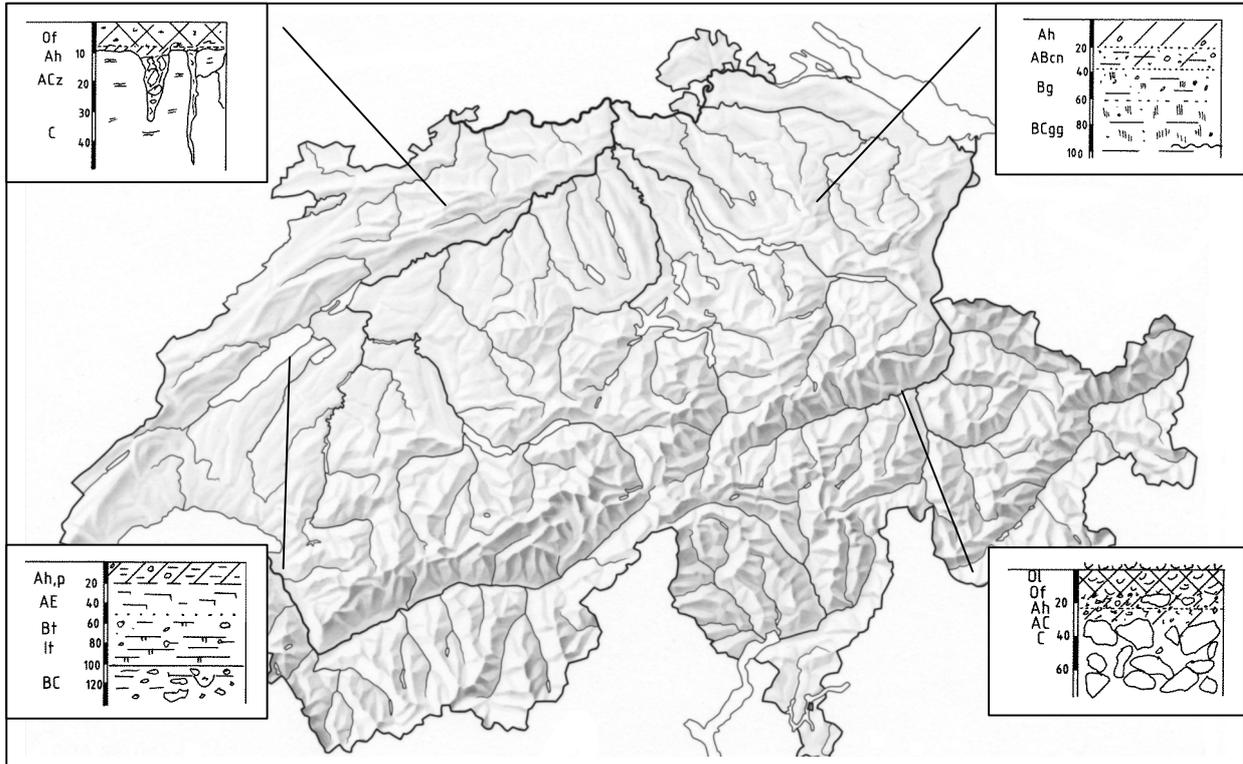


CLASSIFICATION DES SOLS DE SUISSE

Examen du profil, système de classification, définition des termes, exemples d'utilisation



Editeur:

Société Suisse de Pédologie
Bureau de gestion
c/o Umwelt und Energie Kanton Luzern
Libellenrain 15
Postfach 3439
6002 Luzern

CLASSIFICATION DES SOLS DE SUISSE

Examens de profils, système de classification, définition des termes, exemples d'utilisation

Première édition (1992) rédigée au sein du groupe "classification et nomenclature" de la Société Suisse de Pédologie (SSP) par K. Peyer et E. Frei, avec la contribution active de L.F. Bonnard, P. Fitze, M. Gratier, S. Juchler, P. Lüscher, M. Müller, J. Presler (Président du groupe de travail), M. Schneebeil und H. Sticher.

Seconde édition (2002) rédigée par H. Brunner, J. Nievergelt, K. Peyer, P. Weisskopf et U. Zihlmann, avec la contribution du groupe „classification et nomenclature“ de la Société Suisse de Pédologie (SSP).

Troisième édition (2008): rédigée par le groupe „classification et nomenclature“ de la Société Suisse de Pédologie (SSP), avec les contributions de H. Brunner, H. Conradin, U. Gasser, A. Kayser, P. Lüscher, R. Meuli, M. Müller, J. Nievergelt, A. Parzeller, K. Peyer, P. Weisskopf et M. Zürrer. Version en langue française réalisée par J.-A. Neyroud avec la contribution de M. Gratier. M. Rossi et G. Jelmini ont réalisé la traduction italienne.

Editeur:
Société Suisse de Pédologie
Bureau de gestion
c/o Umwelt und Energie Kanton Luzern
Libellenrain 15
Postfach 3439
6002 Luzern

© BGS 2010

Préface à la première édition

Le système de classification des sols présenté dans cette brochure est basé sur un concept initial formulé par Hans Pallmann et collaborateurs à l'EPF-Z dans les années '40 et publié en 1948. Dès 1945, la Station fédérale de recherche agronomique de Zürich-Reckenholz (FAP, précédemment appelée Station d'essais de Zürich-Oerlikon) a utilisé cette classification. Les travaux de vulgarisation pédologique de la FAP rendirent ensuite nécessaire un perfectionnement du système. A la création du service de cartographie des sols (1958), un système de classification des sols à but pratique était disponible, qui fut publié en 1963, date de parution de la première carte des sols du service. Jusqu'en 1975, l'accroissement du nombre d'expertises pédologiques justifia plusieurs compléments apportés à la classification initiale et aux recommandations pour la cartographie des sols.

La FAP mit ensuite son système de classification, utilisé jusqu'alors exclusivement à l'interne, à la disposition des spécialistes intéressés. Dès les années '80, les préoccupations croissantes sur la protection du sol renforcèrent le besoin d'une collaboration accrue entre tous les cartographes et les utilisateurs de cartes de sols.

Le groupe de travail "classification et nomenclature" de la Société Suisse de Pédologie (SSP), s'est penché dès sa création (1977) sur les clarifications de certains aspects de la systématique des sols, comme par exemple la définition des symboles des horizons pédologiques. Il s'agissait pour lui de reprendre la classification FAP tout en lui apportant les compléments nécessaires et une présentation accessible au public moins initié. La présente brochure est le résultat de ces efforts. Il est précisé que toutes les anciennes cartes des sols de la FAP restent facilement lisibles avec cette nouvelle édition du système de classification des sols.

Conformément à son but initial, la brochure CLASSIFICATION DES SOLS SUISSES s'adresse à un lecteur formé en pédologie, mais dont l'intérêt pour la classification des sols varie largement : milieux de l'étude et l'enseignement à divers niveaux, collaborateurs de bureaux privés et de services officiels, préposés à la protection des sols, ... Ses auteurs espèrent qu'elle favorisera les échanges d'expériences dans la communauté des utilisateurs de sol.

Nous espérons que cette brochure soit lue par de nombreux lecteurs et que son apport à la connaissance des sols soit également utile dans les domaines voisins de la phytotechnie et de l'écologie.

Mars 1992

Alfred Brönnimann, Directeur
Station fédérale de recherches agronomiques (FAP)
Zürich-Reckenholz

Préface à la seconde édition

La première édition de la „Classification des sols de Suisse“, fruit d'un travail commun entre la Station fédérale de recherche agronomique de Zürich-Reckenholz (FAP) et le groupe de travail „classification et nomenclature“ de la Société Suisse de Pédologie (SSP) est maintenant épuisée. Une demande soutenue a justifié cette deuxième édition.

Faciliter l'accès des milieux intéressés aux principes de classification des sols suisses, tel est le but des modifications introduites par rapport à la première version. Les textes ont été revus aux plans de la lisibilité, de la compréhension et de la cohésion interne, ce qui a parfois entraîné des modifications dans l'articulation des rubriques. Le message général de la première édition reste intact, seuls compléments conceptuels et méthodologiques ont été ajoutés. Dans l'attente d'une nouvelle édition, plus complète et rénovée en profondeur, cette deuxième édition met dans les mains des acteurs de la recherche, de l'enseignement et de l'application les bases actualisées d'une classification correcte des sols. Nous espérons contribuer ainsi à l'utilisation raisonnée de la ressource environnementale Sol, dont la régénération après une atteinte n'est pas toujours possible.

Juillet 2002

*Franz X. Stadelmann
Station fédérale de recherche en agroécologie et agriculture (FAL)
Produit "Ressources environnementales et protection de l'environnement en agriculture"
Zürich-Reckenholz*

Préface à la troisième édition

Le groupe de travail "Classification et nomenclature" de la Société Suisse de Pédologie (SSP) a dès 2004 entrepris la révision de sa "Classification des sols suisses". Dans une première étape, débouchant sur la présente troisième édition, de nombreuses précisions ont été apportées. Celles-ci sont le fruit des expériences pratiques récoltées durant les travaux de cartographie et de protection des sols.

La mise en œuvre de la législation sur la protection de l'environnement a induit au plan national une demande croissante en données sur les sols. Dans la perspective d'une production accrue de ces données, il était particulièrement important que les concepts et interprétations liés à la classification des sols soient bien compris et communément acceptés. Les échanges de données sur le sol exigent une telle forme de standardisation.

C'est sur cette classification révisée qu'ont été conçus la base de données du "Système d'information sur les sols" (BI-CH) et les nouvelles Directives et Instructions pratiques de l'administration fédérale, comme par exemple le "Manuel pour le prélèvement et la préparation des échantillons destinés à l'analyse de polluants" (37).

L'expérience pratique a montré que la précédente édition en langue allemande était peu utilisée en dehors du bassin linguistique germanophone. C'est pourquoi la présente troisième édition est également offerte en langue française et italienne; l'éditeur remercie Jean-Auguste Neyroud, Michel Gratier, Marco Rossi et Giorgio Jelmini pour la traduction. Nous espérons par cet exercice de standardisation au niveau national favoriser la reconnaissance générale des principes actualisés de la classification des sols suisses ainsi que son utilisation pratique.

Uster, Janvier 2010

Martin Zürrer

Président du groupe de travail "Classification et nomenclature"
Société Suisse de Pédologie (SSP/BGS)

Table des matières

1	Plan de la publication.....	1
2	Données de base et principes de la classification des sols	1
	2.1 Buts et signification	1
	2.2 Arrière-plan historique du travail.....	1
	2.3 Principes généraux de classification.....	2
	2.4 Organisation du système de classification.....	2
	2.4.1 Les quatre niveaux hiérarchiques (I à IV) de la classification.....	2
	2.4.2 Les trois niveaux non-hiérarchiques (V à VII) de classification complémentaire des types	4
3	Etude du profil et de la station	5
	3.1 Profil de sol et unité de sol	5
	3.2 Disposition de la fosse.....	5
	3.3 Fiche descriptive du profil.....	5
	3.4 Dénomination et identification du site du profil	6
	3.5 Aspects géographiques et pétrographiques	6
	3.5.1 Matériau parental pour la formation du sol.....	6
	3.5.2 Matériaux parentaux les plus fréquents	6
	3.6 Description synthétique du profil.....	6
	3.6.1 Préparatifs.....	7
	3.6.2 Esquisse et codes de description.....	7
	3.6.3 Codes des horizons principaux	8
	3.6.4 Codes de subdivision des horizons principaux.....	8
	3.6.5 Codes complémentaires utiles	9
	3.7 Examens complémentaires devant le profil	10
	3.7.1 Couleur des horizons	10
	3.7.2 Pierrosité.....	10
	3.7.3 Texture de la terre fine	10
	3.7.4 Humus.....	11
	3.7.5 Carbonates.....	11
	3.7.6 Valeur du pH	12
	3.8 Prélèvement d'échantillons sur le profil	12
4	Le système de classification	13
	4.1 Les quatre niveaux hiérarchiques de classification.....	13
	Niveau I = Classe: Régime hydrique du sol.....	13
	Niveau II = Ordre: Constituants principaux du sol	14
	Niveau III = Famille: Paramètres chimiques et minéralogiques déterminants du sol (processus).....	15
	Niveau IV = Type: Paramètres chimiques du percolat	16
	4.2 Les trois niveaux non-hiérarchiques de la classification	17
	Niveau V = Sous-type	17
	Niveau VI = Forme	18
	Niveau VII = Forme locale.....	18
	4.3 Résumé du système de classification.....	19
	Partie hiérarchique = Classification jusqu'au Type de sol: Niveaux I à IV.....	19
	Partie non-hiérarchique = Classification fine des types de sol: Niveaux V à VII : Sous-type, Forme, Forme locale	19
5	Définition détaillée des sous-types, formes et formes locales.....	20
	5.1 Sous-type.....	20

5.2	Forme.....	24
5.2.1	Pierrosité et texture de la terre fine.....	24
5.2.2	Profondeur physiologique.....	24
5.2.3	Capacité de rétention d'eau.....	24
5.2.4	Capacité d'échange de cations.....	25
5.3	Forme locale.....	25
5.3.1	Concept de région géo-climatique.....	25
5.3.2	Eléments paysagers et pente.....	26
5.3.3	Végétation et utilisation du site.....	26
6	Du système de classification aux unités taxonomiques.....	27
6.1	Classification et attribution de noms aux sols (exemples).....	27
6.2	Classification systématique des plus importants types de sols de Suisse.....	29
6.3	Commentaires sur la classification systématique et l'attribution de noms aux sols.....	35
7	Description, classification et attribution de noms aux principaux sols de Suisse.....	36
7.1	Sols percolés.....	36
7.1.1.	Lithosol.....	36
7.1.2.	Lithosol humifère.....	38
7.1.3.	Sol peu évolués, sans horizon B-, avec formation de minéraux secondaires (Sols A/C).....	39
7.1.4.	Sols développés, avec horizon B- (Sols A/B/C).....	43
7.1.5	Sols développés, à horizon Bfe-.....	47
7.1.6	Sols développés, avec horizons E- et I.....	49
7.2	Sols rarement percolés.....	53
7.3	Sols à nappe perchée.....	55
7.4	Sols à nappe permanente de bas-fond ou de pente.....	56
7.4.1	Sols minéraux à nappe permanente.....	56
7.4.2	Sols organiques à nappe permanente.....	58
7.5	Sols périodiquement inondés.....	61
7.6	Registre de sols suisses dûment décrits et classifiés.....	62
8	Bibliographie.....	66
9	Annexes.....	69
9.1	Compléments méthodologiques pour l'examen du profil.....	69
	Annexe au chapitre 3.5: Géologie du matériau parental.....	69
	Annexe au chapitre 3.6.2: Esquisse, codes et symboles de description.....	71
	Annexe au chapitre 3.6.3: Symboles des horizons principaux.....	73
	Annexe au chapitre 3.6.4: Codes de subdivision des horizons principaux.....	74
	Annexe au chapitre 3.6.5: Codes complémentaires utiles.....	76
	Annexe au chapitre 3.7.1: Couleur du sol.....	77
	Annexe au chapitre 3.7.2: Pierrosité.....	78
	Annexe au chapitre 3.7.3: Texture de la terre fine.....	80
	Annexe au chapitre 3.7.4: Humus.....	82
	Annexe au chapitre 3.7.5: teneur de la terre fine en carbonates.....	86
	Annexe au chapitre 3.7.6: Valeur du pH.....	86
	Annexe au chapitre 3.8: Prélèvement d'échantillons.....	87
	Annexe au chapitre 5.3.1: Région géo-climatique.....	88
9.2	Principales méthodes de laboratoire pour l'analyse de sol.....	89
	GLOSSAIRE des termes principaux utilisés dans la classification des sols suisses.....	90

1 Plan de la publication

L'élaboration et la structure du système de classification des sols suisses sont présentées au chapitre 2 de cet ouvrage. Avant de pouvoir être rangé dans une classe spécifique, un sol doit être correctement décrit et analysé ; le chapitre 3, consacré aux recommandations d'exécution de l'étude du profil, précède par conséquent le chapitre 4, consacré, lui, à la présentation du système proprement dit de classification. Les définitions des termes utilisés tentent une synthèse entre la concision et la précision et se limitent à l'essentiel.

Les définitions détaillées requises par les attributs «sous-type», «forme» et «forme locale» sont proposées au chapitre 5 ; elles permettent de différencier plus finement les sols examinés. Le chapitre 6 explore les relations entre la classification systématique et la dénomination précise de chaque sol ; sur la base du classement de quelques sols parmi les plus fréquents du pays, on présente quelques exemples d'attribution d'unité taxonomique et de dénomination. La codification utilisée est également commenté.

Au chapitre 7, 28 sols typiques de Suisse, répartis en 14 groupes sont classés, définis et décrits par des croquis, la succession de leurs horizons et de courtes descriptions verbales. Toute personne intéressée aux fosses pédologiques décrites de manière concrète et systématique trouvera dans ce chapitre un inventaire complet des sites classifiés. Le chapitre 8 recense les sources bibliographiques les plus intéressantes en relation avec les systèmes de classification. Les diverses annexes réunies au chapitre 9 constituent d'utiles outils d'aide méthodologique à la décision.

2 Données de base et principes de la classification des sols

2.1 Buts et signification

La classification a pour but de ranger en groupes homogènes des sols caractérisés par une grande diversité de propriétés et de paramètres stationnels. Il devient ainsi possible d'analyser, de comparer, de différencier et d'apprécier leurs propriétés.

La classification trouve son sens en pédologie tout d'abord, puis dans tous les essais et recherches sur les sols, dont les propriétés doivent être connues afin de permettre la comparaison des résultats obtenus en divers sites. Les nombreux critères de classification des sols sont encore d'une grande utilité dans les recherches interdisciplinaires et l'enseignement.

2.2 Arrière-plan historique du travail

Le système de classification des sols qui va être exposé a été conçu en Suisse. Dès 1940 environ, Hans Pallmann, professeur à l'EPF-Z, s'est mis à la recherche d'un concept systématique basé sur la pédogenèse; il publia ses travaux (30, 31) à l'occasion de congrès. Lorsque la pratique de la cartographie des sols s'établit, dans les années '50, les cartographes de la Station fédérale de recherche agronomique de Zürich-Reckenholz mirent au point un système pratique de classification des sols qui tenait largement compte des fondements théoriques énoncés par Pallmann (Frei *et al.* 1, 16, 20). Ce système est resté la base conceptuelle de toutes les cartes des sols élaborées par les équipes de Zürich-Reckenholz (6, 7, 8-13, 16-18) ainsi que de nombreuses autres cartes détaillées

non publiées. Chaque carte publiée contient également des commentaires sur le système de classification utilisé.

2.3 Principes généraux de classification

Vers la fin du XIX^{ème} siècle, on découvre de nouveaux types de sols, comme par exemple le Podzol et le Chernozem. Ces types particuliers furent décrits selon une approche par analogie avec les sols connus (méthode inductive de classification). Plus tard, on reconnut l'influence décisive des facteurs climatiques et géologiques sur la formation des sols. Cette dernière est ainsi comprise comme le résultat d'effets combinés des facteurs naturels. Dès lors, les facteurs naturels deviennent des critères distinctifs dans la classification (méthode déductive de classification).

Pratiquement chaque pays possède son propre système de classification des sols. Les principales différences entre systèmes nationaux résident dans les poids respectifs donnés aux critères inductifs et aux critères déductifs.

2.4 Organisation du système de classification

Des propriétés générales, articulées en quatre niveaux hiérarchiques de classification, déterminent l'appartenance à un type taxonomique de sol. Des propriétés complémentaires, relatives à l'état de développement du sol ainsi qu'à sa relation écologique au site environnant, permettent une description plus fine du type taxonomique; contrairement aux précédentes, elles ne sont pas hiérarchisées et complètent le type par des "attributs" particuliers.

Le type taxonomique est donné en fonction de critères portant sur le régime hydrique (Niveau I), les constituants principaux du sol (Niveau II), les paramètres ou processus chimiques et minéralogiques déterminants du sol (Niveau III) et les paramètres chimiques du percolat (Niveau IV). Les types taxonomiques reçoivent pour la plupart des noms courants (exemples au chap. 6.1), déjà utilisés et connus de la plupart des praticiens (Sol brun, Sol brun lessivé, Podzol, etc...).

2.4.1 Les quatre niveaux hiérarchiques (I à IV) de la classification

Niveau I: Régime hydrique du sol

L'économie en eau marque de son empreinte le développement du sol et l'affirmation de ses propriétés. Elle est entre autres caractérisée par :

- La quantité de précipitations
- La répartition saisonnière des précipitations
- L'apparition du gel et le degré de réchauffement du sol
- L'intensité de l'évaporation (évapotranspiration)
- Les effets de l'infiltration, la percolation, l'engorgement et du ruissellement sur l'état structural

L'économie en eau d'un sol est souvent déterminée pas sa situation topographique (p. ex. sol de fond de vallée sous l'influence d'une nappe permanente). De plus, l'économie en eau détermine souvent la nature du couvert végétal; elle est considérée comme un important facteur de productivité des sites forestiers et agricoles.

Niveau II: Constituants principaux du sol

Les trois éléments constitutifs principaux du sol sont:

- Fragments du matériau parental primaire, appelés aussi reliques rocheuses
- Matière organique
- Minéraux secondaires

Dans les sols suisses, la présence simultanée des trois constituants ci-dessus est très fréquente. Les minéraux secondaires comprennent à la fois les minéraux formés sur place durant la pédogenèse, dont les argiles, et les divers oxydes et hydroxydes. Les argiles présentes dans un matériau parental formé de sédiments et libérées par l'altération appartiennent aux minéraux secondaires.

Niveau III: Paramètres chimiques et minéralogiques déterminants du sol (processus)

La caractérisation chimique et minéralogique des constituants du sol est basée soit sur la nature du matériau parental, soit sur celle des produits d'altération. Dans les sols lithiques par exemple, c'est la nature siliceuse ou calcaire d'une roche, occupant la majeure partie du volume, qui est prise en compte. Dans des sols évolués, la nature des produits d'altération ou de néoformation est déterminante.

Exemples:

- De solides liaisons organo-minérales entre substances humiques et argiles caractérisent les sols iso-humiques (chernozem, "terre noire").
- Les minéraux argileux néoformés, recouvert par des hydroxydes de fer, confèrent au sol une teinte brune uniforme, d'où sa dénomination de Sol brun.
- En milieu très acide, la formation de minéraux argileux est entravée et les hydroxydes de fer libérés forment des liaisons complexes avec les substances humiques.

Niveau IV: Paramètres chimiques du percolat

L'appréciation de la capacité du sol à fixer ou à adsorber des composés chimiques entraînés vers la profondeur du profil constitue le niveau IV de la classification. Certains sols ne retiennent pratiquement pas les composés, qui disparaissent de cette manière. La dynamique de l'entraînement et de la fixation/adsorption des composés dépend aussi de l'économie en eau (Niveau I).

Exemples:

- Les sols normalement percolés subissent un entraînement vertical des substances, mais les sols hydromorphes ne subissent qu'un entraînement occasionnel.
- Le processus de percolation peut lessiver la totalité du profil.
- Dans certains sols, on n'observe de lessivage que dans les horizons supérieurs car les substances percolées sont arrêtées et s'accumulent dans un horizon sous-jacent (illuvial).
- Certaines substances ne peuvent être transportées que sur de courtes distances, ce qui occasionne par exemple la formation de colloïdes ou des dépôts salins.

Le processus d'illuviation, compris comme un déplacement de substances au sein du profil, est un facteur distinctif majeur de la pédogenèse. C'est pourquoi le symbole "I", en

lettre majuscule, est affecté à tout horizon illuvial, considéré comme un horizon diagnostique. Dans l'approche de description pratique, la recherche des horizons illuviaux intervient très tôt. L'illuviation n'est pas à confondre avec un enrichissement local en résidus ou une néoformation *in situ*.

2.4.2 Les trois niveaux non-hiérarchiques de classification complémentaire des types

Sous-type

Bien qu'appartenant à un même type, des sols peuvent cependant présenter entre eux de nombreuses différences relevant de l'écologie. L'introduction de niveaux supplémentaires dans la classification permet de les regrouper de manière cohérente.

Exemples:

- La stratification et le degré d'altération de la roche permet de ranger les sols lithiques en sous-types distincts.
- Les sols organiques diffèrent entre eux par le degré de décomposition des litières et la forme de l'humus.
- Les sols lithiques humifères sont rangés en sous-types selon l'état d'accumulation humique et le degré d'altération des reliques rocheuses.
- Dans les sols bruns, c'est le degré d'acidification, ou la présence de carbonates de calcium qui oriente la subdivision en sous-types.
- Dans les sols bruns lessivés, on utilise la profondeur de l'horizon illuvial et le degré d'acidification de l'horizon de surface pour définir les sous-types.
- Les Gleys diffèrent entre eux par la périodicité et la durée des phases d'engorgement et d'aération.

Forme

C'est souvent pour résoudre des problèmes pratiques concrets que des études et des levés cartographiques sont pratiqués, afin de vérifier la qualité des sols et leur productivité forestière ou agricole. Le niveau « forme » de la classification décrit des paramètres utiles à l'application pratique comme la texture (pierres et terre fine) et la capacité de rétention d'eau et d'éléments fertilisants. Ces critères sont plus importants pour les utilisateurs que ceux des niveaux I à IV de la classification, débouchant sur le choix du type de sol.

Forme locale

Etant donné le rôle du sol dans l'écosystème, une importance particulière est donnée à sa situation géographique et topographique, tout comme à son mode d'utilisation et à l'état de sa végétation; ces critères sont toujours pris en compte dans les levés cartographiques sur des aires déterminées. Des dénominations telles que Sol de fond de vallée, Sol rocheux, Sol forestier, Sol de grandes cultures, ... montrent bien la relation entre le sol et le contexte de son utilisation.

3 Etude du profil et de la station

Avant d'être classé selon un système donné, un sol doit être examiné de manière exhaustive. C'est pourquoi ce chapitre est consacré aux procédures d'examen du profil et de description de la station. Des indications complémentaires d'ordre méthodologique figurent dans les annexes du chapitre 9.

3.1 Profil de sol et unité de sol

Une fosse creusée de la surface jusqu'à la profondeur d'apparition du matériau parental et délimitant une paroi verticale de sol est appelée *profil de sol*. Le prélèvement d'échantillons aux fins d'analyse et de classement du sol est effectué sur la paroi de la fosse ; ce prélèvement est parfois exécuté par carottage d'échantillons de diamètre convenable. La comparaison des caractéristiques de plusieurs profils donne une bonne idée de la grande diversité de la pédosphère.

Un *profil de sol* est défini par toutes les propriétés et caractéristiques de la fosse examinée; d'autres fosses, creusées à de courtes distances, mettent en évidence la variation spatiale de ces propriétés. Le concept d'*unité de sol*, ou "*pedon*" fait appel à une certaine forme d'abstraction et de généralisation, par laquelle sont seules retenues les propriétés et caractéristiques conférant au son fonctionnement pédologique; l'unité ainsi définie ne présente plus aucune variation.

3.2 Disposition de la fosse

La profondeur de creuse doit être telle que tous les horizons constitutifs soient accessibles et que leur examen soit facilité. Cas échéant, les couches de grande profondeur peuvent être analysées par carottage du plancher de la fosse. Une profondeur de creuse de 100 à 150 cm est en général satisfaisante. Une longueur de fosse d'environ 2 m en rend l'accès plus aisé. Le travail dans la fosse est grandement facilité lorsque celle-ci est large d'au moins 80 cm. Une largeur supérieure est bien entendu de rigueur pour des démonstrations face à un nombreux public.

La couche de surface et le sous-sol sont extraits et déposés séparément de part et d'autre de la fosse afin d'être replacés dans leur ordre originel lors du comblement après examen. La surface proche du front de fosse et la face verticale de la fosse doivent être gardées soigneusement intactes pour ne pas porter préjudice à l'examen et à la prise d'échantillons. Les quelques recommandations pratiques suivantes sont de mise: placer la paroi verticale de la fosse du côté amont; en situation de forte pente, observer également les faces latérales de la fosse; choisir l'emplacement de la paroi verticale de manière à assurer un bon éclairage durant l'examen (photo!).

3.3 Fiche descriptive du profil

Un formulaire pré-imprimé fait gagner du temps et permet un examen complet du profil *in situ*. La fiche de profil doit au minimum comprendre les rubriques suivantes:

- Position exacte du site et de la station environnante
- Esquisse du profil avec les caractéristiques pédologiques à examiner
- Liste des caractéristiques à examiner relevant des aspects forestier, agricole et/ou relevant de la sociologie des plantes

L'ensemble de ces informations permet de classer le profil dans le système.

La fiche de profil réalisée à la Station fédérale de recherche en agroécologie et agriculture de Zürich-Reckenholz (34, 35) est un bon exemple de saisie de l'information requise.

3.4 Dénomination et identification du site du profil

Il est nécessaire d'adopter une pratique uniforme dans la dénomination des profils, en particulier lorsque les projets comprennent de nombreux sites à examiner. La pratique la plus simple consiste à donner au site son nom cadastral complété d'un numéro d'ordre. Dans les travaux de cartographie, il est conseillé d'adopter un système de codification des sites, en particulier lorsque des relations avec d'autres levés cartographiques ou un traitement électronique des données sont prévus. Les codes facilitent l'élaboration des cartes, des rapports et des publications.

La fiche de profil doit impérativement comprendre : canton, commune politique, localité proche, nom cadastral, coordonnées géographiques sur carte au 1:25'000, altitude, exposition et pente. Ces données sont facilement accessibles avec un matériel léger : boussole, baromètre, clinomètre. Un relevé par un professionnel du génie rural n'est en général pas indispensable. L'enregistrement de données relevant de l'environnement immédiat du site est souvent justifié par la prise en compte de la dimension spatiale dans l'interprétation pédologique.

L'expérience montre qu'il est parfois difficile de retrouver l'emplacement exact d'une ancienne fosse pédologique ; pour cette raison une attention particulière est à porter sur un plan de situation, voire une photographie du site complétant la fiche de profil; on relève ainsi des distances aux points marquants que sont les bordures de forêt, chemins, ruisseaux,...

3.5 Aspects géographiques et pétrographiques

3.5.1 Matériau parental pour la formation du sol

L'élément constitutif minéral du sol porte l'empreinte du matériau parental, visible en premier lieu par la texture, la structure, la porosité et la valeur du pH. Ce matériau est parfois resté très proche du matériau parental ; ce n'est toutefois pas toujours le cas car des recouvrements du matériau de fond peuvent fort bien s'être produits durant la longue période de formation du sol. La nature exacte du matériau parental du sol en place est obtenue après analyse détaillée de ses reliques rocheuses. Ces informations doivent aussi figurer sur la feuille de profil.

3.5.2 Matériaux parentaux les plus fréquents

Il existe plusieurs approches pour la désignation des matériaux parentaux; le présent système de classification choisit de distinguer les matériaux suivants (cf annexe 9.1, ainsi que la bibliographie et les cartes géologiques): Moraine, Gravier, Eboulis, Colluvion, Limon loessique, Sable alluvial, Limon et Argile d'origine colluviale, Tourbe, Craie lacustre, Tuf calcaire, Marne, Formation argileuse, Schiste, grès, Conglomérat, Calcaire, Granit, Roche éruptive sombre et Roche verdâtre.

3.6 Description synthétique du profil

La classification d'un sol dans un type donné exige au préalable une description complète, comprenant des réponses à toutes les rubriques de la fiche de profil (cf. Chap. 3.3).

Pour identifier les horizons décrits dans l'esquisse et munis si nécessaire des codes convenus, on se réfère aux propriétés suivantes : couleur, texture, teneur en humus, forme de l'humus, état d'agrégation (structure), porosité, irrégularités dans l'accumulation ou le lessivage, enracinement, activité biologique, niveau redox, degré d'altération des pierres, teneur en carbonates et valeur du pH.

3.6.1 Préparatifs

Avant de commencer la description, on rafraîchit soigneusement le front de la fosse afin de rendre bien visibles toutes les particularités de cette face verticale. Un jalon centimétrique disposé sur le bord de la paroi sert de référence pour les relevés de profondeur.

Le **niveau zéro** ("Nullpunkt") correspond au bord supérieur de l'horizon organo-minéral de surface (horizon A); en milieu tourbeux, il correspond à la surface (p. ex. horizon T); en milieu tourbeux forestier, il est situé directement au-dessous de la couche de litière disposée en surface (horizon O), au sommet de l'horizon T. Les litières et résidus organiques récents sont toujours situés au-dessus de l'horizon zéro.

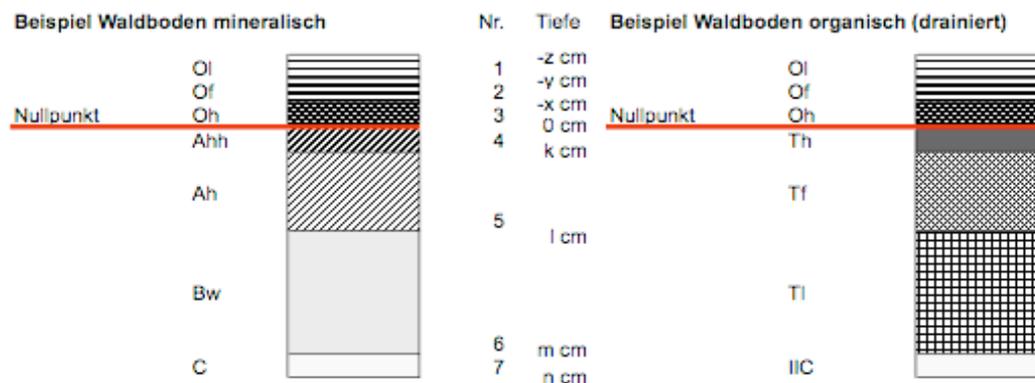
L'**épaisseur des horizons** est mesurée perpendiculairement à la surface, dont la pente doit aussi être indiquée (en %).

L'indication de **profondeur des horizons** respecte le code suivant:

- Couches de litières: épaisseur en cm, précédés du signe "-"
- Autres horizons du profil: en cm, sans signe

Numérotation des horizons: L'horizon le plus élevé reçoit le numéro 1, etc vers la profondeur, comme dans les deux exemples ci-dessous (sols forestier minéral et forestier organique).

Dans les cas où le manque de lumière au fond de la fosse pose problème, il est possible de prélever des portions de sol selon la suite des horizons et de les examiner à la surface.



3.6.2 Esquisse et codes de description

Une esquisse permet de rassembler l'information sur le profil en un certain nombre de pictogrammes et d'inscriptions codées convenues (2b). Ces signes conventionnels facilitent la lecture rapide et sont très utiles pour la classification.

L'examen commence par la délimitation des horizons selon les critères de la pédogenèse : chaque horizon est successivement décrit à l'aide des signes convenus. Ceux-ci étant par la force des choses quelque peu sommaires, il est souvent utile de

compléter l'examen par des notes manuscrites dans la colonne de la feuille de profil prévue à cet effet. Des codes conventionnels sont appliqués aux propriétés suivantes du sol (cf. aussi l'annexe 9.1 sur l'esquisse de profil et les signes conventionnels):

- Extension et limites des horizons
- Nature de la terre fine minérale
- Matière organo-minérale (humus)
- Substances organiques accumulées en milieu aérobie
- Substances organiques accumulées en milieu anaérobie
- Pierrosité
- Structure
- Eluviation
- Alluviation
- Sesquioxydes
- Eau libre
- Activité biologique

3.6.3 Codes des horizons principaux

Des codes convenus (2a) caractérisent les horizons principaux. Cette pratique facilite le langage et améliore la compréhension entre spécialistes; elle est particulièrement utile à la classification.

Des codes sont proposés pour les horizons principaux, d'autres codes pour des subdivisions fines de ces derniers ainsi que des codes apportant des compléments utiles (cf. aussi annexe 9.1). Les codes des horizons principaux sont les suivants :

O	Accumulation <u>o</u> rganique	I	Horizon <u>i</u> lluvial (d'accumulation)
T	<u>T</u> ourbe	B	Horizon d' <u>a</u> ltération
A	Horizon organo-minéral de surface	C	Assise du sol, matériau parental
E	Horizon <u>e</u> luvial (de lessivage)	R	Assise <u>r</u> ocheuse

3.6.4 Codes de subdivision des horizons principaux

Etat de la matière organique:

a	Horizon à <u>a</u> nmoor ou semblable au mor, hydromorphe
f	Horizon de <u>f</u> ermentation (Förna), moder
h	Horizon riche en substances <u>h</u> umiques bien décomposées
l	Horizon de litière

Etat d'avancement de l'altération:

ch	Horizon minéral à altération <u>ch</u> imique totale réalisée
w	Horizon minéral d'altération (angl. <u>w</u> eathered)
z	Horizon à matériau parental fragmenté, désagrégé (allem. <u>z</u> ersetzt)

Accumulation relative de d'éléments constitutifs minéraux:

fe	Horizon à teneur accrue en oxydes de fer
ox	Horizon à oxydes de fer et d'aluminium
t	Horizon enrichi en argile (allem. <u>T</u> on)
q	Horizon enrichi en quartz résiduel

Etat structural:

m	Horizon massif, cimenté et durci
p	Horizon délimité par le labour (alem. Pflug)
st	Horizon structuré (structure agrégée)
vt	Horizon vertisolique
x	Horizon compacté

Etat des ions alcalins et alcalino-terreux:

k	Horizon d'enrichissement en carbonate de calcium (alem. Karbonat)
na	Horizon d'enrichissement en ions alcalins
sa	Horizon d'enrichissement en sels (alem. Salz)

Signes distinctifs d'anoxie (variations de potentiel redox):

cn	Horizon présentant des <u>con</u> crétions, nodosités ponctuelles
(g)	Horizon présentant des taches d'oxydoréduction de faible intensité
g	Horizon présentant des taches d'oxydoréduction d'intensité moyenne
gg	Horizon présentant des taches d'oxydoréduction de forte intensité
r	Horizon présentant un milieu saturé d'eau et <u>ré</u> duit en permanence

Signes de pédogenèse ancienne:

b	Horizon enfoui (alem. <u>b</u> egraben)
fo	Horizont <u>f</u> ossile

Couches d'origine anthropogène:

y	Horizon de recouvrement par un matériau d'origine étrangère (ex: yAhp)
---	--

3.6.5 Codes complémentaires utiles

Expression incomplète de l'horizon:

()	Horizon peu développé, par exemple "(A)"
[]	Horizon non continu, présent de manière partielle seulement
1,2,3	Subdivision de l'horizon en sous-couches, par exemple „O11, O12“

Horizon de transition (exemple):

AC	Horizon de transition entre les horizons A et C
----	---

Combinaison de codes (exemples):

Tf	Horizon principal et son état combinés; Ici Tourbe fibreuse
BCx,gg	combinaison multiple, codes séparés par une virgule

Discontinuité lithologique:

II, III	Profil issu de plusieurs matériaux parentaux (exemple « IIC »)
---------	--

3.7 Examens complémentaires devant le profil

Après la phase de description synthétique du profil exposée au chapitre précédent, on procède à quelques examens complémentaires; Il s'agit de la détermination des couleurs et de l'estimation de la texture, du taux d'humus, de la pierrosité, de la teneur en carbonates et de la valeur du pH.

3.7.1 Couleur des horizons

Il existe une relation entre le degré d'avancement de la pédogenèse et la couleur des horizons. Un mode précis de définition de la couleur est utilisé, qui constitue un facteur distinctif dans la classification.

Exemples: la profondeur et l'intensité de certaines couleurs informent sur la nature du fer libre du sol; le niveau de grisé informe sur la teneur et l'état de décomposition de la matière organique.

Le code Munsell (15) permet de déterminer avec certitude la couleur d'un horizon grâce à la partition de la couleur en ses trois composantes: "teinte", "grisé" et "intensité/pureté de teinte". Pour le mode d'emploi du code, voir l'annexe 9.1 sur la couleur de l'horizon.

3.7.2 Pierrosité

La pierrosité comprend tous les matériaux rocheux de diamètre supérieur à 2mm. Avec la terre fine, elle remplit la majeure partie du volume du sol, dans des proportions très variables.

Dans le système suisse de classification, les matériaux rocheux sont subdivisés en 13 classes (2c) en fonction de leurs tailles et de leur abondance dans le volume du sol (cf. annexe 9.1). Taille et abondance des matériaux rocheux interviennent aux niveaux II (Ordre) et III (Famille) et au niveau (non-hiérarchique) de la Forme de sol. La pierrosité renseigne sur le degré d'altération physique du matériau parental, influence fortement le calcul de la profondeur physiologique et est déterminante dans l'estimation de l'arabilité du sol.

L'appréciation exacte de la pierrosité est laborieuse ; dans la plupart des cas on se contente de l'estimer à l'aide de tableaux comparatifs (cf. annexe 9.1). D'autre part, la pierrosité présente une forte variabilité et il est conseillé de procéder à plusieurs estimations avant de choisir une valeur définitive.

3.7.3 Texture de la terre fine

Selon la définition générale, la terre fine, composée des éléments constitutifs de diamètres inférieurs à 2mm, est subdivisée en trois fractions - argile, silt et sable - auxquelles s'ajoute la matière organique. Le terme "Limon" est défini comme un mélange d'argile, de silt et de sable en proportions harmonieuses:

A	Argile (alem. Ton)	constituant de diamètre apparent inférieur à 2 µm (0.002 mm)
U	Silt (alem. Schluff)	constituant de diamètre apparent compris entre 2 et 50 µm
S	Sable (all Sand)	constituant de diamètre apparent compris entre 50 et 2000 µm

Les teneurs en argile et en silt sont en règle générale déterminées au laboratoire et exprimées en % de la terre fine sèche; la teneur en sable est calculée par différence et

comprend alors aussi la matière organique ($A+U+S+\text{mat org} = 100\%$). Lorsque ces trois teneurs sont exprimées en % de la terre fine minérale, il convient de le préciser ($A+U+S = 100\%$). Un test tactile permet une estimation souvent acceptable de la texture.

Argile, silt, sable et matière organique sont présents en mélange intime dans le sol. Ce mélange est rendu dans le triangle des textures (22), qui permet de situer les proportions de chaque composé et de définir 13 classes de texture (cf. annexe 9.1). L'estimation conjointe de la texture et du taux de matière organique débouche sur l'appréciation de la nature du sol (all. Bodenart), comme par exemple dans l'expression "Limon sableux faiblement humifère").

La texture joue un rôle important à plusieurs niveaux de la classification. Les Sous-types sont souvent introduits pour exprimer des différences de composition texturale. Il en est de même pour les Formes de sol. De plus, l'estimation de la profondeur physiologique, de la capacité de rétention en eau utilisable et de la capacité de rétention d'éléments fertilisants prennent largement la texture en compte. Il en va de même dans l'appréciation de l'arabilité et de l'aptitude à la culture.

En raison de son rôle décisif dans le fonctionnement du sol, l'analyse exacte de la texture en laboratoire est recommandée (cf. méthodes d'analyse dans l'annexe 9.1). Il est cependant toujours possible d'exécuter des tests tactiles devant le profil: le malaxage d'une prise de terre fine humide entre les doigts et le pouce informe sur les proportions des éléments: le sable est rêche, le silt tendre et savonneux, l'argile collante et plastique. Le test requiert une certaine expérience et des recalibrages occasionnels face à des échantillons à texture connue; il est décrit dans l'annexe 9.1.

3.7.4 Humus

La teneur et la forme de la matière organique constituent d'importants critères de classification. Il est ici rappelé qu'on appelle "matière organique" l'ensemble des composés du sol à base de carbone organique et "humus" la fraction de la matière organique ayant subi des transformations dans le sol (humification). Les deux produits sont difficiles à séparer et les confusions de langage sont fréquentes. La matière organique intervient dans la subdivision en sous-types (cf. sous-types M et O du chap. 5.1) et dans le choix de la Forme de sol (capacité de rétention). Les attributs de la matière organique, en particulier la nature des couches de surface partiellement humifiées, jouent un rôle décisif dans la classification des sols forestiers.

Tant les résultats d'analyses en laboratoire (cf. annexe 9.2) que les observations devant le profil fournissent d'importantes données au système de classification. Déjà au stade du dessin de l'esquisse, la forme de l'humus doit être précisée (cf. chap. 3.6.2 et annexe 9.1). L'esquisse montre en outre l'épaisseur et la teneur en matière organique (humus) de chaque horizon. Comme pour la texture, il est indispensable que l'opérateur réévalue périodiquement ses jugements devant des matériaux terreux à teneurs connues.

La relation entre le ton grisé du code Munsell (15) et le taux de matière organique (cf. annexe 9.1) peut fournir d'intéressants renseignements.

3.7.5 Carbonates

La teneur en carbonates dans les horizons du profil informe sur le degré de développement du sol et le type de matériau parental. La teneur exacte dans la terre fine est mesurée en laboratoire (cf. annexe 9.2). Elle doit aussi être estimée sur place car elle facilite l'interprétation: quelques gouttes d'acide chlorhydrique sur une prise produisent une effervescence (de CO_2) en cas de présence de carbonates (cf. détails dans l'annexe 9.1).

3.7.6 Valeur du pH

L'acidité du sol (valeur de pH) est prise en compte à divers niveaux dans la classification. Elle est en particulier décisive au Niveau IV (paramètres chimiques du percolat) en relation avec la lixiviation des carbonates et des ions métalliques, dans les attributs des sous-types (discontinuité lithologique attestée par un pH différent) et dans le choix des Formes de sol (capacité de rétention d'éléments fertilisants, en sol forestier principalement).

Des commentaires sur l'acidité figurent au chapitre 5.1 et dans l'annexe 9.1 (subdivision des valeurs de pH plus fine que pour les sous-types).

La valeur de pH est mesurée au laboratoire en milieu aqueux ou en solution de CaCl_2 , à l'aide d'une électrode de mesure (cf. annexe 9.2). Une estimation de la valeur de pH est possible devant le profil grâce à un pH-mètre portable, ou un indicateur de couleur (ex. pH-mètre Hellige). L'estimation sur le site est moins précise que l'analyse au laboratoire.

3.7.7 Structure du sol

Les formes et tailles des unités structurales sont décrites dans la publication FAL Schriftenreihe No. 50 (Observer et évaluer la structure du sol ; 2004(nn)).

3.8 Prélèvement d'échantillons sur le profil

Les informations recueillies devant le profil sont dans la plupart des cas enrichies par les résultats des analyses effectuées en laboratoire sur des échantillons prélevés selon la règle. Le matériel peut être récolté en sachet de plastique ou dans des cylindres rigides lorsqu'il s'agit de mesurer la perméabilité à l'eau, la capacité de rétention d'eau et la porosité; les échantillons en cylindres sont dits non perturbés car leur structure reste intacte.

Les prélèvements aux fins d'analyses micro-morphologiques et de préparation de blocs de sols (monolithes) sont à exécuter sur des sites n'ayant subi aucune perturbation. Le matériau est imprégné à l'aide de résines liquides. Ces échantillons particuliers sont utiles dans l'enseignement, ils servent aussi à la comparaison d'individus dont les emplacements originels sont situés à de grandes distances. L'annexe 9.1 informe plus complètement sur ces types de prélèvement.

4 Le système de classification

4.1 Les quatre niveaux hiérarchiques de classification

Niveau I = Classe: Régime hydrique du sol

Le régime hydrique du sol est le premier critère déterminant de la classification: il est influencé par:

- Les précipitations annuelles et leur répartition saisonnière
- L'évapotranspiration potentielle
- La perméabilité à l'eau du sol
- La présence d'eau en profondeur et de remontée capillaire
- Les épisodes de dessèchement répétés

On distingue les 8 classes suivantes :

- 1*** Sols percolés :** L'eau de pluie s'infiltré verticalement en permanence, les précipitations sont toujours supérieures à la quantité d'eau évapotranspirée. Même lors de longs épisodes pluvieux, l'eau s'infiltré en profondeur et s'écoule, sans créer d'engorgement temporaire. Ces sols sont normalement aérés oxydés.
- 2*** Sols rarement percolés:** Des épisodes de dessèchement du profil alternent avec des épisodes d'humectation et de percolation occasionnelle. L'eau d'infiltration n'atteint que rarement les couches profondes. Des sols de ce type, proche du sol de steppe, ne se rencontrent en Suisse que dans les vallées alpines sèches.
- 3*** Sols arides, jamais percolés:** ne se rencontrent pas en Suisse.
- 4*** Sols à nappe perchée temporaire:** Un horizon à pores fins, peu perméable, ralentit ou empêche l'infiltration de l'eau. Après un fort épisode pluvieux, le système poral du sol reste saturé durant plusieurs jours ou semaines. L'horizon d'engorgement est situé dans le domaine du profil exploré par les racines.
- 5*** Sols à nappe perchée temporaire, sous climat à forte évapotranspiration:** ne se rencontrent pas en Suisse.
- 6*** Sols à nappe permanente de bas-fond ou de pente:** des écoulements périodiques ou permanents d'eau créent une nappe de fond ou un flux latéral qui s'infiltré dans le sol en remontant. Il en résulte une ascension capillaire dans le profil et une saturation par l'eau au niveau correspondant. Dans les sols très peu

perméables, les seules précipitations suffisent à conférer au sol un état de saturation permanente lorsqu'elles dépassent nettement l'évapotranspiration et qu'aucun écoulement latéral n'est possible.

- 7*** Sol à nappe permanente de bas-fond ou de pente, sous forte évaporation:** Ces conditions sont propices au dépôt salin et ne se retrouvent qu'en de rares sites en Suisse, p. ex. au Valais central.
- 8*** Sols périodiquement inondés:** Conditions se retrouvant dans les domaines inondables des lacs et des fleuves, assez peu présents en Suisse.

Niveau II = Ordre: Constituants principaux du sol

Les constituants du sol (all. Bodengerüst) – reliques rocheuses, minéraux secondaires et matière organique – orientent de manière décisive la classification des sols :

- Les reliques rocheuses sont des fragments du matériau parental initial issus de contraintes physiques ou de l'altération chimique
- Les minéraux secondaires sont des néoformations récentes ou à caractère de relique issues de l'altération.
- La matière organique regroupe les composés carbonés issus de la biomasse morte et les composés néoformés issus de leurs transformations.

On distingue les cinq ordres suivants :

- *1** Reliques rocheuses dominantes:** sol lithique, fréquent en haute montagne. Fraction argileuse (<0.002 mm Ø) représentant < 5% de la terre fine, matière organique manquante (< 5kg/m²), horizon humifère continu absent.
- *2** Reliques rocheuses et matière organique dominantes:** sol lithique humifère fréquent en montagne. Horizon humifère continu (> 5kg/m²) parfois très développé. Quasi-absence de minéraux secondaires (fraction argileuse < 5%).
- *3** Minéraux secondaires, reliques rocheuses et matière organique dominants:** sols pierreux, humifères et à minéraux secondaires. Fraction argileuse > 5% de la terre fine, présence occasionnelle d'oxydes de Fe, Al et Mn et de carbonate de calcium secondaire.
- *4** Minéraux secondaires et matière organique dominants:** sols pélitiques. L'altération des minéraux primaires est terminée, à l'exception d'un peu de quartz primaire. Cet ordre est rare en Suisse, plus présent en milieu tropical.
- *5** Matière organique dominante:** sols organiques. Matière organique occupant la presque totalité du volume du sol, horizons humifères à teneurs > 30% de matière organique et d'épaisseur minimale de 40 cm. Il s'agit le plus souvent de sols humides (marais), mais il existe aussi des sols organiques en milieu aérobie.

Niveau III = Famille: Paramètres chimiques et minéralogiques déterminants du sol (processus)

L'origine géochimique du matériau parental et les néoformations d'origine chimique ou minérale au sein du profil déterminent les choix dans ce niveau de la classification.

Les trois premiers représentants cités de la famille comprennent des sols "jeunes", encore peu développés, dépourvus d'horizon B à l'exception d'horizons intergrades AB ou BC, et identifiés par la nature de leurs éléments grossiers. Les autres représentants sont des sols évolués, à horizons B ou I; ils se différencient par la nature des néoformations qu'ils contiennent.

On distingue 10 familles:

- **1*** **Roche siliceuse:** sol formé sur roche siliceuse. Pédogenèse récente, à effets encore peu marqués.
- **2*** **Roche silico-calcaire:** sol formé sur un mélange d'éléments siliceux et calcaires: conglomérat, grès calcaire, marne calcaire, moraine, gravier loess, etc... Altération en cours par dissolution des carbonates, parfois déjà terminée dans les horizons de surface.
- **3*** **Roche calcaire:** sols formé sur calcaire. Matériau parental à teneur en carbonates de Ca et Mg >75%, résidu après dissolution composé de silicates et d'argile, teneur en quartz basse. Présence de pierres jusqu'en surface.
- **4*** **Formation d'argile et d'humus:** formation de complexes organo-minéraux caractéristiques du sol à mull. En milieu neutre, coloration noire et saturation de la capacité d'échange cationique par Ca^{++} ; en milieu acide, synthèse supplémentaire d'humates d'Al sur sites d'altitude à gneiss ou à granit.
- **5*** **Formation de complexes d'argile et d'oxydes de fer:** minéraux argileux liés aux oxydes de Fe, coloration brune typique. Dans certains cas coloration rouge-brune marquée par enrichissement accru en oxydes de Fe (rubéfaction).
- **6*** **Formation d'humates de fer et d'aluminium:** sur sol minéral très acide à accumulation d'humus, formation de composés humiques solubles (acides fulviques prédominants) qui migrent en profondeur et réagissent avec Fe et Al des horizons minéraux sous-jacents par formation de liaisons complexes pouvant prendre une forme finement dispersée. En milieu particulièrement acide, la formation d'argile est ralentie par la mobilité de l'aluminium.
- **7*** **Oxydo-réduction du fer et du manganèse:** dissolution de composés de Fe et Mn suivie de leur re-précipitation. Taches de rouille caractéristiques du Gley oxydé et du Pseudogley. En milieu très acide et à bas potentiel redox, destruction de l'argile et enrichissement en silt et sable.
- **8*** **Réduction des composés du fer:** en milieu durablement peu oxygéné et à potentiel redox très bas, persistance de zones réduites.

- **9* **Formation d'humus en milieu organique:** modifications chimiques et biochimiques des résidus végétaux, formation de composés humiques, persistance de résidus "primaires".
- **10* **Enrichissement en oxydes de fer et d'aluminium:** altération des minéraux primaires par hydrolyse et accumulation des oxydes de fer et aluminium libérés (ne se rencontrent pas en Suisse).

Niveau IV = Type: Paramètres chimiques du percolat

Ce critère de classification analyse la nature des composés dissous ou dispersés (ions ou colloïdes) dans l'eau de percolation. La migration de ces composés les fait soit quitter le profil soit se déplacer vers d'autres horizons du profil. La migration peut être de courte distance ou même orientée vers le haut lorsqu'une forte évaporation impose une remontée capillaire.

On distingue dix types caractéristiques de percolat :

- ***1 **Ions aluminium:** présents en milieu acide à très acide, élimination dans le percolat (Sol brun acide, sol ocre podzolique; russe: zola = cendre).
- ***2 **Ions calcium:** dominance du Ca^{++} parmi les ions échangeables, élimination dans le percolat (typique du Sol brun neutre).
- ***3 **Bicarbonate de calcium:** L'altération des carbonates des roches calcaires et silico-calcaires produit des bicarbonates qui sont éliminés dans le percolat ou précipités en profondeur (calcaire secondaire; typique du Sol brun calcaire, de la Rendzine).
- ***4 **Sels alcalins:** dominance de sels de Na déposés en surface par le percolat en cas de forte évaporation (typique du sol salin).
- ***5 **Migration d'argile:** dispersion puis mise en suspension de l'argile en milieu pauvre en Ca^{++} et faiblement acide, suivie de précipitation dans un horizon sous-jacent sous forme de pellicule interstitielle ou de dépôt sur les agrégats; formation d'un horizon illuvial (typique du Sol brun lessivé).
- ***6 **Formes réduites de fer et de manganèse:** courts déplacements latéraux (Gley) ou verticaux (Pseudogley) de composés solubles de fer et de manganèse qui s'accumulent localement (Gley réduit) ou précipitent sous forme oxydée (Gley oxydé).
- ***7 **Silicates solubles:** altération du matériau parental sous climat chaud et humide (Ferrasols, ne se rencontrent pas en Suisse)
- ***8 **Humates de fer et d'aluminium:** en milieu fortement acide, dispersion et entraînement des humates, suivie d'accumulation dans un horizon sous-jacent (illuvial). La partie supérieure de cet horizon est enrichie en humus par rapport à la partie inférieure, qui reste de couleur brun rouille.
- ***9 **Argile sodique et humates de Na:** dispersion et migration de l'argile et de l'humus (typique du Solonetz, ne se rencontre pas en Suisse).
- ***10 **Composés humiques:** composés humiques dissous sous milieu à accumulation d'humus, acide et pauvre en minéraux.

4.2. Les trois niveaux non-hiérarchiques de la classification

Niveau V = Sous-type

Au niveau des sous-types, la classification autorise la subdivision d'un type taxonomique en fonction de diverses propriétés complémentaires. Dans un type de sol encore jeune par exemple, on observera l'empilement des couches successives; ailleurs on observera l'intensité d'expression d'un horizon. Les sous-types sont présentés dans l'ordre de leur signification pédogénétique et les codes ci-après sont décrits de manière plus explicite au chapitre 5.1 (abréviations se référant souvent aux expressions en langue allemande):

P = Discontinuités lithologiques: érodé (PE), colluvial (PK), anthropogène (PM), alluvial (PA), recouvert (PU), sur craie lacustre (PS), polygénétique (PP), éolien (PL), avec intercalations de tourbe (PT).

V = Degré d'altération: lithosolique (VL), en contact avec la roche (VF), crevassé (VU), karstique (VA), en blocs (VB), pséphitique (VK), psammitique (VS), pélitique (VT).

E = Degré d'acidité: alcalin (E0), neutre (E1), faiblement acide (E2), acide (E3), très acide (E4), très fortement acide (E5).

K = Teneurs en carbonates et sels: partiellement décarbonaté (KE), carbonaté (KH), riche en carbonates (KR), à efflorescence calcaire (KF), à tuf (KT), sodique, à sels alcalins (KA)

F = Distribution des oxydes de fer: brunifié (FB), podzolique (FP), à revêtements ferriques (FE), à grains de quartz (FQ), marmorisé (FM), à concrétions (FK), à taches grises (FG), rubéfié (FR).

Z = Structure: stable (ZS), en blocs (ZK), à pellicules argileuses (ZT), vertisolique (ZV), à agrégats labiles (ZL), pélosolique (ZP).

L = Assemblage des composants: très meuble (L0), meuble (L1), tassé (L2), compacté (L3), induré (L4)

I = Nappe perchée: faiblement pseudogleyifié (I1), pseudogleyifié (I2), fortement pseudogleyifié (I3), très fortement pseudogleyifié (I4).

G = Nappe permanente à battement: humide en profondeur (G1), faiblement gleyifié (G2), gleyifié (G3), fortement gleyifié (G4), très fortement gleyifié (G5), extrêmement gleyifié (G6),

R = Nappe permanente stable: faiblement mouillé (R1), mouillé (R2), fortement mouillé (R3), très fortement mouillé (R4), détrempe (R5).

D = Drainage artificiel: drainé (DD).

M = Matière organique en milieu aérobie: à humus brut ou mor⁷ (ML), à moder (MF), pauvre en humus (MA), à mull (MM), riche en humines (MH).

O = Matière organique en milieu anaérobie: à anmoor (OM), de type sapro-organique (OS), de type para-tourbeux (allemand. Antorf, OA), tourbe peu épaisse (OF), tourbe épaisse (OT)

T = Expression du type: peu marqué (T1), marqué (T2), dégradé (T3).

H = Netteté des horizons: diffus (HD), à limites abruptes (HA), à limites irrégulières (HU), à brassage biologique (HB), à brassage mécanique, à rigoles (HAT)

Niveau VI = Forme

Le niveau Forme est utilisé pour conférer des attributs liés à la croissance végétale et à l'utilisation du sol. Plus de détails sont donnés sur les formes au chapitre 5.2 :

Texture: Concerne à la fois la terre fine et les pierres

Profondeur physiologique: Epaisseur efficace de l'enracinement

Capacité de rétention d'eau: Quantité d'eau utile aux plantes

Capacité de liaison ionique: Capacité d'adsorption, état des nutriments

Niveau VII = Forme locale

Les particularités suivantes des sites (définitions plus précises au chapitre 5.3) entrent en jeu pour la définition des formes locales:

Région géo-climatique: Altitude, durée de végétation, température du sol, bilan hydrique

Forme du paysage: Elément paysagers (plaine, plateau, pente forte, pied de pente, etc...)

Pente: Angle de pente, exposition, rugosité du paysage

Végétation: association végétale, utilisation forestière/agricole du site

⁷ Rappel: Les termes Mull, Moder, Humus brut ou Mor se réfèrent à des types d'humus (Niveau V de la classification); les termes Tourbe, Semi-Moor, Moor et Anmoor se réfèrent quant à eux à des types de sol (Niveau IV)

4.3 Résumé du système de classification

Partie hiérarchique = Classification jusqu'au Type de sol: Niveaux I à IV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Niveau I = Classe: Régime hydrique du sol										
Niveau I Classe	percolé	rarement percolé	aride, jamais percolé	à nappe perchée temporaire	à nappe perchée temporaire + forte évapotr.	à nappe permanente de bas-fond ou de pente	à nappe permanente, forte évapotranspir.	périodiquement inondé		
Niveau II = Ordre: Constituants principaux du sol										
Niveau II Ordre	reliques rocheuses	reliques rocheuses + matière organique	minéraux second. + reliques rocheuses + matière organique	minéraux second. + matière organique	matière organique					
Niveau III = Famille: Paramètres chimiques et minéralogiques déterminants du sol (processus)										
Niveau III Famille	roche siliceuse	roche silico-calcaire	roche calcaire	argile et humus	oxydes d'argile et de fer	humates de fer et aluminium	Oxydo-réduction du fer et manganèse	fer réduit	matière organique	oxydes de fer et aluminium
Niveau IV = Type: Paramètres chimiques du percolat										
Niveau IV Type	ions Al	ions Ca	bicarbonates de Ca	sels alcalins	migration d'argile	fer et manganèse réduits	acide silicique	humates de fer et aluminium	argile sodique et humates	Composés humiques

Partie non-hiérarchique = Classification fine des types de sol: Niveaux V à VII : Sous-type, Forme, Forme locale

Niveau V Sous-type	Attribut:	Codification:
<i>Expression des attributs:</i>	P: Discontinuités lithologiques V: Degré d'altération E: Degré d'acidité K: Teneurs en carbonates et sels (terre fine) F: Distribution des oxydes de fer Z: Structure L: Densité apparente I: Nappe perchée G: Nappe permanente à battement R: Nappe permanente durable D: Drainage artificiel M: Matière organique en milieu aérobie O: Matière organique en milieu anaérobie T: Expression du type H: Netteté des horizons	PE, PK, PM, PA, PU, PS, PP, PL, PT VL, VF, VU, VA, VB, VK, VS, VT EO, E1, E2, E3, E4, E5 KE, KH, KR, KF, KT, KA FB, FP, FE, FQ, FM, FK, FG, FR ZS, ZK, ZT, ZV, ZL, ZP LO, LW, L2, L3, L4 I1, I2, I3, I4 G1, G2, G3, G4, G5, G6 R1, R2, R3, R4, R5 DD ML, MF, FA, MM, MH OM, OS, OA, OF, OT T1, T2, T3 HD, HA, HU, HB, HAT

Cf. chapitre 5.1 pour les informations sur les abréviations

Niveau VI Forme	Attribut:			
<i>Critère pour croissance des plantes et utilisation du sol</i>	Texture de la terre fine, pierrosité	Profondeur physiologique, profondeur d'enracinement	Capacité de rétention en eau, eau utile	Capacité de liaison ionique, état des nutriments

Niveau VII Forme locale	Attribut:			
<i>Facteurs stationnels :</i>	Région géo-climatique	Forme du paysage Rugosité	Pente Exposition	Végétation utilisation du sol

5 Définition détaillée des sous-types, formes et formes locales

5.1 Sous-type

Recours aux sous-types:

Lors de la description d'un profil de sol, il est recommandé de mentionner toutes les propriétés complémentaires observées, à l'aide des symboles suivants:

P = Discontinuités lithologiques: Couches superposées d'origine non pédogénétique, mais géologiques ou anthropogènes

- *Érodé* (PE): profil tronqué par érosion. Une érosion puissante peut ne laisser que des sols rocheux derrière elle de type lithique ou lithique humifère
- *Colluvial* (PK) : Couche accumulée en surface de plus de 40 cm, détectable par des irrégularités de pH et un manque de relation avec le matériau parental
- *Anthropogène* (PM) : Dépôt en couche de plus de 40 cm d'épaisseur ou décapage, extraction de tourbe, labour profond, etc...
- *Alluvial* (PA) : Couche de matériau déposé par l'eau de plus de 40 cm d'épaisseur, souvent stratifiée
- *Recouvert* (PU) : Couverture de matériau allochtone de 20 à 40 cm d'épaisseur, souvent stratifiée. Origine à préciser, p. ex. "dépôt limoneux alluvial"
- *Sur craie lacustre* (PS) : Transition brutale du matériau parental (sédiments lacustres sur craie)
- *Polygénétique* (PP) : Superposition marquée de cycle pédogénétiques, un ou plusieurs horizons enfouis sont présents
- *Éolien* (PL) : Sédiment d'origine éolienne de plus de 40 cm d'épaisseur.
- *Avec intercalation de tourbe* (PT) : Couverture par une ou plusieurs couches de tourbe d'épaisseur totale > 40 cm.

V = Degré d'altération: textures extrêmes

- *Lithosolique* (VL): Assise rocheuse présente dès 0-10 cm, horizon AC peu épais, la roche peut affleurer en surface
- *En contact avec la roche* (VF): Assise rocheuse présente dès 10-60 cm
- *Crevassé* (VU): Pédogenèse active à des profondeurs très variables
- *Karstique* (VA) : Présence de rigoles à la surface des roches calcaires pédogenèse à développement irrégulier dans les zones karstiques
- *En blocs* (VB) : Gros blocs rocheux (diamètre > 50 cm) visibles jusqu'en surface
- *Pséphitique* (VK) : Extrêmement pierreux jusqu'en surface (> 30% du volume)
- *Psammitique* (VS) : Abondance de sable dans le profil, jusqu'en surface, absence de pierres
- *Pélimitique* (VT) : Texture très fine, richesse en argile, très peu de silt et de sable

E = Degré d'acidité: Valeur du pH. Appréciation selon:

	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
<i>alcalin</i> (E0)	> 7.2	> 6.7
<i>neutre</i> (E1)	6.8 – 7.2	6.2 – 6.7
<i>faiblement acide</i> (E2)	5.9 – 6.7	5.1 – 6.1
<i>acide</i> (E3)	5.3 – 5.8	4.3 – 5.0
<i>très acide</i> (E4)	3.9 – 5.2	3.3 – 4.2
<i>très fortement acide</i> (E5)	< 3.9	< 3.3

La mesure de la valeur du pH est exécutable soit dans l'eau soit dans une solution de CaCl₂ (cf. Annexe 9.2). La mesure dans l'eau donne des valeurs plus élevées d'environ 0.1 à 1.0 unité-pH, surtout en milieu acide.

K = Teneurs en carbonates et en sels:

- *Partiellement décarbonaté* (KE): Horizon A décarbonaté et horizons B et/ou BC calcaires, réagissent à HCl
- *Décarbonaté* (KH) : Réaction faible à marquée au HCl jusqu'en surface
- *Riche en carbonates* (KR) : Forte réaction au HCl sur la totalité du profil
- *A efflorescences calcaires* (KF) : Dépôt visible de cristaux poudreux de calcite secondaire dans les anfractuosités
- *A tuf* (KT) : carbonate de calcium secondaire déposé en croûtes, concrétions, nodules ou obstruant des pores, en conséquence d'une sur-saturation de l'eau
- *Sodique, à sels alcalins* (KA) : Teneur élevée en sels solubles de l'eau du sol, dont la conductivité électrique est > 2mS

F = Distribution des oxydes de fer:

- *Brunifié* (FB): Argiles recouvertes de composés ferriques hydratés, horizons intermédiaires de couleur brune régulière. (attribut FB pas utilisé pour le sous-type „Sol brun“ car implicitement inclus)
- *Podzolique* (FP): Signes de début de podzolisation, chumus de type moder surmontant un horizon à grains brillants de quartz, présence possible d'un horizon discontinu de couleur rouille épais de 1-2 cm
- *A revêtements ferriques* (FE) : Horizon de couleur rouille intensive et profil ne présentant pas clairement les caractéristiques du Podzol
- *A grains de quartz* (FQ) : grains brillants de quartz dans l'horizon Ah
- *Marmorisé* (FM) : Réseau de taches et rubans de rouille sur fond grisâtre, présent dans les sols à humidité variable et les Ferrasols
- *A concrétions* (FK) : Petits nodules noirs et tendres riches en Fe/Mn sur fond rouille
- *A taches grises* (FG) : Réseau de taches et rubans décolorés sur fond brun ou rubéfié (p. ex Pseudogley crevassé, incrustation sableuse fossile)
- *Rubéfié* (FR) : Argiles de couleur rouge prononcée (5YR) due à des oxydes de fer, dans certains sols bruns lessivés et dans des horizons fossiles (p. ex Terra fusca)

Z = Structure:

- *Stable* (ZS): *Agrégats stables, naturellement formés, de forme souvent arrondie, p. ex. structure en grumeaux*

- *En blocs (ZK): Ségrégats bien formés, taille variable, polyédriques, prismatiques ou lamellaire*
- *A pellicules argileuses (ZT) : Agrégats à surface légèrement brillante, coloration plus intense en surface qu'à l'intérieur, dans certains sols bruns acides et Pseudogleys*
- *Vertisolique (ZV) : Couche fendillée, largeur de fente > 1 cm, profondeur 40 cm min, surface à aspect motteux, à revêtements humiques et patines de tension fréquents*
- *A agrégats labiles (ZL) : agrégats friables et instables, tendance à la dispersion*
- *Pélosolique (ZP) : texture fine (argile ou marne), de couleur proche du matériau parental, structure polyédrique ou prismatique liée au gonflement de l'argile*

L = assemblage des composants: Information de synthèse sur la cohésion, la porosité, la perméabilité à l'eau, ..., attributs valables pour horizons à moins de 30% de matière organique:

- *Très meuble (L0): Très poreux, < 0.8g MS/cm³, horizon souvent riche en humus, très poreux et très perméable (> 10-3cm/s)*
- *Meuble (L1): Très poreux, faible cohésion, 0.8 – 1.19 g MS/cm³, perméabilité normale (env. 10-4cm/s)*
- *Tassé (L2) : si tassement modéré : 1.2 – 1.39 g MS/cm³ ; si tassement plus fort : 1.4 – 1.6 g MS/cm³ ; perméabilité à l'eau réduite (< 10-4cm/s)*
- *Compacté (L3) : Porosité faible, >1.6 g MS/cm³ ; perméabilité à l'eau très réduite (10-5 - 10-6cm/s). Exemple : transition de moraine de fond*
- *Induré (L4) : Infiltration et déposition de ciments tels que carbonates de Ca, oxydes de fer et silicates*

I = Nappe perchée :

- *Faiblement pseudogleyifié (I1) : Taches de rouille peu marquées dès 60 cm de profondeur. Une zone tassée (épaisseur max 20 cm) dans la partie supérieure du profil (semelle de labour, tassement par le bétail) est à classer dans cette rubrique également*
- *Pseudogleyifié (I2) : Taches de rouille peu marquées jusqu'en surface, sur une épaisseur > 20 cm ; taches nettes sur fond gris souvent visibles dès 60 cm de profondeur*
- *Fortement pseudogleyifié (I3) : Horizon très taché de rouille à une profondeur > 40 cm, horizons supérieurs sans signes de pseudogley. Typique de l'intergrade Sol brun-Pseudogley*
- *Très fortement pseudogleyifié (I4) : Horizon très taché de rouille atteignant la surface, parfois masqué par une accumulation d'humus. Typique du Pseudogley*

G = Nappe permanente à niveau variable:

- *Humide en profondeur (G1): Faible engorgement, à plus de 90 cm de profondeur*
- *Faiblement gleyifié (G2) : Taches de rouille peu marquées dès 60 cm de profondeur, taches très marquées et engorgement dès 90 cm*
- *Gleyifié (G3) : Taches de rouille jusqu'à la surface, engorgement dès 60 cm de profondeur*
- *Fortement gleyifié (G4) : Engorgement massif dès 40 cm de profondeur, typique de l'intergrade Sol brun-Gley*
- *Très fortement gleyifié (G5) : Engorgement massif dès 20 cm de profondeur, mais fortes variations saisonnières, typique du Gley oxydé*
- *Extrêmement gleyifié (G6) : Engorgement périodique jusqu'en surface, dessèchement en période sèche. Typique du Gley réduit*

R = Nappe permanente stable:

- *Faiblement mouillé (R1): Niveau de nappe en permanence à plus de 90 cm de profondeur*
- *Mouillé (R2): Niveau de nappe en permanence à 60-90 cm de profondeur*
- *Fortement mouillé (R3): Niveau de nappe en permanence à 30-60 cm de profondeur*
- *Très fortement mouillé (R4): Niveau de nappe en permanence à 10 - 30 cm de profondeur*
- *Détrempé (R5): Niveau de nappe en permanence à moins de 10 cm*

D = Drainage artificiel:

- *Drainé (DD): drains en place ou drainage en rigoles ou abaissement de nappe*

M = Matière organique en milieu aérobie:

- *A humus brut (ML): Accumulation d'humus partiellement décomposé surmontée d'une litière vieille de plusieurs années; couche bien humifiée au contact du matériau parental; épaisseur variable de l'horizon d'humus brut (1 – 40 cm)*
- *A moder (MF): humus accumulé de type moder prédominant, résidus végétaux bien décomposés, mince couche de litière en surface.*
- *Riche en substances humiques (MH): Substances humiques très humifiées, nombreuses liaisons avec fer, aluminium et (evtl) minéraux allophanes*
- *Pauvre en humus (MA): Humus < 2% dans la terre fine de l'horizon de surface, teinte grisée plus claire que 5 (Munsell)*
- *A mull (MM): humus > 2% dans la terre fine de l'horizon de surface, au total plus de 20kg d'humus/m²; horizon Ah d'épaisseur > 10 – 20 cm à structure bien agrégée. Variante à pH neutre et variante à pH acide, à taux de saturation < 50% et légère accumulation d'humus*

O = Matière organique en milieu anaérobie:

- *A anmoor (OM): Matière organique à grains fins, à décomposition ralentie par manque temporaire d'air, 10 – 30% de la terre fine; épaisseur d'horizon= 10 – 40 cm*
- *De type sapro-organique (OS): Matière organique < 30%, accumulée sur > 40 cm et très décomposée (humifiée), à grains fins à colloïdaux, toucher souvent collant*
- *De type semi-tourbeux (allemand. Antorf, OA): Matière organique < 30%, accumulée sur < 40 cm*
- *A tourbe peu épaisse (OF): Horizon tourbeux à > 30% de matière organique, d'épaisseur 40 – 90 cm. 2 variantes sont connues:*
 - *fibreux: peu décomposé (OFN)*
 - *floconeux à granuleux: moyennement décomposé (OFH)*
- *A tourbe épaisse (OT): Horizon tourbeux, d'épaisseur > 90 cm, souvent divisé en strates à propriétés liées à l'hydrologie et aux végétaux en place lors de la formation. 2 variantes sont connues:*
 - *fibreux: peu décomposé (OTN)*
 - *floconeux à granuleux: moyennement décomposé (OTH)*

T = Expression du type:

- *Peu marqué (T1): Attributs du type de sol peu exprimés (zones de transitions)*
- *Marqué (T2): Type de sol bien exprimé, horizons caractéristiques bien présents*
- *Dégradé (T3): Des traits pédologiques anormaux du profil attirent l'attention*

H = Netteté des horizons:

- *Diffus* (HD): Transition entre horizons peu marquées sur tout le profil
- *A limites abruptes* (HA): Transitions nettes entre horizons sur tout le profil
- *A limites irrégulières* (HU): Horizons les plus importants présentant des limites irrégulières: poches, languettes, cônes, etc...
- *A brassage biologique* (HB): Visibilité des horizons entravée par intense activité des vers de terre
- *A brassage mécanique, à rigoles* (HT): signes de travail mécanique profond du sol; à classer comme couche au lieu d'horizon en situation extrême

5.2 Forme

5.2.1 Pierrosité et texture de la terre fine

La pierrosité et la texture, estimées devant le profil et souvent vérifiées au laboratoire (cf. Triangle des textures à l'annexe 9.1), sont les critères déterminants des formes de sol. Ces propriétés sont données séparément pour chaque horizon, p.ex. limon sableux peu pierreux,... Comme les teneurs varient entre horizons, on résume parfois l'appréciation en mentionnant les propriétés du sol et du sous-sol, p. ex. Limon sableux sur limon

5.2.2 Profondeur physiologique

La profondeur physiologique du profil est distincte de la simple profondeur morphologique; elle indique le volume disponible pour le système racinaire des plantes. La profondeur réelle (morphologique) du profil quant à elle présente un intérêt particulier dans les situations de fissuration profonde, colluvionnement important, altération en profondeur et dans les paléosols.

Le volume total de sol exploitable par les racines est réduit par les corps pierreux présents, les zones tassées, les zones à structure compacte, le manque de renouvellement de l'oxygène dû à l'engorgement.

Le calcul de la profondeur physiologique s'effectue à partir de la profondeur maximale explorable par les racines, puis par réductions successives tenant compte, pour chaque horizon, des obstacles mentionnés ci-dessus. Par exemple, une surface théorique de 1m² a un volume de 100 litres par tranche de 10 cm ; un obstacle de 10 litres (10% du volume) correspond à 1 cm de profondeur et il reste 9 cm de profondeur utile. La somme des tranches de profondeur utile jusqu'au fond du profil *donne la profondeur physiologique*:

Extrêmement profond	>150 cm
Très profond	100 – 150 cm
Profond	70 – 100 cm
Modérément profond	50 – 70 cm
Assez superficiel	30 – 50 cm
Superficiel	10 – 30 cm
Très superficiel	< 10 cm

5.2.3 Capacité de rétention d'eau

Dans les sols mi-lourds, on estime que la capacité de rétention d'eau correspond approximativement au dixième de la profondeur physiologique : une profondeur

physiologique de 70 cm par exemple correspond à une lame d'eau de 70 mm d'eau utilisable par les plantes (eau facilement disponible, entre pF 2 et pF 3). La rétention est supérieure en sol silteux ou humifère, elle est inférieure en sol sableux ou très argileux. La subdivision en classes de capacité est la suivante:

Extrêmement élevée	> 150 mm
Très élevée	100 – 150 mm
Elevée	70 -100 mm
Moyenne	50 – 70 mm
Basse	30 – 50 mm
Très basse	10 – 30 mm
Extrêmement basse	< 10 mm

5.2.4 Capacité d'échange de cations

Les éléments nutritifs servant à l'alimentation des plantes proviennent en grande partie du réservoir des ions échangeables du sol. Appréciation de la capacité d'échange de cations du sol :

Très élevée	>300 meq/m ² ou mol ⁺ /m ²
Elevée	200 - 300
Médiocre	100 - 200
Faible	< 100

En absence de résultat d'analyse, la capacité d'échange cationique peut être estimée à partir de la teneur en humus (1-3 meq par gramme ou par mMol d'humus) et en argile (0.1-0.6 meq par gramme ou par mMol d'argile) dans chaque horizon, compte tenu de la profondeur physiologique.

En complément de la quantité d'ions, il est important de connaître aussi leur nature: dans la majorité des cas, les cations H⁺ n'occupent pas plus de 50% de la capacité d'échange, les autres 50% étant occupés par les ions Ca⁺⁺, puis Mg⁺⁺ et, dans une faible mesure, par les ions K⁺ et Na⁺.

5.3 Forme locale

5.3.1 Concept de région géo-climatique

Les paramètres climatiques décisifs pour la formation des sols sont les précipitations, leur répartition saisonnière dans l'année et la chaleur. Des caractéristiques locales particulières, comme l'exposition, la durée d'ensoleillement, la période de couverture neigeuse, etc... jouent également un rôle. Les paramètres climatiques sont définis selon les classes mentionnées dans la carte des aptitudes climatiques au 1 :200'000 (23). Cette carte distingue 21 unités climatiques dans 8 niveaux d'altitude et 6 régimes pluviométriques (cf. annexe 9.1). Si nécessaire, une unité climatique peut être subdivisée pour tenir compte de particularités locales, p.ex. versant sud, combe ombrée, ...

5.3.2 Éléments paysagers et pente

La forme du paysage ou un élément paysager particulier qualifie un attribut local décrit à ce niveau dans le système de classification. Sur les cartes de sols détaillées, les limites des formes et éléments paysagers correspondent souvent aussi à des changements de propriétés du sol. Les formes de paysage retenues sont les suivantes :

Code	Élément paysager	description	Esquisse
EE	Plaine	aire plate de surface étendue	
TM	Vallée en cuvette	bas-fond circulaire dans une vallée	
TS	Fond de vallée	partie la plus profonde d'une vallée, assez large, plate	
TC	Petite vallée	petite vallée à profil en V	
TT	Terrasse de vallée	replat en étage sur le bord de la vallée	
HT	Terrasse suspendue	idem, en flanc de vallée	
HF	Bas de pente	partie inférieure, mourante, d'une pente	
KR	Tête, dos, bosse	élévation convexe, ovale ou allongée	
HM	Dépression sur pente	bas-fond sur pente	
HP	Côte suspendue	côte sur forme générale de pente	
HH	Pente modérée	5 - 25 % d'inclinaison	
HX	Pente forte	25 - 50 % d'inclinaison	
HY	Pente raide	50 - 75 % d'inclinaison	
HZ	Pente très raide	> 75 % d'inclinaison	
SF	Cône d'épanchement (de déjection)	sédiments de bas de pente dépôt par ruissellement sur pente, forme conique	
SK	Cône d'éboulement	formes glissées nettes, ondulées à chaotiques	
HR	Glissement de terrain		
PF	Plateau	Assez grande surface plane plongeant de tous côtés	

5.3.3 Végétation et utilisation du site

En milieu agricole, on indique s'il s'agit de sites de grandes cultures, prairie artificielle, prairie naturelle, pâturage, alpage ou d'une végétation naturelle. En milieu forestier, on décrit le peuplement, les espèces présentes et leur âge. En milieu naturel intact, on précise la nature de l'association végétale ou les espèces dominantes.

6 Du système de classification aux unités taxonomiques

6.1 Classification et attribution de noms aux sols (exemples)

Les deux présentations graphiques qui suivent proposent cinq exemples pratiques de classification de sols selon le système suisse. Les critères des quatre premiers niveaux (niveaux I à IV) débouchent sur l'attribution d'un type de sol ; ensuite les critères des trois niveaux suivants, portant sur les particularités du type examiné, définissent des attributs propres au site examiné. Par exemple, le type "Sol brun" se réfère à une vaste gamme de sols, qui peut être subdivisée en sous-types plus détaillés.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Niveau I Classe	percolé	rarement percolé	aride, jamais percolé	à nappe perchée temporaire	à nappe perchée temp. + forte évapot.	à nappe permanente	à nappe permanente, évaporation	périodiquement inondé		
Niveau II Ordre	reliques rocheuses	reliques + mat. org.	min. sec. + reliques + mat org	min. sec. + mat. org.	matière organique					
Niveau III Famille	roche siliceuse	roche silico-calcaire	roche calcaire	format. argile + humus	format. complex. argiles + Fe-ox.	format. humates de Fe, Al	redox sur Fe et Mn	réduction du Fe	milieu organique	oxydes de Fe, Al
Niveau IV Type	ions Al	ions Ca	bicarbonates Ca	sels alcalins	migration d'argile	Fe et Mn réduits	acide silicique	humates de Fe, Al	argile sodique, humates	subst. humiques
Niveau V Sous-type		colluvial, pséphitique				à fort pseudogley, faiblement acide			à tourbe épaisse, acide	
Niveau VI Forme		blocs, gravier et sable, très superficiel				peu pierreux, silt limoneux, profond			non pierreux, pauvre en minéraux, superficiel	
Niveau VII Forme locale		étage alpin, cône de déjection, végétation pionnière				étage collinéen, plateau, forêt			étage montagneux, terrasse de pente, végétation de moor	
Nom		Lithosol brut, siliceux, pséphitique, colluvial				Pseudogley faiblement acide			Tourbe acide, profonde	
Code		1112 PK, VK				4376 I3, E2			6590 OTN, E3	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Niveau I Classe	percolé	rarement percolé	aride, jamais percolé	à nappe perchée temporaire	à nappe perchée temp. + forte évapotr.	à nappe permanente	à nappe permanente, évaporation	périodiquement inondé		
Niveau II Ordre	reliques rocheuses	reliques + mat. org.	min. sec. +reliques +mat org	min. sec. + mat. org.	matière organique					
Niveau III Famille	roche siliceuse	roche silico-calcaire	roche calcaire	format. argile + humus	format. complex. argiles + Fe-ox.	format. humates de Fe, Al	redox sur Fe et Mn	réduction du Fe	milieu organ. humus	oxydes de Fe, Al
Niveau IV Type	ions Al	ions Ca	bicarbonates Ca	sels alcalins	migration d'argile	Fe et Mn réduits	acide silicique	humates de Fe, Al	argile sodique, humates	subst. humiques
Niveau V Sous-type					faiblement acide			à très forte humidité de fond, pélitique		
Niveau VI Forme					pierreux, limon profond			peu pierreux, argileux, superficiel		
Niveau VII Forme locale					étage collinéen, terrasse de vallée, grandes cultures			étage montagneux pied de pente prairie à litière		
Nom					Sol brun lessivé, faiblement acide			Gley réduit, pélitique		
Code					1355 E2			6488 R4, VT		

6.2 Classification systématique des plus importants types de sols de Suisse

TABLEAU 1

		Sols percolés			
		Régosols		Régosols humifères	
Partie hiérarchique	Niveau I: Classe	percolé	percolé	percolé	percolé
	Niveau II: Ordre	reliques rocheuses	reliques rocheuses	reliques rocheuses + matière organique	reliques rocheuses + matière organique
	Niveau III: Famille	roche siliceuse	roche silico-calcaire	roche siliceuse	roche calcaire
	Niveau IV: Type	Ca ⁺⁺	Ca(HCO ₃) ⁺	Al ³⁺	Ca(HCO ₃) ⁺
	Niveau V: Sous-type	colluvial, pséphitique	alluvial, psammitique	à humus brut	lithosolique, à humus - forme moder
Partie non-hiérarchique	Niveau VI: Forme	blocs, gravier, sable, très superficiel	très pierreux, sableux, superficiel	pierreux, sableux, superficiel	pierreux, sableux, superficiel
	Niveau VII: Forme locale	étage alpin, cône d'épandage, végétation pionnière	vallée alpine, laisse alluviale, végétation pionnière	étage alpin, pente raide, gazon, buissons nains	étage subalpin, plateau en légère pente, buissons nains et pins couchés
	Nom	Lithosol brut, colluvial, siliceux	Fluvisol brut, sablo-caillouteux	Lithosol humifère, siliceux, à humus brut	Lithosol à moder, carbonaté
Code	1112 PK, VK	1123 PA, VS	1211 ML	1233 VL, MF	

TABEAU 2

		Sols percolés			
		Sols incomplètement développés, sans horizon B, avec minéraux secondaires (Sols A/C)			
Partie hiérarchique	Niveau I: Classe	percolé	percolé	percolé	percolé
	Niveau II: Ordre	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique
	Niveau III: Famille	roche siliceuse	roche silico-calcaire	roche silico-calcaire	roche calcaire
	Niveau IV: Type	Al ³⁺	Ca(HCO ₃) ⁺	Ca(HCO ₃) ⁺	Ca(HCO ₃) ⁺
	Niveau V: Sous-type	colluvial, à humus - forme moder	alluvial, partiellement décarbonaté	érodé, partiellement décarbonaté	colluvial, riche en carbonates, humifère
Partie non-hiérarchique	Niveau VI: Forme	pierreux, limon sableux, assez superficiel	peu pierreux, sable limoneux, modérément profond	pierreux, limon, assez superficiel	pierreux, limon argileux, assez superficiel
	Niveau VII: Forme locale	étage alpin, pente vallonnée, pelouse	étage subalpin, fond de vallée, buissons nains	étage collinéen, colline morainique, prairie	étage montagneux, en pente, hêtraie
	Nom	Ranker siliceux, à moder	Fluvisol partiellement décarbonaté	Régosol partiellement décarbonaté	Rendzine, à mull
Code	1311 PK, MF	1323 PA, KE	1323 PE, KE	1333 MM, KR, PK	

TABLEAU 3

		Sols percolés			
		Sols développés, avec horizon B (sols A/B/C)			Sols développés, à horizon Bfe
Partie hiérarchique	Niveau I: Classe	percolé	percolé	percolé	percolé
	Niveau II: Ordre	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique
	Niveau III: Famille	complexes d'argile et d'oxydes de Fe	complexes d'argile et d'oxydes de Fe	complexes d'argile et d'oxydes de Fe	humates de Fe et Al
	Niveau IV: Type	Al ³⁺	Ca ²⁺	Ca(HCO ₃) ⁺	Al ³⁺
Partie non-hiérarchique	Niveau V: Sous-type	à revêtements de Fe, acide, à faible pseudogley	à limites diffuses d'horizons, neutre	à brassage biologique, à recouvrement	podzolique, à moder, avec grains de quartz
	Niveau VI: Forme	pierreux, limon, modérément profond	pierreux, limon, profond	peu pierreux, limon, profond	pierreux, limon, modérément profond
	Niveau VII: Forme locale	étage sub-montagnard, plat forêt de sapin	étage collinéen, faible pente, grandes cultures	étage collinéen, pied de pente faible, grandes cultures	étage montagnard, terrasse de pente, prairie
	Nom	Sol brun acide, à faible pseudogley	Sol brun, neutre	Sol brun calcaire, colluvial	Sol ocre podzolique, à moder
	Code	1351 FE, E3, I1	1352 HD, E1	1353 HB, PU	1361 MF, FQ,FP

TABLEAU 4

		Sols percolés		Sols rarement percolés	Sols engorgés
		Sols développés avec horizons E et I			
Partie hiérarchique	Niveau I: Classe	percolé	percolé	rarement percolé	engorgé
	Niveau II: Ordre	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique
	Niveau III: Famille	complexes d'argile et d'oxydes de Fe	humates de Fe et Al	argile et humus	redox sur Fe et Mn
	Niveau IV: Type	migration d'argile	humates de Fe et Al	Ca ²⁺	Fe et Mn réduits
	Niveau V: Sous-type	typique, faiblement acide	à humus brut, horizons à limites abruptes, horizons E / I	à mull, à agrégats stables, partiellement décarbonaté	à fort pseudogley, faiblement acide
Partie non-hiérarchique	Niveau VI: Forme	pierreux, limon, profond	très pierreux, sable limoneux, assez superficiel	pierreux, limon sableux, modérément profond	peu pierreux, silt sableux, profond
	Niveau VII: Forme locale	étage collinéen, terrasse de vallée, grandes cultures	étage subalpin, pente raide, forêt d'épicéa	étage montagneux, vallée sèche, prairie	étage collinéen, Plateau, forêt
	Nom	Sol brun lessivé, typique	Podzol, à humus brut	Phaeozem, partiellement décarbonaté	Pseudogley, faiblement acide
Code	1355 T2, E2	1368 ML, HA	2342 MM, ZS,KE	4376 I3, E2	

TABLEAU 5

		Sols à nappe permanente de bas-fond / de pente			
		minéraux humides			organiques humides
Partie hiérarchique	Niveau I: Classe	à nappe permanente de bas-fond ou pente			
	Niveau II: Ordre	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique	matière organique
	Niveau III: Famille	complexes d'argile et d'oxydes de Fe	redox sur Fe et Mn	Fe réduit	Fe réduit
	Niveau IV: Type	Fe et Mn réduits	Fe et Mn réduits	Fe et Mn réduits	Ca ²⁺
	Niveau V: Sous-type	à fort gley, partiellement décarbonaté	à très fort gley, tassé	à très forte humidité de fond, à anmoor	à tourbe peu épaisse, sapro-organique, drainé, neutre
Partie non-hiérarchique	Niveau VI: Forme	pierreux, limon, modérément profond	pierreux, argile limoneuse, assez superficiel	peu pierreux, argile, superficiel	non pierreux, accumulation organique sur argile, modérément profond
	Niveau VII: Forme locale	étage collinéen, terrasse de vallée, prairie	étage collinéen, fond de vallée, prairie	étage montagneux, pied de pente, pré à litière	étage collinéen, fond de vallée, grandes cultures
	Nom	Gley - Sol brun, partiellement décarbonaté	Gley oxydé, tassé	Gley réduit, à anmoor	Semi-moor, saproorganique, neutre
Code	6356 G4, KE	6376 G5, L2	6386 R4, OM	6582 OF, OS, DD, E1	

TABLEAU 6

		Sols à nappe permanente de bas-fond / de pente organique	Sols périodiquement inondés
Partie hiérarchique	Niveau I: Classe	à nappe permanente de bas-fond ou pente	à nappe perchée
	Niveau II: Ordre	matière organique	reliques rocheuses + matière organique
	Niveau III: Famille	matière organique	roche silico-calcaire
	Niveau IV: Type	Ca ²⁺	Ca(HCO ₃) ⁺
Partie non-hiérarchique	Niveau V: Sous-type	à tourbe épaisse, à humidité de fond moyenne, neutre	à moder, à gley faible, alluvial
	Niveau VI: Forme	non pierreux, contient des minéraux, assez superficiel	graveleux, sable, superficiel
	Niveau VII: Forme locale	étage collinéen, vallée en cuvette, roselière	étage collinéen, sol riverain forêt d'aulne et chêne
	Nom	Tourbe épaisse et décomposée, de bas-marais	Sol lithique humifère, d'inondation
	Code	6592 OTH, R2, E1	8223 MF, G2, PA

6.3 Commentaires sur la classification systématique et l'attribution de noms aux sols

Le code d'un type taxonomique de sol (cf. tables du chapitre 6.1) est formé de quatre chiffres; le premier d'entre eux code le critère du niveau I (classe), le second le critère du niveau II (ordre), le troisième le critère du niveau III (Famille), et le quatrième le critère du niveau IV (type).

Par exemple, les sols à code 1112 sont des sols percolés (1***), contiennent des reliques rocheuses (*1**) de nature siliceuse (**1*) et leurs percolats contiennent des ions alcalins et alcalino-terreux mais pas d'aluminium (**2).

La codification subséquente des types de sol recourt à des lettres et des chiffres. Ces codes complémentaires sont résumés au chapitre 4 et définis au chapitre 5.1. Chaque sous-type de sol peut ainsi être défini plus précisément par la codification d'une ou de plusieurs de ses attributs complémentaires marquants. Cette subdivision non-hiérarchisée permet des distinctions plus fines entre les diverses expressions possibles d'un type de sol.

Les unités taxonomiques définies au niveau IV – les types – reçoivent des noms définis. On a choisi pour la dénomination soit des noms repris de classifications antérieures (p. ex. Sol brun), soit des noms tirés de classifications européennes récentes (p. ex. Sol brun lessivé), soit des noms tirés de la légende de la carte des sols du monde de la FAO (p. ex. Phaeozem).

Un soin particulier a été consacré à l'attribution de noms analogues à des types déjà utilisés dans d'autres systèmes de classification (cf. chapitre 7).

Les attributs particuliers des Formes et Formes locales traduisent des propriétés et utilisations des sols conformes aux pratiques locales (cf. chapitre 4.5.2 et 5.3).

7 Description, classification et attribution de noms aux principaux sols de Suisse

7.1 Sols percolés

7.1.1. Lithosol brut

Type 1112: Lithosol brut sur roche siliceuse

Contient très peu de terre fine (< 5% d'argile dans la terre fine, < 5 kg/m² de matière organique), neutre à faiblement acide, ions dominants de la phase aqueuse : Ca⁺⁺, éventuellement K⁺. Le sol contient principalement des roches et des fragments rocheux. Développement sporadique de la végétation.

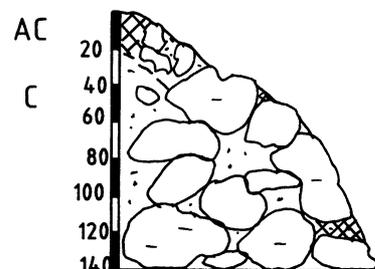
Type 1112, sous-type VL: Lithosol brut sur roche siliceuse

< 10 cm de profondeur moyenne jusqu'à la roche dure, matériau rocheux situé directement en-dessus de la roche localement et partiellement altéré.

Type 1112, sous-type VK: Lithosol brut sur roche siliceuse, en blocs

consistant principalement en éboulis rocheux non consolidé, dont l'altération commence.

Exemple: Type 1112, Sous-type PK, VK – Lithosol brut sur roche siliceuse, en blocs, colluvial

 <p>Eboulement récent de roche siliceuse en haute montagne pentue. Végétation pionnière sporadique. Début d'altération de la roche, processus d'humification localisé.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>PK = colluvial</i> • <i>VK = pséphitique</i>
	II Constituants <i>reliques rocheuses</i> - 1 - -	VI forme • <i>à blocs, graveleux</i> • <i>sableux</i> • <i>très superficiel</i>
	III Processus <i>silicates</i> - - 1 -	VII Forme locale • <i>alpin</i> • <i>sous cône raide d'éboulement</i> • <i>sous végétation pionnière</i>
	IV Percolat <i>Ca²⁺</i> - - - 2	
	<i>Type 1112</i>	<i>Sous-type PK, VK</i>

Type 1123: Lithosol brut sur matériau parental silico-calcaire

Contient très peu de terre fine (< 5% d'argile dans la terre fine, < 5 kg/m² de matière organique), neutre à faiblement alcalin car présence de bicarbonates. Développement sporadique de la végétation.

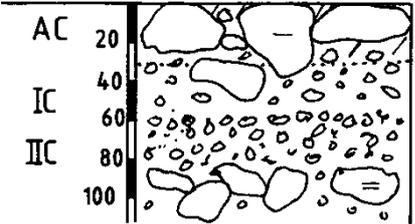
Type 1123, sous-type PA: Fluvisol brut sur matériau parental silico-calcaire

alluvion fluviatile récente pas ou peu fréquemment inondée, empilement des couches visible.

Type 1123, sous-type VF: Lithosol brut sur matériau parental silico-calcaire

éboulis rocheux d'épaisseur 10 – 60 cm sur roche dure, en début d'altération.

Exemple: Type 1123, sous-type PA, VS - Fluvisol brut sur matériau parental silico-calcaire, sableux

 <p>Alluvion de ruisseau alpin, végétation pionnière sporadique, début d'altération de la roche classée, processus d'humification localisé</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • PA = <i>alluvial</i> • VS = <i>psammitique</i>
	II Constituants <i>reliques rocheuses</i> - 1 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>sableux</i> • <i>superficiel</i>
	III Processus <i>Matériau parental silico-calcaire</i> - - 2 -	VII Forme locale • <i>vallée alpine</i> • <i>sur laisse alluviale</i> • <i>sous végétation pionnière</i>
	IV Percolat $Ca^{++}, (HCO_3)^-$ - - - 3	
	<i>Type 1123</i>	<i>Sous-type PA, VS</i>

Typ 1133: Lithosol brut sur calcaire

Contient très peu de terre fine (< 5% d'argile dans la terre fine, < 5 kg/m² de matière organique), faiblement alcalin car présence de bicarbonates. Développement réduit de la végétation.

Type 1133, sous-type PK: Lithosol brut sur calcaire, colluvial

sur éboulis rocheux, par exemple en pied de paroi rocheuse

Type 1133, sous-type VA: Lithosol brut sur roche calcaire, karstique

en moyenne < 10 cm d'éboulis rocheux fin sur l'assise rocheuse karstique

7.1.2. Lithosol humifère

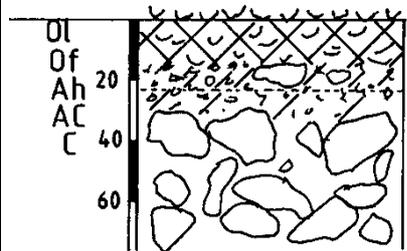
Type 1211: Lithosol humifère sur silicates

Horizon humifère A- ou O- uniforme, $> 5 \text{ kg/m}^2$ de matière organique, teneur en argile $< 5\%$ dans la terre fine, fortement acide car ions Al^{3+} dans la phase aqueuse.

Type 1211, sous-type ML: Lithosol humifère sur silicates, à humus brut
accumulation organique d'épaisseur 2-40 cm sur roche siliceuse peu altérée

Type 1211, sous-type VL: Lithosol humifère sur silicates, lithique
couverture humique sableuse et pierreuse ne dépassant pas 10 cm d'épaisseur, sur la roche dure.

Exemple: Type 1211, sous-type ML - Lithosol humifère sur silicates, à humus brut

 <p>Pente alpine stable sur roche siliceuse, végétation de buissons nains. Accumulation d'humus brut en surface, faible différenciation en horizons.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>ML = à humus brut</i>
	II Constituants <i>Reliques rocheuses + matière organique</i> - 2 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>sableux</i> • <i>superficiel</i>
	III Processus <i>silicates</i> - - 1 -	VII Forme locale • <i>alpin</i> • <i>en pente raide</i> • <i>sous gazon et buissons nains</i>
	IV Percolat Al^{3+} - - - 1	
	<i>Type 1211</i>	<i>Sous-type ML</i>

Type 1223: Lithosol humifère sur roche silico-calcaire

horizon humifère uniforme Ah- ou O- en surface, $< 5\%$ d'argile dans le terre fine, faiblement alcalin car présence de bicarbonates dans la phase aqueuse. Sol en général très pierreux.

Type 1223, sous-type MF: Lithosol humifère sur roche silico-calcaire, à moder
(à horizon Ah – forme moder)

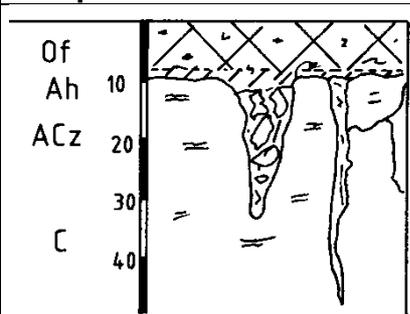
Type 1233: Lithosol humifère sur calcaire

Horizon humifère continu sur horizon rocheux pauvre en terre fine, < 5% d'argile dans la terre fine, faiblement alcalin car présence de bicarbonates.

Type 1233, sous-type MF: Lithosol (humifère) sur calcaire, à moder

horizon Ah- ou O- à moder de 2-20 cm d'épaisseur, pas de formation de mull car l'argile est en quantité insuffisante. Le matériau parental calcaire peut être meuble, colluvial (PK) ou de roche dure (VL, VF).

Exemple: Type 1233, sous-type VL, MF - Lithosol (humifère) sur calcaire, à moder, lithique

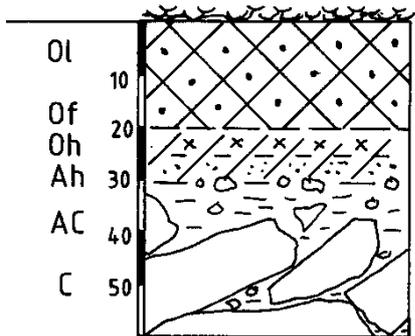
 <p>Sol sur roche calcaire fortement fissurée, sur plateau subalpin à pins couchés. Accumulation irrégulière d'humus - forme moder. Localement associé à la Rendzine et à des dalles rocheuses.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • VL = lithique • MF = à moder
	II Constituants <i>reliefs rocheux + matière organique</i> - 2 - -	VI Forme • pierreux • sableux • superficiel
	III Processus <i>carbonates</i> - - 3 -	VII Forme locale • subalpin • sous plateau en pente • sous buissons nains et pins couchés
	IV Percolat $Ca^{++}, (HCO_3)^-$ - - - 3	
	<i>Type 1233</i>	<i>Sous-type VL, MF</i>

7.1.3. Sol peu évolués, sans horizon B-, avec formation de minéraux secondaires (Sols A/C)**Type 1311: Ranker sur silicates, à minéraux secondaires**

Horizon humifère Ah- ou O- bien visible, distinct d'un horizon minéral sous-jacent (B)C de couleur brune ou ocre due à l'altération. Croûtes visibles sur les pierres. Aspect uniforme et diffus du profil. Milieu acide car ions Al^{3+} en solution.

Type 1311, sous-type PK, MF: Ranker sur silicates, à moder

Horizon O- à moder d'épaisseur variable, mélange marqué de l'humus avec la matière minérale surmontant en général un horizon BC très pierreux se fondant progressivement dans l'éboulis rocheux colluvial (ou la moraine jeune) non altéré. Le ranker est présent à l'étage alpin des alpes à silicates.

Exemple: Type 1311, sous-type PK, MF – Ranker sur silicates, à moder		
 <p>Dépôt meuble de roches siliceuses dont l'altération reste peu profonde. Dégradation ralentie de la matière organique en milieu acide et pas basse température. Argile et oxydes de fer peu visibles.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>PK = colluvial</i> • <i>MF = à moder</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> <i>+ reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>limono-sableux</i> • <i>assez superficiel</i>
	III Processus <i>Silicates</i> - - 1 -	VII Forme locale • <i>alpin</i> • <i>en pente ondulée</i> • <i>sous gazon</i>
	IV Percolat <i>Al³⁺</i> - - - 1	
<i>Type 1311</i>		<i>Sous-type PK, MF</i>

Type 1323: Régosol, Fluvisol sur matériau parental silico-calcaire, à minéraux secondaires

Horizons AC- ou (B)C- avec quantité appréciable de minéraux secondaires (argile, oxydes), humus à mull, structure en agrégats. Profil encore peu différencié et horizons peu marqués.

Type 1323, sous-type PE: Régosol, érodé

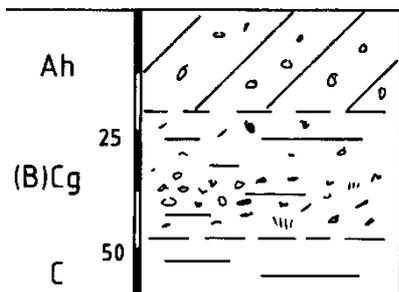
entraînement périodique de matériau de surface par érosion. Horizon A- peu développé, sur un horizon BC- carbonaté.

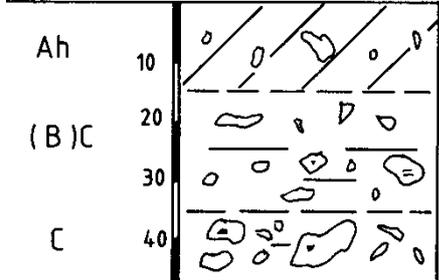
Type 1323, sous-type KE, PK: Régosol, colluvial, partiellement décarbonaté

placé en situation d'accumulation, contient peu de carbonates, cas échéant aucun carbonate en surface.

Type 1323, sous-type PA: Fluvisol

L'entier des constituants du sol (C- inclus) a été déposé sous forme d'alluvion à l'holocène et n'a pratiquement plus été recouvert. Recouvrements alluviaux encore visibles. Classification complémentaire possible selon texture, humidité et teneur en carbonates.

Exemple: Type 1323, sous-type PA, KE – Fluvisol, partiellement décarbonaté		
 <p>Matériau parental silico-calcaire sédimentaire alluvial, à niveau d'eau réglé à > 60 cm sous la surface. Profil peu différencié, quelques faibles taches de rouille en sous-sol.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • PA = <i>alluvial</i> • KE = <i>partiellement décarbonaté</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> + <i>reliques rocheuses</i> + <i>matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>peu pierreux</i> • <i>sablo-limoneux</i> • <i>modérément profond</i>
	III Processus <i>Matériau parental silico-calcaire</i> - - 2 -	VII Forme locale • <i>subalpin</i> • <i>en fond de vallée</i> • <i>sous buissons nains</i>
	IV Percolat Ca^{++} , $(HCO_3)^-$ - - - 3	
<i>Type 1323</i>		<i>Sous-type PA, KE</i>

Exemple: Type 1323, sous-type PE, KE – Régosol, partiellement décarbonaté		
 <p>Matériau parental silico-calcaire, souvent colluvial sur roche meuble. Profil peu différencié, 2-3% humus, 6-15% argile (souvent héritée). On distingue un sous-groupe Régosol carbonaté en présence de richesse en carbonates</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • PE = <i>érodé</i> • KE = <i>partiellement décarbonaté</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> + <i>reliques rocheuses</i> + <i>matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>limoneux</i> • <i>assez superficiel</i>
	III Processus <i>Roche silico-calcaire</i> - - 2 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>sous bosse morainique</i> • <i>sous prairie</i>
	IV Percolat Ca^{++} , $(HCO_3)^-$ - - - 3	
<i>Type 1323</i>		<i>Sous-type PE, KE</i>

Type 1333: Rendzine (sur roche calcaire, avec minéraux secondaires)

Résidu d'altération des roches calcaires argileuses à silteuses (sols calcaires riches en argile et pauvres en sable). Pierres jusqu'en surface, très nombreuses dans les horizons (B)C- et C-. Faiblement alcalin car présence de bicarbonates, mais réaction neutre ou faiblement acide possible en surface.

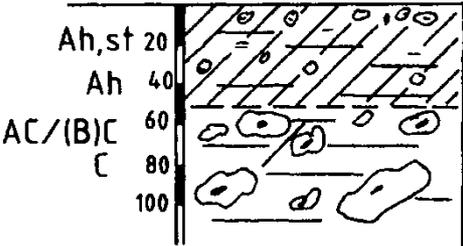
Type 1333, sous-type MM, KR, PK: Rendzine, à mull

horizon humifère Ah- de type mull de 30 à 50 cm de profondeur, structure stable polyédrique ou en mottes. Horizon de transition BC- très pierreuse et meuble. Eboulis calcaire colluvial visible dans l'horizon C-.

Type 1333, sous-type MM, FB: Rendzine brunifiée, à mull

horizon B- brun et riche en argile visible sous l'horizon Ah-. Nombreux oxydes de fer présents sur quelques roches carbonatées, qui se lient à l'argile.

Exemple: Type 1333, sous-type MM, KR, PK – Rendzine à mull

 <p>Profil peu différencié, à l'exception de l'horizon Ah, st à mull, > 20kg/m² de matière organique. Terre fine meuble, contient des carbonates. La roche calcaire est parfois encore visible en surface.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • MM = à mull • KR = riche en carbonates • PK = colluvial
	II Constituants <i>minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • pierreuse • limono-argileux • assez superficiel
	III Processus <i>Roche calcaire</i> - - 3 -	VII Forme locale • montagneux • en pente • sous hêtraie
	IV Percolat <i>Ca⁺⁺, (HCO₃)⁻</i> - - - 3	
Horizon diagnostique: Ah, st	Type 1333	Sous-type MM, KR, PK

7.1.4. Sols développés, avec horizon B- (Sols A/B/C)

Type 1351: Sol brun acide

Horizon brun Bw- ou Bw,fe nettement visible sous l'horizon Ah, complexes d'argile et d'hydroxydes de fer libérés par le milieu très acide (ions Al^{3+} en solution).

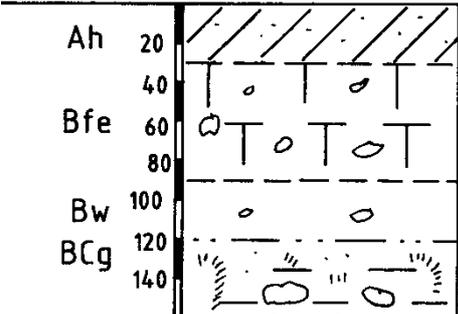
Type 1351, sous-type MM: Sol brun acide, à mull

horizon Ah- relativement épais (> 20 cm), horizons meubles et perméables. Type fréquent à l'étage collinéen montagneux.

Type 1351, sous-type I2: Sol brun acide, à pseudogley

sur matériau parental à perméabilité un peu réduite, en climat montagneux humide, fréquente saturation en eau du système poral et mobilité réduite des oxydes de fer. Plages et bandes de rouille dans la partie inférieure de l'horizon B-

Exemple: Type 1351, sous-type FE, E3, I1 - Sol brun acide, à pseudogley faible

 <p>Partie supérieure acide (pH[CaCl₂] < 5.0), taux de saturation (%Sat) < 50%, horizon Bfe- à coloration intense: valeur de chroma 7.5YR proche de 6. Forte libération d'oxydes de fer, rubans de rouille fréquents. Ions Al^{3+} présents dans la solution du sol, destruction d'argile possible.</p> <p>Horizon diagnostique: Bfe, Bw</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 ---	V Sous-type • FE = à enveloppes humiques • E3 = acide • I1 = à pseudogley faible
	II Constituants <i>minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • pierreux • limoneux • assez superficiel
	III Processus <i>formation de complexes argilo-ferriques/ferreux</i> - - 5 -	VII Forme locale • sous-montagnard • à plat • sous forêt de sapins
	IV Percolat Al^{3+} - - - 1	
	Type 1351	Sous-type FE, E3, I1

Type 1352: Sol brun typique neutre (le plus souvent)

Complexe adsorbant en grande partie occupé par Ca^{++} , ions Ca^{++} dominants dans la phase aqueuse, pH neutre à faiblement alcalin. Sous l'horizon Ah-, horizon Bw- brun et à limites diffuses.

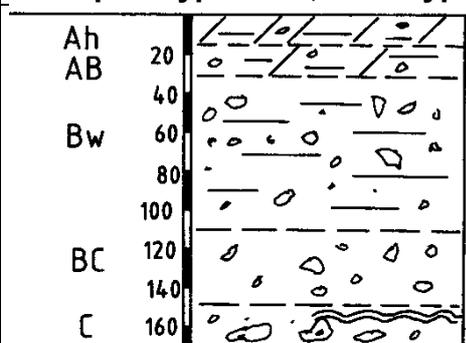
Type 1352, sous-type E2: Sol brun, faiblement acide

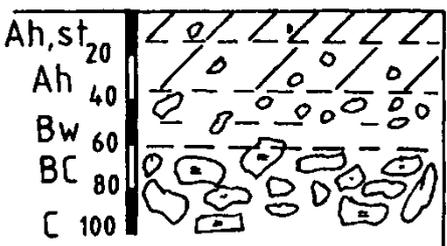
horizon Ah- contenant 5 à 20 kg/m² de matière organique, soit un peu plus qu'un régosol mais moins qu'un horizon à mull bien formé. Type fréquent en région agricole du plateau suisse.

Type 1352, sous-type HA: Sol brun, à limites d'horizons nettes

horizon Ah nettement distinct du Bw sous-jacent et en général acide. Profil (probablement) tronqué. Type présent sur roche silico-calcaire, sous prairie et pâturage des étages subalpins et montagneux.

Exemple : Type 1352, sous-type HD,E1 - Sol brun neutre

 <p>pH de la partie supérieure neutre à faiblement acide (pH [CaCl₂] > 5,0), taux de saturation (%Sat) < 50%. Horizon Bw- de coloration moins intense que celle d'un Sol brun acide : chroma (YR ou Y) autour de 3.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>HD = horizons à limites diffuses</i> • <i>E1 neutre</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> <i>+ reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>limon</i> • <i>profond</i>
	III Processus <i>formation de complexes argilo-ferriques/ferreux</i> - - 5 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>en pente régulière</i> • <i>sous grandes cultures</i>
	IV Percolat Ca^{2+} - - - 2	
Horizon diagnostique: Bw	<i>Type 1352</i>	<i>Sous-type HD, E1</i>

Exemple: Type 1352, sous-type MM, E2, HA – Sol brun à mull		
 <p>Horizon à mull bien développé. Profil sous pâturage subalpin et roche silico-calcaire à calcaire.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>MM = à mull</i> • <i>E2 = faiblement acide</i> • <i>HA = à limites d'horizons abruptes</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> + <i>reliques rocheuses</i> + <i>matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux, sur roche dure</i> • <i>limoneux</i> • <i>assez superficiel</i>
	III Processus <i>formation de complexes argilo-ferriques/ferreux</i> - - 5 -	VII Forme locale • <i>subalpin</i> • <i>en pente</i> • <i>sous alpage</i>
	IV Percolat Ca^{2+} - - - 2	
Horizon diagnostique: Ah, st	<i>Type 1352</i>	<i>Sous-type MM, E2, HA</i>

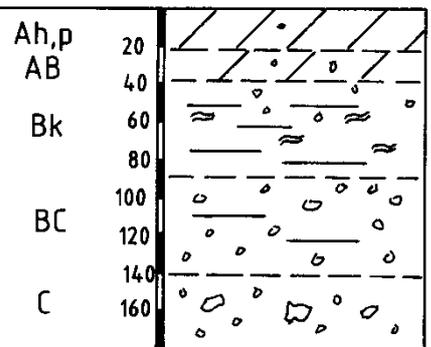
Type 1353: Sol brun calcaire

calcaire présent sur tout le profil, bicarbonates dans la phase aqueuse, pH faiblement alcalin. Horizon B- faiblement humifère sous un horizon Ah- assez épais, à agrégats stables. Type fréquent en site d'accumulation, en pied de pentes du plateau suisse.

Type 1353, sous-type PK, (G2): Sol brun calcaire colluvial

avec terre fine carbonatée périodiquement apportée, qui maintient élevé le taux de saturation en cations (% Sat). Pas d'acidification. Position fréquente en pied de pente qui provoque une faible gleyification (G2).

Exemple: Type 1353, sous-type HB, PU – Sol brun calcaire d'accumulation

 <p>Calcaire présent jusqu'en surface, horizon B- de couleur gris-brune due au calcaire, transitions diffuses entre horizons. L'origine du calcaire du profil est secondaire, par recouvrements, apport éolien ou par l'eau. Type fréquent en site d'accumulation, sous-types à gley et à mull fréquents.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>HB = à brassage biologique</i> • <i>PU = inondé</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>peu pierreux</i> • <i>limoneux</i> • <i>profond</i>
	III Processus <i>formation de complexes argilo-ferriques/ferreux</i> - - 5 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>en pied de pente</i> • <i>grandes cultures</i>
	IV Percolat <i>Ca⁺⁺, (HCO₃)⁻</i> - - - 3	
<i>Type 1353</i>		<i>Sous-type HB, PU</i>

Type 1452 (1451 et autres): Sol brun pélitique (à humus et minéraux secondaires)

Matériau pierreux totalement ou en grande partie altéré.

Type 1452 (et 1451), sous-type VT: Sol brun pélitique

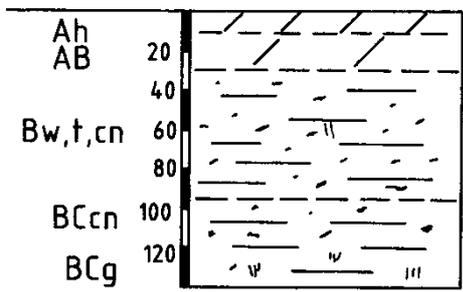
peu ou pas de sable grossier et de pierres, les minéraux secondaires sont les principaux constituants. Sous-types acides et très acides fréquents (ions Ca²⁺ ou Al³⁺ en solution)

Type 1452, sous-type ZV: Sol brun vertisolique

structure prismatique et fentes profondes typiques.

Type 1452, sous-type G3,VT: Sol brun pélitique, à gley

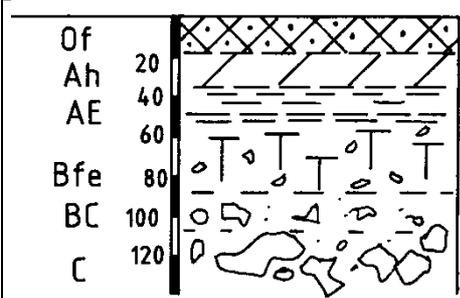
sous-type à humidité de fond/pente avec partie supérieure du profil comprenant un horizon typique de Sol brun. Fréquents sur marge et argile.

Exemple: Type 1452, sous-type VT, E2, I1 - Sol brun pélitique		
 <p>Horizons peu marqués sur le profil, granulométrie fine à argileuse, faible tendance à l'engorgement, neutre à faiblement acide. Fréquent sur matériau parental à texture fine et facilement altérable.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • VT = <i>pélitique</i> • E2 = <i>faiblement acide</i> • I1 = <i>à pseudogley faible</i>
	II Constituants <i>Minéraux secondaires + matière organique</i> - 4 - -	VI Forme • <i>non pierreux</i> • <i>silto-argileux</i> • <i>profond</i>
	III Processus <i>formation de complexes argilo-ferriques/ferreux</i> - - 5 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>sous plateau</i> • <i>sous grandes culture, prairie</i>
	IV Percolat Ca^{2+} - - - 2	
Horizon diagnostique: Bw,t,cn	<i>Type 1452</i>	<i>Sous-type VT, E2, I1</i>

7.1.5 Sols développés, à horizon Bfe-

Type 1361: sol ocre podzolique
<p>Milieu très acide, accumulation d'humus de type moder, formation d'humates de Fe et Al; Contrairement au cas du Podzol, ces humates ne migrent pas au sein du profil. Horizon E- à peine visible, horizon Ah ou O- typique bien développé, horizon Bfe- de couleur brun-rouge.</p>
<p>Type 1361, sous-type ML: Sol ocre podzolique, à humus brut accumulation d'humus comme dans un Podzol, horizon à moder de transition vers la phase minérale avec grains de quartz délavé et de couleur gris sombre sur un horizon Bfe- de couleur brun-rouille. Type fréquemment associé au Podzol.</p>
<p>Type 1361, sous-type MM: Sol ocre podzolique, à mull horizon Ah- à humus acide de type mull, transition de couleur gris foncée vers l'horizon Bfe-,. Type existant parfois comme un rétrodéveloppement de Podzol après déforestation et mise en pâture.</p>

Exemple: Type 1361, sous-type MF, FQ, FP – Sol ocre podzolique, à moder

 <p>Horizon d'accumulation sous forêt. Horizon Ah de type mull, épais et acide en milieu agraire. Horizon AE-riche en humus ou en quartz ou de couleur grise brune ; repose sur un horizon Bfe- de couleur rouge-rouille ou très brune. Une accumulation d'oxydes de Fe n'est pas toujours présente.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • MF = à moder • FQ = à grains de quartz • FP = podzolique
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> + <i>reliques rocheuses</i> + <i>matière organique</i> - 3 - -	VI forme • <i>pierreux</i> • <i>limoneux</i> • <i>assez profond</i>
	III Processus <i>humates de Fe et Al</i> - - 6 -	VII Forme locale • <i>montagneux</i> • <i>sous terrasse de pente</i> • <i>sous prairie</i>
	IV Percolat <i>Al³⁺</i> - - - 1	
Horizon diagnostique: Bfe	Type 1361	Sous-type MF, FQ, FP

7.1.6 Sols développés, avec horizons E- et I

Type 1355: Sol brun lessivé

Migration d'argile fine des horizons A- et AE- vers l'horizon It-. Horizons très différenciés par leurs couleurs, leurs structures et leurs paramètres analytiques.

Type 1355, sous-type T2: Sol brun lessivé, typique

horizon It- à une profondeur de 40-90 cm, horizon AE- de couleur nettement plus claire, aucune propriété non typique.

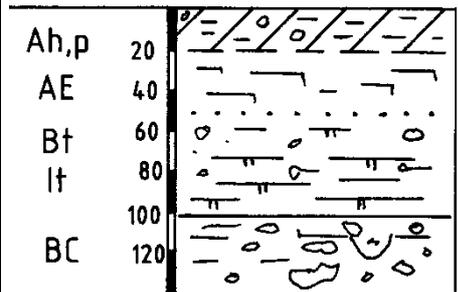
Type 1355, sous-type I2: Sol brun lessivé, à pseudogley

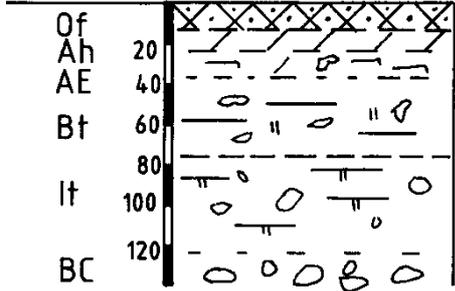
Sur matériau parental fin (p. ex. loess), perméabilité réduite et ralentissement de l'illuviation par colmatage. Présence de taches de pseudogley.

Type 1355, sous-type MF: Sol brun lessivé, à moder

Acidification marquée en surface, formation d'humus de type moder. Horizon AE- épaissi et horizon It- plus en profondeur (> 90 cm).

Exemple: Type 1355, sous-type T2, E2 - Sol brun lessivé, typique

 <p>Migration d'argile vers l'horizon It, horizon AE- nettement appauvri en argile par rapport à It-, argile de l'horizon It- présent sous forme de pellicules ou de remplissage de pores et de couleur plus sombre et rouille que Ah- et AE-. Illuviation plus marquée en milieu faiblement acide, tendance fréquente au Pseudogley.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • T2 = <i>typique</i> • E2 = <i>faiblement acide</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> <i>+ reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>limoneux</i> • <i>profond</i>
	III Processus <i>formation de complexes</i> <i>argilo-ferriques/ferreux</i> - - 5 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>sous terrasse de vallée</i> • <i>sous grandes cultures</i>
	IV Percolat <i>migration d'argile</i> - - - 5	
Horizon diagnostique: It	Type 1355	Sous-type T2, E2

Exemple: Type 1355, sous-type MF, FP - Sol brun lessivé, à moder, podzolique		
 <p>Profil de sol forestier: sol acide (pH [CaCl₂] < 5); Taux de saturation < 40 %; Horizons Bt- et It faiblement acides et situés à forte profondeur (> 100 cm).</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • MF = à moder • FP = podzolique
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> <i>+ reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>limoneux</i> • <i>profond</i>
	III Processus <i>formation de complexes</i> <i>argilo-ferriques/ferreux</i> - - 5 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>sous plateau</i> • <i>sous forêt mixte</i>
	IV Percolat <i>migration d'argile</i> - - - 5	
Horizon diagnostique: It	Type 1355	Sous-type MF, FP

Type 1368: Podzols

Succession des horizons tranchée et typique: O-, Ah-, E-, lfe-, BC-, C. L'horizon E, gris clair à blanc, est caractéristique: absence de coloration par les oxydes de fer, qui ont migré dans l'horizon lfe sous-jacent. L'horizon lfe a sa propre couleur brun-rouille, à laquelle s'ajoutent les couleurs des matériaux illuviaux (croûtes et remplissage de pores par des oxy-hydrates de fer).

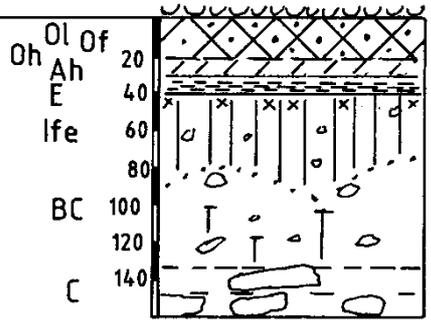
Type 1368, sous-type ML: Podzol à humus brut

Sous forêt de résineux, accumulation importante d'humus brut. Horizon lfe enrichi en substances humiques assez peu solubles et présentant une couleur brun-rouille claire. Seule la part supérieure de l'horizon I, d'épaisseur < 5cm, est sombre et riche en substances humiques.

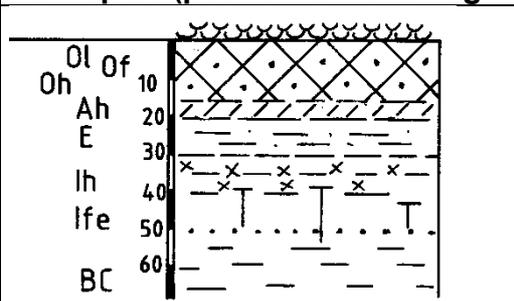
Type 1368, sous-type ML, MH: Podzol à humus brut, riche en subst. humiques

Migration importante de substances humiques vers l'horizon I, présence d'un horizon lh noir et riche en substances humiques au-dessus de l'horizon lfe diagnostique.

Exemple: Type 1368, Sous-type ML,HA - Podzol à humus brut

 <p>Lessivage de complexes ferro-humiques (=podzolisation!). Horizon illuvial peu à fortement décoloré, gris clair, d'épaisseur variant entre 1 cm et plusieurs décimètres. Horizon d'accumulation ocre à rouille intensif, brun-noir et riche en substances humiques dans sa partie supérieure. Sol acide à fortement acide, silteux à sableux en suite de la destruction (altération) des argiles.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>ML = à humus brut</i> • <i>HA = limite E/l abrupte</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> <i>+ reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>sablo-limoneux</i> • <i>assez superficiel</i>
	III Processus <i>humates de fer et d'aluminium</i> - - 6 -	VII Forme locale • <i>subalpin</i> • <i>en forte pente</i> • <i>sous forêt d'épicéa</i>
IV Percolat <i>humates de fer et d'aluminium</i> - - - 8		
Horizons diagnostiques: E, lfe	<i>Type 1368</i>	<i>Sous-type ML, HA</i>

Exemple: Type 1368, Sous-type ML, MH - Podzol à humus brut, riche en subst. Humiques (podzol humo-ferrugineux)

 <p>Sur matériau parental pauvre en fer et sous végétation buissonnante avec peu de mousses, présence d'un horizon lh fréquemment épais, sur un horizon lfe peu visible ou même absent. Pour le reste, analogie avec le Podzol à humus brut.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>percolé</i> 1 - - -	V Sous-type • <i>ML = à humus brut</i> • <i>MH = riche en subst. humiques (horizon lh)</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> <i>+ reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>pierreux</i> • <i>sable limoneux</i> • <i>assez superficiel</i>
	III Processus <i>humates de fer et</i> <i>d'aluminium</i> - - 6 -	VII Forme locale • <i>subalpin</i> • <i>pente</i> • <i>sous buissons</i>
	IV Percolat <i>humates de fer et</i> <i>d'aluminium</i> - - - 8	
Horizons diagnostiques : E, lh, lfe	Type 1368	Sous-type <i>ML, MH</i>

7.2 Sols rarement percolés

Type 2342: Phaeozem

Sol proche d'un sol iso-humique, avec horizon humifère Ah assez épais (> 30cm). Horizon de surface de couleur gris-foncé à noirâtre à chroma bas, sur un horizon B à structure en agrégats. Les ions Ca^{++} échangeables prédominent. Le phaeozem est souvent associé au régosol de station sèche (type 2322).

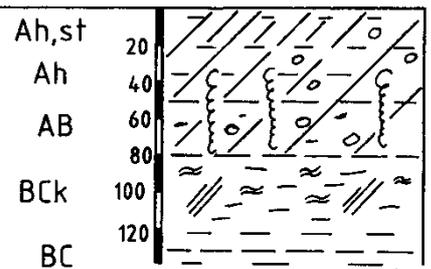
Type 2342, sous-type MM, KF: Phaeozem typique, à effervescence calcaire

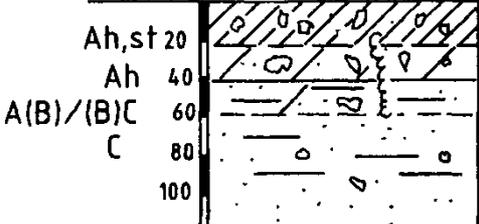
Horizon typique Ah gris foncé à mull, neutre et épais. Effervescence calcaire dans les horizons B-, BC- ou C.

Type 2342, sous-type FB: Phaeozem brunifié

Horizon B semblable à un horizon B de Sol brun. La structure et le degré de développement de l'horizon Ah justifie la classification en phaeozem.

Exemple: Type 2342, Sous-type MM, ZS, KE - Phaeozem partiellement décarbonaté

 <p>Horizon humifère épais à mull, gris foncé (p.ex. 10YR 4/2 ou 3/2), bien structuré suite à un bilan hydrique souvent négatif (dessèchement), neutre à faiblement alcalin. Du calcaire secondaire peut être présent dans l'horizon BC.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>Rarement percolé</i> 2 - - -	V Sous-type <ul style="list-style-type: none"> • <i>MM = à mull</i> • <i>ZS = agrégats stables</i> • <i>KE = partiellement décarbonaté</i>
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> + <i>reliques rocheuses</i> + <i>matière organique</i> - 3 - -	VI Forme <ul style="list-style-type: none"> • <i>pierreux</i> • <i>limono-sableux</i> • <i>assez profond</i>
	III Processus <i>Formation d'argile et de subst. humiques</i> - - 4 -	VII Forme locale <ul style="list-style-type: none"> • <i>étage montagneux</i> • <i>sous vallée sèche</i> • <i>sous prairie</i>
	IV Percolat Ca^{2+} - - - 2	
Horizon diagnostique: Ah,st	<i>Type 2342</i>	<i>Sous-type MM, ZS, KE</i>

Exemple: Type 2333, Sous-type MM, KF – Rendzine sèche		
 <p>Enrichissement en humus de type mull suite aux dessèchements du profil en milieu à bilan hydrique fortement négatif. Matériau parental carbonaté. carbonates présents dans la totalité du profil.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>Rarement percolé</i> 2 - - -	V Sous-type <ul style="list-style-type: none"> • <i>MM</i> = à mull • <i>KF</i> = à effervescence calcaire
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> <i>+ reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 3 - -	VI Forme <ul style="list-style-type: none"> • <i>très pierreux</i> • <i>limoneux</i> • <i>superficiel</i>
	III Processus <i>Roche carbonatée</i> - - 3 -	VII Forme locale <ul style="list-style-type: none"> • <i>collinéen</i> • <i>sous vallée sèche</i> • <i>sous forêt de pin</i>
	IV Percolat $Ca^{++}, (HCO_3)^-$ - - - 3	
Horizon diagnostique: Ah, st	<i>Type 2333</i>	<i>Sous-type MM, KF</i>

7.3 Sols à nappe perchée

Type 4356: Sol brun - Pseudogley

Sol de surface en général brun, horizon engorgé avec nombreuses taches et marmorisation. Pas de nappe phréatique permanente.

Type 4356, sous-type VT: Sol brun – Pseudogley, pélitique

Les grains fins des constituants principaux peuvent causer des engorgements temporaires.

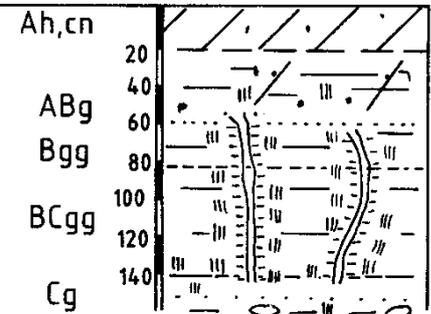
Type 4376: Pseudogley typique

Perméabilité à l'eau nettement ralentie par un horizon engorgé. Alternances marquées de sécheresse et d'engorgement. Pas de nappe phréatique permanente. Taches et bandes typiques d'oxydes de fer sur fond d'horizon Bgg.

Type 4376, sous-type MF, FG: Pseudogley à moder, à taches grises

L'accumulation d'humus accélère la migration du fer après humectation et percolation lente. Formation d'un horizon E tacheté entre l'horizon humifère et un horizon Bgg,fe à taches d'oxydes de fer.

Exemple: Type 4376, sous-type I3, E2 - Pseudogley, faiblement acide

 <p>Horizon engorgé typique du Pseudogley (Bgg), taché/marmorisé rouge rouille à gris pâle, présence fréquente de trainées dans le Pseudogley acide. Horizon de surface gris-brun, à alternances d'humidité. Horizon C- souvent normalement perméable.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>engorgé</i> 4 - - -	V Sous-type • I3 = à fort pseudogley • E2 = faiblement acide
	II Constituants <i>minéraux secondaires</i> + <i>reliques rocheuses</i> + <i>matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • <i>peu pierreux</i> • <i>silto-limoneux</i> • <i>profond</i>
	III Processus <i>oxydo-réduction du Fe et du Mn</i> - - 7 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>sous plateau</i> • <i>sous forêt</i>
	IV Percolat <i>fer et manganèse sous formes réduites</i> - - - 6	
Horizon diagnostique: Bgg	<i>Type 4376</i>	<i>Sous-type I3, E2</i>

7.4 Sols à nappe permanente de bas-fond ou de pente

7.4.1 Sols minéraux à nappe permanente

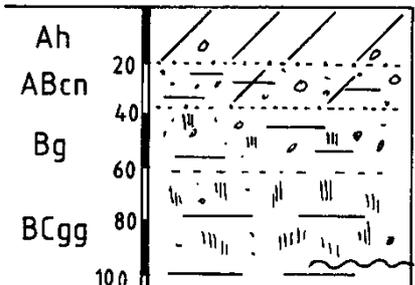
Type 6356: Sol brun-Gley

Couleur brune dominante, taches de fer et concrétions augmentant avec la profondeur. Saturation périodique de la partie basse du profil par de l'eau de fond ou de pente. En été, absence générale d'eau libre.

Type 6356, sous-type G4, KE: Sol brun-Gley, partiellement décarbonaté

Partie supérieure du profil semblable à un Sol brun, décarbonatée. Les horizons Bgg et Cgg contiennent encore des carbonates.

Exemple: Type 6356, sous-type G4, KE - Sol brun-Gley, partiellement décarbonaté

 <p>Horizons bruns ABcn, Bg à concrétions ou faibles taches de rouille situés au-dessous de l'horizon A. Les horizons typiques du Gley Bgg et BCgg commencent au-delà de -60 cm de profondeur. Seul l'horizon C est en permanence saturé d'eau.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique à nappe de fond ou de pente 6 - - -	V Sous-type • G4 = à fort gley • KE = partiellement décarbonaté
	II Constituants minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique - 3 - -	VI Forme • pierreux • limoneux • assez profond
	III Processus formation de complexes d'argile - oxydes de fer - - 5 -	VII Forme locale • collinéen • sous terrasse de vallée • sous prairie
	IV Percolat fer et manganèse sous formes réduites - - - 6	
Horizons diagnostiques: Bg, BCgg	Type 6356	Sous-type G4, KE

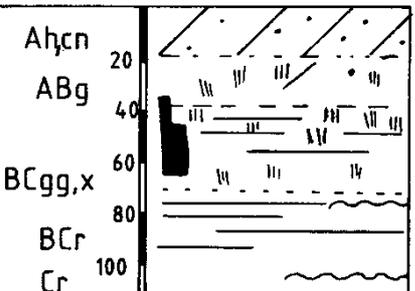
Type 6376: Gley oxydé

Sol par moment très mouillé par l'eau de fond ou de pente. Par intermittence, période à saturation hydrique moindre, avec diffusion d'oxygène dans le réseau des gros pores et formation de taches et de croûtes d'hydroxydes de fer de couleur rouille sur un fond uniformément gris.

Type 6376, sous-type G5, MM: Gley oxydé, à mull

Horizon Ah- bien développé, humifère à riche en humus, neutre. Niveau de nappe variant entre 20 cm (mouillure) et 90 cm (période "sèche") de profondeur

Exemple: Type 6376, sous-type G5, L2 – Gley oxydé, tassé

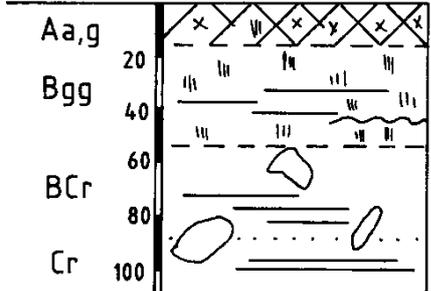
 <p>Formé sur sédiments fins de vallée ou de dépression. Hydromorphie nettement plus forte que chez le Sol brun-gley, mais n'affectant pas la surface en permanence. Horizon BCgg,x fortement marmorisé dès 30cm de profondeur. Niveau de nappe le plus souvent au-dessous de -90 cm.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique <i>À nappe de fond ou de pente</i> 6 - - -	V Sous-type • G5 = à très fort gley • L2 = tassé
	II Constituants <i>minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique</i> - 3 - -	VI Forme • pierreux • argilo-limoneuse • assez superficiel
	III Processus <i>Oxydo-réduction du Fe et du Mn</i> - - 7 -	VII Forme locale • collinéen • en fond de vallée • sous prairie
	IV Percolat <i>Fer et manganèse sous formes réduites</i> - - - 6	
Horizons diagnostiques: BCgg,x BCr	Type 6376	Sous-type G5, L2

Type 6386: Gley réduit

Sol très hydromorphe car mouillure permanente, aération déficiente et milieu réducteur dans la plus grande partie du profil. Pas de taches de rouille dans la partie réduite du profil, couleur bleuâtre à verdâtre pâle. Mouillure due à de l'eau extérieure, de nappe ou de pente. En certains sites et sur une assise imperméable, un Gley réduit peut se former sous l'effet du ruissellement de l'eau de pluie.

Type 6386, sous-type R4, OM: Gley réduit, à anmoor

Niveau moyen de nappe proche de 10 cm de profondeur, signes d'hydromorphie dans l'horizon de surface Aa. Horizon sous-jacent avec taches éparses de rouille surmontant un horizon BCx,r totalement réduit, à transition abrupte.

Exemple: Type 6386, sous-type R4, OM – Gley réduit, à anmoor		
 <p>Forte influence de l'eau de fond ou de pente. Horizon Bgg atteignant presque la surface. Niveau de nappe le plus souvent à 40 - 50cm de profondeur. Accumulation d'humus de type anmoor, à matière organique très dégradée.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique à nappe de fond ou de pente 6 - - -	V Sous-type • R4 = à très forte humidité de fond • OM = à anmoor
	II Constituants minéraux secondaires + reliques rocheuses + matière organique - 3 - -	VI Forme • peu pierreux • argile • superficiel
	III Processus composés de fer sous formes réduites - - 8 -	VII Forme locale • montagneux • en pied de pente • sous prairie à litière
	IV Percolat composés de fer et de manganèse sous formes réduites - - - 6	
Horizons diagnostiques: Bgg, BCr	<i>Type 6386</i>	<i>Sous-type R4, OM</i>

7.4.2 Sols organiques à nappe permanente

Type 6582: Semi-moor

Niveau de nappe en permanence proche de la surface, végétation adaptée à l'hydromorphie, milieu propice à la formation de tourbe. Formation en site plane, proche de lac ou de fleuve déposant occasionnellement des sédiments minéraux. Présence fréquente de couches alternées de tourbe et de matériaux minéraux.

Type 6582, sous-type OF, OS, E1, DD: Semi-moor drainé, à mince couche de tourbe, sapro-organique, neutre

Horizon tourbeux d'épaisseur < 90cm s'étendant jusqu'au contact de l'horizon Cx,r et de la nappe. Teneur élevée de la tourbe en minéraux, ions Ca⁺⁺ dominants dans la solution. Le drainage (aération) favorise la dégradation de la tourbe, qui prend un aspect colloïdal.

Exemple: Type 6582, sous-type OF, OS, DD, E1 – Semi-moor drainé, sapro-organique, neutre

<p>Milieu drainé riche en composés minéraux, tassement et décomposition de la tourbe en cours. Matière organique noire, granuleuse, colloïdale. Précurseurs d'humus non reconnaissables. Niveau moyen de nappe (zone saturée) en général > 90cm de profondeur. Sous-sol le plus souvent formé de limon silteux ou de craie lacustre</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique à nappe de fond ou de pente 6 - - -	V Sous-type • OF = tourbe peu épaisse • OS = sapro-organique • DD = drainé • E1 = neutre
	II Constituants matière organique dominante - 5 - -	VI Forme • non pierreux • à accumulation organique sur argile • assez profond
	III Processus Composés de fer sous formes réduites - - 8 -	VII Forme locale • collinéen • en fond de vallée • sous terre ouverte
	IV Percolat Ca ²⁺ - - - 2	
Horizon diagnostique: Th	Type 6582	Sous-types OF, OS, DD, E1

Types 6590 et 6592: Moor

Niveau de nappe en permanence proche de la surface, végétation adaptée à l'hydromorphie, milieu propice à la formation de tourbe.

Le Moor se forme sur de larges plaines concaves, des pentes douces imperméables, ou dans des dépressions sans exutoires (p. ex cuvette d'origine glaciaire). Profil saturé en permanence, pas de dégradation aérobie des litières. Pas de couches minérales alternées. Teneur en cendres < 15% de la matière sèche.

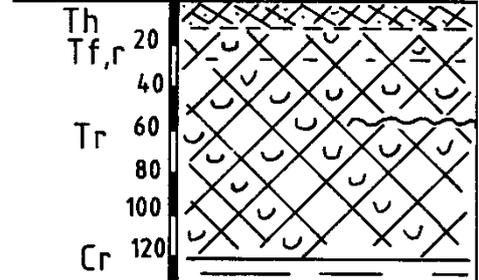
Type 6590, sous-type OTN, R2, E3: Moor acide, à tourbe épaisse, peu décomposée

Formation et aspect proches du sous-type 6590 OTN, R5, E5. Des changements hydrologiques ou un drainage peuvent provoquer un abaissement de la nappe, interrompant la croissance du Moor et produisant un lent affaissement du terrain.

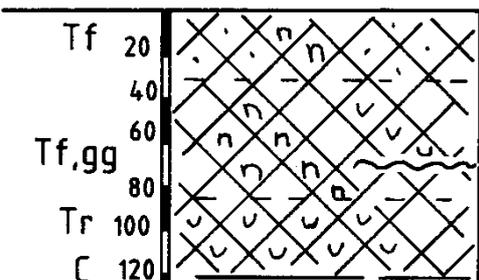
Type 6592, sous-type OTH, R2, E1: Moor neutre, à tourbe épaisse, bien décomposée

Moor drainé, recevant de l'eau riche en ions alcalino-terreux. Pas de trace d'alternance de couches minérales, affaissement et dégradation à peine visibles.

Exemple: Type 6590, sous-type OTN, R5, E5 – Moor acide, à tourbe épaisse, peu décomposée

 <p>Moor sans aucun dépôt de sédiments (< 15% de cendres dans la MS). Absence d'affaissement et de dégradation de la tourbe. Eau de nappe pauvre en cations et proche de la surface.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique à nappe de fond ou de pente 6 - - -	V Sous-type • OTN = tourbe épaisse, fibreuse • R5 = marécageux • E5 = très fortement acide
	II Constituants matière organique dominante - 5 - -	VI Forme • non pierreux • pauvre en minéraux • superficiel
	III Processus matière organique - - 9 -	VII Forme locale • montagneux • sous terrasse de pente • sous végétation de moor
	IV Percolat substances humiques - - - 0	
Horizon diagnostique: Tf, r	Type 6590	Sous-type OTN,R5,E5

Exemple: Type 6592, sous-type OTH, R2, E1 – Moor neutre, à tourbe épaisse, bien décomposée

 <p>Moor drainé, milieu eutrophe. Pas d'alternance de couches minérales. L'affaissement et l'état de dégradation du matériau organique rendent difficile l'identification des précurseurs humiques.</p>	Classification hiérarchique: Type de sol	Classification non-hiérarchique: Attributs du type
	I Régime hydrique à nappe de fond ou de pente 6 - - -	V Sous-type • OTH = tourbe épaisse, floconneuse, granuleuse • R2 = humidité de fond moyenne • E1 = neutre
	II Constituants matière organique dominante - 5 - -	VI Forme • non pierreux • eutrophe • assez superficiel
	III Processus substances humiques - - 9 -	VII Forme locale • collinéen • dépression de vallée • roselière
	IV Percolat Ca ²⁺ - - - 2	
Horizon diagnostique: Tf, gg	Type 6592	Sous-type OTH, R2, E1

7.5 Sols périodiquement inondés

Type 8212, 8223, 8233 et 8322: Sol d'inondation

Se forment sur des sédiments fluviatiles ou lacustres, où les dépôts se poursuivent conjointement à la pédogenèse. Couches alluviales bien visibles, plusieurs horizons Ah sont parfois visibles, séparés par de nouvelles alluvions. Texture très variable, fonction de l'intensité des courants. Niveau de nappe dépendant du niveau d'eau du lac ou du fleuve.

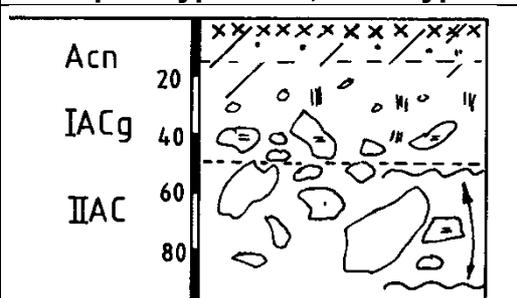
Type 8223, sous-type MF, R2: Sol d'inondation, humide, à moder

Niveau de l'eau de fond vers -90 cm. Une composante minérale à texture grossière, pauvre en terre fine, explique l'accumulation limitée de matière organique de type moder.

Type 8322, sous-type FB, G3: Sol d'inondation, brunifié

A ce stade de développement du profil, seul du matériau à texture fine, parfois de l'argile, est déposé. La pédogenèse n'est plus que rarement ralentie par de nouveaux dépôts.

Exemple: Type 8223, sous-type MF, G2, PA - Sol d'inondation, brut, humifère



Typique d'une vallée alpine périodiquement inondée et recouverte. Couches très visibles mais pas de vrais horizons. Teneur en argile < 5% de la terre fine.

Classification hiérarchique:	Classif. non-hiérarchique:
Type de sol	Attributs du type
I Régime hydrique <i>Périodiquement inondé</i> 8 - - -	V Sous-type • <i>MF = à moder</i> • <i>G2 = à gley faible</i> • <i>PA = alluvial</i>
II Constituants <i>Reliques rocheuses</i> <i>+ matière organique</i> - 2 - -	VI Forme • <i>graveleux</i> • <i>sable</i> • <i>superficiel</i>
III Processus <i>roche silico-calcaire</i> - - 2 -	VII Forme locale • <i>collinéen</i> • <i>rive de fleuve</i> • <i>forêt d'aulne et chêne</i>
IV Percolat Ca^{++} , $(HCO_3)^-$ - - - 3	
<i>Type 8223</i>	<i>Sous-type MF, G2, PA</i>

7.6 Registre de sols suisses dûment décrits et classifiés

Code	Désignation (réf. bibliogr.)	Lieu/Canton	Coord. CN 1:25'000 Altitude (m)
1123	Lithosol silico-calcaire (24)	Davos/GR	782.000/190.000, F. 1197 2400 m
1211	Lithosol humifère, sur silicates (10)	Grindelwald/BE	640.250/159.750, F. 1229 2005 m
1233	Lithosol humifère, sur calcaire (28)	Klosters/GR	784.860/192.540, F. 1197 1720 m
1311 PK, MF	Ranker sur silicates, à moder (24)	Davos/GR	780.312/189.100, F. 1197 2530 m
1323 PA	Fluvisol (12)	Malters/LU	660.300/210.800, F. 1150 468 m
1323 PE	Régosol (8)	Volketswil/ZH	695.000/249.180, F. 1092 503 m
1333 MM	Renzine (25)	Gänsbrunnen/SO Weissenstein	603.600/234.200, F. 1107 980 m
1351	Sol brun acide (18)	Landiswil/BE	619.350/200.500, F. 1167 895 m
1352	Sol brun typique (16)	Rümlang/ZH (Chatzenrüti)	681.250/254.500, Bl. 1071 470 m
1353	Sol brun calcaire (9)	Hohenrain/LU	666.100/227.500, Bl. 1130 625 m
1355	Sol brun lessivé (32a)	Marthalen/ZH	689.850/272.920, Bl. 1051 425 m
1361	Sol ocre podzolique (10)	Grindelwald/BE	650.130/165.590, Bl. 1229 1780 m
1368	Podzol (24)	Davos/GR	781.475/183.000, Bl. 1197 1655 m
1368 MH	Podzol humifère (26)	Schwarzenberg/LU	657.925/206.880, Bl. 1150 960 m
1452 VT	Sol brun pélitique (14)	Rocourt/JU	563.475/248.575, Bl. 1084 530 m
2322	Régosol xérique (de station sèche, 29)	Fuldera/GR	825.200/165.750, Bl. 1239 1618 m
2342	Phaeozem (21)	Rodels/GR	753.000/178.500, Bl. 1215 665 m
4356	Sol brun-Pseudogley (13)	Koblentz/AG	661.780/273.000, Bl. 1050

			395 m
4376	Pseudogley typique (32c)	Langenthal/BE	629.200/229.450, Bl. 1128 505 m
6356	Sol brun-Gley (17)	Hüntwangen/ZH	678.725/272.375, Bl. 1051 435 m
6376	Gley oxydé (11)	Gurbrü/BE	583.775/200.650, Bl. 1165 496 m
6386	Gley réduit (32a)	Walchwil/ZG	684.550/217.000, Bl. 1151 1060 m
6582	Semi-moor (19)	Gampelen/BE	572.500/206.550, Bl. 1145 430 m
6590	Moor acide (4)	Buchholterberg/BE	621.370/186.170, Bl. 1188 992 m
8322	Sol d'inondation (32b)	Brugg/AG (Flutinsel)	660.120/260.350, Bl. 1070 329 m

8 Bibliographie

- (1) Anleitung zur Bodenkartierung, Bodenklassifikation und Profiluntersuchung, 1978. Bearbeitung E. Frei und Mitarbeiter. Neu bearbeitet 1985. Interne Dokumentationen, FAP Reckenholz.
- (2a) Arbeitsgruppe „Bodenklassifikation“, BGS/SSP ,1979: Bezeichnung der Horizonte der Bodenprofile. BGS Bulletin No. 3, 84-85.
- (2b) Arbeitsgruppe „Bodenklassifikation“, BGS/SSP 1982: Vorschlag für die Verwendung von Signaturen bei Profilskizzen. BGS Bulletin No. 6, 177-182.
- (2c) Arbeitsgruppe „Körnung“, BGS/SSP 1984: Bodenskelettdiagramm. BGS Bulletin No. 8, 59-60.
- (3) Babel U., 1971: Gliederung und Beschreibung des Humusprofils in mitteleuropäischen Wäldern. Geoderma, Bd. 5, No. 4, 297-324.
- (4) Bericht zur Bodenkartierung Buchholterberg/BE, 1972. FAP Reckenholz (non publié).
- (5) Bodenkundliche Kartieranleitung, 1994: AG Bodenkunde, 4. Auflage, 331 p., Hannover. Commande: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- (6) Böden, Karte 1:500'000 1984: Bearbeitung E. Frei und K. Peyer. Atlas der Schweiz, Blatt 7a. Bundesamt Landestopographie, Wabern - Bern.
- (7) Bodeneignungskarte der Schweiz 1:200'000 und Erläuterungen 1980: Bearbeitung: FAP Reckenholz. Commande: EDMZ, 3000 Bern.
- (8 – 13) Bodenkarte der Schweiz 1:25'000, mit Erläuterungen. Bearbeitung und Vertrieb: FAL Reckenholz.
 - (8) Blatt Uster (1981)
 - (9) Blatt Hochdorf (1983)
 - (10) Blatt Grindelwald (1985)
 - (11) Blatt Murten (1986)
 - (12) Blatt Luzern (1988)
 - (13) Blatt Zurzach (1988)
- (14) Bonnard L.F., 1976: Quelques observations et remarques sur les sols de Haute Ajoie. Schweiz. Landw. Forschung 15, 349-360.

- (15) Tables de couleurs de référence (Soil color charts). Munsell Color Company Inc., Baltimore, Maryland.
- (16) Frei E. und Juhasz P., 1963: Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung und der Auswertung von Bodenkarten unter schweizerischen Verhältnissen. Schweiz. Landw. Forschung 3, 249-307.
- (17) Frei E. und Juhasz P., 1965: Geographische Verbreitung und Nutzung der Braunerden und Gleyböden in der Gemeinde Hüntwangen. Schweiz. Landw. Forschung 3, 215-250.
- (18) Frei E. und Juhasz P., 1967: Eigenschaften und Vorkommen der Sauren Braunerde in der Schweiz. Schweiz. Landw. Forschung 6, 371-393.
- (19) Frei E. et al., 1972: Verbesserungsmöglichkeiten der Moorböden des Berner Seelandes. Mitteilungen für die Schweiz. Landwirtschaft 20, 197-210.
- (20) Frei E., 1976: Richtlinien für die Beschreibung und Klassifikation von Bodenprofilen. Schweiz. Landw. Forschung 15, 339-347.
- (21) Frei E., 1980: Phaeozem in einigen trockenen Alpentälern der Schweiz. Z. Pflanzenernährung und Bodenkunde 143, 324-333.
- (22) Arbeitsgruppe „Körnung und Gefüge“, BGS/SSP, 1993: Texture du sol – Modification du triangle textural SSP de 1979. BGS Bulletin 17, 103-108.
- (23) Klimaeignungskarte der Schweiz 1:200'000, 1977. Bearbeitung: Geogr. Inst. Uni. Bern und RAC Changins. Commande EDMZ, 3000 Bern.
- (24) Krause M., 1986: Die Böden von Davos. Schlussbericht Schweiz. MAB-Progr. Nr. 18.
- (25) Lüscher P. et al., 1986: Water regime and structure of a stony Rendzina-soil. Mitt. Deutsche Bodenkundl. Gesellschaft 48, 41-53.
- (26) Lüscher P. et al., (1986): Soils, ecological conditions and tending of forest. Mitt. Deutsche Bodenkundl. Gesellschaft 48, 63-75.
- (27) Lüscher P., 1991: Humusbildung und Humuszersetzung in Waldbeständen. Diss. ETH Nr. 9572. Zürich.
- (28) Müller M. und Peyer K., 1986: Profile Klosters - Raw Humus Layer on Dolomitic Cobbler Talus. Mitt. Deutsche Bodenkundl. Gesellschaft 48, 81-90.
- (29) Peyer K. et al., 1976: Bewässerungsplanung im Val Müstair (GR) aufgrund von Bodenkarten. Schweiz. Landw. Forschung 15, 361-369.
- (30) Pallmann H., 1947: Pédologie et Phytosociologie. C.R. Congrès International de Pédologie, Montpellier.

- (31) Pallmann H. et al., 1948: Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. Anhang: Die Systematik der Böden. Congr. Int. Verb. forstl. Versuchsanstalten, Zürich.
- (32) Richard F. et al.: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. ETH Zürich und WSL Birmensdorf.
 - (32a) Band 1 (1978)
 - (32b) Band 2 (1981)
 - (32c) Band 3 (1983)
- (33) Eidg. landw. Forschungsanstalten, 1996: Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. landw. Forschungsanstalten, Band 2 "Bodenuntersuchungen zur Standort-Charakterisierung". Eidg. Forschungsanstalten FAL, RAC, FAW.
- (34) Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau FAL Zürich-Reckenholz, 1997: Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. Schriftenreihe 24 der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau FAL Zürich-Reckenholz.
- (35) Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau FAP Zürich-Reckenholz, 1996: Cartographie des sols forestiers. Schriftenreihe „L'environnement pratique“.Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et des Paysages (BUWAL).
- (36) Arbeitsgruppe „Bodenklassifikation und Nomenklatur“, BGS/SSP, 1996: Schlüssel zur Klassifikation der Bodentypen der Schweiz.
- (37) Manuel pour le prélèvement et la préparation des échantillons destinés à l'analyse de polluants", 2003. (Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et des Paysages, OFEFP).
- (nn) Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau FAL Zürich-Reckenholz, 2004: Observer et évaluer la structure du sol; FAL-Schriftenreihe Nr. 50

9 Annexes

9.1 Compléments méthodologiques pour l'examen du profil

Annexe au chapitre 3.5: Géologie du matériau parental

Moraine: Matériau rocheux de tailles diverses, non triés, transportés et accumulés par les mouvements glaciaires. Les pierres sont émoussées, à arêtes arrondies, parfois légèrement anguleuses. Le matériau des moraines de remblayage est peu tassé; les moraines graveleuses ont perdu leurs composantes fines par entraînement dans l'eau du glacier; les moraines de fond, formées au-dessous de la masse glacée, sont particulièrement compactes; les moraines latérales peuvent présenter des faciès meubles et des faciès compactés; les moraines anciennes ont souvent été recouvertes et remodelées au cours des glaciations successives.

Gravier: Dépôts fluviaux glaciaires et postglaciaires contenant des pierres arrondies et du sable. Certains dépôts (fluvioglaciaire ancien, allem. Deckenschotter) ont parfois été fortement compactés par des infiltrations d'eau chargée en bicarbonates et par la pression des matériaux qui les ont ensuite recouvert.

Eboulis de pente et éboulements : Matériau accumulé par suite de chutes de pierres en situation de pente. Le mouvement peut provoquer un certain tri selon les tailles. Pierres et blocs possèdent des arrêtes vives.

Colluvion: matériau meuble, brassé et non trié produit par glissement de masses terreuses le long de pentes souvent imbibées d'eau.

Limon lœssique: Matériau jaunâtre, tendre, riche en silt et souvent décarbonaté déposé par voie éolienne.

Sables alluviaux, limons et argiles: Matériaux présents au fond de dépressions topographiques: bancs de sable sur le tracé d'anciens fleuves, dépôts limoneux et sédiments argileux sur d'anciens sites d'inondations. Les limons de fond de lac sont des limons silteux déposés sur les fonds plats de lacs après le retrait des glaciers.

Craie lacustre, tuf calcaire: Dépôts calcaires meubles et peu cohérents au fond de lacs et dans le voisinage de sources. Contiennent souvent des adjonctions organiques et argileuses.

Marne: Roche argileuse contenant du calcaire. Par exemple la marne calcaire de l'époque Argovienne contient environ 50% de CaCO_3 . La marne molassique est très répandue sur le plateau suisse.

Roches argileuses: Roches dépourvues de calcaire, tendres, noires et souvent stratifiées. Par exemple argile à opales (allem. Opalinuston).

Schistes: Matériau disposé en couches, d'aspect souvent brillant (schistes lustrés). Par exemple Bündnerschiefer. Il existe aussi des schistes calcaires et des schistes argileux. On connaît également le Flysch, schiste marneux comprenant des inclusions sableuses et pierreuses; le Flysch existe aussi sous la forme de schiste ardoisier se délitant en plaques.

Grès: Matériau riche en quartz et divers minéraux liés entre eux par du calcaire ou de l'acide silicique. La molasse est très répandue sur le Plateau, les Préalpes et le Jura, elle est facilement altérable. Les grès les plus anciens (datant du Permien, du Trias ou du Mésozoïque) sont en général plus durs que la molasse.

Conglomérat: assemblage de sable et de pierres de tailles et formes différentes solidifié par du calcaire ou de l'acide silicique. Les conglomérats datent le plus souvent de l'époque tertiaire mais peuvent être plus anciens, comme par exemple le Verrucano. Le Nagelfluh est un conglomérat de gravier compact. Les brèches sont des conglomérats de fragments rocheux à arêtes vives.

Roche calcaire: Roche sédimentaire devant, selon la convention établie, contenir au moins 75% de carbonate de calcium, le reste consistant en d'autres minéraux, dont une part limitée de quartz et des minéraux argileux en quantités variables. La dolomie est un carbonate de calcium et de magnésium. Dans le Malm, le Schrattenkalk contient entre 90 et 99% de carbonate de calcium; la dolomie du trias est également très riche en carbonate de calcium et de magnésium. A la limite de cette catégorie, les calcaires siliceux et les calcaires à échinodermes contiennent quant à eux entre 30 et 50% d'oxyde de silicium. De même, les calcaires marneux du Crétacé contiennent un maximum de 50% de carbonates d'alcalino-terreux et se comportent au plan pédogénétique comme des matériaux parentaux mixtes; ils sont classés comme tels dans la présent système de classification.

Granit et Granodiorite: Matériaux très durs composés de quartz, de feldspath et de mica ou de hornblende, qui se transforment en sable par altération. Le gneiss est proche du granit, mais a subi une métamorphose qui lui a conféré un aspect stratifié et a légèrement modifié sa composition en minéraux.

Roches magmatiques sombres: Matériaux ne contenant pas de quartz, comme la diorite, le gabbro, le basalte ou le périclase, dont l'altération peut produire des minéraux argileux.

Roches vertes: matériaux siliceux d'origine métamorphique, sombres et souvent massifs, comme la serpentine et les amphiboles.

Annexe au chapitre 3.6.2: Esquisse, codes et symboles de description

a: Limites et étendue des Horizons

1 tranchée, 2 nette, 3 diffuse, 4 droite, 5 ondulée,
6 en poches, 7 fissuré, 8 en lentilles

a	1		4		7	
	2		5		8	
	3		6			
b	1		2		3	
	4		5		6	
c	1		2		3	
					4	
d	1		2		3	

b: Accumulation humifère aérobie

1 litière lâche, 2 litière en couches, 3 litière feutrée,
4 mat. org. fibreuse, 5 mat. organique granuleuse
ou floconneuse, 6 substances humiques

c: Substance organo-minérale

1 neutre, 2 acide, 3 pauvre en humus, 4 riche en
humus

d: Accumulation d'humus hydromorphe

1 tourbe peu décomposée, 2 tourbe assez
décomposée, 3 tourbe très décomposée

e: Terre fine minérale

1 argileux, 2 silteux, 3 sableux,
4 limoneux, 5 calcaire (trait double!)

e	1		3		4	
	2		5			
f	1		3		5	
	2		4		6	
g	1		3		5	
	2		4		6	

f: Pierrosité

1 à arêtes vives, peu altéré, 2 arrondi, peu altéré,
3 altéré, 4 calcaire, 5 charbon, 6 bois,
7 tuiles, autres corps étrangers

g: Structure

1 granulaire, 2 cohérente, 3 grumeleuse ou
polyédrique typique, 4 en blocs, 5 chenaux, conduits,
6 macropores, crotivine

h: Activité biologique

1 ver de terre, 2 escargot, 3 enracinement principal,
4 enracinement maximal, 5 racines épaisses,
6 activité fousseuse, présence d'éléments humiques

h	1		3		5	
	2		4		6	

i: Eluviation

1 sable décoloré, 2 décoloration de parois de cavité, 3 silt décoloré, 4 taches de décoloration, 5 poches ou languettes décolorées, 6 front de décarbonatation

k: Sesquioxides

1 nodule, concrétion, 2 tache de rouille, 3 croûte d'oxydes sur paroi de cavité, 4 libération de fer, 5 oxyde de fer illuvial, 6 concentration d'oxydes de Fe et Al

l: Illuviation

1 horizon argileux illuvial, 2 revêtement argileux, 3 pellicules argilo-humiques, 4 efflorescence calcaire, 5 Tuf, encroûtement, 6 Tuf calcaire massif, 7 efflorescence de sels solubles

m: Eau libre et phénomènes de réduction

1 écoulement local d'eau, 2 niveau de nappe (date d'observation), 3 zone d'hydromorphie, 4 zone de réduction chimique

i	1		4		6	
	2		5			
	3					
k	1		3		5	
	2		4		6	
l	1		4		7	
	2		5			
	3		6			
m	1		3		4	
	2					

Annexe au chapitre 3.6.3: Symboles des horizons principaux

- O Horizon d'accumulation organique contenant plus de 30% de matière organique.

- T Tourbe: contient plus de 30% de matière organique, formé à partir d'un matériau d'origine végétale accumulé et conservé en milieu anaérobie, qui reste le plus souvent saturé d'eau, acide et manquant d'oxygénation. La structure peut être lâche, feutrée, granuleuse, grasseuse ou encore spongieuse. L'abaissement artificiel du niveau de la nappe peut profondément altérer les propriétés du matériau.

- A Horizon de surface contenant moins de 30% de matière organique dans la terre fine, constituant la principale zone d'enracinement.

- E Horizon éluvial ou de lessivage, dont la perte en substance se manifeste par exemple par une plus faible teneur en argile ou une perte de couleur (décoloration).

- I Horizon illuvial ou d'enrichissement, placé au-dessous d'un horizon E. Selon le type de migration et d'apport, l'horizon I peut être enrichi en argile (It), en fer (Ife), en substances organiques (Ih), ou en carbonates (Ik) par rapport à l'horizon supérieur E et à l'horizon disposé en-dessous de lui. Les composés issus de la migration forment des revêtements, des pellicules, des concrétions, des croûtes et des concentrations de type colloïdal ou cristallin. Ce processus a pour effet d'accentuer l'intensité de la couleur ou de la rendre plus sombre.

- B Horizon sous-jacent, disposé au-dessous de l'horizon A, caractérisé par une structure bien construite et la présence de minéraux secondaires, d'activité biologique et d'une colonisation par les racines. La teneur en humus est inférieure à celle mesurée dans l'horizon A.

- C Roche mère ou matériau parental, situé en règle générale au-dessous des horizons A ou B. De premiers signes d'altération peuvent être visibles, il n'y a pas ou peu de traces de formation de structure, d'activité biologique ou d'enracinement végétal.

- R Assise rocheuse souvent située au-dessous d'un horizon C. Matériau dur ayant parfois subi un début d'altération.

Annexe au chapitre 3.6.4: Codes de subdivision des horizons principaux

Etat de la matière organique

- l Litière (angl. litter). Etat de décomposition des résidus végétaux peu avancé (plus de 90 % encore reconnaissable). Structure lâche ou feutrée. Les horizons Ol- sont très présents en forêt *).
- f Zone de fermentation (Förna) et de formation de moder. Peut contenir 30 – 90% de résidus végétaux identifiables. Structure variable, fibreuse, floconneuse, feutrée, spongieuse ou même granuleuse. Codes combinés fréquents: Of, Tf *).
- h Zone de formation d'humus. Peut contenir un maximum de 30% de résidus végétaux identifiables. L'humification est active, ce qui empêche l'accumulation de résidus. Dans un horizon Oh, la structure est colloïdale, spongieuse ou granuleuse. Dans un horizon minéral Ah, les substances humiques sont liées aux argiles, aux métaux ou aux ions alcalinoterreux *).
- a Zone hydromorphe de tourbière ou à Anmoor d'épaisseur inférieure à 40 cm, contenant 10 à 30% de matière organique. Structure le plus souvent polyédrique à granuleuse. Il arrive parfois qu'un horizon Aa se développe à la surface d'un Gley.

*) En classification des sols forestiers, on utilise les codes F, H et L

Etat d'avancement de l'altération

- ch l'altération chimique totale du matériau parental est réalisée lorsque toutes les reliques rocheuses ont disparu et que le seul minéral primaire survivant est le quartz.
- w l'altération du matériau parental est en cours. De nombreux produits issus de l'altération et de néoformations sont visibles, les oxydes de fer liés aux argiles confèrent à l'horizon sa couleur uniforme brune typique (Bw). Il n'y a plus de calcaire dans la terre fine.
- z Désagrégation du matériau parental. L'altération physique prédomine, l'altération chimique se limite à la surface des pierres. Code combiné fréquent dans les sols bruts: Cz.

Accumulation relative de constituants minéraux

- fe Teneur accrue en oxydes de fer, sous formes de croûte, pellicule ou nodosité.
- ox Enrichissement en oxydes de fer et d'aluminium sous formes séparées produisant une marmorisation. Structure en général poreuse.
- t Enrichissement en argile en comparaison des teneurs dans les horizons sus- et sous-jacents.
- q Enrichissement en résidus composée de quartz, p. ex. dans un horizon Eq.

Etat structural

- m massif. Zone indurée et cimentée par des carbonates, des oxydes de fer ou de l'acide silicique. Par exemple horizon lfe,m pour un alios, horizon lk,m pour une croûte calcaire.
- p horizon (artificiel) de surface, labouré. Codes combinés fréquents: Ap, Ah,p.
- st horizon structural, à structure stable caractéristique en agrégats. La totalité de la terre fine se trouve sous forme grumeleuse ou polyédrique.
- vt vertisolique (pélosolique): le sol, riche en argile, forme de profondes fissures lorsqu'il se dessèche. La surface des agrégats montre des patines de tension. D'autres systèmes de classification utilisent parfois le code "v".
- x matériau compacté, tassé, mais non cimenté.

Etat des ions alcalins et alcalino-terreux

- k Enrichissement en carbonates. Par exemple, efflorescences carbonatées dans un horizon lk, altération du calcaire dans un horizon Cz,k.
- na Enrichissement en ions alcalins, attesté dès que la teneur en Na échangeable dépasse 15% de la capacité d'échange de cations.
- sa Enrichissement en sels solubles, attesté dès que la conductivité électrique atteints 2 mS. Apparition d'efflorescences salines.

Signes distinctifs d'anoxie (variations de potentiel redox)

- cn concrétion ou nodule de couleur foncée, à haute teneur en Fe ou Mn, indiquant de petites variations du potentiel redox. Code combiné fréquent: Bw,cn.
- (g) Taches de rouille peu exprimées, souvent visibles à l'intérieur des agrégats.
- g Taches de rouille d'intensité moyenne dans des horizons A-, B- ou C- de sols soumis à une mouillure temporaire; taches nombreuses, petites et bien réparties, dont la surface totale ne dépasse pas 3% de la coupe fraîche visible. Entre les taches, le couleur de la matrice reste brunâtre.
- gg Taches de rouille de forte intensité liées à une mouillure fréquente et une aération déficiente. De grosses taches occupent plus de 3% de la coupe fraîche visible. Entre les taches, le couleur de la matrice est grise. L'horizon Bgg,x de notre classification est appelé horizon Sd dans la classification allemande.
- r Milieu en conditions réductrices durables, de couleur grise, gris-bleue ou noire. Lors de sa mise à l'air libre, ce milieu se réoxyde rapidement.

Signes de pédogenèse ancienne

- b horizon enfoui, recouvert de matériau quaternaire non altéré ou en cours de pédogenèse. Codes fréquents (placé avant le code d'horizon principal): bO, bA, bB.
- fo horizon fossile, datant d'une ère préholocène, formé sous d'autres conditions de pédogenèse, souvent recouvert d'un sol jeune ou de matériau rocheux. Codes fréquents (placés avant le code d'horizon principal): foAh, foBox.
- y Dépôt d'origine étrangère, recouvrement, par exemple en cas d'inondation ou d'éboulement.

Annexe au chapitre 3.6.5: Codes complémentaires utiles

Expression incomplète de l'horizon

- () Horizon incomplètement exprimé. Par exemple "(A)" caractérise l'horizon de surface pauvre en humus d'un sol brut ou lithique
- [] Horizon non continu. Par exemple "[A]" caractérise un matériau correspondant à celui de l'horizon A, dont la présence est limitée à des anfractuosités rocheuses ou se retrouve au sein d'un horizon plus profond.
- 1,2,3 Détail des sous-couches d'un même horizon, à mentionner seulement en conditions très particulières. Par exemple les sous-couches O11, O12 et O13, Of1 et Of2, Tf1 et Tf2, etc... caractérisent des états particuliers superposés de la matière organique de ces horizons. Dans les sols minéraux, le recours aux chiffres ne peut être fait que dans des cas très particuliers, p. ex. Bw1 et Bw2.

Horizons de transition (exemples)

- AC Horizon de transition de A- à C-, en absence d'horizon B.
- AE Horizon humifère de surface avec signes évidents d'éluviation.
- BC Horizon visible de transition de B- à C- ou horizon B- peu exprimé et semblable à l'horizon C-.

Combinaison de codes (exemples)

- Tf Le type d'horizon principal et son état restent reliés, comme dans cet exemple: Tf = Tourbe fibreuse (faiblement décomposée).
- BCx,gg Lorsque plusieurs codes d'état sont nécessaires, ils sont séparés par une virgule, comme dans cet exemple: sous-sol compacté et fortement gleyifié (la lettre double "gg" est elle-même un code, sans séparation!).

Discontinuité lithologique

- II, III Le profil renferme plusieurs matériaux parentaux. Dans l'exemple suivant, une couverture loessique forme un horizon Ah; cet horizon repose sur du gravier, défini comme horizon IIBw; IIBw est déposé sur une moraine ancienne IIIC. Ces trois horizons ne sont liés par aucun processus pédogénétique. D'autres systèmes de classification utilisent parfois le code "D".

Annexe au chapitre 3.7.1: Couleur du sol

L'appréciation de la couleur du sol se fait devant une coupe verticale fraîche de la paroi du profil dans son état d'humidité naturelle. Elle est un outil important de classification des sols. On procède par comparaison de la couleur d'une pincée ou d'une boulette de terre représentatif avec celles proposées sur des tables de référence, dans des conditions optimales d'éclairage. La terre devrait idéalement se trouver à un état d'humidité proche de la capacité au champ; au besoin, il peut être humecté (spray) pour atteindre ce but. Si plusieurs couleurs sont présentes dans un même horizon, on détermine en priorité la couleur de fond (matrice), puis les couleurs des taches et autres inclusions. Il arrive que la teinte ou l'intensité de la couleur de certains agrégats soit plus marquée en surface qu'à l'intérieur: ceci est une manifestation claire d'un processus d'illuviation.

15 tables de référence sont proposées (Munsell, 15). Chaque modèle de couleur est défini par ses trois composantes: teinte (allemand Farbtone, anglais hue), grisé (Grauwert, value) et intensité/pureté de teinte (Farbintensität, chroma). Quelques exemples:

Teinte distinction entre couleurs dominantes de quelques grands groupes de sols:

7, 5R (rouge)	sols à couleur dominante de teinte rouge
10YR (brun-jaune)	sols à couleur dominante de teinte brune
10Y (jaune)	sols à couleur dominante de teinte grise, parfois aussi horizons C-

Grisé

La teinte de base est atténuée par 7 adjonctions successives de noir. La couleur grisée résultante témoigne de la teneur en humus et du degré d'humification

Intensité/pureté de teinte

La teinte de base est atténuée par 7 adjonctions successives de blanc. La baisse d'intensité/pureté de la couleur qui en résulte témoigne de la concentration et de la nature des composants conférant sa couleur à l'horizon.

Annexe au chapitre 3.7.2: Pierrosité (Diagramme et table)

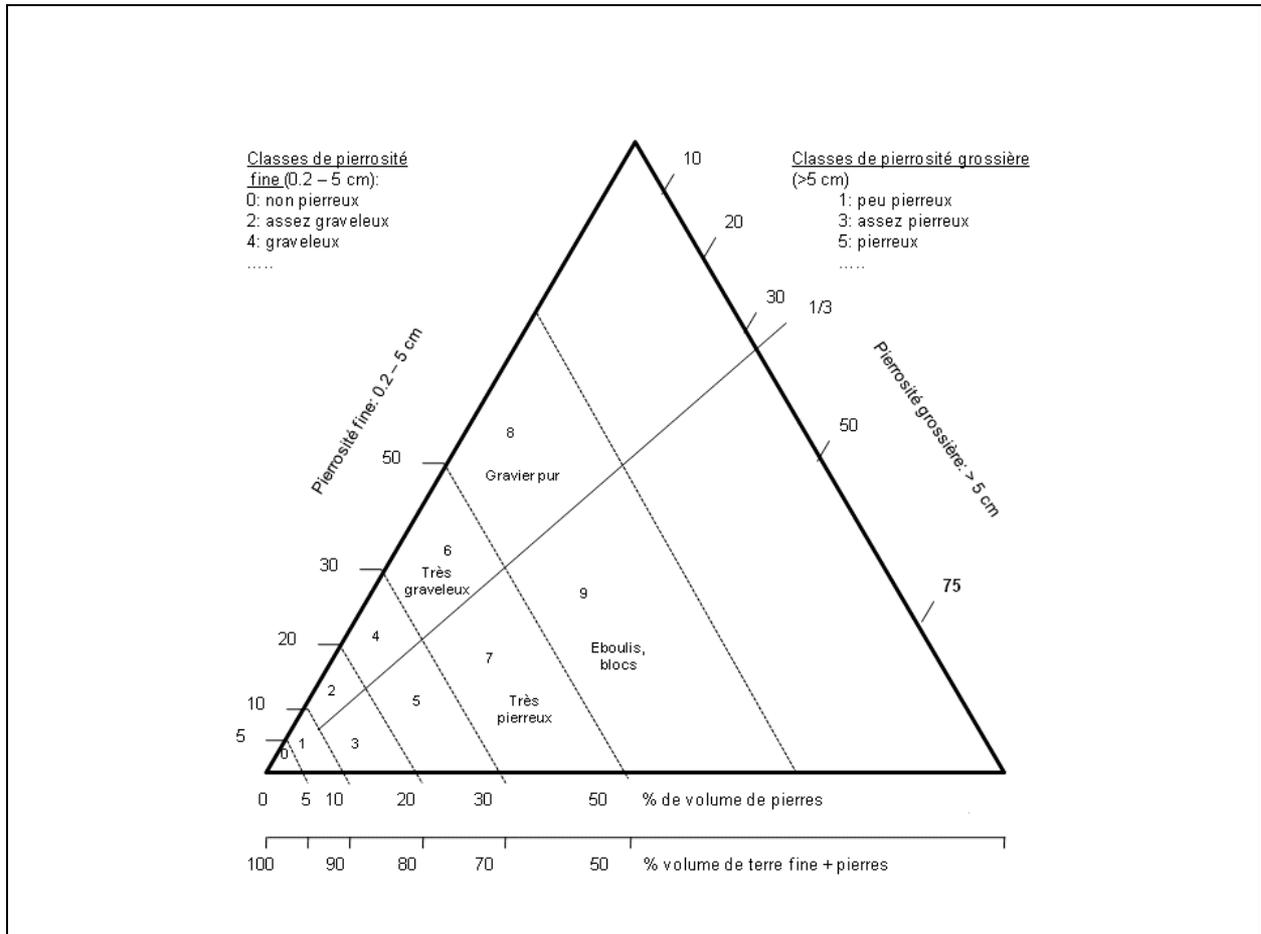
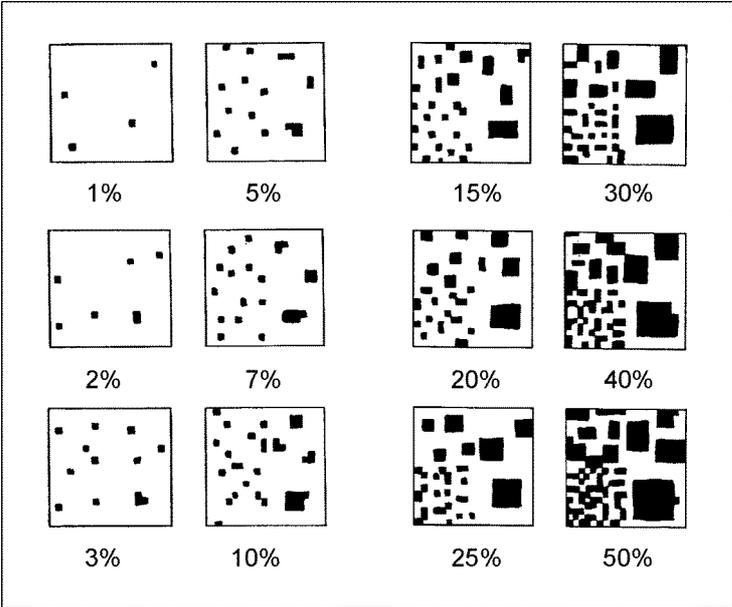
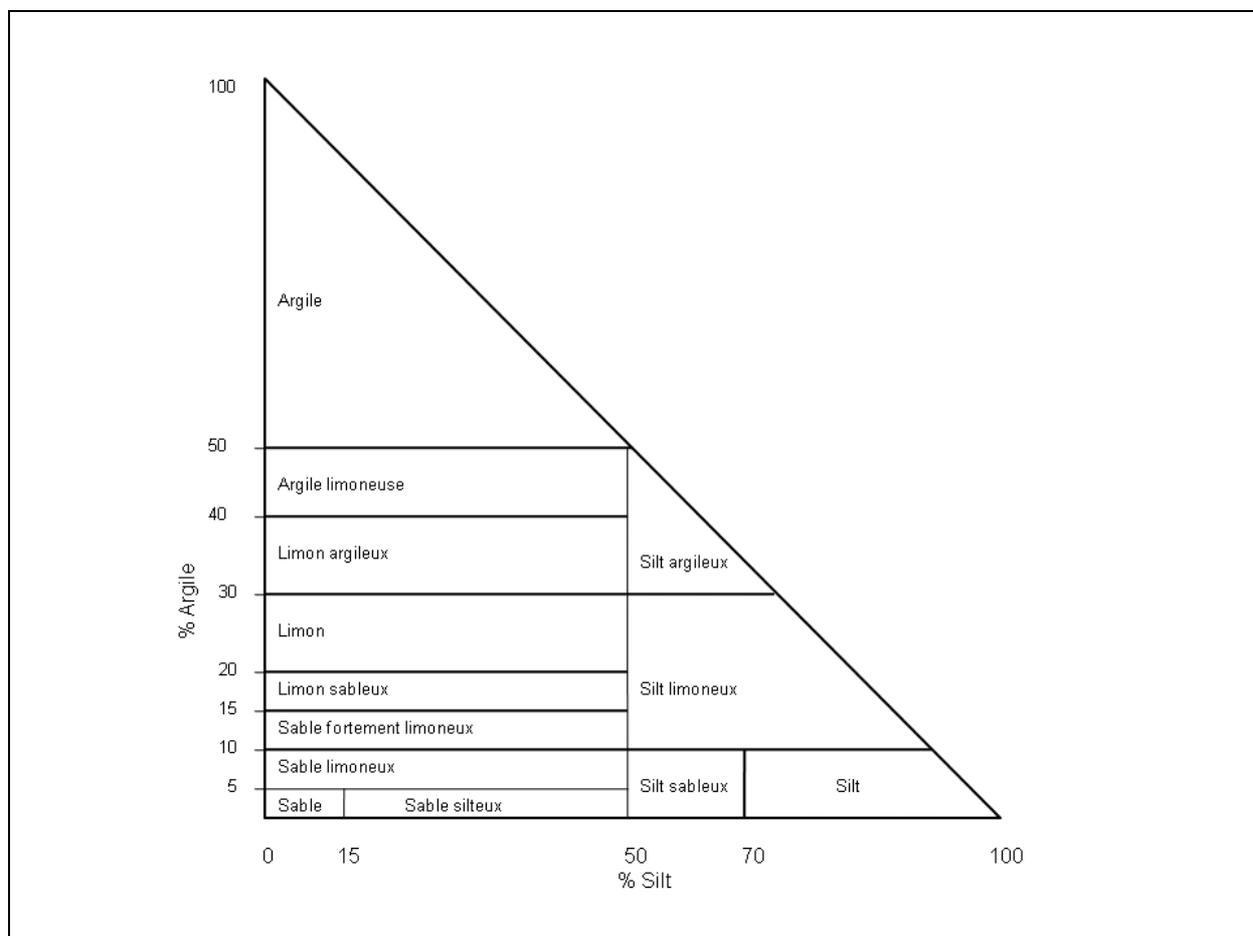


Table pour l'estimation visuelle de la pierrosité



Annexe au chapitre 3.7.3: Texture de la terre fine



Traduction des termes:

FRANCAIS	ALLEMAND	ITALIEN
Argile	Ton	Argilla
Argile limoneuse	Lehmiger Ton	Argilla limosa
Limon argileux	Toniger Lehm	Limo argilloso
Limon	Lehm	Limo
Limon sableux	Sandiger Lehm	Limo sabbioso
Sable fortement limoneux	Lehmreicher Sand	Sabbia fortemente limosa
Sable limoneux	Lehmiger Sand	Sabbia limosa
Sable	Sand	Sabbia
Sable silteux	Schluffiger Sand	Sabbia siltosa
Silt argileux	Toniger Schluff	Silt argilloso
Silt limoneux	Lehmiger Schluff	Silt limoso
Silt sableux	Sandiger Schluff	Silt sabbioso
Silt	Schluff	Silt

Aide à la décision pour la détermination de la texture par test tactile (tiré de: Bodenkunde, Leitfaden für landwirtschaftliche Fachschulen und die Praxis. Jäggli et al., 1981; Verlag Wirz, Aarau. Avec compléments postérieurs décrivant les fractions Sable riche en limon, Sable silteux et Silt sableux)

Nature	Test tactile sur massif de terre à la capacité au champ
Argile	Très modelable par pétrissage, collant, salissant, se laissant lisser, brillant
Argile limoneuse	Modelable par pétrissage, assez collant, se défait un peu lorsque pétri en couche mince ou en boudin
Limon argileux	Modelable par pétrissage, peu collant, se défait lorsque pétri en couche mince ou en boudin, rêche sous les doigts
Silt argileux	Modelable par pétrissage, assez collant, se défait lorsque pétri en couche mince ou en boudin mais conserve un aspect tendre et glissant
Silt limoneux	Non modelable par pétrissage mais tendre et non-rêche, sensation de manque de cohérence
Silt sableux et Silt	Tendre et lisse au toucher, modelable par pétrissage mais très instable et sans cohérence
Limon	Modelable par pétrissage mais s'émiettant facilement, rêche lorsque pétri en couche mince ou en boudin, présence d'argile encore sensible
Limon sableux	Difficile à modeler par pétrissage, s'émiettant facilement, présence d'argile encore sensible
Sable fortement limoneux	Présence sensible de sable, rêche, s'émiettant facilement, non modelable par pétrissage, peu cohérent
Sable limoneux	Présence sensible de sable, rêche, très peu cohérent
Sable silteux et Sable	Dominance de sable rêche partiellement atténuée selon la quantité de silt, sans cohérence au pétrissage

Annexe au chapitre 3.7.4: Humus

La dimension "grisé" du code Munsell (15) de détermination de la couleur offre une aide à l'estimation du taux d'humus. A titre indicatif, la relation entre teneur en humus et niveau de grisé est à peu près la suivante sur une prise humide:

Couleur grise	Niveau de grisé	Taux de mat. organique (%)	Appréciation du taux
Gris clair:	7 - 8	< 2	Pauvre en humus
Gris:	5 - 6	2 – 5	Faiblement humifère
Gris foncé:	3 - 4	5 – 10	Humifère
Gris-noir:	1.3 - 2	10 – 30	Riche en humus
Brun-noir, fibreux:	-	> 30	Très riche en humus

La couleur originale du matériau parental peut parfois fausser la relation, comme dans le cas de schistes bitumineux par exemple. Il en est de même de la présence de complexes argilo-humiques ou de pellicules humiques.

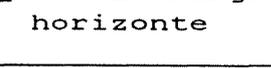
Définitions des horizons humifères et des formes d'humus, données de base pour le travail en milieu forestier

Les formes d'humus sont classées en tenant compte de l'ordre de succession verticale et de l'épaisseur des horizons (35). Elles reflètent souvent des phases et états distincts dans le processus de décomposition des résidus ou l'origine végétale de ces derniers (arbres, buissons, herbacés, mousses). Les types d'horizons organiques rencontrés peuvent varier fortement sur de courtes distances, en fonction des inégalités climatiques, des quantités annuelles de litière ou encore des propriétés des sols (35).

Définitions des horizons humifères et présentation schématique du profil

Pour des études très spécifiques sur les litières et leurs variations saisonnières, il est utile de combiner l'appréciation des résidus avec celle du premier horizon. Le schéma ci-dessous est tiré de Babel (3); seules les têtes de colonnes ont été traduites.

Horizon	Parts respectives de:		Profil schématique des horizons d'accumulation
	Résidus végétaux de surface	Substances organiques fines	

Horizont	Anteil		Schematischer Profilaufbau Auflage- horizonte [mm]
	Oberirdische Pflanzenreste	Organische Feinsubstanz	
O1 (<u>l</u> itter)	> 90 %	max. 10 %	60  O11
Of (<u>F</u> ermen- tation)	30 - 90 %	10 - 70 %	50  O12
Oh (<u>H</u> umus- stoff)	max. 30 %	> 70 %	40  Of1
<u>S</u> ubhorizonte			30  Of2
O11 (<u>n</u> eu)	unverändert	max. 10 %	20  Oh1
O12 (<u>v</u> erän- dert)	verändert		10  Oh2
Of1 (<u>R</u> est)	70 - 90 %	10 - 30 %	0  Oberfläche
Of2 (<u>m</u> ittel)	30 - 70 %	30 - 70 %	10  Ahh
Oh1 (<u>R</u> est)	10 - 30 %	70 - 90 %	10  Ah
Oh2 (<u>f</u> ein)	max. 10 %	über 90 %	20  Vermischungs- horizonte

Aide à la décision sur le type d'humus de surface:

Suite des horizons	Expression / épaisseur des horizons		
Horizon de litière, Oi	+ / -	+ / -	+ / -
Horizon de fermentation, Of			=====
Horizon humique, Oh			
Horizon d'incorporation à la fraction minérale, Ah			=====
FORME D'HUMUS	MULL	MODER	HUMUS BRUT

Signes > et < : Critères pour un diagnostic d'abondance.

Signes = = : Critère de présence

Principes de classification des formes d'humus

FORME D'HUMUS	MULL typique	MULL proche du moder	MODER proche du mull	MODER typique, à humus fin		MODER à humus brut	HUMUS BRUT typique, à humus fin	
				pauvre	riche		pauvre	riche
HORIZONS	Oi - Ah	Oi - Of - Ah - (Of)	Oi - Of - (Oh) - Ah - Ahh	Oi - Of - (Oh) - Ah - Ahh	Oi - Of - Oh - Ah - Ahh	Oi - Of - Oh - (E) - Ah - Ahh	Oi - Of - Oh - (EAh) - AE	Oi - Of - Oh - (EAh) - AE
Horizon de litière L	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -
Horizon de fermentation F	-	+ / -	+ / -	1-2 (3)cm (<3)	3-4 cm (>3)	2-3 (4) cm	2-3 cm	2-3(4)cm
Horizon d'humus brut H	-	-	0.2-0.3 cm (0.5)	< 1.5 cm	2-3 cm (evtl. 4-5)	3-5 (6) cm	< 4 cm (2-3)	< 4 cm (5-8 [10])
Horizon d'incorporation à la fraction minérale Ah	>8 cm (10-30)	< 10 cm (5-7)	2-8 cm (3-4)	< 1.5 cm	2-3 cm (4-5)	+	+	+

Les données sur l'épaisseur des horizons correspondent aux conditions du Plateau (valeurs entre parenthèses pour max. sous conditions particulières). Là où la pédogenèse ne fait que débiter, la succession des horizons est observée en priorité.

Base de travail pour une directive sur la classification des formes d'humus (tiré de: Bodenkundliche Kartieranleitung (1982), zusammengefasst und abgeändert (5, 27).

Aide à la décision dans l'appréciation de la dégradation des résidus:

Conditions de dégradation (aération et/ou humidité)	ACTIVITE BIOLOGIQUE CROISSANTE				HUMIDITE CROISSANTE
Ralenties, très sec	Peu d'événements observables				
Bonnes, milieu sec	Xero-humus brut	Xero-moder	Variante "Xero-"		
Bonnes, milieu frais	Humus brut typique	Moder typique	Mull proche du moder	Mull typique	
Assez bonnes, milieu humide	Hydrohumus brut	Hydromoder	Transition vers forme "Hydro-"	Hydromull	
Parfois inadéquates suite à la saturation par l'eau	(à Anmoor)				
Inadéquates suite à la fréquente saturation par l'eau	tourbeux	Anmoor			
Milieu anaérobie, saturé		Tourbe			
Milieu inondé					
	Incorporation à la substance minérale:				
	Pas ou peu d'incorporation Accumulation organique	Incomplète, les complexes formés sont instables	partielle	complète, les complexes formés sont stables	

Présentation des formes d'humus sous forme de synthèse éco-typologique

Un écogramme – ou typogramme – permet de mieux situer les formes d'humus dans un cadre intégrant le niveau d'humidité et l'activité biologique sur la station. Un degré d'humidité croissant traduit des conditions toujours plus difficiles de dégradation des résidus; de plus, une activité biologique déclinante ralentit l'incorporation des substances organiques dans la matrice minérale et la différenciation entre horizons.

Sous certaines conditions climatiques particulières, par exemple dans les vallées alpines internes sèches ou en présence de stations exposées au sud, on peut observer des variantes sèches de Mull et de Moder ("xéro-"); les horizons d'accumulation organique y sont clairement séparés des horizons sous-jacents dans lesquels l'incorporation des résidus demeure réduite et peu visible.

Les sols à percolation ralentie par la présence d'une nappe de fond ou de pente peuvent de leur côté donner naissance à des variantes plus humides ("hydro-") et à un humus de type Anmoor.

Annexe au chapitre 3.7.5: teneur de la terre fine en carbonates

Aucune réaction pas d'effervescence	Absence de carbonates
Réaction faible, parfois localisée	Carbonates, dans quelques grains de sable
Faible effervescence	< 2% de carbonates
Effervescence moyenne	2 – 10% de carbonates
Effervescence forte et durable	> 10% de carbonates

N.B.: L'action de l'acide chlorhydrique (HCl) froid sur la dolomie est très lente

Annexe au chapitre 3.7.6: Valeur du pH

Transcription des valeurs de pH mesurées en classes de valeur pH:

Appréciation	Valeur pH (H ₂ O)	Valeur pH (CaCl ₂)
Très alcalin	> 8.2	> 8.2
Alcalin	7.7 – 8.2	7.7 – 8.2
Faiblement alcalin	7.3 – 7.6	6.8 – 7.6
Neutre	6.8 – 7.2	6.2 – 6.7
Faiblement acide	5.9 – 6.7	5.1 – 6.1
Acide	5.3 – 5.8	4.4 – 5.0
Très acide	3.9 – 5.2	3.3 – 4.3
Très fortement acide	< 3.9	< 3.3

La mesure du pH est effectuée après ajout à la prise de sol d'eau pure (H₂O) ou d'une solution aqueuse de (CaCl₂); voir à ce sujet l'annexe 9.2 sur les méthodes de laboratoire. La mesure dans l'eau déminéralisée donne des valeurs pH plus élevées de 0.1 à 1.0 unité, avec les plus grandes différences dans des milieux acides.

La mesure de la **capacité d'échange de cations** et de son **taux de saturation** en bases (CEC et %Sat) donnent une valeur approchée de la valeur pH: le taux de saturation exprime la proportion de Ca + Mg dans la CEC, la différence à 100% étant imputée à des ions H⁺ et Al³⁺ (les quantités d'autres cations sont négligeables):

Taux de saturation	% Sat.	Appréciation
Très élevé	100%	Sol faiblement alcalin
Elevé	80 – 100%	Sol neutre
Assez élevé	50 – 80%	Sol faiblement acide
Faible	15 – 50%	Sol acide
Très faible	< 15%	Sol très acide

Annexe au chapitre 3.8: Prélèvement d'échantillons

Echantillon en sachet (cf. Méthodes AF-PN et AF-PA dans (33))

Quelques prises de terre fine sont prélevées sur la paroi propre et rafraîchie du profil, au milieu de la zone représentative à analyser (horizon) et transférées dans un sachet pourvu d'une étiquette. Une quantité d'échantillon de 1kg est nécessaire pour des analyses complètes. Il est recommandé de commencer les prélèvements au bas du profil pour éviter des contaminations. Au laboratoire, l'échantillon séché avec modération et tamisé à 2.0mm

Echantillons en cylindres rigides (cf. Méthodes PYZYL-PN et PYZYL-PA dans (33))

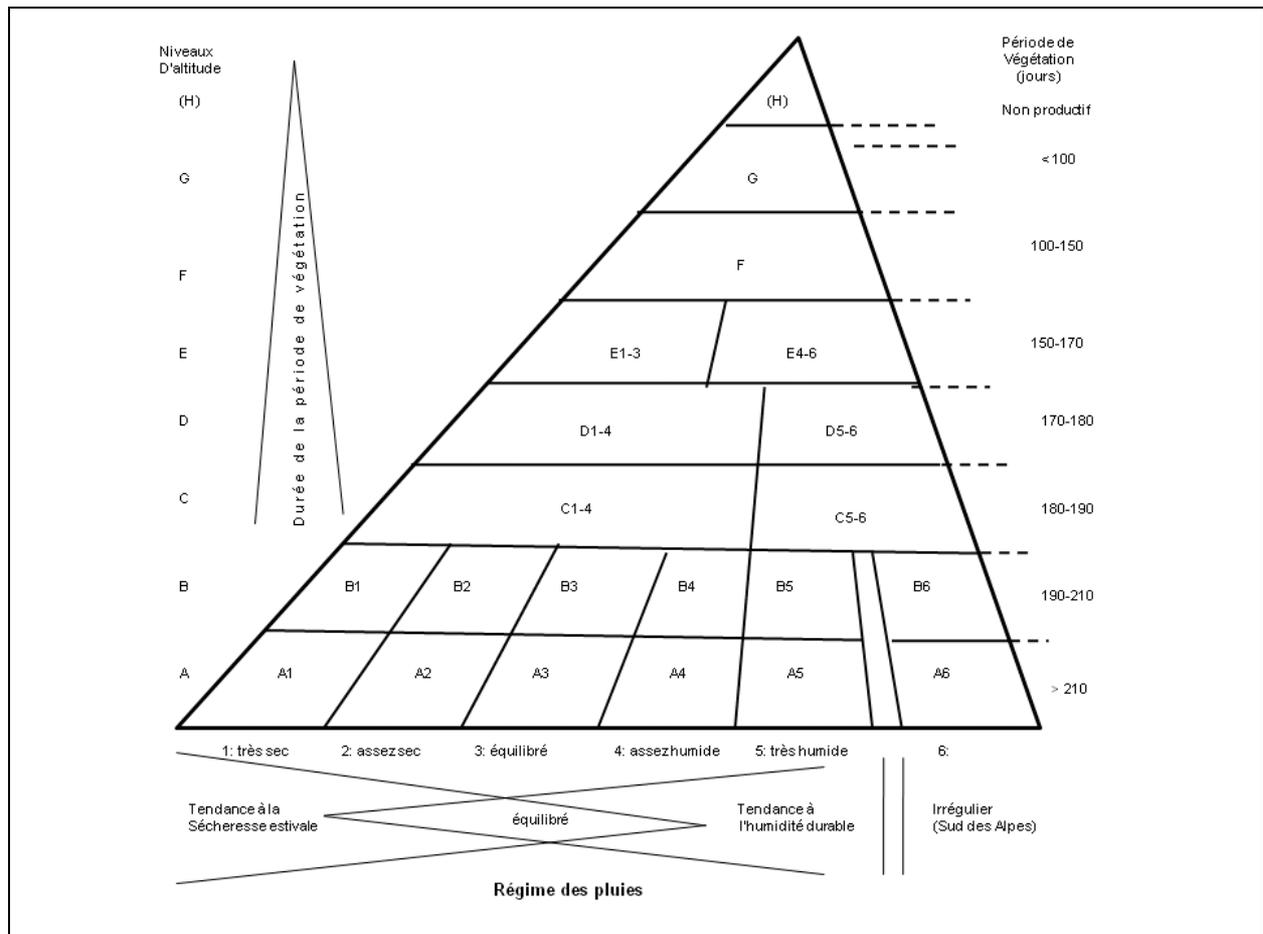
Un cylindre métallique inoxydable, de dimensions standardisées et pourvu d'un bord biseauté permet de prélever un volume précis de sol non perturbé. Le prélèvement est effectué par enfoncement vertical direct du cylindre ou par enfoncement du cylindre placé dans une douille à bord biseauté. Dans tous les cas, il doit être effectué avec grand soin car les résultats seront exprimés en fonction d'un volume de sol. Plusieurs cylindres (répétitions) sont remplis par horizon; on calcule ensuite la moyenne des résultats.

Echantillons pour analyses spéciales, p.ex. pour l'analyse micromorphologique

Un cadre de tôle est poussé dans le sol en tirant profit de fentes réalisées au préalable à l'aide d'un couteau. Une marque sur le cadre permet de reconnaître l'orientation spatiale de l'échantillon prélevé. Après l'extraction, l'échantillon est fermé par deux couvercles et acheminé au laboratoire, où il est immédiatement séché à l'air ou lyophilisé.

Annexe au chapitre 5.3.1: Région géo-climatique

Vue générale schématique des critères utilisés dans la carte des aptitudes climatiques au 1:200'000 (23)



9.2 Principales méthodes de laboratoire pour l'analyse de sol

Les protocoles détaillés d'exécution des méthodes d'analyse figurent dans le recueil officiel des méthodes de référence des stations de recherche agronomique (33)

Type d'analyse	Méthode de référence
Valeur du pH	Méthode de référence pH, pH-C, respectivement (33)
Capacité d'échange de cations Cations échangeables Acidité / Taux de saturation	Méthodes de référence KUK1-Ex, KUK1 et KUK1-H, méthodes KUK2-Ex, KUK2, KUK2-H resp. (33)
Teneur en CaCO ₃	Méthode de référence CaCO ₃ (33)
Conductivité électrique Teneur en sel	Conductivité électrique mesurée dans un extrait aqueux (1 part sol/5 vol liquide). Résultat en milli siemens (mS). Traduisible aussi en "équivalents sel" (ppm KCl)
C organique (humus)	Méthode de référence Corg (33)
Teneur en argile et silt	Méthode de référence KOM (33)
Pierrosité	Un volume d'environ 4 litres de sol est extrait; le vide laissé est mesuré exactement. Le sol extrait est transporté au laboratoire et immergé dans l'eau durant la nuit. Ensuite, la suspension est transférée sur une batterie de tamis, qui ne conservent que les pierres selon leurs tailles. Le contenu des tamis est séché et pesé. Résultat exprimé en %vol de pierres
Porosité totale	Méthodes de référence PYZYL-V ou PYZYL-V, PYZYL-D, et PY-DR (33)
Distribution des tailles de pores	Méthode de référence PYZYL-P (33)
Conductivité hydraulique saturée	Méthode de référence PYZYL-WD (33)
Stabilité des agrégats	Méthodes de référence PYAGR-PN et PYAGR-PA pour prélèvement et préparation des échantillons. La suite des travaux de mesure est exécutable soit par tamisage sous l'eau soit par battage volumétrique: la première renseigne sur la stabilité à l'eau des agrégats, la seconde sur la stabilité des agrégats face aux contraintes mécaniques.

GLOSSAIRE DES TERMES USUELS DE LA CLASSIFICATION DES SOLS SUISSES

Les principaux termes techniques utilisés dans cette brochure sont regroupés par chapitre, puis par ordre alphabétique, et enfin traduits en langue allemande, dans le but de faciliter la compréhension entre pédologues.

No.	Chapitre		FRANÇAIS	ALLEMAND
1	1	site	Disposition de la fosse	Anlage der Profilgrube
2	1	site	Éléments paysagers	Geländeform
3	1	site	Esquisse de profil	Profilskizze
4	1	site	Fiche descriptive du profil	Profilblatt
5	1	site	Fosse pédologique	Profilgrube
6	1	site	Pente	Hangneigung
7	1	site	Région géo-climatique	geographisch-klimatische Region
8	1	site	Site du profil	Profilstandort
9	1	site	Utilisation du sol	Nutzung
10	2	observation	Codes des horizons	Horizontsymbole
11	2	observation	1 Couleur	Farbe
12	2	observation	2 Couleur - teinte	Farbe-Farbtön
13	2	observation	3 Couleur - grisé	Farbe-Grauwert
14	2	observation	4 Couleur - intensité/pureté	Farbe-Intensität
15	2	observation	1 CRE = Capacité de rétention d'eau	WS = Wasserspeichervermögen
16	2	observation	2 CRE – extrêm. basse (< 10 mm)	WS - extrem klein (< 10 mm)
17	2	observation	3 CRE - très basse (10 - 30 mm)	WS - sehr klein (10 - 30 mm)
18	2	observation	4 CRE - basse (30 - 50 mm)	WS - klein (30 - 50 mm)
19	2	observation	5 CRE - moyenne (50 - 70 mm)	WS - mittelgross (50 - 70 mm)
20	2	observation	6 CRE - élevée (70 - 100 mm)	WS - gross (70 - 100 mm)
21	2	observation	7 CRE - très élevée (100 - 150 mm)	WS - sehr gross (100 - 150 mm)
22	2	observation	8 CRE – extrêm. élevée (>150mm)	WS - extrem gross (> 150 mm)
23	2	observation	Description du profil	Profilbeschreibung (P-ansprache)
24	2	observation	Eau de fond/pente (mouillure)	Grund-/Hang-Wasser("FremdW")
25	2	observation	1 Eluviation (migration, éluvial, illuvial)	Verlagerung (eluvial, illuvial)
26	2	observation	2 Lessivage	Auswaschung
27	2	observation	Ensemble-sol	Bodengerüst
28	2	observation	Horizon principal	Haupthorizont
29	2	observation	Matériau parental (roche mère)	Ausgangsmater. (Muttergestein)
30	2	observation	1 Nappe perchée	Staunässe
31	2	observation	2 Nappe permanente	Grund-/Hang-Wasser("FremdW")
32	2	observation	1 Pierrosité	Skelettgehalt
33	2	observation	2 Pierrosité - non/peu pierreux (0-5%)	skelett-frei/arm (0 - 5%)
34	2	observation	3 Pierrosité – faiblement. pierreux (5-10%)	schwach skeletthaltig (5 - 10%)
35	2	observation	4 Pierrosité - pierreux (10-20%)	skeletthaltig (10 - 20%)
36	2	observation	5 Pierrosité - très pierreux (20-30%)	sehr skeletthaltig (20 - 30%)
37	2	observation	6 Pierrosité - riche en pierres (30-50%)	steinreich (30 - 50%)
38	2	observation	7 Pierrosité – extrêm.pierreux (>50%)	extrem steinreich (> 50%)
39	2	observation	profil	Profil
40	2	observation	1 profondeur physiologique	physiologische Gründigkeit
41	2	observation	2 Profondeur physiologique - très superficiel (< 10 cm)	Physiologische Gründigkeit - sehr flachgründig (< 10 cm)

No.	Chapitre		FRANÇAIS	ALLEMAND
42	2	observation	3 Profondeur physiologique - superficiel (10 - 30 cm)	Physiologische Gründigkeit - flachgründig (10 - 30 cm)
43	2	observation	4 Profondeur physiologique - ass. superf. (30 - 50 cm)	Physiologische Gründigkeit - ziemlich flachgr. (30 - 50 cm)
44	2	observation	5 Profondeur physiologique - modéré. profond (50 - 70 cm)	Physiologische Gründigkeit - mässig tiefgründig (50 - 70)
45	2	observation	6 Profondeur physiologique - profond (70 - 100 cm)	Physiologische Gründigkeit - tiefgründig (70 - 100)
46	2	observation	7 Profondeur physiologique - très profond (100 - 150 cm)	Physiologische Gründigkeit - sehr tiefgründig (100 - 150 cm)
47	2	observation	8 Profondeur physiologique - extrêmement profond (>150 cm)	Physiologische Gründigkeit - extrem tiefgründig (> 150 cm)
48	2	observation	Propriété	Eigenschaft
49	2	observation	1 roche calcaire	Kalkgestein
50	2	observation	2 roche siliceuse	Silikatgestein
51	2	observation	3 roche silico-calcaire	Mischgestein
52	2	observation	1 Structure	Gefüge
53	2	observation	2 Structure - en agrégats (stable)	Gefüge - krümelig, bröcklig, stabil
54	2	observation	3 Structure - blocs	Gefüge - klumpig
55	2	observation	4 Structure - à pellicules argileuses	Gefüge - tonhüllig
56	2	observation	5 Structure - pélosolique	Gefüge - pelosolisch
57	2	observation	6 Structure - vertisolique	Gefüge - vertisolisch
58	2	observation	7 Structure - en agrég. instables -labile	Gefüge - labil aggregiert
59	3	analyse	1 CEC = capacité de fixation d'ions	Ionenspeicherungskapazität
60	3	analyse	2 CEA = capacité d'échange d'anions [mol+/m ² ou meq/m ²]	AUK = Anionenaustauschkapa- zität [mol+/m ² ou meq/m ²]
61	3	analyse	3 CEC = capacité d'échange de cations [mol+/m ² ou meq/m ²]	KUK = Kationenaustauschkapa- zität [mol+/m ² ou meq/m ²]
62	3	analyse	4 CEC - faible (< 100)	KUK - gering (< 100)
63	3	analyse	5 CEC - médiocre (100 - 200)	KUK - mässig (100 - 200)
64	3	analyse	6 CEC - élevée (200 - 300)	KUK - hoch (200 - 300)
65	3	analyse	7 CEC - très élevée (> 300)	KUK - sehr hoch (> 300)
66	3	analyse	État d'agrégation	Aggregierungs Zustand
67	3	analyse	1 Humus (= Matière organique)	Humus (=organische Substanz)
68	3	analyse	2 Humus - peu humifère (< 2 %)	Humus - wenig humos (< 2%)
69	3	analyse	3 Humus - faiblement humifère (2 - 5)	Humus - schwach humos (2-5%)
70	3	analyse	4 Humus - humifère (5 - 10%)	Humus - humos (5 - 10%)
71	3	analyse	5 Humus - riche en humus (10 - 20%)	Humus - humusreich (10 - 20%)
72	3	analyse	6 Humus - très riche en hu. (20 - 30%)	Humus - sehr hum.reich (20-30)
73	3	analyse	7 Humus - organique (> 30%)	Humus - organisch (>30%)
74	3	analyse	1 Texture de la terre fine	Körnung der Feinerde
75	3	analyse	2 Texture - Argile	Körnung - Ton
76	3	analyse	3 Texture - Silt	Körnung - Schluff
77	3	analyse	4 Texture - Sable	Körnung - Sand
78	3	analyse	5 Texture - Limon	Körnung - Lehm
79	3	analyse	1 valeur de pH	pH-Wert
80	3	analyse	2 pH(H ₂ O) - alcalin: > 7.2	(pH(H ₂ O) - alcalisch > 7.2
81	3	analyse	3 pH(H ₂ O) - neutre: 6.8 - 7.2	(pH(H ₂ O) - neutral 6.8 - 7.2
82	3	analyse	4 pH(H ₂ O) - faiblement acide: 5.9 - 6.7	(pH(H ₂ O): - schwach sauer 5.9 - 6.7
83	3	analyse	5 pH(H ₂ O) - acide: 5.3 - 5.8	pH - sauer: 5.3 - 5.8
84	3	analyse	6 pH(H ₂ O) - très acide: 3.9 - 5.2	pH - sehr sauer: 3.9-5.2
85	3	analyse	7 pH(H ₂ O) - très fortement acide: < 3.9	pH - sehr stark sauer:< 3.9
86	4	classification	Attribut	Merkmal
87	4	classification	Attributs de type	Typenmerkmale
88	4	classification	1 Classification	Klassifikation
89	4	classification	2 Niveau de classification	Klassifikationsstufe

No.	Chapitre		FRANÇAIS	ALLEMAND
90	4	classification	3 Classification - Niveau I: Régime hydrique	Klassifikationsstufe I: Wasserhaushalt
91	4	classification	4 Classification - Niveau II: Constituants principaux	Klassifikationsstufe II: Gerüsthauptbestandteile
92	4	classification	5 Classification - Niveau III: Paramètres déterminants	Klassifikationsstufe III: Gerüstkomponenten
93	4	classification	6 Classification - Niveau IV: Paramètres du Percolat	Klassifikationsstufe IV: Perkolatkomponenten
94	4	classification	7 Classification - Niveau V: Sous-type	Klassifikationsstufe IV: Untertyp
95	4	classification	8 Classification - Niveau VI: Forme	Klassifikationsstufe VI: Form
96	4	classification	9 Classification - Niv VII: Forme locale	Klassif. Stufe VII: Lokalform
97	4	classification	11 Régime hydrique	Wasserhaushalt
98	4	classification	12 Constituants principaux	Hauptbestandteile
99	4	classification	13 Paramètre déterminant	kennzeichnende Komponente
100	4	classification	14 Paramètres chimiques du percolat	kennzeichnende Perkolate
101	4	classification	1 Type de sol (type taxonomique)	Bodentyp (taxonomische Einheit)
102	4	classification	2 Type: Sol évolué	entwickelter Boden
103	4	classification	3 Type: Sol non/peu évolué	un- wenig entwickelter Boden
104	4	classification	4 Type: Sol percolé	perkolerter Boden
105	4	classification	5 Type: sol rarement percolé	selten perkolerter Boden
106	4	classification	6 Type: Sol périodiquement inondé	periodisch überschwemmter Bo.
107	4	classification	1 Type: Sol calcaire	Karbonatgesteinsboden
108	4	classification	2 Type: Sol siliceux	Silikatgesteinsboden
109	4	classification	3 Type: Sol silico-calcaire	Mischgesteinsboden
110	4	classification	4 Type: Sol brut	Lithosol
111	4	classification	5 Type: Lithosol	Gesteinsboden
112	4	classification	6 Type: Fluvisol	Fluvisol
113	4	classification	7 Type: Sol d'inondation	Aueboden
114	4	classification	8 Type: Ranker	Ranker
115	4	classification	9 Type: Regosol	Regosol
116	4	classification	10 Type: Rendzine	Rendzina
117	4	classification	11 Type: Phaeozem	Phaeozem
118	4	classification	12 Type: Sol à nappe de fond / de pente	Grund- oder hangwasser-geprägter Boden
119	4	classification	13 Type: Sol à nappe perchée	Stauwassergeprägter Boden
120	4	classification	14 Type: Sol brun	Braunerde
121	4	classification	15 Type: Sol brun calcaire	Kalkbraunerde
122	4	classification	16 Type: Sol brun eutrophe	basenreiche neutrale Braunerde
123	4	classification	17 Type: Sol brun acide	saure Braunerde
124	4	classification	18 Type: Sol brun lessivé	Parabraunerde
125	4	classification	19 Type: Sol ocre podzolique	Braunpodzol
126	4	classification	20 Type: Podzol	Podzol
127	4	classification	21 Type: Gley	Gley
128	4	classification	22 Type: Gley oxydé	Buntgley
129	4	classification	23 Type: Gley réduit	Fahlgley
130	4	classification	24 Type: Moor	Moor
131	4	classification	25 Type: Sol semi-tourbeux	Halbmoor
132	4	classification	26 Type: Tourbière haute	Hochmoor
133	4	classification	27 Type: Tourbière basse	Miederungsmoor
134	4	classification	1 Type d'humus	Humusform
135	4	classification	2 Type d'humus: à mull	Mull
136	4	classification	3 Type d'humus: à moder	Moder
137	4	classification	4 Type d'humus: à mor	Rohhumus
138	4	classification	5 Type d'humus: à anmoor	Anmoorig
139	4	classification	6 Type d'humus: à aspect tourbeux	Antorfig