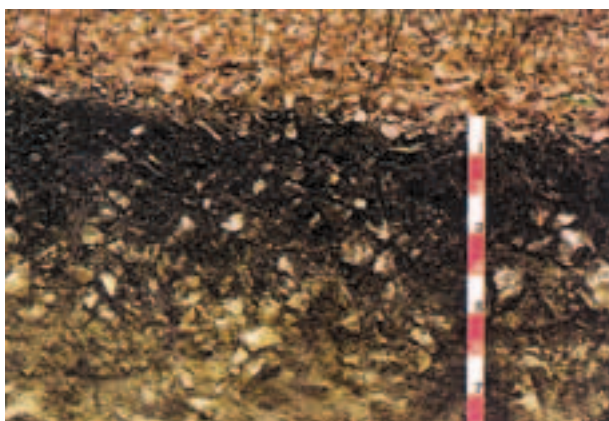
Mull

Succession possible des horizons: L - Ah L - (F) - Ah

Suivant la saison, l'horizon de litière L peut être absent de cette forme d'humus biologiquement active. Une grande part des débris végétaux se décompose en l'espace d'une année car l'activité biologique y est intense. L'horizon de fermentation F n'est que peu évolué, voire inexistant. L'horizon Ah présente une structure grumeleuse stable et une épaisseur dépassant 8 à 10 cm. L'incorporation profonde de la matière organique à la matière minérale fine est consécutive à l'action de la pédofaune, en particulier des vers de terre. L'intime mélange de la matière humique et de la matière minérale fine a pour effet de lier l'humus à l'argile. Le pH du sol est acide à neutre.



Ill. 31: Mull typique



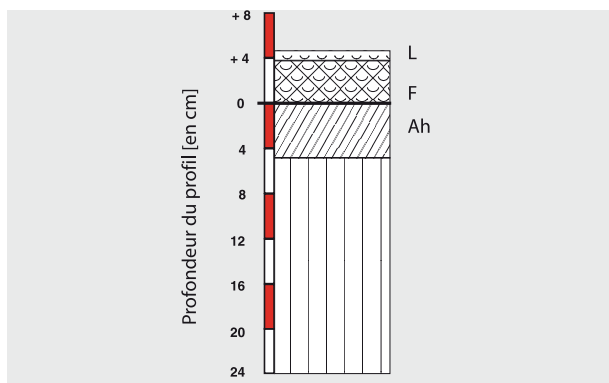
Ill. 32: Mull calcique

Moder

Succession possible des horizons:

L - F - Ah L - F - (H) - Ah / Ahh

L'activité des vers de terre diminue fortement. La litière se décompose plus lentement et un horizon de fermentation continu se forme à partir des apports de plusieurs années. Un horizon humifère H se développe parfois durant les premiers stades. Il arrive qu'un horizon Ahh noir apparaisse sous l'effet de l'incorporation ralentie de la matière organique. L'épaisseur des horizons Ah et Ahh est inférieure à 8 ou 10 cm.



Ill. 33: Moder typique

Humus brut ou mor

Succession possible des horizons:

L - F - H - Ah L - F - H - EA

Les horizons organiques sont nettement marqués. La couche organique peut être très épaisse et les zones de transition entre les horizons se distinguent nettement en général. L'horizon humifère favorise une pénétration profonde des racines. L'horizon de matière minérale sous-jacent, moins épais, présente des décolorations souvent ponctuelles, mais parfois aussi continues. Ces signes d'éluviation traduisent une migration très profonde de la matière humique et des éléments nutritifs. Ce processus de migration engendré par l'acidité peut aussi se manifester déjà dans le moder. Mais cela présuppose la présence de couches supérieures d'un sol fortement acide et très perméable ainsi que d'abondantes précipitations. L'humus brut est une forme d'humus typique des altitudes élevées et des climats plutôt froids.



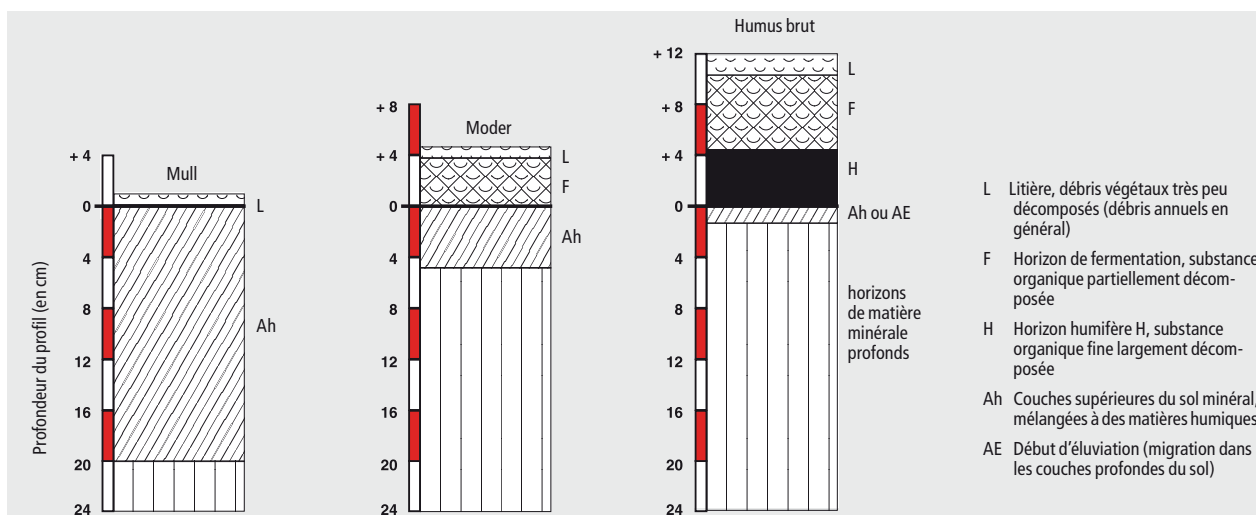
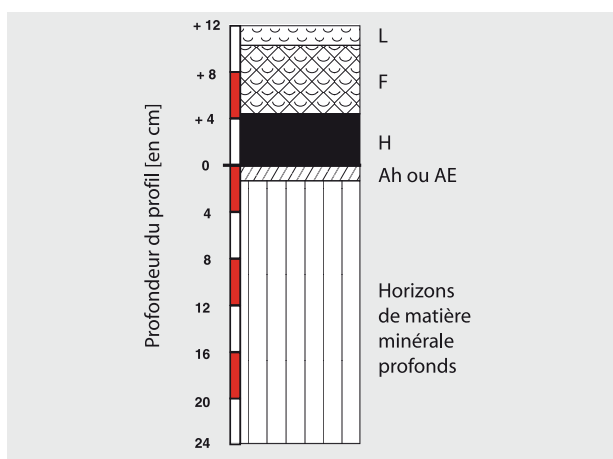
Ill. 35: Humus brut typique

Formes d'humus xériques et hydromorphes

Tout comme pour les formes d'humus typiques classifiées en fonction des horizons organiques présents, il est fait une distinction entre le xéromull, le xéromoder, l'hydromull, l'hydromoder et l'hydromor.

Formes d'humus xériques

La sécheresse ralentit la décomposition des débris végétaux. Une couche organique se forme alors avec un horizon de fermentation d'une épaisseur variable. L'humidité, par contre, favorise l'activité biologique. Dans ces conditions, la litière se décompose mieux et se mêle à la matière minérale sous l'action des organismes creusant le sol. C'est ainsi qu'apparaissent d'épais horizons de mélange (jusqu'à 30 cm ou plus).



Ill. 34: Comparaison schématique des trois principales formes d'humus typiques

Xéromull

Succession des horizons: L - (F) - Ah - A

Xéromoder

Succession des horizons: L - F - Ah - A



Ill. 36: Xéromoder

Formes d'humus hydromorphe

Les formes d'humus hydromorphes se caractérisent principalement par des signes de saturation d'eau dans la couche supérieure; ils se traduisent souvent par des taches de rouille.

Hydromull

Succession des horizons: L - AG ou AS

Hydromoder

Succession des horizons: L - F - AG ou AS

Hydromor

Succession des horizons: L - F - H - AG ou AS ou ES



Ill. 37: Hydromoder

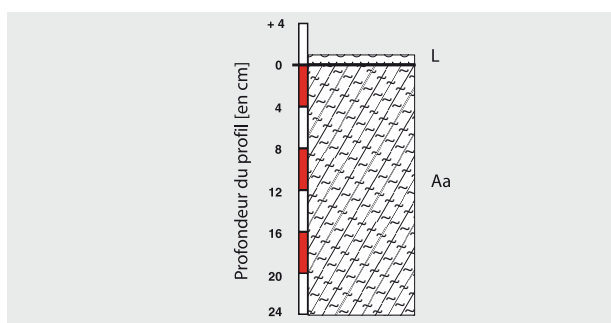
Formes d'humus fortement hydromorphes

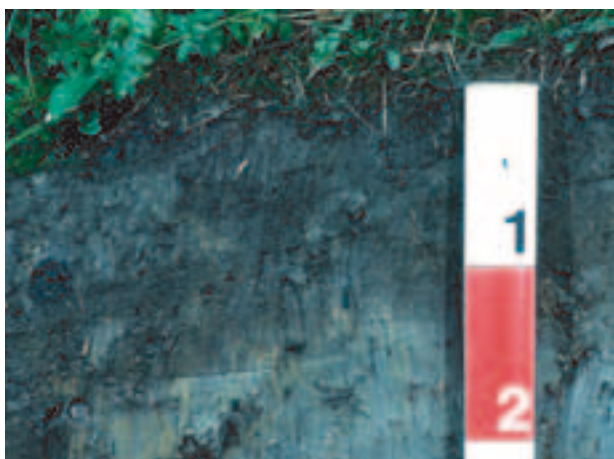
L'acidité du sol et la nature des débris végétaux peuvent aussi engendrer diverses formes d'humus saturés d'eau.

Anmoor

Succession des horizons: L - Aa

Cette forme d'humus est un mélange foncé de matière minérale et de matière organique finement répartie et non structurée. Sa couleur noire lui est donnée par les éléments organiques qui se forment dans la litière incomplètement décomposée sous l'action de microbes capables de se dispenser d'air. L'anmoor se développe lorsque les eaux de fond ou stagnantes restent longtemps à un niveau élevé.



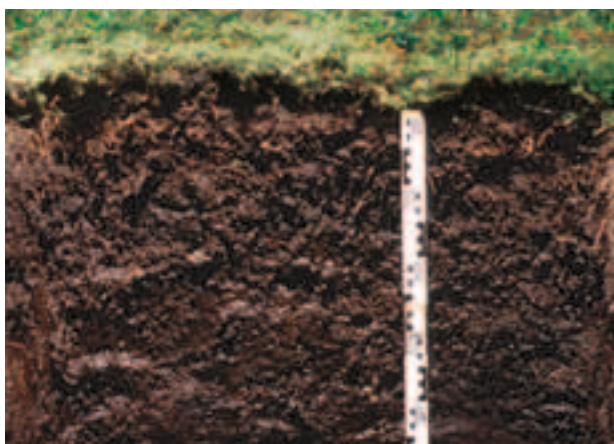
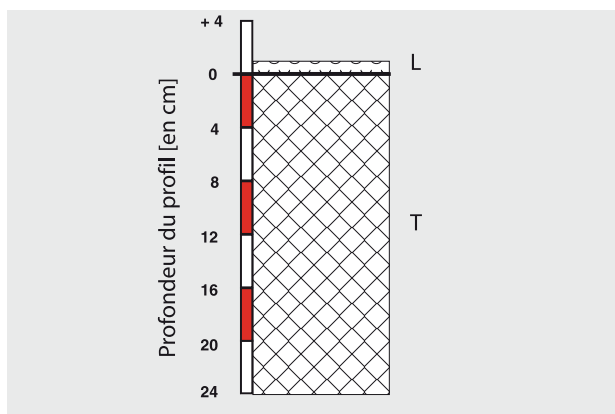


Ill. 38: Anmoor

Tourbe

Succession des horizons: T1 - T2

La tourbe est issue de débris végétaux incomplètement décomposés, des sphaignes surtout, qui ne s'altèrent que très lentement en milieu saturé d'eau. Sa texture est souvent spongieuse et fibreuse et son épaisseur est parfois imposante.



Ill. 39: Tourbe

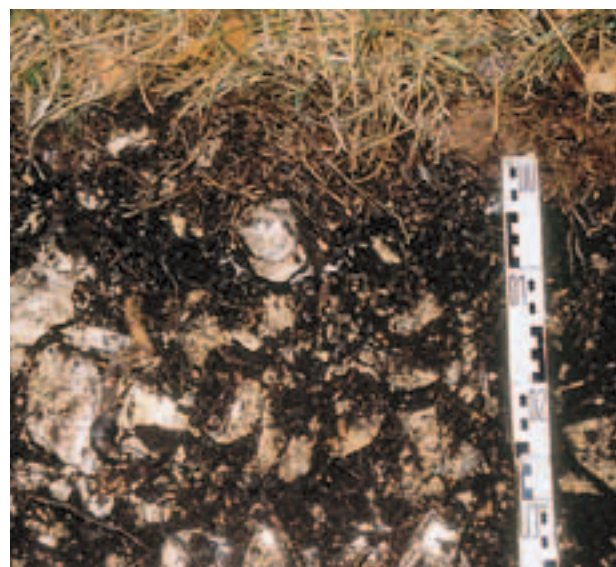
Formes d'humus spéciales

Le mull calcique et le moder calcique sont des formes d'humus existant sur les sols très pierreux issus d'une roche-mère carbonatée. Dans la matière minérale fine, le carbonate est présent jusqu'à la surface du sol. Le mull calcique présuppose une néoformation constante du sol proche de la surface. En d'autres termes, il nécessite des conditions favorisant l'apport de matériaux carbonatés.

Tangel

Succession possible des horizons: L - (F) - H - AC

Le tangel se rencontre principalement dans les Alpes calcaires. Dans la zone de contact avec la roche calcaire, le milieu contenant la matière minérale fine proche est peu acide, voire carbonaté. La structure du profil ressemble à celle de l'humus brut, mais l'épaisseur de l'horizon de mélange Ah peut aussi dépasser 10 cm.



Ill. 40: Tangel

7.4 Formation et développement des sols

Remarques sur la pédogenèse

La formation et le développement des sols sont un processus constant dicté par divers facteurs pédogénétiques. La roche-mère, le climat, le relief et les organismes qui exercent leur influence au cours des temps en font partie. L'altération (physique, chimique, biologique), la formation de l'humus et sa texture, la néoformation de matière minérale ainsi que la migration des minéraux argileux, des éléments nutritifs et des matières humiques constituent l'essentiel de la pédogenèse. Ces processus déterminent la morphologie et les propriétés des sols.

Dans les Alpes, la pédogenèse a débuté en maints endroits lorsque les glaciers se sont retirés. Elle fut suivie par d'importants processus géomorphologiques, postglaciaires, comme l'érosion.

Les processus pédogénétiques conduisent à la formation de couches longitudinales, évoluant souvent parallèlement à la surface. Ces couches, appelées les horizons du sol, sont subdivisées en fonction de leurs caractéristiques. Elles se distinguent par leur apparence, mais aussi par leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques. Plus l'action de ces processus est intense, plus les sols se développent. Leur évolution va des sols bruts et des sols bruts rocheux aux sols comprenant des horizons éluviaux et illuviaux en passant par les sols altérés. Les sols hydromorphes sont influencés par les eaux stagnantes, de fond ou de pente.

Sols terrestres (non influencés par les eaux de fond ou de pente)

Sols bruts (sols peu évolués):

Sols bruts rocheux, sols bruts rocheux mélangés à de l'humus et sols bruts (Ranker, régosol, pararendzine, rendzine).

Sols bruts rocheux: l'horizon humifère est directement lié à la roche ou aux substrats pierreux.

Sols bruts rocheux mélangés à de l'humus: un début d'accumulation d'humus s'est produit sur la roche dure ou meuble au stade initial de la pédogenèse.

Sols bruts (sols A-C): l'horizon A est entièrement développé (en général Ah) sur une roche dure ou meuble (sols généralement pierreux; leur nom dépend du type de roche-mère).

Sols évolués (sols altérés):

Sols bruns, sols bruns lessivés, podzol.

Dans les sols bruns, l'horizon B est brun par l'altération et souvent caractérisé par la néoformation d'argile. Les sols bruns lessivés se distinguent par la migration d'argile. Dans les podzols, les horizons éluviaux et illuviaux ont un profil qui se différencie nettement.

Sols à eau stagnante.

Pseudogley et stagnogley.

Marqués par les caractéristiques de saturation d'eau (marmorisation et taches de rouille) dues à la stagnation des eaux de précipitation.

Horizons d'eau stagnante commençant au-dessus de 40 cm.

Sols semi-terrestres

(influencés par les eaux de fond ou de pente)

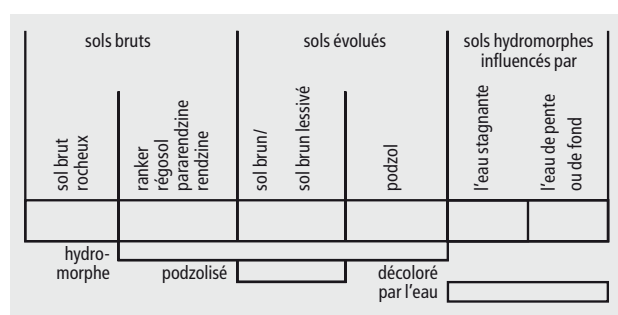
Sols alluviaux et gleys.

Dans la zone d'oscillation du niveau des eaux. Horizon constamment saturé d'eau.

Sols organiques (Horizon T > 30 cm)

Bas-marais et hauts-marais.

Dynamique souvent modifiée par le drainage.



- ☐ Sols organiques
- ☐ Sols alluviaux
- ☐ Sols bruns neutres
- ☐ Sols ocres podzoliques
- ☐ Sols humiques
- ☐ Cryptopodzols

Ill. 41: Vue d'ensemble simplifiée du développement du sol

7.5 Description des sols

La classification et la dénomination des sols sont fondées sur les caractéristiques relevées dans le profil et regroupées dans des horizons prédéfinis.

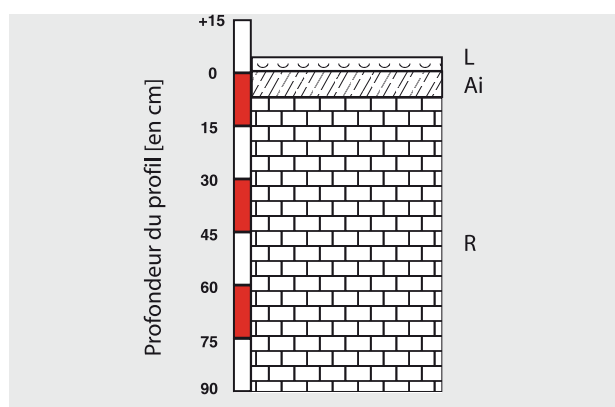
Sols terrestres (non influencés par l'eau)

Sol brut rocheux (lithosol)

Succession possible des horizons:

horizons organiques - Ai à (A) – R ou C

Sol avec horizons organiques humiques sur roche dure ou substrat pierreux, en général extrêmement superficiel (< 15 cm), très pierreux, pauvre en terre fine. La roche contient parfois de nombreuses fentes et fissures bouchées et/ou des interstices obstrués entre les pierres (roches silicatées ou carbonatées).



Ill. 42: Sol brut rocheux

Sol brut rocheux, mélangé à de l'humus (syrozem)

Succession possible des horizons:

horizons organiques - (A) à A – R ou C

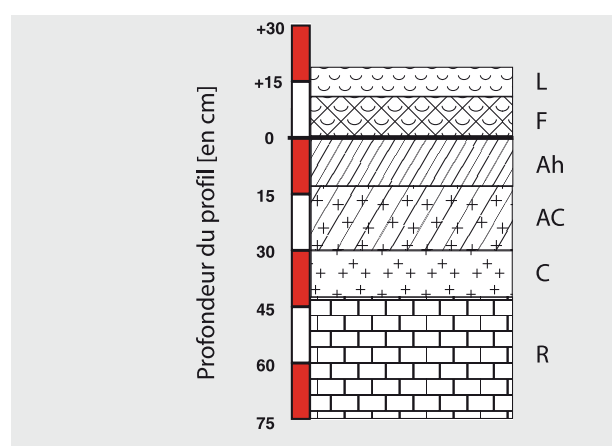
Sol constitué de roche dure ou meuble, généralement superficiel (< 30 cm), pierreux, pauvre en terre fine, avec horizon A continu (roches silicatées ou carbonatées).

Ranker

Succession possible des horizons:

horizons organiques - Ah - AC – R ou C

Sol décarbonaté ou constitué de roche dure pauvre en gravier ou en silicate. Superficiel à moyennement profond, souvent pierreux. Un ranker peut être brunifié et/ou podzolisé.



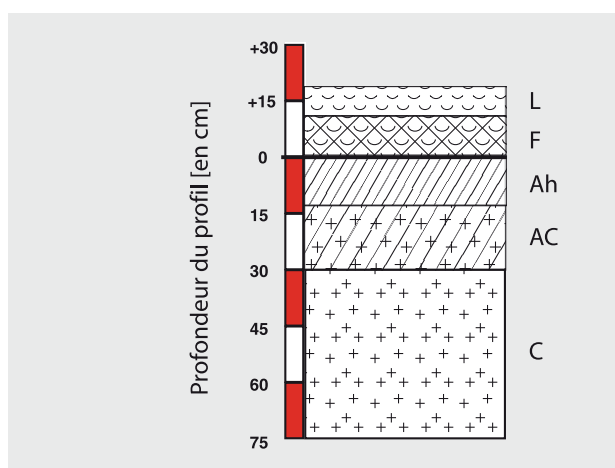
Ill. 43: Ranker

2A

Régosol

Succession possible des horizons:
horizons organiques - Ah - AC – R

Sol décarbonaté ou constitué de roche dure pauvre en gravier ou en silicate. Superficiel à moyennement profond, souvent pierreuse. Un régosol peut être brunifié et/ou podzolisé. Il existe aussi des formes hydromorphes (pseudogleyifiées ou gleyifiées).



Ill. 44: Régosol

Pararendzine

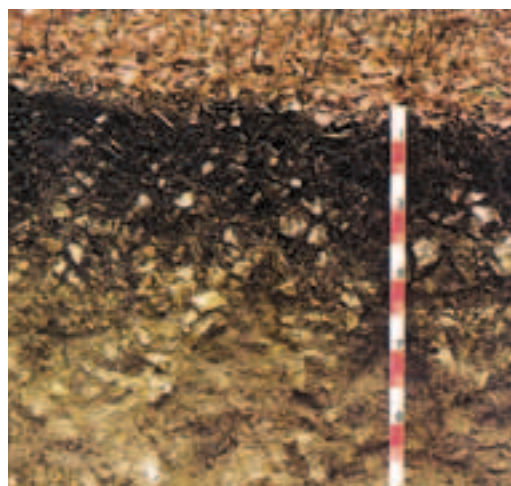
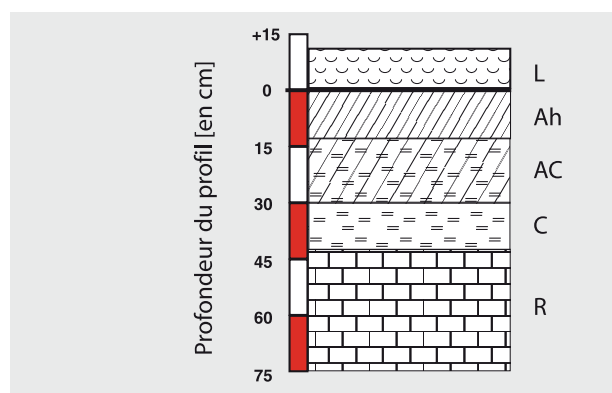
Succession possible des horizons:
horizons organiques - Ah - AC – C ou R

Sol constitué d'une roche mixte dure ou meuble, carbonatée (p. ex. loess, marne, sédiments graveleux, grès calcaire). Superficiel à moyennement profond, souvent pierreuse. Une pararendzine peut être brunifiée. Elle existe aussi sous des formes hydromorphes (pseudogleyifiées ou gleyifiées).

Rendzine

Succession possible des horizons:
horizons organiques - Ah - AC – C ou R

Sol constitué de roche carbonatée dure ou meuble. Superficiel à moyennement profond, mais devient parfois finement granuleux en s'altérant; souvent pierreuse. S'accompagne généralement d'une forme active d'humus, mais présente parfois un horizon Ah partiellement décarbonaté si ce processus n'est pas inhibé par l'apport de terre fine carbonatée. Une rendzine peut être brunifiée. Elle existe aussi sous des formes hydromorphes (pseudogleyifiées ou gleyifiées).



Ill. 45: Rendzine

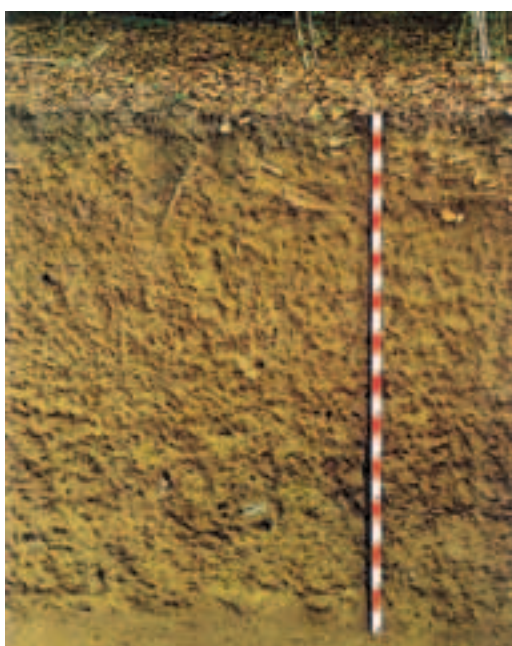
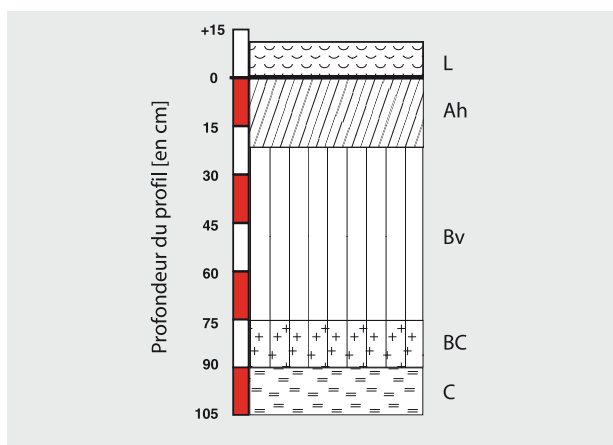
Sol brun

Succession possible des horizons:
horizons organiques - Ah - Bv - BC - C

Il doit sa particularité à l'horizon minéral d'altération B, de couleur brune.

Conditions optimales d'emménagement d'eau et d'éléments nutritifs, aération normale, perméabilité à l'eau normale, moyennement à très profond, légèrement à fortement acide, limite des carbonates souvent à diverses profondeurs. Un sol brun peut être podzolisé. Il existe aussi sous des formes hydromorphes (pseudogleyifiées ou gleyifiées).

Sol brun neutre / sol brun calcaire: horizon B neutre en pH ou carbonaté; sinon, caractéristiques semblables à celles du sol brun.



Ill. 46: Sol brun

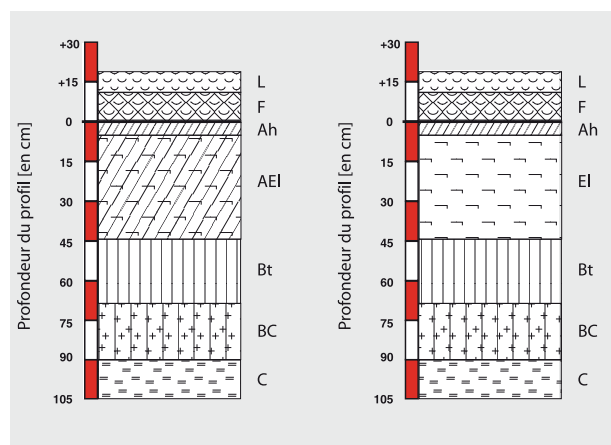
Brunification

Légère marque d'altération de la matière minérale dans des horizons diversement évolués.

Sol brun lessivé

Succession possible des horizons:
horizons organiques - Ah - El - Bt - BC - C

Se caractérise par une migration d'argile, ce qui conduit à l'appauvrissement en cette matière dans les couches supérieures du sol et à une accumulation dans la partie inférieure du profil. Ainsi, cette dernière zone emmagasine une plus grande quantité d'eau et d'éléments nutritifs. Mais cela entraîne aussi un risque de stagnation dans la zone racinaire si les conditions climatiques le favorisent. Un sol brun lessivé peut aussi être hydromorphe (pseudogleyifié ou gleyifié).



Ill. 47: Sol brun lessivé

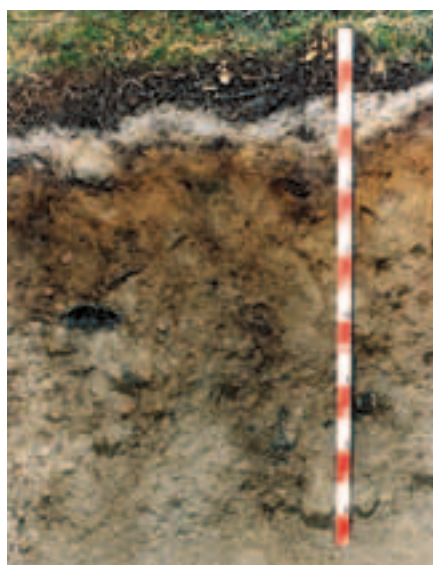
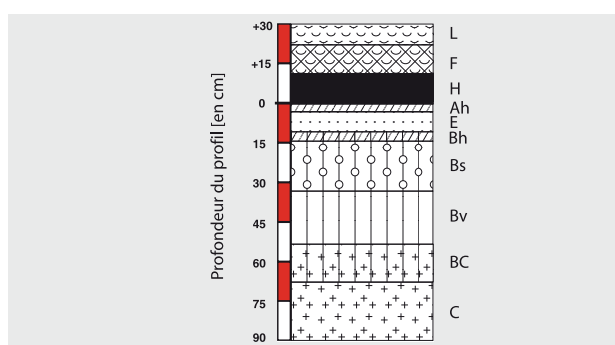
2A

Podzol

Succession possible des horizons: horizons organiques
Ah resp. AhE - E - Bh - Bs – Bv ou BC - C

Les podzols se caractérisent par des processus de migration. Un horizon éluvial E décoloré, de couleur gris clair à blanc, apparaît au-dessous des horizons organiques. La forme d'humus correspond généralement à celle d'un humus brut. Les couches supérieures du sol étant appauvries, elles contiennent peu d'éléments nutritifs.

Au-dessous se succèdent des horizons illuviaux, un horizon illuvial Bh humique de couleur foncée, ainsi qu'un horizon illuvial Bs brun rougeâtre. Les éléments lessivés s'accumulent à nouveau dans cette zone où ils seront disponibles pour les plantes, pour autant que leurs racines aient pénétré jusqu'ici. La zone de transition vers la roche-mère se trouve au-dessous. Un podzol peut être hydromorphe (pseudogleyifié ou gleyifié).



Ill. 48: Podzol

Podzolisation Légère marque de lessivage ou d'accumulation dans des horizons diversement évolués.

Les différents types de podzols se distinguent en fonction de l'horizonation du profil: Podzol humo-ferrugineux, comme le podzol décrit ci-dessus.

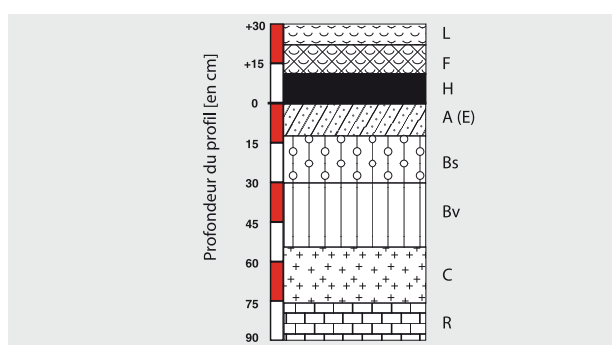
Podzol ferrugineux

Succession possible des horizons: horizons organiques -
Ah resp. A(E) - E - Bs – Bv ou BC - C

Sol ocre podzologique

Succession possible des horizons: horizons organiques -
A(E)/Ah - Bs - Bv - C ou R

Les sols ocres podzologiques se caractérisent par la couleur brun rougeâtre de l'horizon illuvial. L'horizon éluvial est rarement présent. Les couches supérieures du sol sont souvent modifiées par l'érosion ou l'utilisation qui en a été faite jadis.



Ill. 49: Sol ocre podzologique

Podzol humique

Succession possible des horizons:

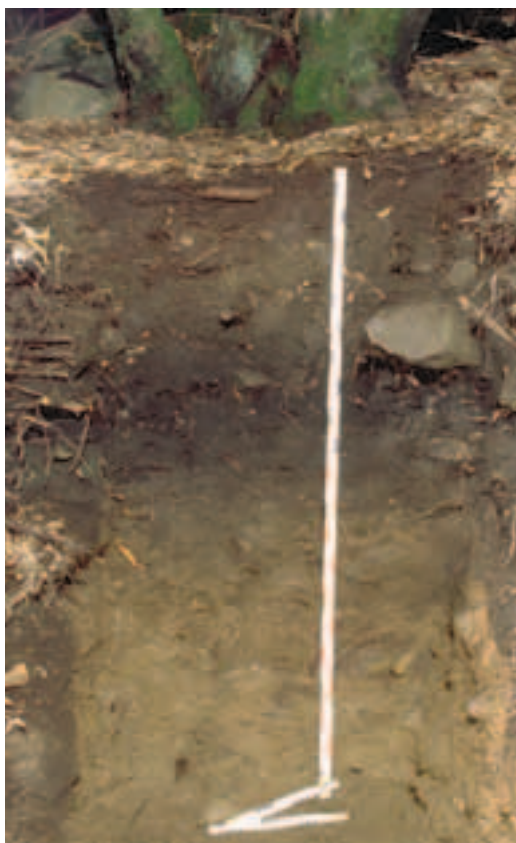
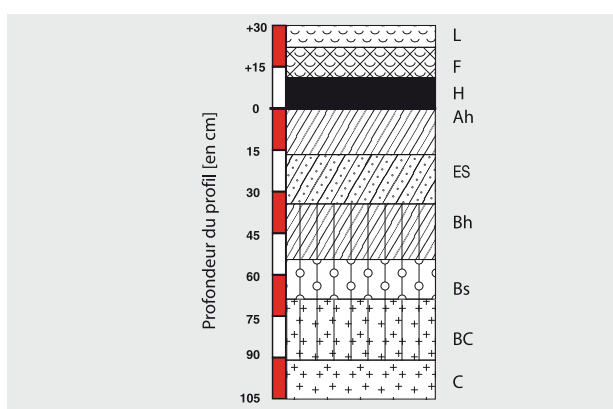
horizons organiques - Ah - AhE - Bh - Bv(s) - BC - C

Cryptopodzol

Succession possible des horizons:

horizons organiques - Ah - AhE - Bh,s - BC - C

Le cryptopodzol se caractérise par sa couleur foncée qui s'étend souvent jusqu'à plus de 35 cm de profondeur. Sa formation est liée à certains facteurs pédogénétiques, comme le climat insubrique.



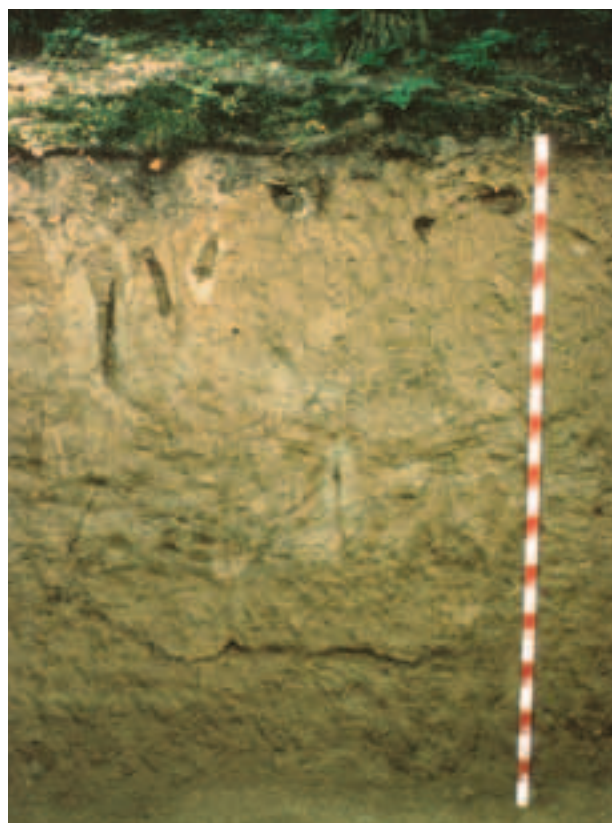
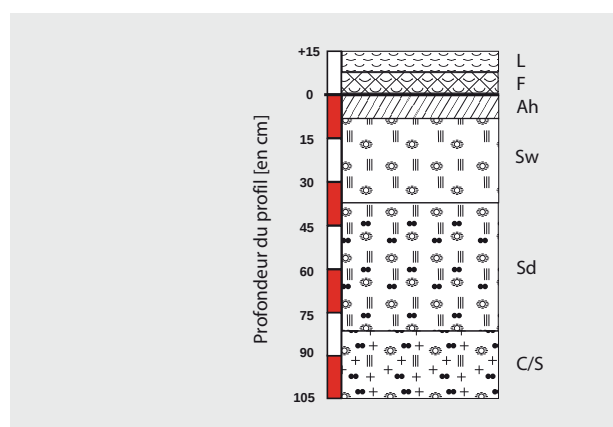
Ill. 50: Cryptopodzol

Pseudogley

Succession possible des horizons:

horizons organiques....Ah - Sw - Sd - C/S

Les pseudogleys se distinguent par la présence d'horizons tassés, peu perméables. Ils passent ainsi par des alternances de saturation d'eau et de dessiccation dans des milieux normalement aérés. La durée de ces phases dépend surtout des précipitations.



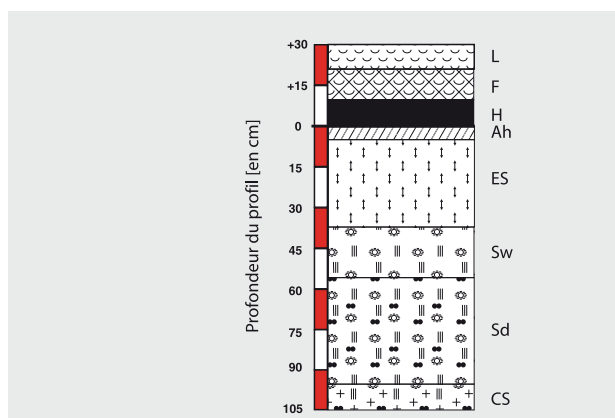
Ill. 51: Pseudogley

Stagnogley

Succession possible des horizons:

horizons organiques Ah - ES - Sw - Sd - C/S

Semblable au pseudogley, mais il présente des décolorations provoquées par l'eau à proximité de la surface.



Ill. 52: Stagnogley

Horizon décoloré par l'eau

Horizon pâle, décoloré, sous-jacent aux horizons organiques. Présent dans les couches supérieures des sols longtemps saturés d'eau jusqu'à la surface. Une éluviation se produit avec l'abaissement de la nappe.

Sols semi-terrestres

(influencés par les eaux de fond)

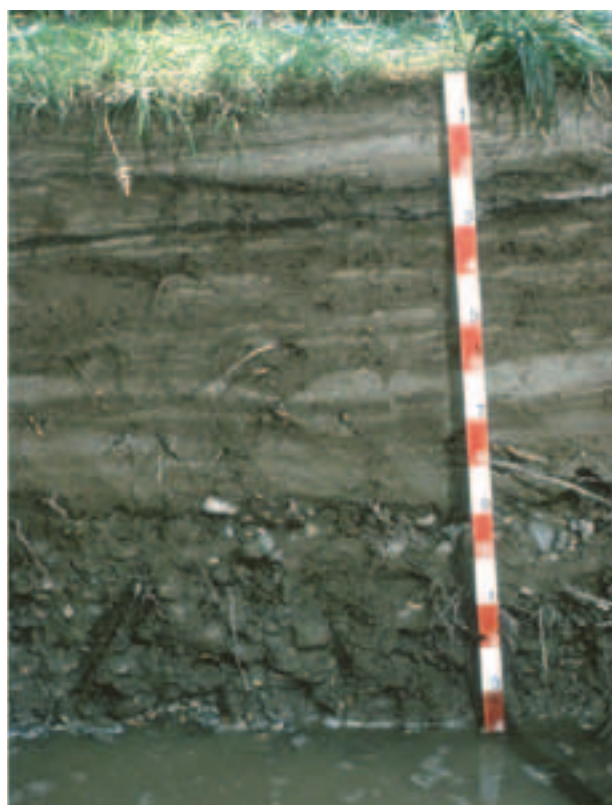
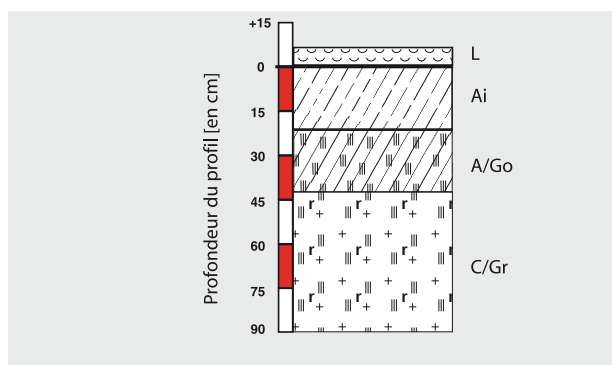
Sols alluviaux

Succession possible des horizons:

en partie formes d'érosion Ai/Ah - A/Go - C/Gr

Sols jeunes, régulièrement inondés

Les anciens sédiments des rivières donnent aux horizons une structure granulaire variable (graveleuse, sableuse à argileuse). Cette caractéristique se retrouve parfois dans les anciens horizons humiques enfouis dans les couches supérieures du sol. Un sol alluvial peut être brunifié.

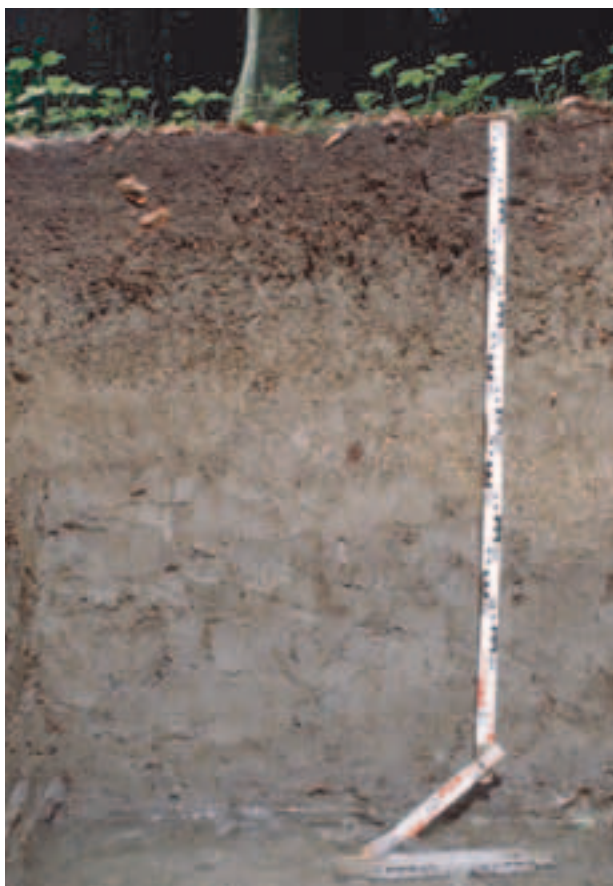
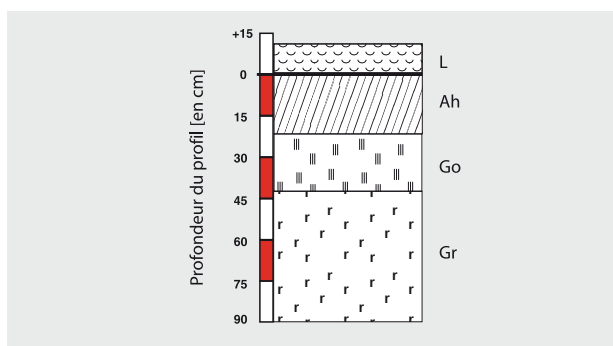


Ill. 53: Sol alluvial

Gley

Succession possible des horizons:
horizons organiques....Ah - Go - Gr - C/G

Les sols influencés par les eaux de fond et de pente se caractérisent par la présence d'un horizon de réduction (Gr) gris-bleu à verdâtre constamment saturé d'eau. Le manque d'air empêche la croissance des racines. Un horizon d'oxydation (Go) sus-jacent se forme dans la zone d'oscillation de la nappe phréatique. Cet horizon à humidité variable présente des taches de rouille.



Ill. 54: Gley

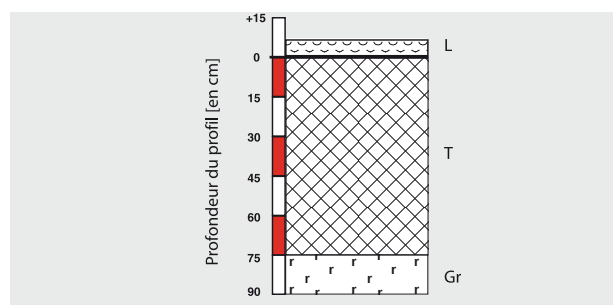
Horizons hydromorphes

horizons légèrement marqués par des traces d'engorgement dans des sols diversement évolués.

Sol organique

Succession possible des horizons: horizons organiques ou succession d'horizons tourbeux T sur G

Sol présentant des horizons organiques d'une épaisseur dépassant 30 cm. Sous l'effet d'une constante saturation d'eau et d'un manque d'air, les débris végétaux se décomposent très difficilement. D'épais horizons tourbeux, purement organiques, se forment sur la couche de fond minérale.



Ill. 55: Sol organique

Les formes d'humus, le développement du sol et ses caractéristiques sont brièvement décrits pour chaque type de station présenté au chapitre 10.

7.6 Appréciation des caractéristiques du sol

L'appréciation de certaines caractéristiques du sol permet aussi d'évaluer les conditions offertes à la croissance de plantes dans la zone racinaire ainsi que les limites auxquelles elles sont soumises. Cette appréciation repose sur les critères suivants:

Profondeur

La profondeur est définie par l'épaisseur de la matière dans laquelle les racines des plantes peuvent pénétrer. En d'autres termes, la profondeur reflète l'épaisseur potentielle de la zone racinaire. Les horizons tassés, les substrats rocheux ou le manque d'air peuvent limiter la croissance des racines. L'aptitude des arbres à s'ancrer dans le sol et à prélever l'eau et les éléments nutritifs dont ils ont besoin dépend de l'extension de leurs racines.

La classification usuelle de la profondeur du sol est la suivante:

Sol	Profondeur
très superficiel	< 15 cm
superficiel	< 30 cm
moyennement profond	< 70 cm
profond	< 100 cm
très profond	> 101 cm

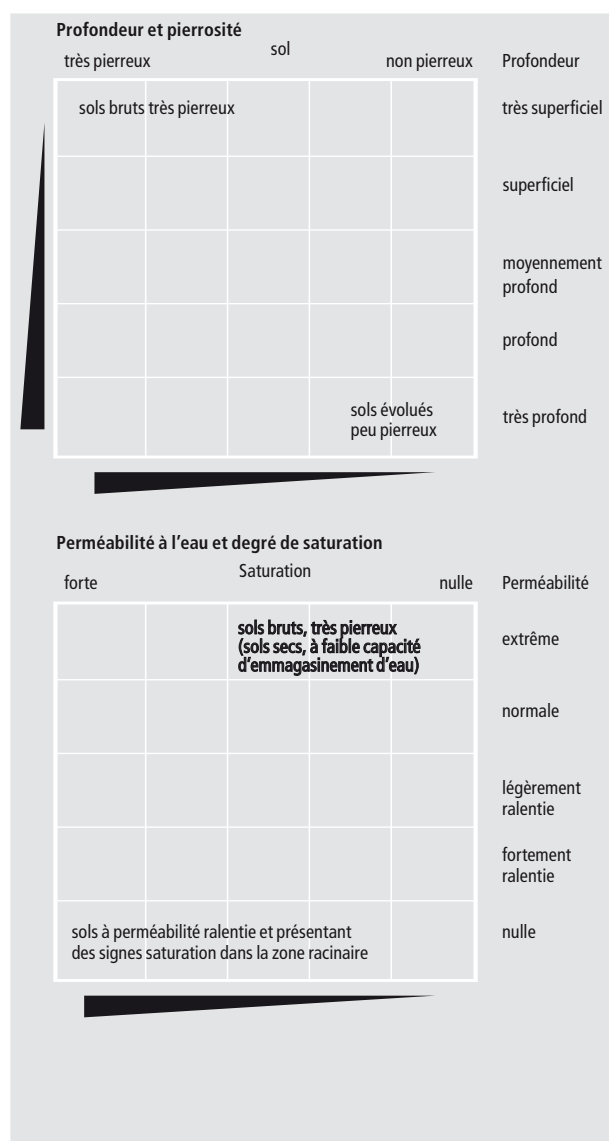
Il est difficile d'estimer la profondeur lorsque les failles des roches sont remplies de terre fine.

Pierrosité

Teneur en éléments minéraux d'un diamètre dépassant 2 mm (pierres, blocs).

Sol	Volume en pour-cent
extrêmement pierreuse	> 51 %v
très pierreuse	26 - 50 %v
moyennement pierreuse	11 - 25 %v
peu pierreuse	2 - 10 %v

La profondeur et la pierrosité jouent un rôle majeur dans l'extension des racines car si l'arbre arrive à bien s'ancrer dans le sol, il en sera d'autant plus stable. En outre, ces deux premiers critères déterminent l'espace offert aux plantes pour emmagasiner et absorber l'eau et les éléments nutritifs dont elles ont besoin. Plus un sol est pierreuse, moins il contient de terre fine. Et l'espace accessible aux racines en est d'autant réduit.



Ill. 56: Représentation des caractéristiques du sol

Perméabilité à l'eau

Les données sur la perméabilité se rapportent à la saturation et à la conductivité hydraulique maximale. Les valeurs caractérisent un état dans lequel tous les pores sont remplis d'eau et en favorisent ainsi l'acheminement.

Perméabilité:	en cm par jour
extrême (sol très perméable)	> 300 cm
très élevée (sol perméable)	101 - 300 cm
élevée (sol normalement perméable)	41 - 100 cm
moyenne (sol modérément perméable)	11 - 40 cm
faible (sol très peu perméable)	1 - 10 cm
très faible (sol imperméable)	< 1 cm

L'appréciation de la perméabilité dans la zone racinaire est fondée sur les caractéristiques et indices suivants:

Perméabilité	Sol
extrême	graveleux, sableux (à gros grains) plus ou moins pierreaux (développement d'un sol brut);
normale	à granulométrie moyenne; typique pour les sols évolués;
légèrement ralentie	taches de manganèse, taches de rouille isolées et quelques colorations rouge pâle;
très ralentie	taches de rouille, coloration rouge pâle à l'intérieur de l'horizon concerné; horizon tassé; typique pour les sols à eau stagnante;
nulle	souvent avec un horizon de réduction constamment saturé (couleurs gris-bleu à verdâtre), dense, à grains fins; typique pour les sols hydromorphes.

Degré de saturation d'eau (Hydromorphie*)

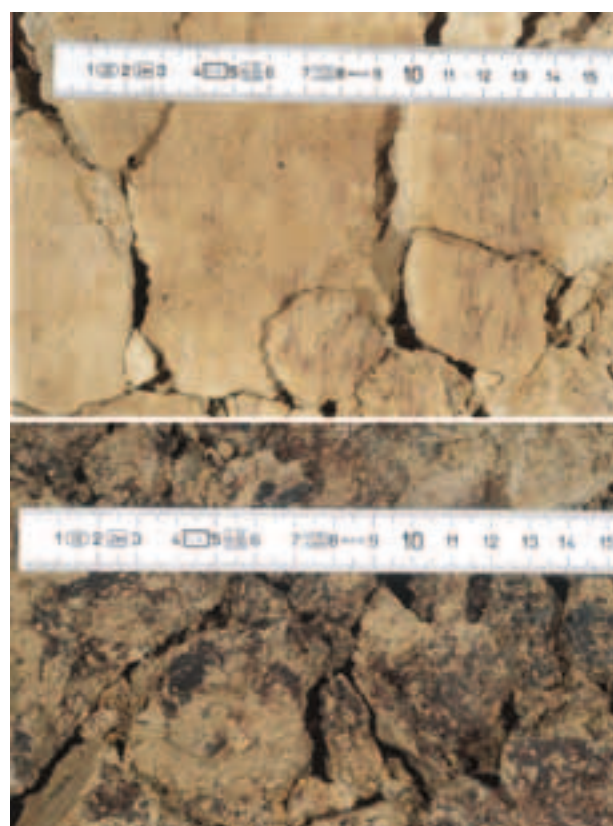
La profondeur à laquelle se trouvent les signes de saturation d'eau et leur empreinte reflètent les conditions d'aération dans la zone racinaire. La saturation peut être due à un manque de perméabilité (eau stagnante) ou à l'influence des eaux de fond ou de pente.

Saturation	
forte	signes de saturation dans toute la zone racinaire (manque d'air);
nulle	signes de saturation inexistantes ou seulement isolés et faiblement marqués.

Signes de saturation

Concrétions de manganèse

Les petites taches violettes à noires indiquent un faible degré de saturation. Le manque d'air n'est que de courte durée et souvent ponctuel.

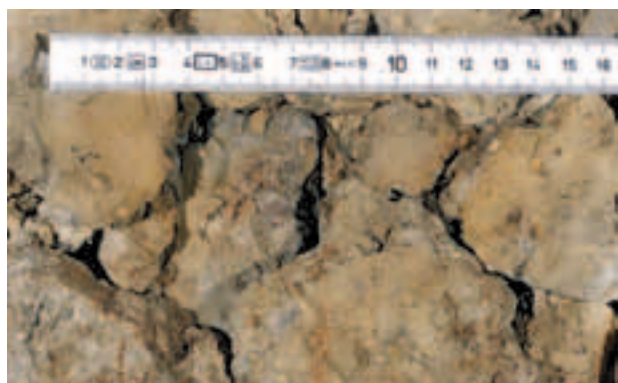


Ill. 57: Concrétions de manganèse

Taches de rouille

Les taches de rouille diffuses se forment généralement dans des horizons à grains plutôt fins, car l'eau et l'air y circulent mal et les ions de fer et de manganèse entrent peu en contact avec l'oxygène et très localement. C'est ainsi qu'apparaissent des taches de rouille de diverses grandeurs (mm à cm). La répartition et la fréquence de ces taches fournissent des indications sur les zones du sol acheminant l'air. La présence de taches de rouille à l'intérieur de l'horizon concerné révèle une alternance fréquente entre les phases de saturation (les pores n'acheminent plus l'air) et celles d'aération normale (p. ex. dans la zone d'oscillation de la nappe phréatique).

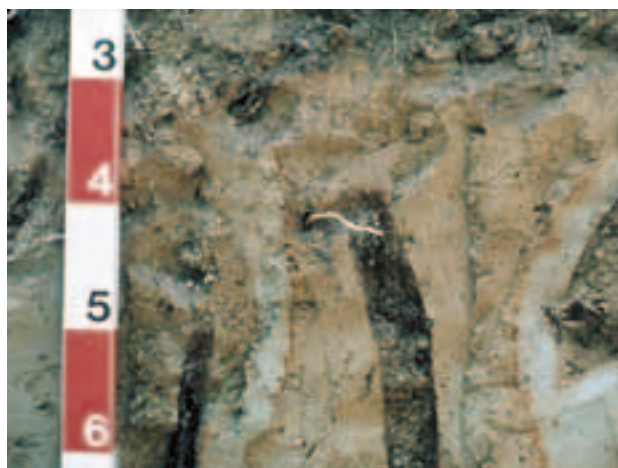
*cf. Chap. 7.7 «Appréciation de l'hydromorphie du sol»



Ill. 58: Taches de rouille

Colorations rouge pâle (marmorisation)

Les colorations rouge pâle se produisent lorsque les éléments se déplacent en tous sens durant les phases de saturation. L'eau stagnante en est souvent la cause. Ces colorations de petites dimensions sont composées d'une alternance de lignes pâles (zones d'appauvrissement), de bandes rouges, dues à l'accumulation de fer, et de taches de rouille et de manganèse (zones d'accumulation). Elles se concentrent souvent le long des racines, des fentes et des fissures.

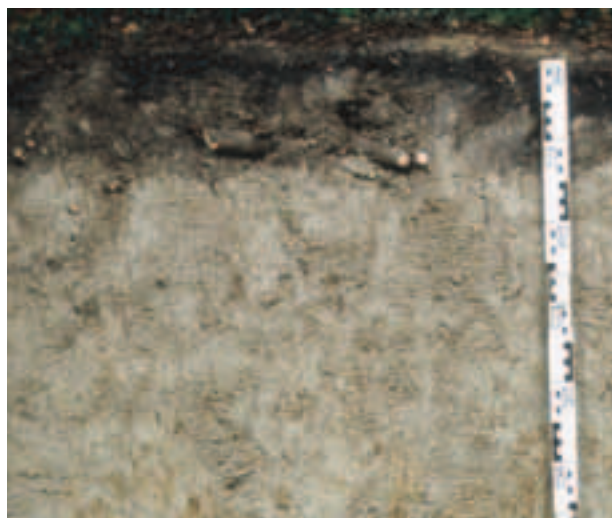


Ill. 59: Colorations rouge pâle

La marmorisation est un phénomène typique dans les horizons influencés par l'eau stagnante.

Décolorations hydromorphes (couleurs pâles)

Une décoloration de la matière minérale se produit lorsqu'une zone du sol est appauvrie en éléments. Si le sol est saturé jusqu'à sa surface, il arrive que les éléments migrent dans les horizons inférieurs lorsque le niveau de l'eau stagnante baisse.



Ill. 60: Décolorations hydromorphes

Couleurs de réduction

Elles sont présentes dans la zone du sol dont les pores sont constamment saturés d'eau. Ces couleurs gris-bleu à verdâtre sont dues à un manque d'oxygène. Dans ce milieu, les racines ne peuvent pratiquement pas pénétrer.

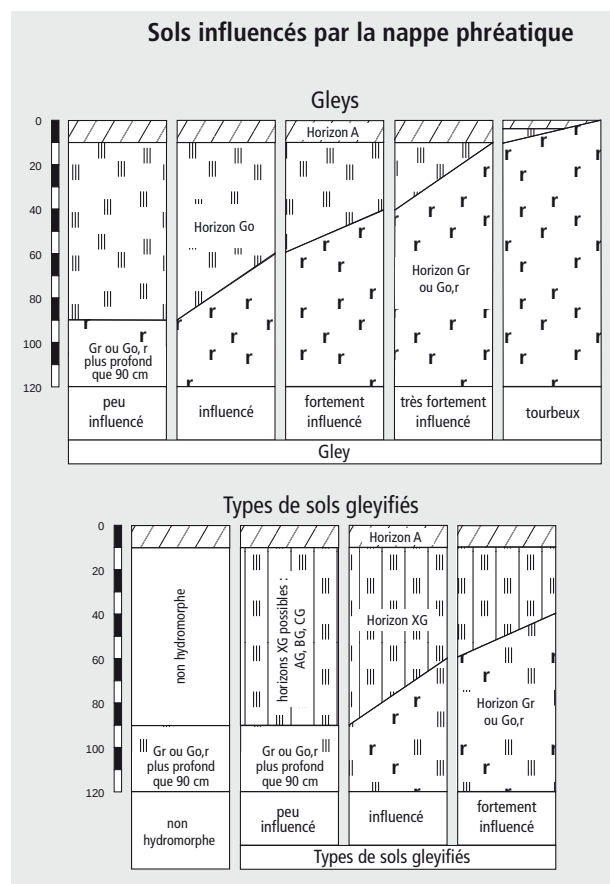


Ill. 61: Couleurs de réduction

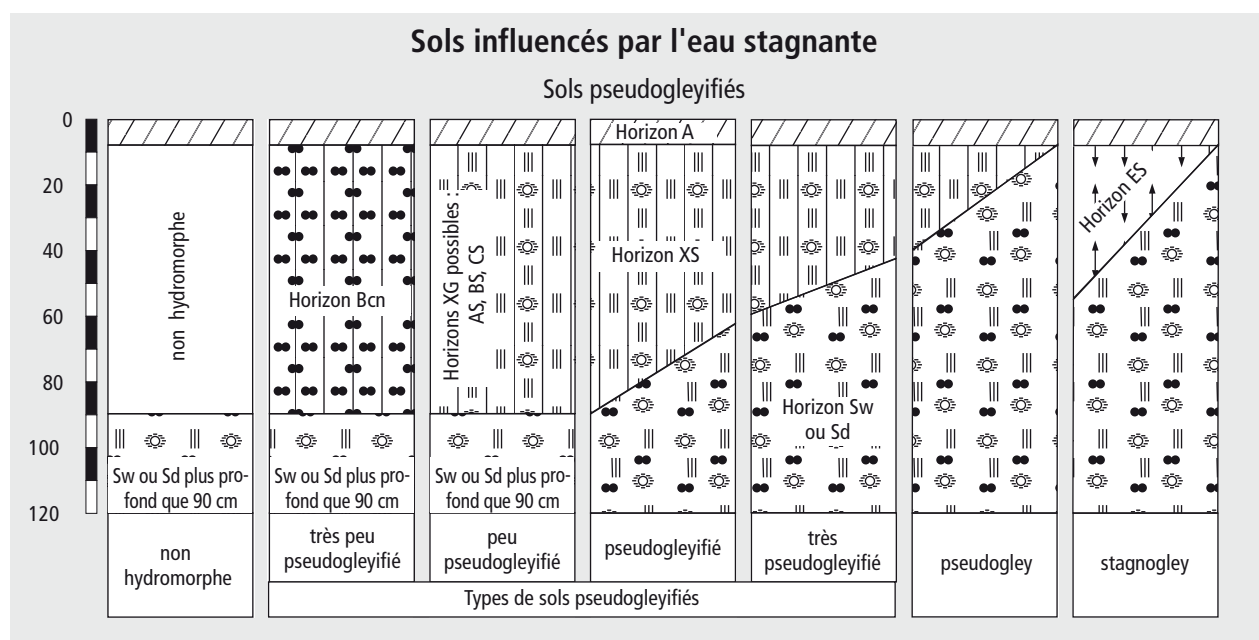
7.7 Appréciation de l'hydromorphie du sol

Le tableau synoptique présenté ci-dessous facilite une appréciation homogène et claire. Une distinction est faite entre les sols influencés par la nappe phréatique (gleys) et les sols soumis à l'action de l'eau stagnante (pseudogleys).

Une distinction est faite entre les gleys sur la base de la profondeur de la limite supérieure de l'horizon Gr ou de Go,r; cette distinction va des gleys peu influencés par la nappe phréatique jusqu'aux gleys tourbeux. L'appréciation des sols influencés par l'eau stagnante est nuancée en fonction de la profondeur de la limite supérieure de l'horizon Sw ou Sd.



Ill. 62 / 63: Appréciation de l'hydromorphie des sols



Source: Waldböden der Schweiz, Band 1, Grundlagen, 2004; photos: UR Sciences des sols, WSL; Texte: Peter Lüscher, UR Sciences des sols, WSL