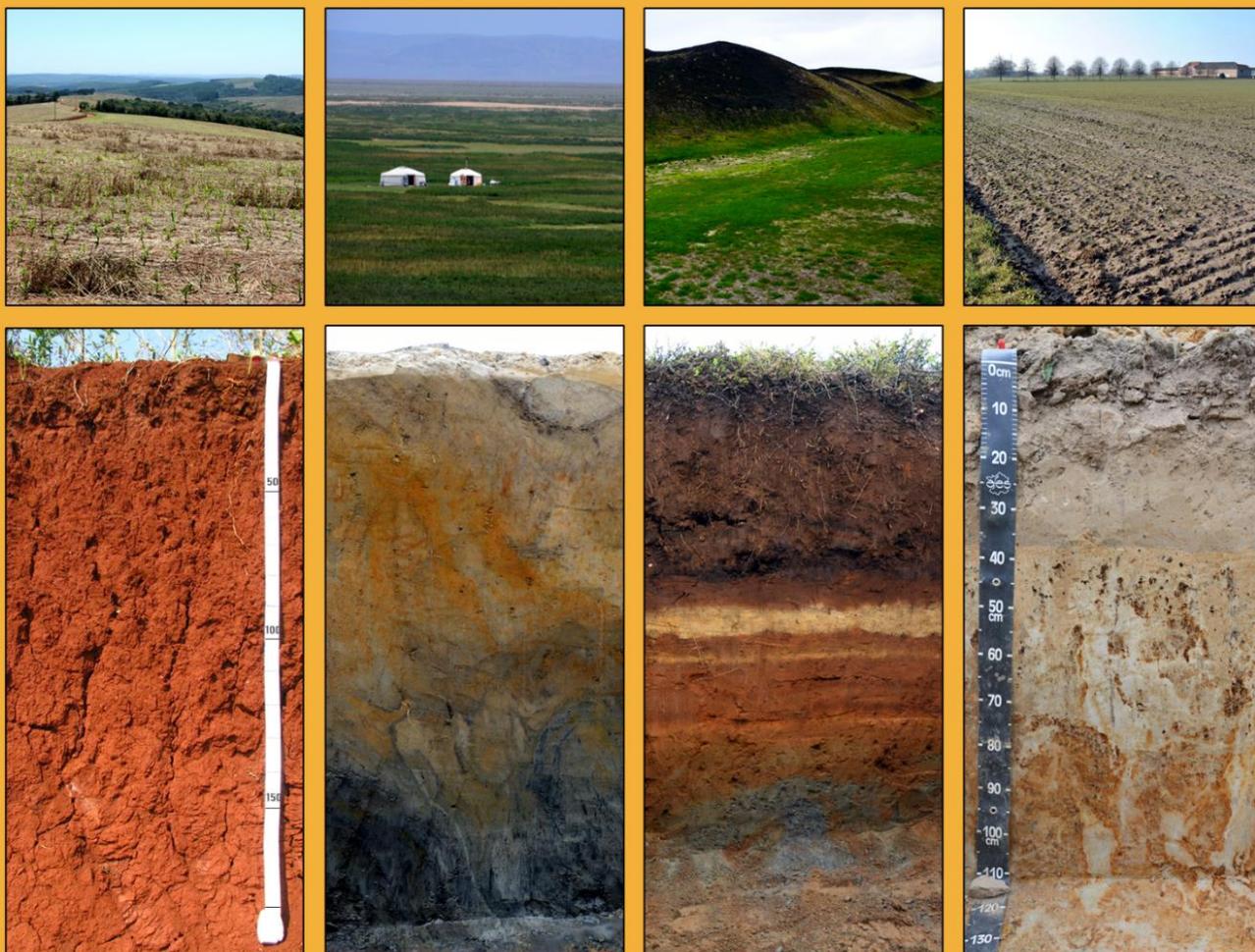


Base de référence mondiale pour les ressources en sols

Systeme international de classification des sols
pour nommer les sols et elaborer des legendes de
cartes pedologiques

4^{eme} edition, 2022



International Union of Soil Sciences®



International
Decade of Soils
2015-2024



Global Soil Icon

Référence recommandée :

Groupe de Travail WRB de l'IUSS. 2022. Base de référence mondiale pour les ressources en sols. Système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. 4^{ème} édition. Union Internationale des Sciences du Sol (IUSS), Vienne, Autriche.

ISBN 979-8-9862451-1-9

Première publication : 22 juillet 2022. Mise à jour avec corrections mineures : 18 décembre 2022.

© Union Internationale des Sciences du Sol®, Vienne, Autriche

Document en accès libre sous les termes de la licence Creative Commons Attribution, autorisant l'utilisation, la diffusion et la reproduction de l'œuvre sur tout support, à condition qu'elle soit citée en bonne et due forme.

Couverture : Stefaan Dondeyne

De gauche à droite :

Rhodic Ferritic Nitisol (Brésil) [photo : Sérgio Shimizu]

Stagnic Gleyic Solonchak (Mongolie) [photo : Stefaan Dondeyne]

Mollic Vitric Silandic Andosol (Islande) [photo : Stefaan Dondeyne]

Eutric Glossic Stagnosol (Belgique) [photo : Stefaan Dondeyne]

Table des matières

Table des matières	3
Avant-propos	9
Préface	10
Remerciements	11
Note pour la traduction française	12
Liste des acronymes	13
1 Fondements	14
1.1 Historique	14
1.2 Principales modifications dans la WRB 2022	14
1.3 L'objet classifié dans la WRB	16
1.4 Principes de base	17
1.5 Architecture.....	22
1.6 Couche superficielle	24
1.7 Sous-sol	24
1.8 Traduction en d'autres langues.....	24
2 Règles pour nommer les sols et pour élaborer des légendes de cartes pédologiques	25
2.1 Règles générales et définitions	25
2.2 Règles pour nommer les sols.....	27
2.3 Sous-qualificatifs.....	28
2.3.1 Sous-qualificatifs construits par l'utilisateur.....	28
2.3.2 Sous-qualificatifs définis	32
2.4 Sols enfouis	32
2.5 Règles pour élaborer des légendes de cartes pédologiques	33
3 Horizons, propriétés et matériaux diagnostiques	36
3.1 Horizons diagnostiques	36
3.1.1 Horizon albique	36
3.1.2 Horizon anthraquique	37
3.1.3 Horizon argique	38
3.1.4 Horizon calcique.....	40
3.1.5 Horizon cambique	41
3.1.6 Horizon chernique	43
3.1.7 Horizon cohésique	44
3.1.8 Horizon cryique	45
3.1.9 Horizon durique.....	45
3.1.10 Horizon ferralique	46

3.1.11	Horizon ferrique.....	48
3.1.12	Horizon folique.....	48
3.1.13	Horizon fragique.....	49
3.1.14	Horizon gypsique.....	50
3.1.15	Horizon histique.....	51
3.1.16	Horizon hortique.....	51
3.1.17	Horizon hydragrique.....	52
3.1.18	Horizon irragrique.....	53
3.1.19	Horizon limonique.....	54
3.1.20	Horizon mollique.....	55
3.1.21	Horizon natrique.....	56
3.1.22	Horizon nitique.....	58
3.1.23	Horizon panpaïque.....	59
3.1.24	Horizon pétrocalcique.....	60
3.1.25	Horizon pétrodurique.....	61
3.1.26	Horizon pétrogypsique.....	62
3.1.27	Horizon pétroplinthique.....	62
3.1.28	Horizon pisoplinthique.....	63
3.1.29	Horizon plaggique.....	64
3.1.30	Horizon plinthique.....	65
3.1.31	Horizon pretique.....	66
3.1.32	Horizon protovertique.....	67
3.1.33	Horizon salique.....	68
3.1.34	Horizon sombrique.....	68
3.1.35	Horizon spodique.....	69
3.1.36	Horizon terrique.....	71
3.1.37	Horizon thionique.....	72
3.1.38	Horizon tsitelique.....	72
3.1.39	Horizon umbrique.....	73
3.1.40	Horizon vertique.....	74
3.2	Propriétés diagnostiques.....	76
3.2.1	Différence texturale abrupte.....	76
3.2.2	Glosses albéluviques.....	76
3.2.3	Propriétés andiques.....	77
3.2.4	Propriétés anthriques.....	78
3.2.5	Roche continue.....	79
3.2.6	Propriétés gleyiques.....	79
3.2.7	Discontinuité lithique.....	81
3.2.8	Propriétés protocalciques.....	82
3.2.9	Propriétés protogypsiques.....	83

3.2.10	Conditions réductrices	83
3.2.11	Propriétés rétiques	84
3.2.12	Fentes de retrait	85
3.2.13	Propriétés sidéraliques	85
3.2.14	Propriétés stagniques	85
3.2.15	Propriétés takyriques	87
3.2.16	Propriétés vitriques	88
3.2.17	Propriétés yermiques	88
3.3	Matériaux diagnostiques.....	90
3.3.1	Matériau aeolique	90
3.3.2	Artéfacts	90
3.3.3	Matériau calcarique	91
3.3.4	Matériau clarique.....	91
3.3.5	Matériau dolomitique	92
3.3.6	Matériau fluviatique	92
3.3.7	Matériau gypsirique.....	93
3.3.8	Matériau hypersulfidique.....	93
3.3.9	Matériau hyposulfidique.....	94
3.3.10	Matériau limnique	94
3.3.11	Matériau minéral	95
3.3.12	Matériau mulmique	95
3.3.13	Matériau organique.....	96
3.3.14	Matériau organotechnique	96
3.3.15	Matériau ornithogénique	97
3.3.16	Carbone organique du sol.....	97
3.3.17	Matériau solimovique.....	97
3.3.18	Matériau technique dur.....	99
3.3.19	Matériau téphrique.....	99
4	Clé pour les Groupes de Sols de Référence, et listes des qualificatifs principaux et supplémentaires	101
5	Définitions des qualificatifs.....	133
6	Codes pour les Groupes de Sols de Référence, qualificatifs et spécificateurs	159
7	Bibliographie.....	163
8	Annexe 1 : Guide de terrain	166
8.1	Travail préparatoire et règles générales.....	167
8.1.1	Exploration d'une zone d'intérêt à la tarière et à la bêche	167
8.1.2	Préparation d'un profil de sol	168
8.2	Données générales et description des facteurs de la pédogenèse	169
8.2.1	Date et auteurs	169

8.2.2	Localisation.....	169
8.2.3	Relief et topographie.....	169
8.2.4	Climat et conditions météorologiques	171
8.2.5	Végétation et occupation des sols.....	173
8.3	Description des caractéristiques de surface	175
8.3.1	Surface du sol	175
8.3.2	Litière.....	175
8.3.3	Affleurements rocheux	175
8.3.4	Éléments grossiers de surface	175
8.3.5	Traits désertiques	176
8.3.6	Polygonation de surface.....	176
8.3.7	Croûtes de surface.....	176
8.3.8	Fentes de surface.....	176
8.3.9	Présence d'eau	177
8.3.10	Caractère hydrophobe.....	178
8.3.11	Irrégularités de surface.....	178
8.3.12	Altérations techniques de surface	180
8.4	Description des couches	180
8.4.1	Identification et profondeur des couches	180
8.4.2	Homogénéité de la couche (o, m)	182
8.4.3	Eau	182
8.4.4	Couches organiques, organotechniques et minérales.....	183
8.4.5	Limites de couche (o, m)	183
8.4.6	Dépôt éolien (m).....	184
8.4.7	Éléments grossiers et fragments de couches cimentées démantelées (o, m)	184
8.4.8	Artéfacts (o, m).....	186
8.4.9	Texture (m) (*).....	188
8.4.10	Structure (m).....	191
8.4.11	Pores et fentes (aperçu).....	196
8.4.12	Pores non matriciels (m).....	197
8.4.13	Fentes (o, m).....	198
8.4.14	Marques de contrainte (m).....	198
8.4.15	Concentrations (aperçu).....	199
8.4.16	Couleur du sol (aperçu).....	199
8.4.17	Couleur de matrice (m) (*)	200
8.4.18	Combinaison de plages plus foncées de texture plus fine et de plages plus claires de texture plus grossière (m)	200
8.4.19	Lithochromie (m).....	201
8.4.20	Traits rédoximorphiques (m)	201
8.4.21	Potentiel redox et conditions réductrices (o, m)	204

8.4.22	Altération débutante (m).....	205
8.4.23	Revêtements et ponts (m)	206
8.4.24	Accumulations en bandes (m) (*).....	206
8.4.25	Carbonates (o, m)	207
8.4.26	Gypse (m).....	208
8.4.27	Silice secondaire (m)	209
8.4.28	Sels facilement solubles (o, m).....	209
8.4.29	pH de terrain (o, m)	210
8.4.30	Consistance (m).....	211
8.4.31	Croûtes de surface (m).....	213
8.4.32	Continuité des matériaux durs et des couches cimentées (m)	214
8.4.33	Verres volcaniques et caractéristiques andiques (o, m)	214
8.4.34	Traits dus au permagel (o, m).....	215
8.4.35	Densité apparente (m) (*).....	216
8.4.36	Carbone organique du sol (C _{org}) (m).....	217
8.4.37	Racines (o, m).....	217
8.4.38	Traces d'activité animale (o, m)	218
8.4.39	Altérations anthropiques (o, m)	218
8.4.40	Matériau parental (m)	220
8.4.41	Degré de décomposition dans les couches organiques et présence de résidus de plantes mortes (o) (*).....	221
8.5	Echantillonnage	222
8.5.1	Préparation des sachets d'échantillonnage	222
8.5.2	Echantillonnage des couches organiques.....	222
8.5.3	Echantillonnage conventionnel des couches minérales.....	223
8.5.4	Echantillonnage volumétrique des couches minérales	223
8.6	Bibliographie.....	224
9	Annexe 2 : Abrégé des méthodes d'analyses pour la caractérisation des sols.....	225
9.1	Préparation de l'échantillon.....	225
9.2	Teneur en eau.....	225
9.3	Analyse granulométrique	225
9.4	Argile dispersable à l'eau	226
9.5	Densité apparente	226
9.6	Coefficient d'extensibilité linéaire (COLE)	227
9.7	pH.....	227
9.8	Carbone organique.....	227
9.9	Carbonates.....	227
9.10	Gypse.....	227
9.11	Capacité d'échange cationique (CEC) et cations basiques échangeables	227

9.12	Aluminium échangeable et acidité d'échange	228
9.13	Calculs de la CEC et des cations échangeables	228
9.14	Fer, aluminium, manganèse et silicium extractibles	229
9.15	Salinité	229
9.16	Phosphates et rétention des phosphates	230
9.17	Analyse minéralogique de la fraction sableuse.....	230
9.18	Diffraction aux rayons X	230
9.19	Réserve totale en bases	230
9.20	Sulfures.....	230
9.21	Bibliographie	231
10	Annexe 3 : Dénominations des horizons et des couches	232
10.1	Symboles principaux	233
10.2	Suffixes	234
10.3	Couches de transition.....	237
10.4	Séquences de couches.....	237
10.5	Exemples de séquences de couches	238
10.6	Bibliographie	240
11	Annexe 4 : Fiche de description de sol.....	241
12	Annexe 5 : Conseils pour la configuration d'une base de données.....	242
13	Annexe 6 : Codes de couleur pour des cartes de RSGs	243

Avant-propos

Le sol est un système vivant, hétérogène et dynamique qui comprend des composants physiques, chimiques et biologiques interagissant entre eux. Pour estimer sa qualité, il importe dès lors de mesurer, décrire et classifier ses propriétés.

La classification d'un sol est nécessaire pour prédire son comportement et identifier ses limites ; ceci nous permet de prendre les décisions les mieux adaptées en matière d'agriculture, d'élevage, de foresterie, d'urbanisme, d'environnement et de santé, pour ne citer que ses usages les plus importants. Les scientifiques de l'Union Internationale des Sciences du Sol (IUSS) l'ont bien compris et en conséquence ont appuyé la création d'un système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques basées sur un système de référence mondial.

C'est pour ces raisons qu'en 1980 l'IUSS a formé un Groupe de Travail chargé de développer la Base de référence internationale pour la classification des sols (IRB), renommée Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) en 1992, avec, comme objectif, la mise au point d'un système de classification des sols.

C'est au 16^{ème} Congrès Mondial de la Science du Sol à Montpellier, France, en 1998, que la classification WRB a été approuvée et adoptée en tant que système international de corrélation et de communication de l'IUSS et la première édition de la WRB y a été présentée.

En 2022, dans le cadre de la « Décennie Internationale des Sols 2015-2024 », l'IUSS présente la quatrième édition de la WRB et confirme ainsi sa détermination à offrir à la communauté internationale un système de classification des sols qui facilite à la fois la réalisation des inventaires de sols et l'interprétation des cartes pédologiques ; c'est un outil de décision pratique pour les géologues, les agronomes, les agriculteurs, les ingénieurs, les politiciens, etc.

L'IUSS exprime sa reconnaissance à tous ceux qui ont oeuvré au sein du Groupe de Travail WRB pour rendre possible cette nouvelle édition et grâce auxquels ce document peut être téléchargé à partir du site de l'IUSS.

Laura Bertha Reyes-Sánchez

Présidente de l'Union Internationale des Sciences du Sol (IUSS)

Préface

La première édition de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) a été publiée en 1998, la deuxième en 2006 et la troisième en 2014. En 2022, au 22^{ème} Congrès Mondial de la Science du Sol à Glasgow, nous y avons présenté la quatrième édition.

Cette quatrième édition est le résultat de huit années d'évaluation supplémentaires. Au cours de tournées de terrain internationales, nous avons classifié de nombreux profils de sols et soumis des idées permettant d'améliorer la WRB. La création d'algorithmes de classification automatique a permis de surmonter contradictions et anomalies. Les 32 Groupes de Sols de Référence ont été maintenus, mais des caractéristiques du sol qui jusqu'à présent n'étaient pas reflétées ou étaient mal définies dans la WRB devaient être prises en compte. De nombreux critères utilisés au niveau des éléments diagnostiques, de la Clé et des définitions des qualificatifs ont été précisés et affinés. Un accent particulier a été mis sur la cohérence ; ainsi, le même vocabulaire est employé pour les mêmes caractéristiques dans l'ensemble du document, y compris dans ses annexes.

De nouvelles annexes ont été ajoutées à la quatrième édition :

- Un nouveau guide de terrain, taillé sur mesure pour les besoins de la WRB, contenant de nombreuses définitions des caractéristiques de terrain et enrichi de nombreuses illustrations ; il peut remplacer l'ouvrage de la FAO Directives pour la Description des Sols (2006)
- La dénomination des horizons et des couches avec leurs symboles principaux et suffixes
- Les recommandations pour les codes de couleur à appliquer aux cartes de Groupes de Sols de Référence
- Une fiche de description de sol et des conseils pour la configuration d'une base de données, fournis en documents séparés à télécharger.

De nombreux spécialistes des sols ont contribué à cette quatrième édition (voir Remerciements). Nous espérons tous que cette nouvelle édition contribuera à une meilleure compréhension des sols, de leurs distribution et propriétés, ainsi qu'à leur protection et à leur utilisation durable.

Les trois premières éditions de la WRB ont été publiées par la FAO dans la collection World Soil Resources Reports. Cela n'étant plus possible, cette quatrième édition est désormais publiée par l'IUSS ; nous nous en réjouissons car cela démontre que la WRB est une publication d'un Groupe de travail de l'IUSS.

Peter Schad
Technische Universität München, Allemagne
Président du Groupe de Travail WRB de l'IUSS

Stephan Mantel
ISRIC – World Soil Information, Pays-Bas
Vice-Président du Groupe de Travail WRB de l'IUSS

Remerciements

L'auteur principal de la 4^{ème} édition est Peter Schad (Technische Universität München, Allemagne).

Les décisions fondamentales ont été prises par les membres du Board WRB : Lúcia Anjos (Brésil), Jaume Boixadera Llobet (Espagne), Seppe Deckers (Belgique), Stefaan Dondeyne (Belgique), Einar Eberhardt (Allemagne), Maria Gerasimova (Russie), Ben Harms (Australie), Cezary Kabala (Pologne), Stephan Mantel (Pays-Bas), Erika Michéli (Hongrie), Curtis Monger (USA), Rosa Poch Claret (Espagne), Peter Schad (Allemagne), Karl Stahr (Allemagne) et Cornie van Huyssteen (Afrique du Sud). Vincent Bunes (Allemagne) et Margaretha Rau (Allemagne) ont tenu le secrétariat du Board WRB.

Le brouillon du guide de terrain (Annexe 1) et de la fiche de description de sol (Annexe 4) ont été rédigés par Vincent Bunes, Margaretha Rau et Peter Schad ; le brouillon des conseils pour la configuration d'une base de données (Annexe 5) a été rédigé par Einar Eberhardt. A moins qu'elles ne soient signées autrement, les figures ont été préparées par Vincent Bunes.

Cette quatrième édition a bénéficié des contributions de nombreux scientifiques, parmi lesquels : Erhan Akça (Turquie), Ólafur Arnalds (Islande), David Badía Villas (Espagne), Alma Barajas Alcalá (Mexique), Albrecht Bauriegel (Allemagne), Frank Berding (Pays-Bas), Maria Bronnikova (Russie), Wolfgang Burghardt (Allemagne), Przemysław Charzynski (Pologne), José Coelho (Brésil), Fernanda Cordeiro (Brésil), Edoardo Costantini (Italie), Jaime de Almeida (Brésil), Ademir Fontana (Brésil), Jérôme Juilleret (France/Luxembourg), Nikolay Khitrov (Russie), Aleš Kučera (République tchèque), Eva Lehndorff (Allemagne), José João Lelis Leal de Souza (Brésil), João Herbert Moreira Viana (Brésil), Freddy Nachtergaele (Belgique), Otmar Nestroy (Autriche), Tibor Novák (Hongrie), Luis Daniel Olivares Martínez (Mexique), Thilo Rennert (Allemagne), Blaž Repe (Slovénie), Nuria Roca Pascual (Espagne), Thorsten Ruf (Allemagne/Luxembourg), Alessandro Samuel-Rosa (Brésil), Tobias Sprafke (Allemagne/Suisse), Marcin Świtoniak (Pologne), Wenceslau Teixeira (Brésil), Łukasz Uzarowicz (Pologne), Karen Vancampenhout (Belgique), Andreas Wild (Allemagne).

Note pour la traduction française

La 1^{ère} édition de la WRB (1998) a été traduite en français par Jean Lozet^a et Jean Chapelle^a.

La 2^{ème} édition (2006) n'a pas été traduite en français.

La 3^{ème} édition (2014, mise à jour 2015) a été traduite en français par Jean Chapelle^a et Xavier Legrain^{a,b}.

Cette 4^{ème} édition (2022) a été traduite en français par Jean Chapelle^a et Xavier Legrain^{a,b}.

Nous remercions vivement Valeria Brychcy pour l'aide à la mise en page et Peter Schad pour le soutien, le suivi et les clarifications apportées tout au long de ce travail.

Suivant les prescriptions du Groupe de Travail WRB (voir Chapitre 1.8), le nom des sols dans leur intégralité (RSG, qualificatifs et spécificateurs) n'a pas été francisé, afin de garder le caractère cohérent et universel de cette classification.

De même, un certain nombre de termes codifiés et consacrés par l'usage ont été maintenus dans leur forme originelle. Il en est ainsi des variables *hue*, *value* et *chroma* propres aux couleurs définies par la Charte Munsell de Couleurs des Sols. D'autres termes très spécifiques tels que *black carbon* n'ont pas encore d'équivalents en français car récemment créés et utilisés principalement dans la sphère scientifique où l'anglais est la norme.

Les horizons, propriétés et matériaux diagnostiques (Chapitre 3) sont présentés en ordre alphabétique dans la version anglaise. Cet ordre et la numérotation des chapitres correspondants ont été respectés dans la version française, même s'il en résulte un agencement non alphabétique du fait de la traduction.

^a Haute Ecole Charlemagne, Département agronomique (ex- Institut Supérieur Industriel), Huy, Belgique

^b Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Gembloux, Belgique

Liste des acronymes

Al _{ox}	Aluminium extrait à l'oxalate d'ammonium en solution acide
CaCO ₃	Carbonate de calcium
CEC	Capacité d'échange cationique
COLE	Coefficient d'extensibilité linéaire
EC	Conductivité électrique
EC _e	Conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée
ESP	Pourcentage de sodium échangeable
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Fe _{dith}	Fer extrait au dithionite-citrate-bicarbonate
Fe _{ox}	Fer extrait à l'oxalate d'ammonium en solution acide
HCl	Acide chlorhydrique
ISRIC	International Soil Reference and Information Centre
ISSS	Société Internationale de la Science du Sol
IUSS	Union Internationale des Sciences du Sol
KOH	Hydroxyde de potassium
KCl	Chlorure de potassium
Mn _{dith}	Manganèse extrait au dithionite-citrate-bicarbonate
NaOH	Hydroxyde de sodium
NH ₄ OAc	Acétate d'ammonium
RSG	Groupe de Sols de Référence
SAR	Rapport d'adsorption du sodium
Si _{ox}	Silicium extrait à l'oxalate d'ammonium en solution acide
SiO ₂	Silice
SUITMA	Sols en zones urbaine, industrielle, routière, minière et militaire (Groupe de Travail IUSS)
TRB	Réserve totale en bases
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
USDA	Ministère de l'agriculture des Etats-Unis
WRB	Base de référence mondiale pour les ressources en sols

1 Fondements

1.1 Historique

Des débuts à la troisième édition 2014/15

La Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) est basée sur la Légende (FAO-UNESCO, 1974) et la Légende révisée (FAO, 1988) de la Carte des Sols du Monde (FAO-UNESCO, 1971-1981). En 1980, la Société Internationale de la Science du Sol (ISSS et depuis 2002, l'Union Internationale des Sciences du Sol, IUSS) a créé le Groupe de Travail « Base de référence internationale pour la classification des sols » afin d'élaborer un système de classification internationale des sols sur une base scientifique. Ce Groupe de Travail a été renommé « Base de référence mondiale pour les ressources en sols » en 1992. Le Groupe de Travail a publié la première édition de la WRB en 1998 (FAO, 1998), la deuxième édition en 2006 (IUSS Working Group WRB, 2006) et la troisième édition en 2014/15 (IUSS Working Group WRB, 2015). En 1998, le Conseil de l'ISSS a adopté la WRB comme terminologie officielle pour nommer et classer les sols.

L'historique détaillé de la WRB avant 2014 a été présenté dans les deuxième et troisième éditions de la WRB (IUSS Working Group WRB, 2006, 2015).

De la troisième édition 2014 (mise à jour 2015) à la quatrième édition 2022

La troisième édition de la WRB fut présentée en 2014 au 20^{ème} Congrès Mondial de la Science du Sol à Jeju, Corée. En 2015, une mise à jour fut publiée en ligne, qui fut la version valide de la WRB de 2015 à 2022 ; elle est disponible à l'adresse :

<https://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.

La troisième édition fut traduite en plusieurs langues : en espagnol, français, géorgien, polonais, russe, slovène et tchèque.

Depuis 2014, plusieurs tournées de terrain ont été organisées pour tester la troisième édition :

- 2014 : Irlande
- 2017 : Lettonie et Estonie
- 2018 : Roumanie
- 2019 : Mongolie
- 2022 : Islande

Les tournées associées aux réunions de la Commission IUSS pour la classification des sols en Afrique du Sud (2016) et au Mexique (2022), ainsi que les excursions en marge du 21^{ème} Congrès Mondial de la Science du Sol, en 2018 au Brésil, furent autant d'occasions de tester la troisième édition.

Aujourd'hui, après huit années, une quatrième édition est proposée.

1.2 Principales modifications dans la WRB 2022

Les principales modifications sont reprises ici.

- L'ordre des différentes parties a été modifié :
 - L'ancienne Annexe 1 (Descriptions) a été supprimée, les descriptions n'étant pas entièrement mises à jour.
 - L'Annexe 2 (Méthodes d'analyses) a été maintenue.
 - L'ancienne Annexe 3 (Codes) est maintenant devenue le Chapitre 6, ceci afin de montrer que les codes,

- s'ils sont utilisés, ne sont pas seulement recommandés, mais obligatoires.
- L'ancienne Annexe 4 est désormais intégrée dans la nouvelle Annexe 1.
 - La nouvelle Annexe 1 est un guide de terrain. Il remplace les Directives pour la Description des Sols de la FAO (2006). Par rapport aux Directives, le guide répond davantage aux besoins de la WRB ; il est plus précis et plus didactique avec ses nombreuses illustrations. Il donne de nombreuses définitions de caractéristiques de terrain qui jusqu'à présent n'avaient jamais été décrites au niveau de la WRB, ni dans la WRB, ni dans les Directives de la FAO. Plusieurs de ces définitions ont été reprises du Soil Survey Manuel, USDA (2017) et du NRCS Fieldbook (2012), ce qui rapproche la WRB de la Soil Taxonomy.
 - La nouvelle Annexe 3 donne de brèves définitions des symboles des couches, prolongeant ainsi les définitions des Directives de la FAO.
 - La nouvelle Annexe 4 explique la fiche de description de sol accessible en ligne.
 - La nouvelle Annexe 5 donne des conseils pour la configuration d'une base de données. Les détails sont fournis en ligne.
 - La nouvelle Annexe 6 donne des recommandations pour les codes de couleur à appliquer aux cartes de Groupes de Sols de Référence.
- Au Chapitre 2.1, Règles générales et définitions, plusieurs définitions ont été ajoutées à la WRB : terre fine, sol entier, litière, surface du sol, surface du sol minéral, couche de sol, horizon de sol. De nouvelles règles générales ont été ajoutées afin de rendre les définitions plus aisées.
 - Tous les Groupes de Sols de Référence (RSGs) sont maintenus. La Clé est légèrement modifiée : les Planosols et les Stagnosols sortent désormais avant les Nitisols et les Ferralsols, et les Fluvisols sortent avant les Arenosols.
 - Les éléments diagnostiques suivants ont été supprimés :
 - horizons fulvique et mélanique : liés à une conception révolue de la matière organique du sol ;
 - propriétés aridiques : à cause d'une combinaison non systématique de caractéristiques variées (les dépôts éoliens sont désormais caractérisés par le matériau aeolique, voir plus bas) ;
 - propriétés gériques : mieux exprimées sous forme de qualificatif ;
 - matériau sulfidique : plus nécessaire depuis l'introduction des matériaux hypersulfidique et hyposulfidique en 2014.
 - Les éléments diagnostiques suivants ont été introduits :
 - horizon albique : dans les deux premières éditions de la WRB, l'horizon albique était défini, mais il ne l'était que par sa couleur ; des manifestations de processus de pédogenèse n'étaient pas requises. C'est pourquoi il a été modifié en matériau albique en 2014 ; mais ceci a rendu difficile la définition du qualificatif Albic. A présent, l'horizon albique est réintroduit, mais avec l'exigence explicite de manifestations de processus de pédogenèse. Le matériau albique est conservé (simplement défini par sa couleur), mais est renommé matériau clarique (voir plus bas).
 - horizon cohésique : horizon subsuperficiel dense, dominé par la kaolinite. Il se trouve en régions tropicales à climat saisonnier et n'était pas reconnu par la WRB jusqu'à présent.
 - horizon limonique : accumulation de Fe par remontée capillaire dans des sols à nappe permanente. L'accumulation est telle qu'elle aboutit à une cimentation par les oxydes de Fe. Il est généralement connu comme fer des marais.
 - horizon panpaïque : horizon A enfoui.
 - horizon tsitelique : accumulation de Fe par flux hypodermiques, issu généralement de Planosols ou de Stagnosols situés plus en amont dans le paysage.
 - propriétés protogypsiques : accumulation de gypse secondaire, insuffisante pour un horizon gypsi ou pétrogypsi.
 - matériau aeolique : matériau déposé par le vent.
 - matériau mulmique : matériau minéral à teneur élevée en carbone organique du sol, dérivant de

matériau organique. Le drainage de matériau organique engendre une décomposition accélérée qui peut mener à une chute de la teneur en carbone organique du sol sous le seuil des 20 %, ce qui transforme le matériau organique en matériau minéral.

- matériau organotechnique : matériau contenant de grandes quantités d'artéfacts organiques et proportionnellement peu de carbone organique du sol dans la terre fine.
- Les matériaux diagnostiques suivants ont été renommés :
 - matériau clarique à la place de matériau albique : afin d'éviter qu'un horizon diagnostique et du matériau diagnostique portent le même nom, le matériau albique a été renommé matériau clarique suite à la réintroduction de l'horizon albique.
 - matériau solimovique à la place de matériau colluvique : selon les pays, le mot colluvions prend différentes acceptions. Pour ôter toute confusion, le néologisme solimovique a été créé. Il montre qu'au moins une partie du matériau accumulé a subi une pédogenèse avant son transport.
- De nombreux critères ont été précisés et affinés au niveau des éléments diagnostiques, de la Clé et des définitions des qualificatifs. Une attention spéciale a été portée aux termes employés afin que les mêmes caractéristiques reçoivent le même nom dans l'ensemble du document (y compris ses annexes).
- De nouveaux qualificatifs ont été définis, d'autres existants ont été supprimés et de nombreuses définitions ont été affinées.

1.3 L'objet classifié dans la WRB

A l'instar de nombreux mots, le terme « sol » a plusieurs significations. Dans sa signification traditionnelle, le sol est le milieu naturel dans lequel poussent les plantes, que des horizons discernables soient présents ou non (Soil Survey Staff, 1999).

Dans la WRB 1998, le sol était défini comme :

« ... un corps naturel continu ayant trois dimensions dans l'espace et une dans le temps. Les trois principaux traits du sol sont les suivants :

- *Il est formé de **constituants minéraux et organiques** et comprend une phase solide, liquide et gazeuse.*
- *Les constituants sont organisés en **structures** spécifiques au milieu pédologique. Ces structures constituent l'aspect morphologique de la couverture du sol, équivalent à l'anatomie d'un être vivant. Elles résultent de l'histoire de la couverture du sol ainsi que de sa dynamique et de ses propriétés actuelles. L'étude des structures de la couverture du sol facilite la perception de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ; elle permet la compréhension du passé et du présent du sol, ainsi que la prédiction de son futur.*
- *Le sol est en **constante évolution**, ce qui donne au sol sa quatrième dimension, le temps. »*

Bien qu'il y ait de solides arguments pour limiter les études et cartographies des sols aux zones de sols identifiables et stables dotées d'une certaine épaisseur, la WRB a choisi une approche plus large afin de nommer tout objet faisant partie de l'**épiderme de la terre** (Sokolov, 1997 ; Nachtergaele, 2005). Cette approche présente de nombreux avantages ; elle permet entre autres d'aborder les problèmes environnementaux de manière systématique et globale ; elle permet d'éviter des discussions stériles sur une définition universelle du sol et sur l'épaisseur et la stabilité nécessaires à le former. Ainsi, l'objet classifié en WRB est : *tout matériau dans les 2 premiers mètres de la surface de la Terre qui est en contact avec l'atmosphère, à l'exclusion des organismes vivants, des zones couvertes par un continuum de glace non recouverte par un autre matériau et des masses d'eau d'une profondeur supérieure à 2 m. Si spécifié explicitement, l'objet classifié en WRB inclut des couches situées à plus de 2 m de profondeur. Dans les zones intertidales, la profondeur de 2 m doit être appliquée au niveau moyen des marées basses de vives-eaux.*

La définition inclut la *roche continue*, les sols pavés urbains, les sols des zones industrielles, les sols situés sur des bâtiments et autres constructions (permanentes/stables), les sols des grottes et les sols subaquatiques. Les sols développés sous la *roche continue*, à l'exception de ceux présents dans les grottes, ne sont généralement pas classifiés. Cependant, la WRB peut être utilisée pour classifier ces cas particuliers, par exemple pour procéder à une reconstitution de l'environnement paléopédologique. L'utilisation de la WRB pour les paléosols en est encore au stade expérimental.

1.4 Principes de base

Principes généraux

- La classification des sols est basée sur des propriétés de sol définies en termes d'horizons, propriétés et matériaux diagnostiques (dénommés ensemble **éléments diagnostiques**), qui doivent autant que possible être mesurables et observables sur le terrain. Le Tableau 1.1 donne un aperçu des éléments diagnostiques utilisés dans la WRB.
- Le choix des éléments diagnostiques prend en compte leurs relations avec les processus de pédogenèse. Il est admis que la compréhension de ces processus contribue à une meilleure caractérisation des sols, mais qu'ils ne doivent pas être utilisés en tant que tels comme critères de différenciation.
- Le choix se porte sur des éléments diagnostiques significatifs en termes de gestion des sols, si possible à un haut niveau de généralisation.
- Les paramètres climatiques ne sont pas appliqués dans la classification des sols. Il est entendu qu'ils doivent être employés en combinaison avec les caractéristiques des sols pour interpréter la classification, mais ils ne doivent pas faire partie de la définition des sols. Ainsi, la classification des sols n'est pas subordonnée à la disponibilité de données climatiques, et des changements climatiques globaux ou locaux ne rendront pas obsolète la dénomination d'un sol.
- La WRB est un système de classification global, facilitant la comparaison des systèmes nationaux de classification des sols.
- La WRB n'a pas pour dessein de se substituer aux systèmes nationaux de classification des sols, mais bien de servir de commun dénominateur pour communiquer à l'échelon international.
- La WRB comprend deux niveaux hiérarchiques :
 - le **Premier niveau** comprenant 32 Groupes de Sols de Référence (RSGs) ;
 - le **Second niveau** combinant le nom du RSG à un ensemble de qualificatifs principaux et supplémentaires.
- De nombreux RSGs sont représentatifs de régions pédologiques majeures ; ainsi, la WRB est à même de donner un aperçu général de la couverture des sols du monde.
- Les définitions et descriptions reflètent les variations des caractéristiques des sols survenant à la fois verticalement et latéralement dans le paysage.
- L'appellation *Base de référence* exprime la fonction de dénominateur commun de la WRB : l'amplitude de ses unités (les RSGs) est telle qu'elle facilite l'harmonisation et la corrélation avec les systèmes nationaux existants.
- En plus de permettre la corrélation entre les systèmes nationaux existants, la WRB se veut un outil de communication pour l'établissement de bases de données globales et pour l'inventaire et la surveillance des ressources mondiales en sols.
- La nomenclature employée pour distinguer les groupes de sols est basée sur des termes traditionnels ou faciles à introduire dans le langage courant. Ils sont définis avec précision afin d'éviter les confusions issues de termes employés avec des connotations différentes.

Tableau 1.1 : Les horizons, propriétés et matériaux diagnostiques de la WRB. Ce Tableau ne donne pas de définitions. Les critères diagnostiques sont présentés au Chapitre 3

Description simplifiée	
1. Horizons diagnostiques anthropogéniques (tous sont minéraux)	
horizon anthraquique	dans les rizières inondées : couche comprenant la couche mise en boue et la semelle de labour, toutes deux montrant une matrice réduite et des chenaux racinaires oxydés
horizon hortique	foncé, teneur élevée en matière organique et en P, forte activité biologique, taux de saturation en bases élevé ; résultant de longues pratiques agricoles, de fertilisation et d'application de résidus organiques
horizon hydragrique	dans les rizières inondées : couche sous l'horizon anthraquique montrant des traits rédoximorphiques et/ou une accumulation de Fe et/ou Mn
horizon irrigrique	texture uniforme, teneur en matière organique au moins modérée, forte activité biologique ; accumulation progressive via une eau d'irrigation riche en sédiments
horizon plaggique	foncé, teneur en matière organique au moins modérée, sableux ou loameux ; résultant de l'application de matériaux collectés par étrépage et d'excréments
horizon pretique	foncé, teneur en matière organique et en P au moins modérée, teneurs élevées en Ca et Mg échangeables, avec du black carbon ; Terres Noires Amazoniennes incluses
horizon terrique	signes d'ajout de matériaux étrangers, teneur en matière organique au moins modérée, taux de saturation en bases élevé ; résultant d'apports de matériaux minéraux (avec ou sans résidus organiques) et de pratiques agricoles
2. Horizons diagnostiques pouvant être organiques ou minéraux	
horizon calcique	accumulation de carbonates secondaires, non cimenté de manière continue
horizon cryique	gelé en permanence (glace visible ou $< 0\text{ °C}$ si absence d'eau)
horizon salique	teneur élevée en sels facilement solubles
horizon thionique	présence d'acide sulfurique et pH très faible
3. Horizons diagnostiques organiques	
horizon folique	couche organique, non saturée en eau et non drainée
horizon histique	couche organique, saturée en eau ou drainée
4. Horizons diagnostiques minéraux de surface	
horizon chernique	épais, très foncé, taux de saturation en bases élevé, teneur en matière organique modérée à élevée, structure pédologique bien développée ou éléments structuraux créés par les pratiques agricoles, forte activité biologique (cas particulier de l'horizon mollique)
horizon mollique	épais, foncé, taux de saturation en bases élevé, teneur en matière organique modérée à élevée, structure pédologique en partie développée ou éléments structuraux créés par les pratiques agricoles
horizon umbrique	épais, foncé, taux de saturation en bases faible, teneur en matière organique modérée à élevée, structure pédologique en partie développée ou éléments structuraux créés par les pratiques agricoles

5. Autres horizons diagnostiques minéraux liés à l'accumulation de substances due à des processus de migration (verticaux ou latéraux)

horizon argique	couche subsuperficielle avec teneur en argile nettement plus élevée que dans la couche susjacent sans discontinuité lithique, et/ou présence de minéraux argileux illuviés (avec ou sans discontinuité lithique)
horizon durique	concrétions ou nodules cimentés par de la silice secondaire, et/ou fragments d'un horizon pétrodurique démantelé
horizon ferrique	≥ 5 % de concrétions et/ou de nodules rougeâtres à noirâtres et/ou ≥ 15 % de larges taches rougeâtres à noirâtres, avec accumulation d'oxydes de Fe (et Mn)
horizon gypsique	accumulation de gypse secondaire, non cimenté en continu
horizon limonique	accumulation d'oxydes de Fe et/ou Mn dans une couche ayant ou ayant eu des propriétés gleyiques ; au moins partiellement cimenté
horizon natrique	couche subsuperficielle avec teneur en argile nettement plus élevée que dans la couche susjacent sans discontinuité lithique, et/ou présence de minéraux argileux illuviés (avec ou sans discontinuité lithique) ; teneur élevée en Na échangeable
horizon pétrocalcique	accumulation de carbonates secondaires, cimenté de manière assez continue
horizon pétrodurique	accumulation de silice secondaire, cimenté de manière assez continue
horizon pétrogypsique	accumulation de gypse secondaire, cimenté de manière assez continue
horizon pétroplinthique	traits oximorphiques au sein d'(anciens) agrégats, au moins partiellement interconnectés et de couleur jaunâtre, rougeâtre et/ou noirâtre ; teneur élevée en oxydes de Fe, au moins au niveau des traits oximorphiques ; cimenté de manière assez continue
horizon pisoplinthique	≥ 40 % de concrétions et/ou de nodules au moins modérément cimentés, jaunâtres, rougeâtres et/ou noirâtres, avec accumulation d'oxydes de Fe et/ou fragments d'un horizon pétroplinthique démantelé
horizon plinthique	≥ 15 % de la surface exposée montre, au sein d'(anciens) agrégats, des traits oximorphiques noirs ou ayant un hue plus rouge et un chroma plus élevé que le matériau environnant ; teneur élevée en oxydes de Fe, au moins au niveau des traits oximorphiques ; non cimenté de manière continue
horizon sombrique	accumulation subsuperficielle de matière organique autre que celle des horizons spodiques ou natriques ; pas un horizon de surface enfoui
horizon spodique	accumulation subsuperficielle d'Al avec du Fe et/ou de la matière organique
horizon tsitelique	accumulation latérale de Fe, issu généralement de Planosols et de Stagnosols situés en haut de versant

6. Autres horizons diagnostiques minéraux

horizon albique	peu coloré ; perte de substances colorantes (ex. oxydes, matière organique) due à des processus de pédogenèse
horizon cambique	signes de processus de pédogenèse ; ne remplit pas les critères d'horizons diagnostiques indicateurs d'altération plus forte ou de processus d'accumulation

horizon cohésique	structure massive ou polyédrique subangulaire, pénétration racinaire entravée, drainage normalement libre, riche en kaolinite, pauvre en matière organique
horizon ferralique	fortement altéré, dominé par des kaolinites et des oxydes
horizon fragique	contient de grands agrégats, les racines et l'eau de percolation pénètrent uniquement entre ces agrégats, non ou partiellement cimenté
horizon nitique	riche en minéraux argileux et en oxydes de Fe, structure modérée à forte, faces des agrégats luisantes
horizon panpaïque	horizon minéral de surface enfoui avec une teneur significative en matière organique
horizon protovertique	influencé par des argiles gonflantes
horizon vertique	dominé par des argiles gonflantes

7. Propriétés diagnostiques liées à des caractéristiques de surface

propriétés takyriques	croûte de surface de texture fine à structure lamellaire ou massive ; sous conditions arides au niveau de sols périodiquement inondés
propriétés yermiques	combinaison de traits désertiques : pavement désertique, vernis, ventifacts, pores vésiculaires, structure lamellaire

8. Propriétés diagnostiques mettant en relation deux couches

différence texturale abrupte	augmentation très marquée en argile sur une plage de profondeur limitée
discontinuité lithique	différences de matériau parental
glosses albéluviques	digitation de matériau de texture plus grossière et plus clair dans un horizon argique, formant des langues verticales continues (cas particulier des propriétés rétiques)
propriétés rétiques	digitation de matériau de texture plus grossière et plus clair dans un horizon argique ou natrique

9. Autres propriétés diagnostiques

conditions réductrices	valeur rH faible et/ou présence de sulfures, méthane ou Fe réduit
fentes de retrait	s'ouvrent et se ferment à cause d'argiles qui gonflent et se rétractent
propriétés andiques	minéraux paracrystallins et/ou complexes organo-métalliques
propriétés anthriques	s'applique aux sols dont l'horizon mollique ou umbrique est créé ou fortement transformé par l'homme
propriétés gleyiques	saturé par l'eau de nappe mobile ou ascensionnelle (ou par des gaz ascensionnels) en permanence ou suffisamment longtemps pour que s'installent des conditions réductrices
propriétés protocalciques	carbonates issus de la solution du sol et précipités dans le sol (carbonates secondaires) ; moins prononcé que dans un horizon calcique ou pétrocalcique
propriétés protogypsiques	gypse issu de la solution du sol et précipité dans le sol (gypse secondaire) ; moins prononcé que dans un horizon gypsique ou pétrogypsique
propriétés sidéraliques	CEC relativement faible

propriétés stagniques	saturé par l'eau de surface (ou par l'apport de liquides), au moins temporairement et suffisamment longtemps pour que s'installent des conditions réductrices
propriétés vitriques	≥ 5 % (par comptage de grains) de verres volcaniques et de matériaux apparentés, avec peu de minéraux paracrystallins et/ou de complexes organo-métalliques
roche continue	matériau consolidé (à l'exclusion des horizons pédogénétiquement cimentés)

10. Matériaux diagnostiques liés à la teneur en carbone organique ou à des artéfacts organiques

carbone organique du sol	carbone organique qui ne remplit pas les critères diagnostiques des artéfacts
matériau minéral	< 20 % de carbone organique du sol et < 35 % (en volume) d'artéfacts organiques
matériau mulmique	développé suite au drainage de matériau organique saturé en eau ; 8 à 20 % de carbone organique du sol
matériau organique	≥ 20 % de carbone organique du sol
matériau organotechnique	< 20 % de carbone organique du sol et ≥ 35 % (en volume) d'artéfacts organiques

11. Matériau diagnostique lié à la couleur

matériau clarique	terre fine peu colorée, exprimée par une valeur Munsell élevée et un chroma faible
-------------------	--

12. Matériaux diagnostiques technogéniques

artéfacts	créés, fortement modifiés ou amenés en surface par l'homme ; ne s'en suit aucune modification importante des propriétés chimiques ou minéralogiques
matériau technique dur	matériau consolidé et assez continu résultant d'un procédé industriel

13. Autres matériaux diagnostiques

matériau aeolique	sédiment éolien
matériau calcarique	≥ 2 % d'équivalent carbonate de calcium, hérité au moins partiellement du matériau parental
matériau dolomitique	≥ 2 % d'un minéral avec un rapport $\text{CaCO}_3 / \text{MgCO}_3 < 1,5$
matériau fluviatique	dépôts fluviaux, marins ou lacustres à stratification nette
matériau gypsirique	≥ 5 % de gypse, hérité au moins partiellement du matériau parental
matériau hypersulfidique	contenant des sulfures avec possibilité d'une acidification sévère
matériau hyposulfidique	contenant des sulfures sans possibilité d'une acidification sévère
matériau limnique	déposé dans l'eau par précipitation (cosédimentation possible), ou issu d'algues ou de plantes aquatiques avec transport ultérieur ou modification ultérieure via l'action d'animaux ou de micro-organismes aquatiques
matériau ornithogénique	excréments ou restes d'oiseaux ou d'activité aviaire
matériau solimovique	mélange hétérogène s'étant déplacé le long d'un versant sous forme de suspension aqueuse ; dominé par un matériau ayant subi une pédogenèse dans son lieu d'origine
matériau téphrique	≥ 30 % (par comptage de grains) de verres volcaniques et de matériaux apparentés

Structure

Chaque RSG de la WRB est présenté avec une liste des qualificatifs principaux et supplémentaires possibles, permettant ainsi à l'utilisateur de construire le second niveau de la classification. Les qualificatifs principaux sont attribués par ordre de priorité. Les principes généraux gouvernant la distinction des classes de la WRB sont :

- Au **Premier niveau** (RSGs), les classes sont principalement différenciées par des caractéristiques du sol typiques résultant d'un processus de pédogenèse principal, sauf là où des matériaux parentaux spéciaux sont d'une importance primordiale.
- Au **Second niveau** (RSGs avec qualificatifs), les sols sont différenciés selon des caractéristiques du sol résultant de tout processus de pédogenèse secondaire ayant affecté de manière significative les caractéristiques primaires. Très souvent sont prises en considération les caractéristiques du sol qui ont un effet significatif sur son utilisation.

Evolution du système

La Légende révisée de la Carte des Sols du Monde FAO/UNESCO (FAO, 1988) a servi de base au développement de la WRB afin de tirer parti des travaux de corrélation internationale sur les sols qui avaient déjà été réalisés via ce projet et ailleurs. La première édition de la WRB, publiée en 1998, comprenait 30 RSGs ; les suivantes en comprennent 32.

1.5 Architecture

La WRB comprend deux niveaux hiérarchiques :

1. le **Premier niveau** comprenant 32 Groupes de Sols de Référence (RSGs) ;
2. le **Second niveau** combinant le nom du RSG à un ensemble de qualificatifs principaux et supplémentaires.

Premier niveau : les Groupes de Sols de Référence

Le Tableau 1.2 donne un aperçu des RSGs et la logique de la séquence des RSGs dans la Clé WRB. Les RSGs sont regroupés selon des critères dominants, c-à-d les facteurs de la pédogenèse ou des processus qui conditionnent de manière évidente le sol.

Second niveau : les Groupes de Sols de Référence avec leurs qualificatifs

Dans la WRB, une distinction est faite entre les **qualificatifs principaux** et les **qualificatifs supplémentaires**. Les qualificatifs principaux sont considérés comme les plus importants pour caractériser davantage les sols d'un RSG donné. Ils sont attribués selon un ordre déterminé. Les qualificatifs supplémentaires apportent des détails complémentaires sur le sol. Ils ne sont pas classés, mais listés de manière alphabétique (exception : les qualificatifs supplémentaires relatifs à la texture sont attribués en premier). Le Chapitre 2 présente les règles d'utilisation des qualificatifs pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes. Construire le second niveau par addition de qualificatifs offre plusieurs avantages par rapport à une clé dichotomique :

- Chaque sol se voit attribuer le nombre approprié de qualificatifs. Les sols ayant peu de caractéristiques ont des noms brefs ; les sols ayant de nombreuses caractéristiques (ex. sols polygénétiques) ont des noms plus longs.
- La WRB est capable d'énoncer la plupart des propriétés du sol, incorporées dans un nom de sol informatif.
- Le système est robuste. Un manque de données n'entraîne pas nécessairement une grave erreur de classification : si un qualificatif est ajouté ou omis erronément à cause de données incomplètes, le reste du nom du sol reste correct.

Tableau 1.2 : Guide simplifié des Groupes de Sols de Référence de la WRB (RSGs) avec leur code. **Ce tableau ne doit pas être utilisé comme une clé.** Les définitions complètes sont présentées au Chapitre 3 et dans la Clé (Chapitre 4).

	RSG	Code
1. Sols avec couches organiques épaisses :	Histosols	HS
2. Sols avec forte influence humaine –		
Sous usage agricole long et intensif :	Anthrosols	AT
Contenant des quantités importantes d'artéfacts :	Technosols	TC
3. Sols avec limitations au développement racinaire –		
Affectés par un permagel :	Cryosols	CR
Mince ou avec nombreux éléments grossiers :	Leptosols	LP
A teneur élevée en Na échangeable :	Solonetz	SN
Conditions d'alternance humidité-sécheresse, argiles gonflantes :	Vertisols	VR
Concentration élevée en sels solubles :	Solonchaks	SC
4. Sols marqués par la chimie du Fe/Al –		
Affectés par une nappe permanente, par les marées ou submergés :	Gleysols	GL
Allophanes et/ou complexes Al-humus :	Andosols	AN
Accumulation en profondeur d'humus et/ou d'oxydes :	Podzols	PZ
Accumulation et redistribution du Fe :	Plinthosols	PT
Eau stagnante, différence texturale abrupte :	Planosols	PL
Eau stagnante, différence structurale et/ou différence texturale modérée :	Stagnosols	ST
Argiles à faible activité, fixation du P, nombreux oxydes de Fe, fortement structurés :	Nitisols	NT
Dominance de kaolinite et d'oxydes :	Ferralsols	FR
5. Accumulation prononcée de matière organique dans la couche superficielle minérale –		
Couche superficielle très foncée, carbonates secondaires :	Chernozems	CH
Couche superficielle foncée, carbonates secondaires :	Kastanozems	KS
Couche superficielle foncée, pas de carbonates secondaires (ou à grande profondeur), taux de saturation en bases élevé :	Phaeozems	PH
Couche superficielle foncée, taux de saturation en bases faible :	Umbrisols	UM
6. Accumulation de sels moyennement solubles ou de substances non salines –		
Accumulation et cimentation par de la silice secondaire :	Durisols	DU
Accumulation de gypse secondaire :	Gypsisols	GY
Accumulation de carbonates secondaires :	Calcisols	CL

7. Sols enrichis en argile en profondeur –

Digitations de matériau de texture plus grossière et plus clair dans une couche de texture plus fine et plus colorée :	Retisols	RT
Argiles à faible activité, taux de saturation en bases faible :	Acrisols	AC
Argiles à faible activité, taux de saturation en bases élevé :	Lixisols	LX
Argiles à forte activité, taux de saturation en bases faible :	Alisols	AL
Argiles à forte activité, taux de saturation en bases élevé :	Luvisols	LV

8. Sols à différenciation de profil faible ou nulle –

Modérément développés :	Cambisols	CM
A sédiments stratifiés fluviatiles, marins ou lacustres :	Fluvisols	FL
Sableux :	Arenosols	AR
Sans développement de profil significatif :	Regosols	RG

1.6 Couche superficielle

Les caractéristiques de la couche superficielle sont sujettes à de rapides changements dans le temps et dès lors la WRB n'y a recours que dans certains cas. Plusieurs propositions de classification de la couche superficielle ont été faites (Broll et al., 2006 ; Fox et al., 2010 ; Graefe et al., 2012 ; Jabiol et al., 2013 ; Zanella et al., 2018). Elles peuvent être utilisées en parallèle à la WRB.

1.7 Sous-sol

Un canevas pour la classification des matériaux du sous-sol a été proposé par Juilleret et al. (2016, 2018) ; il peut être utilisé en parallèle à la WRB. Le matériau du sous-sol est n'importe quel matériau situé en dessous des éléments diagnostiques de la WRB.

1.8 Traduction en d'autres langues

Les traductions en d'autres langues que l'anglais sont bienvenues. Pour les droits d'auteur, veuillez contacter l'IUSS. Cependant les noms des sols dans leur intégralité (RSG, qualificatifs et spécificateurs) ne doivent être ni traduits en quelque langue que ce soit, ni écrits dans un autre alphabet. La forme grammaticale des noms des sols doit être conservée. Les règles concernant la séquence des qualificatifs doivent être appliquées dans toute traduction. Le nom des RSGs et des qualificatifs commence par une majuscule.

2 Règles pour nommer les sols et pour élaborer des légendes de cartes pédologiques

2.1 Règles générales et définitions

Les principes suivants doivent être appliqués lors de toute classification en WRB :

1. Sauf indication contraire, toutes les données se rapportent à la terre fine. La **terre fine** comprend les constituants du sol ≤ 2 mm. Le **sol entier** comprend la terre fine, les éléments grossiers, les *artéfacts*, les parties cimentées et les résidus de plantes mortes de toutes tailles.
2. Sauf indication contraire, toutes les données sont exprimées **en masse** (séché à 105 °C, voir Annexe 2, Chapitre 9.2).
3. Une **litière** est une couche meuble contenant > 90 % (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) de tissus reconnaissables de plantes mortes (ex. feuilles non décomposées). Du matériau végétal mort encore lié à des plantes vivantes (ex. parties mortes de mousses de type *Sphagnum*) n'est pas considéré comme faisant partie d'une litière. Par convention, la **surface du sol** (0 cm) se situe sous la litière et la couche de plantes vivantes (ex. mousses vivantes), si présentes. La **surface du sol minéral** est la limite supérieure de la première couche constituée de *matériau minéral* (voir Chapitre 3.3.11 et Annexe 1, Chapitre 8.3.1).
4. Une **couche de sol** est une zone du sol, plus ou moins parallèle à la surface du sol, présentant des propriétés différentes de celles des couches sus- et/ou sous-jacentes. Si au moins une de ces propriétés résulte de processus de pédogenèse, la couche est appelée un **horizon de sol**. Dans les critères diagnostiques, le terme « horizon » est surtout utilisé pour les horizons diagnostiques définis. Les autres couches sont généralement appelées « couches » pour s'assurer que le critère s'applique, même si elles n'étaient pas considérées comme des horizons de sol.
5. Quand un critère est précédé d'une condition (si...) qui s'avère fausse, il est ignoré.
6. Les valeurs numériques obtenues sur le terrain ou au laboratoire sont à prendre telles quelles et **ne peuvent être arrondies** lorsqu'elles sont confrontées aux valeurs seuil des critères diagnostiques.
7. Les critères diagnostiques doivent être remplis **sur la totalité de la plage de profondeur spécifiée**, sauf indication contraire. Si un horizon diagnostique est constitué de plusieurs sous-horizons, les critères diagnostiques (épaisseur exceptée) doivent être remplis pour chacun d'entre eux séparément (sans calcul de moyennes), sauf indication contraire.
8. Telle qu'employée dans les définitions, l'expression **couche limitante** comprend la *roche continue*, le *matériau technique dur*, les *horizons pétrocalciques*, *pétroduriques*, *pétrogypsiques* et *pétoplinthiques* ainsi que d'autres couches cimentées présentant à la fois une cimentation au moins modérée et une continuité telle que des fentes verticales, si présentes, soient espacées de ≥ 10 cm et occupent un volume (sol entier) < 20 %.
9. Sur pente, le sol est décrit en profil vertical. Les épaisseurs et profondeurs doivent être calculées en multipliant les valeurs mesurées verticalement par le cosinus de l'angle d'inclinaison (voir Annexe 1, Chapitre 8.1.2) (Prietz & Wiesmeier, 2019). Ceci est particulièrement important sur fortes pentes.

La classification s'effectue en trois étapes.

Étape 1 – reconnaître des horizons, propriétés et matériaux diagnostiques (en bref : des éléments diagnostiques)

Décrire le sol en suivant le guide de terrain repris en Annexe 1 (Chapitre 8). Dès l'étape de terrain, il est utile de dresser une liste des horizons, propriétés et matériaux diagnostiques possibles (voir Chapitre 3). Mener les

analyses appropriées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9). Décider ensuite de la présence d'éléments diagnostiques. **Pour décider, seuls les critères diagnostiques sont pertinents** – pas le nom des éléments diagnostiques, ni toute autre description. Une couche peut remplir les critères de plus d'un horizon, propriété ou matériau diagnostique qui sont considérés alors comme chevauchants ou concomitants.

Etape 2 – attribuer le sol à un Groupe de Sols de Référence

Au premier niveau de classification de la WRB, la combinaison obtenue d'horizons, propriétés et matériaux diagnostiques est mise en regard de la Clé WRB (Chapitre 4) pour attribuer le sol au **Groupe de Sols de Référence (RSG)** approprié. L'utilisateur doit suivre la Clé de manière systématique, commençant par le début et excluant un par un tous les RSGs pour lesquels les exigences spécifiées ne sont pas rencontrées. Le sol appartient au premier RSG pour lequel il remplit tous les critères.

Etape 3 – attribuer les qualificatifs

Les qualificatifs sont employés au second niveau de classification de la WRB. Les qualificatifs applicables pour un RSG donné sont repris dans la Clé en vis-à-vis de ce RSG. Ils sont divisés en qualificatifs principaux et supplémentaires.

Les **qualificatifs principaux** sont listés par ordre d'importance. Le rang des qualificatifs principaux reflète l'influence plus ou moins forte qu'ont des caractéristiques ou propriétés particulières du sol sur ses fonctionnalités.

Exemples de qualificatifs principaux indiquant des subdivisions du RSG sur base de caractéristiques du sol :

- pour les Andodols : Vitric, Aluandic et Silandic
- pour les Podzols : Carbic et Rustic
- pour les horizons anthropogéniques : Anthraquic, Hortic, Hydragric, Irragric, Plaggic, Pretic, Terric.

Ces sols possèdent des caractéristiques physico-chimiques distinctes, reflets de leur formation.

Exemples de subdivisions reflétant d'importantes limitations fonctionnelles (nombre d'entre elles reflètent une déviation par rapport au concept central du RSG) : Abruptic, Fragic, Gleyic, Leptic, Petrocalcic, Petroduric, Petrogypsic, Petroplinthic, Retic, Skeletic, Stagnic, Thionic.

Les **qualificatifs supplémentaires** ne sont pas hiérarchisés. Les **qualificatifs relatifs à la texture**, si applicable, sont listés en premier. Si plusieurs d'entre eux s'appliquent (voir Chapitre 2.3), ils suivent la séquence allant du sommet à la base du profil de sol (ex. Episiltic, Katoloamic). Tous les **autres qualificatifs supplémentaires** les suivent en ordre alphabétique.

Un qualificatif peut être considéré comme principal ou supplémentaire en fonction des RSGs ; ainsi, Turbic est repris en qualificatif principal dans les Cryosols et en qualificatif supplémentaire dans les autres RSGs.

Les qualificatifs principaux sont placés devant le nom du RSG, sans parenthèses et sans virgules. La séquence évolue de droite à gauche, en plaçant le premier qualificatif de la liste au plus près du nom du RSG. Les qualificatifs supplémentaires sont placés entre parenthèses après le nom du RSG et sont séparés les uns des autres par une virgule. Leur séquence évolue de gauche à droite, en plaçant le premier qualificatif de la liste au plus près du nom du RSG.

Le fait de **séparer par un trait oblique (/)** deux qualificatifs ou plus dans la liste signifie qu'ils s'excluent mutuellement (ex. Dystric et Eutric) ou que l'un ou plusieurs d'entre eux sont redondants (voir plus bas), ces derniers étant placés après le trait oblique. Dans le nom du sol, les qualificatifs supplémentaires sont listés par

ordre alphabétique (à l'exception des qualificatifs supplémentaires relatifs à la texture, voir plus haut), même si leur position dans la liste ne suit pas l'alphabet lors de l'utilisation du trait oblique.

Des qualificatifs s'excluant mutuellement peuvent s'appliquer au même sol, mais à des profondeurs différentes. Dans ce cas, tous peuvent être utilisés, chacun avec son spécificateur (voir Chapitre 2.3). Si aucun spécificateur n'est utilisé, seul le premier qualificatif peut être utilisé.

Les qualificatifs avec information redondante ne sont pas ajoutés. Il s'agit d'une règle générale qui s'applique même si le trait oblique n'est pas employé. Ainsi, Eutric n'est pas ajouté quand Calcaric est employé.

Si des qualificatifs s'appliquent mais ne figurent pas dans la liste du RSG donné, ils seront placés en dernière place des qualificatifs supplémentaires. Cela se justifie surtout pour des sols polygénétiques.

Le nom des RSGs et des (sous-)qualificatifs doit commencer par une **majuscule**.

2.2 Règles pour nommer les sols

Pour classifier un sol au second niveau, tous les qualificatifs principaux et supplémentaires qui s'appliquent doivent être ajoutés au nom du RSG.

Exemple de dénomination d'un sol selon la WRB

Description de terrain

Sol développé sur loess avec argiles à forte activité, montrant une augmentation nette d'argile à 60 cm de profondeur ; revêtements argileux dans l'horizon enrichi en argile, pas de stratification et pH d'environ 6 entre 50 et 100 cm de profondeur. La couche supérieure pauvre en argile est composée d'un horizon supérieur foncé et d'un horizon inférieur peu coloré. L'horizon enrichi en argile présente quelques traits oximorphiques de couleur intense au sein des agrégats et des *conditions réductrices* à certains endroits durant le printemps. Les conclusions suivantes peuvent être tirées (pour les sous-qualificatifs, voir Chapitre 2.3) :

a.	augmentation d'argile sans <i>discontinuité lithique</i> et/ou revêtements argileux	→ <i>horizon argique</i>
b.	<i>horizon argique</i> à CEC élevée, davantage de cations basiques échangeables que d'Al (déduit du pH 6)	→ Luvisol
c.	horizon éluvial peu coloré	→ <i>matériau clarique</i>
d.	<i>matériau clarique</i> au-dessus de l' <i>horizon argique</i>	→ <i>horizon albique</i> → qualificatif Albic
e.	quelques traits oximorphiques au sein des agrégats	→ <i>propriétés stagniques</i>
f.	<i>propriétés stagniques et conditions réductrices commençant à 60 cm</i>	→ sous-qualificatif Endostagnic
g.	revêtements argileux	→ qualificatif Cutanic
h.	augmentation d'argile sans <i>discontinuité lithique</i>	→ qualificatif Differentic
i.	<i>horizon argique</i> commençant à > 50 et ≤ 100 cm	→ qualificatif Endic

La **classification de terrain** est Albic Endostagnic Luvisol (Cutanic, Differentic, Endic).

Analyses de laboratoire

Les analyses de laboratoire confirment une CEC kg⁻¹ d'argile élevée dans l'*horizon argique* et un taux de saturation en bases élevé entre 50 et 100 cm de profondeur. Elles montrent également une classe texturale de loam argilo-limoneux avec 30 % d'argile (qualificatif Loamic) de 0 à 60 cm (spécificateur Ano-) et d'argile limoneuse avec 45 % d'argile (qualificatif Clayic) de 60 à 100 cm (spécificateur Endo-). La teneur en carbone organique de la couche de surface est intermédiaire (qualificatif Ochric).

La **classification finale** est Albic Endostagnic Luvisol (Anoloamic, Endoclayic, Cutanic, Differentic, Endic, Ochric).

2.3 Sous-qualificatifs

Des qualificatifs peuvent être combinés à des spécificateurs (ex. Epi-, Proto-) pour former des sous-qualificatifs (ex. Epiarenic, Protocalcic). Selon le spécificateur, le sous-qualificatif remplira tous les critères du qualificatif correspondant, ou s'en écartera de manière spécifique. Les règles suivantes s'appliquent :

1. Si s'applique un sous-qualificatif remplissant tous les critères du qualificatif, le sous-qualificatif peut – mais ne doit pas nécessairement – être utilisé à la place de son qualificatif (**sous-qualificatif optionnel**).
2. Si s'applique un sous-qualificatif remplissant tous les critères du qualificatif à l'exception du critère d'épaisseur et/ou de profondeur, le sous-qualificatif peut – mais ne doit pas nécessairement – être utilisé, mais pas le qualificatif (**sous-qualificatif additionnel**). N.B. : il se peut que le qualificatif ne soit pas repris au Chapitre 4 dans la liste des qualificatifs applicables pour un RSG.
3. Si s'applique un sous-qualificatif s'écartant de manière spécifique de l'ensemble des critères du qualificatif, le sous-qualificatif doit remplacer le qualificatif repris au Chapitre 4 dans la liste des qualificatifs applicables pour un RSG donné (**sous-qualificatif obligatoire**). C'est le cas de certains sous-qualificatifs bien définis (voir plus bas).

L'emploi des sous-qualificatifs optionnels et additionnels est recommandé pour nommer les sols ; il n'est pas recommandé pour remplacer les qualificatifs principaux dans les unités cartographiques ou quand la généralisation est importante.

L'emploi de spécificateurs ne modifie pas la **position du qualificatif dans le nom du sol**, à l'exception des spécificateurs Bathy-, Thapto-, et Proto- (voir plus bas). La séquence alphabétique des qualificatifs supplémentaires s'applique au qualificatif, pas au sous-qualificatif.

Certains sous-qualificatifs peuvent être construits par l'utilisateur en respectant certaines règles (voir Chapitre 2.3.1). D'autres sous-qualificatifs ont une définition stricte, donnée au Chapitre 5 (voir Chapitre 2.3.2).

2.3.1 Sous-qualificatifs construits par l'utilisateur

Sous-qualificatifs construits liés à des critères de profondeur

Les qualificatifs dotés de critères de profondeur peuvent être combinés avec les spécificateurs **Epi-, Endo-, Amphi-, Ano-, Kato-, Poly-, Panto-** et **Bathy-** pour créer des sous-qualificatifs (ex. Epicalcic, Endocalcic) précisant la profondeur d'occurrence. Des qualificatifs s'excluant mutuellement à une profondeur donnée peuvent s'appliquer au même sol, mais à des profondeurs différentes. Les qualificatifs qui exigent déjà une plage de profondeur de 0-50 cm ou 50-100 cm de la surface du sol ne nécessitent pas ces spécificateurs de profondeur. Pour chaque qualificatif doté de critères de profondeur, la définition (Chapitre 5) spécifie si la

profondeur se mesure **depuis la surface du sol ou depuis la surface du sol minéral**. Les sous-qualificatifs liés à des critères de profondeur ne sont employés que si les caractéristiques pertinentes sont **prises en compte jusqu'à ≥ 100 cm de la surface du sol (minéral) ou**, si la profondeur est moindre, **jusqu'à une couche limitante**.

Selon le type de qualificatif et de caractéristiques du sol, les sous-qualificatifs liés à la profondeur sont employés comme suit :

1. Si un qualificatif se rapporte à une caractéristique survenant à une **profondeur déterminée** (ex. Raptic), des **sous-qualificatifs optionnels** peuvent être construits avec les spécificateurs suivants :
 - Epi-** (du grec *epi*, dessus) : la caractéristique est présente quelque part à ≤ 50 cm de la surface du sol (minéral) et est absente à > 50 et ≤ 100 cm de la surface du sol (minéral) ; non utilisé si une couche limitante commence à ≤ 50 cm de la surface du sol (minéral).
 - Endo-** (du grec *endon*, dedans) : la caractéristique est présente quelque part à > 50 et ≤ 100 cm de la surface du sol (minéral) et est absente à ≤ 50 cm de la surface du sol (minéral). (ex. Endoraptic : la *discontinuité lithique* est présente à > 50 et ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; Endocrylic : l'*horizon cryique* a sa limite supérieure à > 50 et ≤ 200 cm de la surface du sol.)
 - Amphi-** (du grec *amphi*, autour) : la caractéristique est présente au moins deux fois, au moins une fois quelque part à ≤ 50 cm de la surface du sol (minéral) et au moins une fois quelque part à > 50 et ≤ 100 cm de la surface du sol (minéral).
2. Si un qualificatif se rapporte à une **couche** (ex. Calcic, Arenic, Fluvic), des **sous-qualificatifs optionnels** peuvent être construits avec les spécificateurs suivants (voir Figure 2.1) :
 - Epi-** (du grec *epi*, dessus) : la couche a sa limite inférieure à ≤ 50 cm de la surface du sol (minéral) ; et il n'existe pas de telle couche entre 50 et 100 cm de la surface du sol (minéral) ; non utilisé si la définition du qualificatif ou de l'horizon requiert que la couche commence à la surface du sol (minéral) ; si une couche limitante commence à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral, le qualificatif relatif à la couche limitante prend le spécificateur Epi- et aucun autre qualificatif ne prend de spécificateur.
 - Endo-** (du grec *endon*, dedans) : la couche commence à ≥ 50 cm de la surface du sol (minéral) ; et il n'existe pas de telle couche à < 50 cm de la surface du sol (minéral). (ex. Endocalcic : l'*horizon calcique* commence à ≥ 50 et ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; Endosodic : l'*horizon sodique* commence à ≥ 50 et ≤ 200 cm de la surface du sol minéral.)
 - Amphi-** (du grec *amphi*, autour) : la couche commence à > 0 et < 50 cm de la surface du sol (minéral) et a sa limite inférieure à > 50 et < 100 cm de la surface du sol (minéral) ; et il n'existe pas de telle couche à < 1 cm de la surface du sol (minéral), ni entre 99 et 100 cm de la surface du sol (minéral) ou directement au-dessus d'une couche limitante.
 - Ano-** (du grec *ano*, vers le haut) : la couche commence à la surface du sol (minéral) et a sa limite inférieure à > 50 et < 100 cm de la surface du sol (minéral) ; et il n'existe pas de telle couche entre 99 et 100 cm de la surface du sol (minéral) ou directement au-dessus d'une couche limitante.
 - Kato-** (du grec *kato*, vers le bas) : la couche commence à > 0 et < 50 cm de la surface du sol (minéral) et a sa limite inférieure à ≥ 100 cm de la surface du sol (minéral) ou au niveau d'une couche limitante commençant à > 50 cm de la surface du sol (minéral) ; et il n'existe pas de telle couche à < 1 cm de la surface du sol (minéral).
 - Poly-** (du grec *polys*, beaucoup) :
 - a. horizons diagnostiques : au moins deux horizons diagnostiques sont présents aux profondeurs requises par la définition du qualificatif, mais sont interrompus par des couches ne remplissant pas les critères de l'horizon diagnostique correspondant ;
 - b. autres couches : au moins deux couches remplissent les critères du qualificatif à ≤ 100 cm de la

surface du sol (minéral), mais sont interrompues par des couches ne remplissant pas les critères du qualificatif correspondant ; et la somme des épaisseurs des couches remplit le critère d'épaisseur, alors que les couches peuvent ne pas le remplir individuellement.

Panto- (du grec *pan*, tout) : la couche commence à la surface du sol (minéral) et a sa limite inférieure à ≥ 100 cm de la surface du sol (minéral) ou au niveau d'une couche limitante commençant à > 50 cm de la surface du sol (minéral).

Des qualificatifs s'excluant mutuellement peuvent s'appliquer au même sol, mais à des profondeurs différentes. Dans ce cas, ils peuvent chacun être utilisés avec leur spécificateur respectif. Si les spécificateurs sont employés avec un qualificatif principal, le qualificatif relatif à la couche supérieure est placé au plus près du nom du RSG. Si les spécificateurs sont employés avec un qualificatif supplémentaire relatif à la texture, les qualificatifs suivent la séquence allant du sommet à la base du profil de sol. La séquence des autres qualificatifs supplémentaires respecte l'ordre alphabétique du qualificatif, et non du sous-qualificatif.

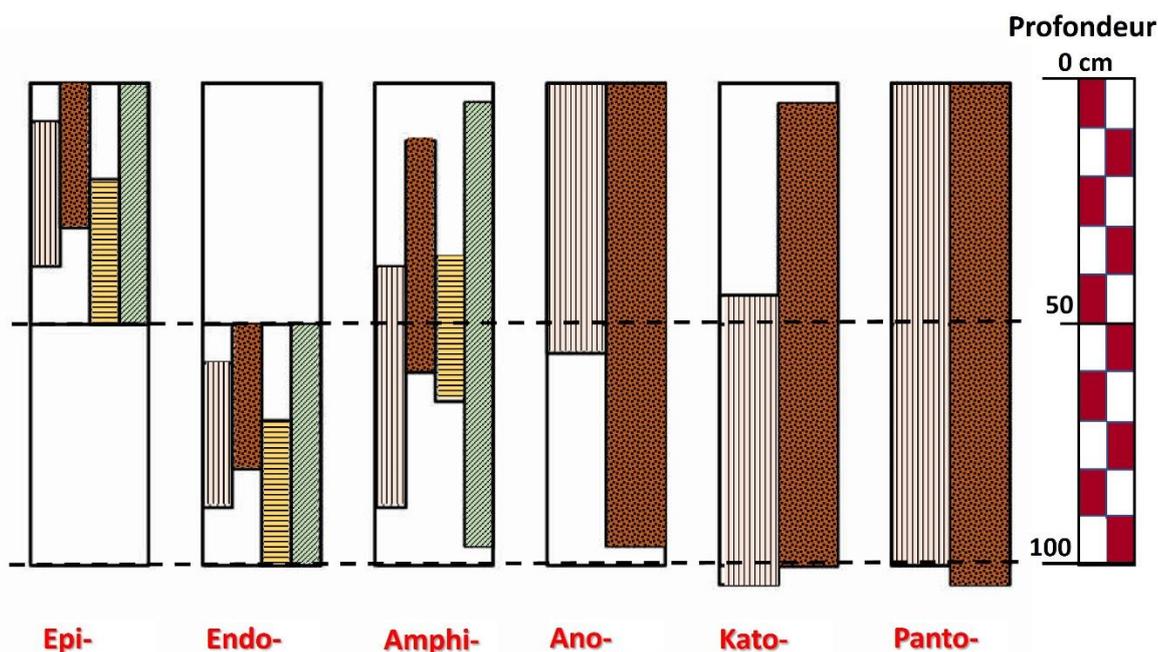


Figure 2.1 : Spécificateurs pour la construction de sous-qualificatifs optionnels liés à des critères de profondeur et se rapportant à une couche particulière (Bathy- et Poly- non illustrés ; les hachures et les couleurs servent uniquement à la lisibilité), modifié par S. Dondeyne

3. Si un qualificatif se rapporte à la **majeure partie d'une plage déterminée de profondeur ou à la moitié au moins d'une plage déterminée de profondeur** (uniquement Dystric et Eutric), des **sous-qualificatifs additionnels** peuvent être construits avec les spécificateurs suivants :

Epi- (du grec *epi*, dessus) : la caractéristique est présente dans la majeure partie (ou la moitié au moins) entre la limite supérieure spécifiée et 50 cm de la surface du sol (minéral) et est absente dans la majeure partie (ou la moitié au moins) entre la limite supérieure spécifiée et 100 cm de la surface du sol (minéral) ou, si la profondeur est moindre, entre la limite supérieure spécifiée et une couche limitante commençant à > 50 cm de la surface du sol (minéral).

Endo- (du grec *endon*, dedans) : la caractéristique est présente dans la majeure partie (ou la moitié au moins) entre 50 et 100 cm de la surface du sol (minéral) ou, si la profondeur est moindre, entre 50 cm de la surface du sol (minéral) et une couche limitante, et est absente dans la majeure partie (ou la moitié au moins) entre la limite supérieure spécifiée et 100 cm de la surface du sol (minéral) ou, si la profondeur est moindre, entre la limite supérieure spécifiée et une couche limitante.

Ces sous-qualificatifs ne sont permis qu'associés au qualificatif prédominant. S'il s'agit d'un qualificatif principal, le qualificatif prédominant est placé au plus près du nom du RSG (Epidystric Eutric, Endodystric Eutric, Epieutric Dystric, Endoeutric Dystric). S'il s'agit d'un qualificatif supplémentaire, les qualificatifs suivent l'ordre alphabétique.

4. Si un qualificatif se rapporte à la **totalité d'une plage de profondeur spécifiée** (uniquement Relocalic), des **sous-qualificatifs additionnels** peuvent être construits avec les spécificateurs suivants :
Epi- (du grec *epi*, dessus) : la caractéristique est présente partout entre la surface du sol (minéral) et 50 cm de la surface du sol (minéral) et est absente dans certaines couches entre 50 et 100 cm de la surface du sol (minéral).
Endo- (non applicable).
5. Si un qualificatif se rapporte à un **pourcentage** (ex. Skeletic), des **sous-qualificatifs additionnels** peuvent être construits avec les spécificateurs suivants (pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral) :
Epi- (du grec *epi*, dessus) : la caractéristique est présente entre la surface du sol (minéral) et 50 cm de la surface du sol (minéral) mais n'est pas présente partout, c-à-d en moyenne sur une profondeur de 100 cm à partir de la surface du sol (minéral) ou, si l'épaisseur est moindre, entre la surface du sol (minéral) et une couche limitante.
Endo- (du grec *endon*, dedans) : la caractéristique est présente entre 50 et 100 cm de la surface du sol (minéral) ou, si la profondeur est moindre, entre 50 cm de la surface du sol (minéral) et une couche limitante, mais n'est pas présente partout, c-à-d en moyenne sur une profondeur de 100 cm à partir de la surface du sol (minéral) ou, si l'épaisseur est moindre, entre la surface du sol (minéral) et une couche limitante.
6. Si un qualificatif se rapporte à une profondeur déterminée ou à une couche, mais que ses critères ne sont remplis que si les couches à > 100 cm de la surface du sol (minéral) sont prises en compte, le spécificateur **Bathy-** (du grec *bathys*, profond) peut être utilisé pour construire des **sous-qualificatifs additionnels**. Le sous-qualificatif Bathy- s'étend à une profondeur plus grande que celle spécifiée pour le qualificatif. Si le spécificateur Endo- ne peut s'appliquer à un qualificatif, alors le spécificateur Bathy- ne peut non plus s'appliquer (ex. Alcalic : ni Endo-, ni Bathy-). Employé avec un qualificatif principal, le sous-qualificatif Bathy- **doit être déplacé au niveau des qualificatifs supplémentaires** et être rangé comme eux selon l'ordre alphabétique du qualificatif et non du sous-qualificatif. Avec le spécificateur Bathy-, des qualificatifs non repris dans la liste d'un RSG donné (voir Chapitre 4) peuvent être ajoutés ; ex. Eutric Arenosol (Bathylixic). S'il comprend des couches enfouies, Bathy- n'est autorisé qu'en combinaison avec le spécificateur Thapto- ; ex. Thaptobathyvertic (voir plus bas le spécificateur Thapto- et le Chapitre 2.4).

N.B. : Les spécificateurs à informations redondantes ne sont pas ajoutés. Ex : Skeletic Epileptic Cambisol et non Episkeletic Epileptic Cambisol.

Sous-qualificatifs construits liés à d'autres besoins

Si un horizon diagnostique ou une couche avec une propriété diagnostique se rapporte à un sol enfoui (voir Chapitre 2.4), le spécificateur **Thapto-** (du grec *thaptein*, enfouir) peut être employé pour construire des **sous-qualificatifs optionnels ou additionnels**. Employé avec un qualificatif principal, le sous-qualificatif Thapto- **doit être déplacé au niveau des qualificatifs supplémentaires** et être rangé comme eux selon l'ordre alphabétique du qualificatif et non du sous-qualificatif.

Pour les sols ayant une couche limitante, une géomembrane ou une couche continue d'*artéfacts*, des **sous-**

qualificatifs additionnels avec le spécificateur **Supra-** (du latin *supra*, au-dessus) peuvent être construits pour décrire le matériau de sol susjacent, à condition qu'hormis les critères d'épaisseur ou de profondeur d'un qualificatif ou des éléments diagnostiques correspondants, tous les autres critères soient remplis dans l'ensemble du matériau de sol susjacent (ex. Ekranic Technosol (Suprafolic)).

2.3.2 Sous-qualificatifs définis

Pour certains qualificatifs, des sous-qualificatifs sont définis au Chapitre 5 ; ex. Hypersalic et Protosalic pour le qualificatif Salic. Ces **sous-qualificatifs ne sont pas mentionnés dans la liste des RSGs au Chapitre 4** (à moins que le qualificatif sans spécificateur ne puisse exister pour un RSG donné). Ils font partie des sous-qualificatifs **optionnels** (ex. Hypercalcic, Orthomineralic), **additionnels** (ex. Akromineralic) ou **obligatoires** (ex. Protocalcic). Si le spécificateur **Proto-** est employé avec un qualificatif principal, le sous-qualificatif Proto- **doit être déplacé au niveau des qualificatifs supplémentaires** et être rangé comme eux selon l'ordre alphabétique du qualificatif et non du sous-qualificatif.

Si pour un qualificatif s'appliquent au moins deux sous-qualificatifs définis (ex. Anthromollic et Tonguimollic), **tous doivent être repris**. Il est également permis d'ajouter un spécificateur supplémentaire à un sous-qualificatif défini ; ex. Endoprotosalic, Supraprotosodic.

2.4 Sols enfouis

Un sol enfoui est un sol recouvert de dépôts plus récents. En présence d'un sol enfoui, les règles suivantes s'appliquent :

1. Le matériau susjacent et le sol enfoui sont classifiés comme un seul sol si les deux sont classifiés en Histosol, Anthrosol, Technosol, Cryosol, Leptosol, Vertisol, Gleysol, Andosol, Planosol, Stagnosol, Fluvisol, Arenosol ou Regosol.
2. Autrement, le matériau susjacent est classifié en priorité s'il a une épaisseur ≥ 50 cm ou si le matériau susjacent, considéré seul, remplit les critères d'un RSG autre qu'un Regosol. Pour les critères de profondeur dans le matériau susjacent, la limite inférieure du matériau susjacent est considérée comme étant la limite supérieure d'une *roche continue*.
3. Dans tous les autres cas, le sol enfoui est classifié en priorité. Pour les critères de profondeur dans le sol enfoui, la limite supérieure du sol enfoui est considérée comme étant la surface du sol.
4. Si le sol susjacent est classifié en priorité, deux options permettent de prendre en compte le sol sous-jacent :
 - a. Si le sol sous-jacent n'est ni un Regosol, ni un Leptosol, et montre une séquence d'horizons complète, comprenant des couches organiques de surface clairement identifiables et/ou des horizons minéraux de surface, et qu'un des sols n'influence pas les processus de pédogenèse dans l'autre sol et réciproquement (ex. pas de migration d'argile du sol susjacent vers le sol sous-jacent, pas de remontée capillaire de Fe du sol sous-jacent vers le sol susjacent), alors le nom du sol enfoui apparaîtra après le nom du sol susjacent en ajoutant le mot « over » entre les deux ; ex. Skeletic Umbrisol (Siltic) over Albic Arenosol (Arenic). Comme de nombreux sols enfouis sont polygénétiques, des qualificatifs qui ne sont pas repris dans la liste d'un RSG donné peuvent s'appliquer. Dans ce cas, ils doivent être employés comme qualificatifs supplémentaires. Les qualificatifs Infraandic et Infraspodic se rapportent uniquement à des sols enfouis et dès lors ne sont pas mentionnés dans la liste des RSGs au Chapitre 4. Comme tous les qualificatifs non listés, ils seront placés en dernière place des qualificatifs supplémentaires.
 - b. Autrement, un horizon diagnostique enfoui ou une couche enfouie avec une propriété diagnostique peuvent être ajoutés au nom du sol susjacent avec le sous-qualificatif Thapto- (voir Chapitre 2.3).

5. Si le sol enfoui est classifié en priorité, le matériau susjacent est indiqué par le qualificatif Novic, combiné selon les cas avec d'autres qualificatifs de la manière suivante (les codes sont entre parenthèses) ; les critères d'épaisseur et de profondeur de ces qualificatifs ne doivent pas être nécessairement remplis :
- Aeoli-Novic (nva)
 - Fluvi-Novic (nvf)
 - Solimovi-Novic (nvs)
 - Techni-Novic (nvt)
 - Tephri-Novic (nvv)
 - Transporti-Novic (nvp).
- De plus, suivant le Chapitre 5, la texture peut également être ajoutée ; ex. Aeoli-Siltinovic (sja).

2.5 Règles pour élaborer des légendes de cartes pédologiques

Les règles suivantes s'appliquent :

1. Une unité cartographique se compose de :
 - un sol dominant unique ou
 - un sol dominant plus un sol codominant et/ou un ou plusieurs sols associés ou
 - deux ou trois sols codominants ou
 - deux ou trois sols codominants plus un ou plusieurs sols associés.

Les sols dominants représentent $\geq 50\%$ de la couverture pédologique, les sols codominants représentent $\geq 25\%$ et $< 50\%$ de la couverture pédologique. Les sols associés représentent $\geq 5\%$ et $< 25\%$ de la couverture pédologique ou sont d'une grande importance dans le paysage. Les autres sols ne sont pas pris en compte dans la dénomination de l'unité cartographique.

Si des sols codominants ou associés sont présents, les termes « dominant : », « codominant : » et « associé : » sont écrits avant le nom du sol ; les sols sont séparés par des points-virgules.

2. Le nombre de qualificatifs spécifiés plus bas se rapporte au sol dominant. Pour des sols codominants ou associés, il est opportun d'en diminuer le nombre (voire de n'en indiquer aucun).
3. Selon l'échelle utilisée, un nombre différent de qualificatifs principaux sera utilisé :
 - a. Pour des cartes à très petite échelle, seul le Groupe de Sols de Référence (RSG) est pris en compte.
 - b. Pour des cartes à plus grande échelle, seront pris en compte le RSG plus le premier qualificatif principal applicable.
 - c. Pour des cartes à plus grande échelle encore, seront pris en compte le RSG plus les deux premiers qualificatifs principaux applicables.

Il n'est pas possible de préciser davantage ces échelles, car elles dépendent fortement de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité du paysage. Pour des paysages moyennement homogènes, de très petites échelles devraient être inférieures à 1:10 000 000, des échelles un peu plus grandes inférieures à 1:5 000 000 et des échelles encore plus grandes inférieures à 1:1 000 000.

4. S'il y a moins de qualificatifs applicables que ce qui est suggéré ci-dessus, le nombre de qualificatif sera adapté en conséquence.
5. Selon le but de la carte ou selon les traditions nationales, des qualificatifs supplémentaires peuvent éventuellement être ajoutés comme **qualificatifs facultatifs**, et ce à toute échelle. Il peut s'agir de

qualificatifs principaux placés plus bas dans la liste et non encore utilisés dans le nom du sol, ou de qualificatifs supplémentaires. Ils sont placés selon les règles décrites ci-dessus concernant les qualificatifs supplémentaires. Si au moins deux qualificatifs facultatifs sont employés, les règles suivantes s'appliquent :

- a. les qualificatifs principaux sont placés en premier, et parmi eux, le premier qualificatif applicable est placé en premier, et
- b. la séquence de tout qualificatif supplémentaire ajouté est décidée par le pédologue qui dresse la carte.

Exemple de création d'une unité cartographique selon la WRB

Généralement, un paysage présente une certaine variété de sols. La constitution d'unités cartographiques nécessite souvent de les combiner. La Figure 2.2, le Tableau 2.1 et le Tableau 2.2 en montrent les principes.

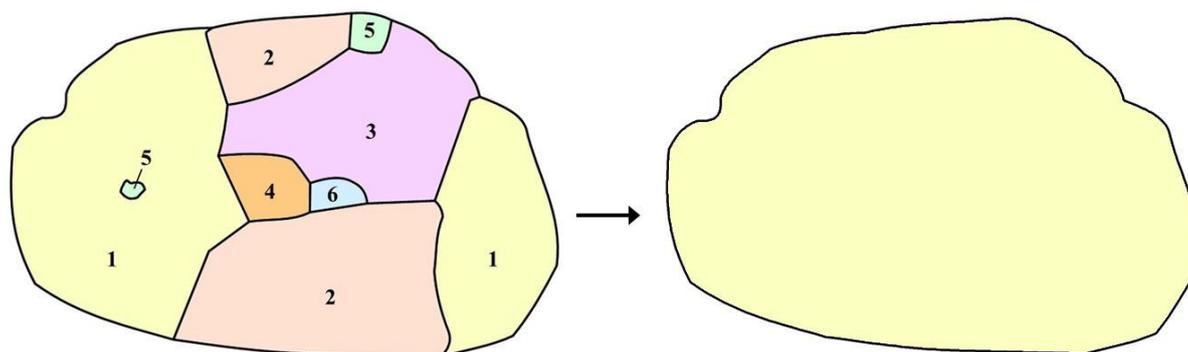


Figure 2.2 : Sols dans un paysage devant être combinés pour former une unité cartographique

Tableau 2.1 : Détection des sols dominants, codominants et associés

Zone	Nom complet du sol	Résultat
1	Haplic Luvisol (Episiltic, Katoclayic, Aric, Cutanic, Differentic, Epic, Ochric)	sol dominant
2	Eutric Stagnic Leptic Cambisol (Loamic, Humic)	sol codominant
3	Albic Stagnic Luvisol (Anosiltic, Endoclayic, Cutanic, Differentic, Endic, Humic)	sol associé
4	Thyric Technosol (Loamic, Calcaric, Skeletic)	ignoré
5	Eutric Luvic Stagnosol (Episiltic, Katoclayic, Humic)	ignoré
6	Hortic Anthrosol (Loamic, Eutric)	ignoré

Tableau 2.2 : Dénomination de l'unité cartographique en fonction du niveau d'échelle

Niveau d'échelle	Sol dominant	Sol codominant	Sol associé
Premier	Luvisols	Cambisols	
Deuxième	Haplic Luvisols	Leptic Cambisols	Stagnic Luvisols
Troisième	Haplic Luvisols	Stagnic Leptic Cambisols	Albic Stagnic Luvisols

Exemples d'unités cartographiques selon la WRB

Exemple 1

Une unité cartographique dominée par un sol ayant un horizon minéral de surface très foncé, d'une épaisseur de 30 cm, avec un taux de saturation en bases élevé, pas de carbonates secondaires et l'influence d'une nappe à partir de 60 cm de la surface du sol minéral (c-à-d ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm, qui a des propriétés gleyiques partout et des conditions réductrices dans certaines parties de chaque sous-couche), sera nommée comme suit :

- au premier niveau d'échelle : Phaeozems
- au deuxième niveau d'échelle : Chernic Phaeozems
- au troisième niveau d'échelle : Gleyic Chernic Phaeozems

Exemple 2

Dans une unité cartographique, aucun élément diagnostique ne s'applique. Sur 80 % de sa surface, le sol a < 40 % d'éléments grossiers en moyenne pondérée dans les 100 cm supérieurs ; sur les 20 % restants de la surface, le sol a 85 % d'éléments grossiers en moyenne pondérée dans les 75 cm supérieurs. Les sols sont calcaires et limoneux. Cette unité cartographique sera nommée comme suit :

- au premier niveau d'échelle : dominant : Regosols
associé : Leptosols
- au deuxième niveau d'échelle : dominant : Calcaric Regosols
associé : Coarsic Leptosols
- au troisième niveau d'échelle : dominant : Calcaric Regosols
associé : Calcaric Coarsic Leptosols

Dans cet exemple, le qualificatif suivant applicable pour les Regosols est Eutric. Comme le taux de saturation en bases élevé est déjà implicitement compris dans le qualificatif Calcaric, Eutric est redondant et ne s'applique pas. Dès lors dans ce cas, un seul qualificatif principal s'applique au troisième niveau d'échelle. Pour les sols associés, il est permis d'employer moins de qualificatifs que requis à un certain niveau d'échelle. Le cas échéant, au troisième niveau d'échelle, les Leptosols pourraient être simplement appelés Coarsic Leptosols.

La teneur élevée en limon peut être exprimée par le qualificatif Siltic, qui en tant que qualificatif supplémentaire est facultatif dans une légende de carte. Il peut s'appliquer à n'importe quel niveau d'échelle :

- au premier niveau d'échelle : Regosols (Siltic)
- au deuxième niveau d'échelle : Calcaric Regosols (Siltic)

Les qualificatifs principaux non requis à un niveau d'échelle peuvent également être ajoutés en tant que qualificatifs facultatifs ; ainsi :

- au premier niveau d'échelle : Regosols (Calcaric, Siltic)
- au deuxième niveau d'échelle : Calcaric Regosols (Siltic)

Exemple 3

Une unité cartographique dominée par un sol avec une couche épaisse de *matériau organique* acide fortement décomposé, de 70 cm d'épaisseur et alimenté par de l'eau pluviale, avec une *roche continue* à 80 cm, sera nommée comme suit :

- au premier niveau d'échelle : Histosols
- au deuxième niveau d'échelle : Sapric Histosols
- au troisième niveau d'échelle : Leptic Sapric Histosols

Dans cet exemple, le qualificatif suivant applicable est Ombric. Comme deux qualificatifs ont déjà été utilisés, le troisième peut être ajouté en tant que qualificatif facultatif. De manière similaire, des qualificatifs facultatifs peuvent être utilisés à d'autres niveaux d'échelle. Exemple :

- au premier niveau d'échelle : Histosols (Sapric)
- au deuxième niveau d'échelle : Sapric Histosols (Leptic, Ombric)
- au troisième niveau d'échelle : Leptic Sapric Histosols (Ombric)

3 Horizons, propriétés et matériaux diagnostiques

Avant d'utiliser les horizons, propriétés et matériaux diagnostiques, veuillez prendre connaissance des « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2).

Dans l'ensemble du document, les références aux RSGs définis au Chapitre 4 et aux éléments diagnostiques repris dans ce Chapitre sont écrites en *italique*.

3.1 Horizons diagnostiques

Les **horizons diagnostiques** sont définis par un ensemble de caractéristiques reflétant les effets courants et habituels des processus de pédogenèse. Ces caractéristiques peuvent être observées ou mesurées sur le terrain ou au laboratoire et doivent présenter un degré d'expression minimum ou maximum pour être qualifiées de diagnostiques. De plus, les horizons diagnostiques doivent avoir une épaisseur minimum, formant ainsi une couche reconnaissable dans le sol.

3.1.1 Horizon albique

Description générale

Un horizon albique (du latin *albus*, blanc) est un horizon peu coloré surmontant un *horizon argique*, *natrique*, *plinthique* ou *spodique* ou faisant partie d'une couche avec des *propriétés stagniques*. Il présente une faible teneur en Fe et Mn (appauvri tant des formes oxydées que réduites) et en matière organique ; au moins une de ces deux substances était présente précédemment et a été perdue par migration d'argile, podzolisation et/ou processus redox engendrés par stagnation d'eau.

Critères diagnostiques

Un horizon albique est constitué de *matériau minéral* et

1. est constitué de *matériau clarique* ;
et
2. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. surmonte un *horizon argique*, *natrique*, *plinthique* ou *spodique* ; **ou**
 - b. fait partie d'une couche avec des *propriétés stagniques* ;
et
3. $a \geq 1$ cm d'épaisseur.

Informations complémentaires

Les horizons albiques sont généralement surmontés par des couches de surface riches en humus, mais peuvent tout aussi bien se retrouver à la surface du sol minéral à cause de l'érosion ou d'un prélèvement artificiel de la couche de surface. De nombreux horizons albiques sont l'expression d'une forte éluviation et pour cette raison sont appelés horizons éluviaux. Dans des matériaux sableux, les horizons albiques peuvent atteindre une épaisseur considérable, jusqu'à plusieurs mètres, en particulier dans les régions tropicales humides, et il peut être compliqué de retrouver les horizons diagnostiques sous-jacents. Les horizons albiques ont généralement une structure à agrégats peu exprimée, une structure particulaire ou une structure massive. Les horizons albiques sont très fortement appauvris en Fe, sous formes oxydée et réduite, et n'expriment pas les couleurs rouges typiques lorsqu'on leur applique une solution d' α, α' -dipyridyl.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Tandis que l'horizon albique est le résultat de processus de pédogenèse, le *matériau clarique* n'est défini que par des critères de couleur, et les couches à *matériau clarique* ne sont pas nécessairement le résultat de processus de pédogenèse. La définition de l'horizon albique utilise comme critères l'horizon *argique*, *natrique*, *plintique* ou *spodique* ou les *propriétés stagniques*. En retour, la définition de l'horizon *spodique* et des *propriétés rétiques* et *stagniques* utilise le *matériau clarique* comme critère.

De nombreux horizons albiques formés en présence d'eau stagnante ne montrent plus de *conditions réductrices* actives.

3.1.2 Horizon anthraquique

Description générale

Un horizon anthraquique (du grec *anthropos*, être humain, et du latin *aqua*, eau) est un horizon de surface qui résulte de la culture sous eau ; il comprend une *couche mise en boue* et une *semelle de labour*.

Critères diagnostiques

Un horizon anthraquique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et a :

1. une couche mise en boue dont ≥ 80 % de la surface exposée a les couleurs Munsell humides suivantes :
 - a. un hue = 7.5YR ou plus jaune, une value ≤ 4 et un chroma ≤ 2 ; **ou**
 - b. un hue = GY, B ou BG et une value ≤ 4 ;

et
 2. une semelle de labour sous la couche mise en boue, ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - i. une structure lamellaire dans ≥ 25 % de son volume ; **ou**
 - ii. une structure massive dans ≥ 25 % de son volume ;

et
 - b. une densité apparente ≥ 10 % (en relatif) plus élevée que celle de la couche mise en boue ;

et
 - c. des traits oximorphiques sur ≥ 5 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) :
 - i. situés principalement sur les parois des biopores et, si des agrégats sont présents, principalement sur ou près de leurs faces ; **et**
 - ii. avec un hue Munsell ≥ 2.5 unités plus rouge et un chroma ≥ 1 unité plus élevé (humides) que le matériau environnant ;

et
3. ≥ 15 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Un horizon anthraquique montre des signes de réduction et d'oxydation dus aux inondations durant une partie de l'année. Lorsqu'il n'est pas inondé, il est facilement dispersable et présente un assemblage lâche de petits agrégats triés. La semelle de labour est compacte, présente une structure lamellaire ou massive et un faible taux d'infiltration. L'horizon a une matrice réduite et des traits oximorphiques brun jaunâtre, bruns ou brun rougeâtre le long des fentes et des chenaux racinaires, dus à la libération d'oxygène par les racines des plantes.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Après une longue période de culture sous eau, un *horizon hydragrique* prend naissance sous l'horizon anthraquique.

3.1.3 Horizon argique

Description générale

Un horizon argique (du latin *argilla*, argile blanche) est un horizon subsuperficiel ayant une teneur en argile nettement plus élevée que dans l'horizon susjacent. La différenciation texturale peut être due à :

- une accumulation illuviale de minéraux argileux
- une formation pédogénétique prédominante de minéraux argileux en profondeur
- une destruction de minéraux argileux dans l'horizon susjacent
- une érosion sélective des minéraux argileux en surface
- un mouvement ascendant de particules plus grossières, dû au gonflement-retrait
- une activité biologique, ou
- une combinaison de plusieurs de ces différents processus.

Souvent, des (hydr-)oxydes de fer se forment ou s'accumulent avec les minéraux argileux, colorant l'horizon argique d'un hue plus rouge et/ou d'un chroma plus élevé.

Une strate riche en argile surmontée par une strate plus pauvre en argile peut faire penser à un horizon argique. Mais une différence texturale due uniquement à une *discontinuité lithique* ne peut pas être qualifiée d'horizon argique. Dans certains sols, on peut retrouver à la fois une strate plus pauvre en argile surmontant une strate plus riche en argile, et une différenciation texturale causée par des processus de pédogenèse.

Critères diagnostiques

Un horizon argique est constitué de *matériau minéral* et :

1. a une classe texturale de sable loameux ou plus fine et ≥ 8 % d'argile ;
et
2. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. une couche susjacente de texture plus grossière ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. la couche de texture plus grossière n'est pas séparée de l'horizon argique par une *discontinuité lithique* ; *et*
 - ii. si la couche de texture plus grossière surmonte directement l'horizon argique, sa sous-couche la plus basse ne fait pas partie d'une couche de labour ; *et*
 - iii. si la couche de texture plus grossière ne surmonte pas directement l'horizon argique, l'horizon de transition a une épaisseur ≤ 15 cm ; *et*
 - iv. si la couche de texture plus grossière a < 15 % d'argile, l'horizon argique a ≥ 6 % (en absolu) d'argile en plus ; *et*
 - v. si la couche de texture plus grossière a ≥ 15 % et < 50 % d'argile, le rapport entre la teneur en argile dans l'horizon argique et celle dans la couche de texture plus grossière est $\geq 1,4$; *et*
 - vi. si la couche de texture plus grossière a ≥ 50 % d'argile, l'horizon argique a ≥ 20 % (en absolu) d'argile en plus ;
 - ou*
 - b. des signes d'argile illuviée sous au moins une des formes suivantes :
 - i. des ponts d'argile reliant ≥ 15 % des grains de sable ; *ou*
 - ii. des revêtements d'argile couvrant ≥ 15 % des faces des agrégats, des éléments grossiers et/ou des parois des biopores ; *ou*
 - iii. sous lames minces, des corps argileux orientés couvrant ≥ 1 % de la section et n'ayant pas subi de transport latéral après avoir été formés ; *ou*
 - iv. un rapport argile fine / argile totale $\geq 1,2$ fois plus grand dans l'horizon argique que ce même rapport dans l'horizon susjacent de texture plus grossière ;
3. respecte les deux conditions suivantes :
et

- a. ne fait pas partie d'un *horizon natrique* ; **et**
 - b. ne fait pas partie d'un *horizon spodique*, à moins qu'au moins un des critères diagnostiques repris en 2.b. atteste de la présence d'argile illuviale ;
- et**
- 4. a une épaisseur d'au moins un dixième du *matériau minéral* susjacent, si présent, et une des caractéristiques suivantes :
 - a. $\geq 7,5$ cm (s'il est composé de lamelles : épaisseur combinée à ≤ 50 cm de la limite supérieure de la lamelle située le plus haut) si l'horizon argique a une classe texturale de loam sableux ou plus fine ; **ou**
 - b. ≥ 15 cm (s'il est composé de lamelles : épaisseur combinée à ≤ 50 cm de la limite supérieure de la lamelle située le plus haut).

Identification sur le terrain

Les caractéristiques principales pour reconnaître les horizons argiques sont la différenciation texturale et les signes d'illuviation d'argile. L'identification de revêtements argileux et des ponts d'argile est expliquée en Annexe 1 (Chapitre 8.4.23).

Dans des sols sujets à gonflement-retrait, les revêtements argileux sur les faces des agrégats sont facilement confondus avec des faces de pression (*stress cutans*). Les faces de pression ont des couleurs similaires à celles de l'agrégat originel et ne s'observent ni sur les éléments grossiers ni sur les parois des biopores.

Informations complémentaires

Le moyen le plus sûr pour établir le caractère illuvial d'un horizon argique est l'emploi de lames minces. Les horizons argiques illuviaux diagnostiques montrent des corps argileux orientés couvrant en moyenne ≥ 1 % de la section. Autres tests pertinents : l'analyse granulométrique pour déterminer l'augmentation de teneur en argile sur une profondeur déterminée, ainsi que le rapport argile fine / argile totale. Dans les horizons argiques illuviaux, ce rapport est plus élevé que dans les horizons susjacentes, du fait du transport préférentiel des particules d'argile fine.

Si le sol présente une *discontinuité lithique* juste au-dessus de l'horizon argique, ou si l'érosion a fait disparaître l'horizon de surface, ou si une couche de labour surmonte directement l'horizon argique, alors sa nature illuviale doit être clairement établie (critère diagnostique 2.b).

L'horizon argique peut être subdivisé en plusieurs lamelles intercalées entre des couches de texture plus grossière.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons argiques sont généralement situés sous des horizons éluviaux, c-à-d des horizons desquels les minéraux argileux ont été évacués, généralement avec des oxydes et de la matière organique. Quoique formé initialement comme horizon subsuperficiel, l'horizon argique peut se retrouver à la surface du sol minéral par érosion ou enlèvement des horizons susjacentes. Par après, de nouveaux sédiments peuvent s'être déposés.

Certains horizons argiques remplissent tous les critères diagnostiques de l'*horizon ferralique*. Les Ferralsols doivent avoir un *horizon ferralique* et peuvent également avoir un horizon argique, pouvant ou non chevaucher l'*horizon ferralique* ; mais si un horizon argique est présent, il doit avoir dans ses 30 cm supérieurs une teneur en argile dispersable à l'eau < 10 % ou un ΔpH ($\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{eau}}$) ≥ 0 ou une teneur en *carbone organique du sol* $\geq 1,4$ %.

Les horizons argiques n'ont pas les caractéristiques de saturation en sodium de l'*horizon natrique*.

Dans les régions tropicales et subtropicales humides, les horizons argiques des sols bien drainés des hauts plateaux et montagnes peuvent être associés aux *horizons sombriques*.

3.1.4 Horizon calcique

Description générale

Un horizon calcique (du latin *calx*, chaux) est un horizon dans lequel du carbonate de calcium secondaire (CaCO_3) s'est accumulé sous forme de concentrations discontinues. Cette accumulation se produit généralement dans les couches subsuperficielles ou, plus rarement, dans les horizons de surface. L'horizon calcique peut aussi contenir des carbonates primaires.

Critères diagnostiques

Un horizon calcique :

1. a un équivalent carbonate de calcium $\geq 15\%$ (rapporté à la terre fine plus les accumulations de carbonates secondaires de toutes tailles et classes de cimentation) ;

et

2. a au moins une des caractéristiques suivantes :

- a. remplit les critères diagnostiques des *propriétés protocolciques* ; **ou**

- b. a un équivalent carbonate de calcium $\geq 5\%$ plus élevé (en absolu, rapporté à la terre fine plus les accumulations de carbonates secondaires de toutes tailles et classes de cimentation) que celui d'une couche sous-jacente, sans *discontinuité lithique* entre les deux couches ;

et

3. ne fait pas partie d'un *horizon pétrocalcique* ;

et

4. a ≥ 15 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

La présence de carbonate de calcium peut être diagnostiquée sur le terrain au moyen d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) 1 M. Le degré d'effervescence donne une indication de la quantité en présence (voir Annexe 1, Chapitre 8.4.25).

Les carbonates secondaires prennent généralement la forme de discrètes accumulations permanentes (voir Annexe 1, Chapitre 8.4.25). Dans l'horizon calcique, elles sont principalement non cimentées ou moins que modérément cimentées. Cependant, des accumulations modérément ou plus cimentées, mais discontinues, peuvent également se présenter.

Autres indices d'horizon calcique :

- des couleurs blanche, rosâtre à rougeâtre, ou grise (si pas de chevauchement avec des horizons riches en carbone organique)
- une porosité restreinte (la porosité interagrégat est généralement moindre que dans l'horizon immédiatement susjacent, et probablement aussi moindre que dans l'horizon immédiatement sous-jacent).

Lors de l'échantillonnage, il faut s'assurer que les accumulations de carbonates secondaires soient bien présentes dans l'échantillon, afin d'obtenir les données de laboratoire nécessaires aux critères 1 et 2.b.

Informations complémentaires

La détermination des carbonates au laboratoire (Annexe 2, Chapitre 9.9) se fait par traitement acide et mesure du CO_2 dégagé. Plusieurs carbonates peuvent intervenir, mais la teneur en carbonates est mesurée comme s'il s'agissait uniquement de carbonate de calcium. Cette donnée est appelée **équivalent carbonate de calcium**.

Pour s'assurer de la présence d'un horizon calcique, les principaux critères analytiques sont la détermination de la teneur en carbonate de calcium (en masse) et les changements de teneur au sein du profil de sol. Des *discontinuités lithiques* et toute modification de la perméabilité à l'eau peuvent favoriser la formation de carbonates secondaires. La mesure du pH_{eau} permet de distinguer les accumulations à caractère basique (*calcique*) (pH 8-8,7) dues à la prépondérance de CaCO_3 , de celles à caractère ultrabasique (*non calcique*)

(pH > 8,7) dues à la présence de Na₂CO₃ et/ou MgCO₃.

En plus de signes d'élimination des carbonates dans les couches au-dessus et en dessous de l'horizon calcique, l'observation de lames minces peut révéler la présence de traits pédologiques constitués de carbonates de calcium (ex. nodules, barbes apophyses) ou des signes d'épigénie de silicates (calcite pseudomorphe de minéraux primaires).

Si l'accumulation de carbonates tendres est telle que la (quasi) totalité de la structure pédologique et/ou lithologique disparaît et que dominent des concentrations continues de carbonate de calcium, le qualificatif Hypercalcic est employé.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Lorsque des horizons calciques s'indurent de manière continue avec une classe de cimentation au moins modérée, ils se transforment progressivement en *horizon pétrocalcique*, de structure massive ou lamellaire. Des horizons calcique et *pétrocalcique* peuvent se superposer.

Des accumulations de carbonates secondaires, inadéquates pour un horizon calcique, peuvent remplir les critères diagnostiques des *propriétés protocalciques*, comme c'est déjà le cas pour la plupart des horizons calciques. Du *matériau calcarique* comprend des carbonates primaires.

Dans les régions sèches et en présence de sols ou de nappes à sulfates, les horizons calciques sont associés à des *horizons gypsiques*. Généralement (mais pas toujours), les horizons calcique et *gypsique* occupent des positions différentes dans le profil car le gypse est plus soluble que le carbonate de calcium ; ils peuvent normalement être facilement distingués l'un de l'autre par leur morphologie cristalline différente. Les cristaux de gypse prennent plutôt une forme d'aiguilles, généralement visibles à l'œil nu, tandis que les cristaux de carbonate de calcium pédogénétiques sont de taille bien plus petite.

3.1.5 Horizon cambique

Description générale

Un horizon cambique (du latin *cambire*, changer) est un horizon subsuperficiel montrant des signes de pédogenèse plus ou moins marqués. Dans l'horizon cambique s'observe une structure à agrégats dans la moitié au moins du volume de la terre fine. Si la couche sous-jacente provient du même matériau parental, l'horizon cambique a généralement une teneur plus élevée qu'elle en oxydes et/ou en argile et/ou montre des signes d'élimination des carbonates et/ou du gypse. La pédogenèse d'un horizon cambique peut également se déduire du contraste observé avec l'un des horizons minéraux susjacentes, généralement plus riches en matière organique et dès lors plus foncés et/ou moins intensément colorés.

Critères diagnostiques

Un horizon cambique est constitué de *matériau minéral* et :

1. a une classe texturale
 - a. de loam sableux ou plus fine ; **ou**
 - b. de sable très fin ou de sable loameux très fin ;

et
2. montre une structure à agrégats dans ≥ 50 % (en volume) ;
- et**
3. montre des signes de pédogenèse d'au moins une des manières suivantes :
 - a. comparé à la couche située immédiatement en dessous, non séparée de l'horizon cambique par une *discontinuité lithique*, présente au moins une des caractéristiques suivantes :
 - i. si la couche sous-jacente a un hue Munsell humide = 5YR ou plus rouge, un hue ≥ 2.5 unités plus jaune ou ≥ 2.5 unités plus rouge sur ≥ 90 % de la surface exposée ; **ou**
 - ii. un chroma Munsell humide ≥ 1 unité plus élevé sur ≥ 90 % de la surface exposée ; **ou**

- iii. une teneur en argile $\geq 4\%$ (en absolu) plus élevée ;
ou
- b. comparé à une couche minérale susjacent de ≥ 5 cm d'épaisseur, non séparée de l'horizon cambique par une *discontinuité lithique*, au moins une des caractéristiques suivantes :
 - i. un hue Munsell humide ≥ 2.5 unités plus rouge sur $\geq 90\%$ de la surface exposée ; **ou**
 - ii. une valeur Munsell humide ≥ 1 unité plus élevée sur $\geq 90\%$ de la surface exposée ; **ou**
 - iii. un chroma Munsell humide ≥ 1 unité plus élevé sur $\geq 90\%$ de la surface exposée ;
ou
- c. comparé à la couche située immédiatement en dessous, ne montrant pas de *propriétés gleyiques* et ne faisant pas partie d'un *horizon calcique* ou *gypsique*, présente des signes d'élimination des carbonates et/ou du gypse d'au moins une des manières suivantes :
 - i. $\geq 5\%$ (en absolu) moins d'équivalent carbonate de calcium ou $\geq 5\%$ (en absolu) moins de gypse et pas de *discontinuité lithique* entre la couche sous-jacente et l'horizon cambique ; **ou**
 - ii. Des *propriétés protocalciques* ou *protogypsiques* dans la couche sous-jacente mais pas dans l'horizon cambique ;
ou
- d. toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. $Fe_{dith} \geq 0,1\%$; **et**
 - ii. un rapport $Fe_{ox} / Fe_{dith} \geq 0,1$; **et**
 - iii. Un hue Munsell = 2.5YR à 2.5Y et un chroma > 3 (humides) sur $\geq 90\%$ de la surface exposée ;
et
- 4. ne fait pas partie d'une couche de labour ni d'un *horizon albique, anthraquique, argique, calcique, durique, ferralique, fragique, gypsique, hortique, hydragrique, irragrique, limonique, mollique, natrique, nitique, pétrocalcique, pétrodurique, pétrogypsique, pétroplinthique, pisoplinthique, plaggique, plinthique, pretique, salique, sombrique, spodique, umbrique, terrique, tsitelique* ou *vertique* et ne fait pas partie d'une couche avec des *propriétés andiques* ;
et
- 5. $a \geq 15$ cm d'épaisseur.

Informations complémentaires

Dans de nombreux horizons cambiques, des oxydes de Fe se forment, donnant à l'horizon un hue plus rouge et un chroma plus élevé. Cependant, si le matériau parental est riche en hématite, la formation de goethite en climat plus frais et humide le rend généralement plus jaune.

La dissolution des carbonates ou du gypse est une caractéristique fréquente des horizons cambiques dans les environnements humides et semi-arides. Dans la plupart des cas, la preuve peut être apportée par une teneur moindre en carbonates ou en gypse par rapport à la couche sous-jacente. Cependant, dans certains sols, en particulier en régions arides et semi-arides, cette différence de teneur n'est pas évidente. Dans ces sols, la présence de *propriétés protocalciques* ou *protogypsiques* dans la couche sous-jacente prouve que les carbonates ou le gypse ont été dissous dans l'horizon susjacent. Par ailleurs, de telles accumulations peuvent se former aussi par remontée de nappe dans des sols avec des *propriétés gleyiques*. La présence de *propriétés gleyiques* dans la couche sous-jacente ne permet dès lors pas la comparaison.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'horizon cambique peut être considéré comme le précurseur de nombreux autres horizons diagnostiques, ayant tous des caractéristiques spécifiques absentes ou peu exprimées dans l'horizon cambique – comme des accumulations illuviales ou résiduelles, l'élimination de substances autres que des carbonates ou du gypse, l'accumulation de composés solubles ou le développement d'une structure pédologique spécifique comme des agrégats cunéiformes.

Dans les régions tropicales et subtropicales humides, les horizons cambiques des sols bien drainés des hauts plateaux et montagnes peuvent être associés aux horizons *sombriques*. Le rapport Fe_{ox} / Fe_{dith} permet de différencier l'horizon cambique de l'horizon *tsitelique* (qui a un rapport plus élevé). Les horizons *plinthiques* et *pétoplinthiques* ont généralement une teneur en Fe_{dith} nettement plus élevée.

3.1.6 Horizon chernique

Description générale

Un horizon chernique (du russe *cherniy*, noir) est un horizon de surface assez épais, bien structuré, de couleur très foncée, à taux de saturation en bases élevé, à activité biologique intense et à teneur modérée à élevée en matière organique.

Critères diagnostiques

Un horizon chernique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et a :

1. ≥ 50 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) de terre fine et n'est pas constitué de *matériau mulmique* ;
et
2. seule ou en combinaison, dans ≥ 90 % (en volume) :
 - a. une structure grumeleuse ; **ou**
 - b. une structure polyédrique subangulaire dont la taille moyenne des agrégats est ≤ 2 cm ; **ou**
 - c. une structure motteuse ou d'autres éléments structuraux créés par les pratiques agricoles ;
et
3. ≥ 1 % de *carbone organique du sol* ;
et
4. une des caractéristiques suivantes :
 - a. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell humide ≤ 3 et sèche ≤ 5 , et un chroma humide ≤ 2 ;
ou
 - b. toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. un équivalent carbonate de calcium ≥ 15 % et < 40 % ; **et**
 - ii. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell ≤ 3 et un chroma ≤ 2 (humides) ; **et**
 - iii. $\geq 1,5$ % de *carbone organique du sol* ;
ou
 - c. toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. un équivalent carbonate de calcium ≥ 40 % et/ou une classe texturale de sable loameux ou plus grossière ; **et**
 - ii. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell ≤ 5 et un chroma ≤ 2 (humides) ; **et**
 - iii. $\geq 2,5$ % de *carbone organique du sol* ;
et
5. si une couche correspondant au matériau parental de l'horizon chernique est présente et a une valeur Munsell humide ≤ 4 , ≥ 1 % (en absolu) en plus de *carbone organique du sol* que dans cette couche ;
et
6. un taux de saturation en bases (NH_4OAc 1 M, pH 7) ≥ 50 % ;
et
7. ≥ 30 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Un horizon chernique est facile à identifier par sa couleur noirâtre, due à l'accumulation de matière organique, par une structure grumeleuse ou polyédrique subangulaire bien développée, par une indication d'un taux de saturation en bases élevé (ex. $\text{pH}_{\text{eau}} > 6$) et par son épaisseur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Un horizon chernique est un cas particulier d'horizon mollique avec une teneur plus élevée en *carbone organique du sol*, un chroma plus faible, une structure pédologique généralement mieux développée, une teneur minimum en terre fine et une épaisseur minimum plus importante. La limite supérieure de la teneur en *carbone organique du sol* est de 20 %, qui est la limite inférieure pour du *matériau organique*.

3.1.7 Horizon cohésique

Description générale

Un horizon cohésique (du latin *cohaerere*, coller ensemble) est un horizon subsuperficiel à structure massive ou polyédrique subangulaire faiblement développée. Il est pauvre en matière organique et en oxydes de fer, contient généralement du quartz, et sa fraction argileuse est dominée par la kaolinite. Il est typique des vieux paysages des régions tropicales à climat saisonnier.

Critères diagnostiques

Un horizon cohésique est constitué de *matériau minéral* et :

1. $a < 0,5$ % de *carbone organique du sol* ; **et**
2. $a \geq 15$ % d'argile ; **et**
3. a une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 24 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile ; **et**
4. a , seule ou en combinaison, une structure massive ou polyédrique subangulaire faiblement développée ; **et**
5. n'est pas cimenté ; **et**
6. a , à l'état sec, une classe de résistance à la rupture au moins dure ; **et**
7. $a \geq 10$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons cohésiques sont très résistants à la pénétration au couteau ou au marteau et ont une classe de résistance à la rupture de dure à extrêmement dure à l'état sec, devenant friable à ferme à l'état humide.

Informations complémentaires

Les horizons cohésiques ont une porosité suffisamment faible pour gêner la pénétration des racines, mais généralement pas le drainage. La faible porosité est attribuée à l'orientation parallèle des cristaux de kaolinite et au colmatage des vides par des particules d'argile. Ils ont une densité apparente généralement plus élevée que celle des horizons sus- et sous-jacents. Ils sont normalement situés directement sous un horizon de surface. De nombreux sols à horizon cohésique présentent le Carácter coeso de la classification brésilienne et un horizon apedal B dans la classification sud-africaine. On trouve aussi des horizons cohésiques dans les paléosols.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons cohésiques peuvent coïncider avec des *horizons ferraliques* ou, moins fréquemment, avec des *horizons argiques*. Ils sont très différents des *horizons nitiques*. Certains horizons cohésiques montrent des *propriétés stagniques* actives ou reliques ou surmontent un *horizon plinthique*, *pisoplinthique* ou *pétoplinthique*.

3.1.8 Horizon cryique

Description générale

Un horizon cryique (du grec *kryos*, froid, glace) est un horizon de sol continuellement gelé dans du *matériau minéral* ou *organique*.

Critères diagnostiques

Un horizon cryique a :

1. continuellement durant ≥ 2 années consécutives, une des caractéristiques suivantes :
 - a. de la glace massive, une cimentation par de la glace ou des cristaux de glace bien visibles ; **ou**
 - b. une température du sol < 0 °C et trop peu d'eau pour former des cristaux de glace bien visibles ;
et
2. ≥ 5 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons cryiques se retrouvent dans des zones à permagel et la plupart montrent des signes de ségrégation de glace permanente. Beaucoup d'entre eux sont surmontés par des horizons présentant des signes d'altération cryogénique (matériau de sol mélangé, horizons disloqués, involutions, intrusions organiques, foisonnement dû au gel, tri entre éléments grossiers et terre fine, fentes). En surface, certains motifs sont fréquents (monticules de terre, buttes gelées, cercles de pierres, bandes, réseaux et polygones). Pour identifier des altérations cryogéniques, un profil de sol doit recouper différents motifs de polygonation de surface, si présents, ou avoir plus de 2 m de largeur.

Les sols contenant de l'eau saline ne gèlent pas à 0 °C. Pour développer un horizon cryique, ces sols doivent être suffisamment froids pour geler.

Informations complémentaires

Le permagel se définit comme suit : couche de sol ou de roche, à une certaine profondeur sous la surface, dans laquelle la température a été continuellement négative durant plusieurs années au moins. Ceci survient là où le réchauffement estival n'atteint pas la base de la couche de terre gelée (Arctic Climatology and Meteorology Glossary, National Snow and Ice Data Center, Boulder, USA).

Les ingénieurs font la distinction entre permagel *chaud* et *froid*. Un permagel *chaud* a une température > -2 °C et doit être considéré comme instable. Un permagel *froid* a une température ≤ -2 °C et peut être utilisé à moindre risque pour des constructions, à condition que la température reste sous contrôle.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons cryiques peuvent remplir les critères diagnostiques d'un *horizon histique*, *folique* ou *spodique* et peuvent être associés à un *horizon salique*, *calcique*, *mollique* ou *umbrique*. Dans les régions froides et arides peuvent se rencontrer des *propriétés yermiques*.

3.1.9 Horizon durique

Description générale

Un horizon durique (du latin *durus*, dur) est un horizon subsuperficiel présentant des nodules ou des concrétions (durinodes) cimentés par de la silice (SiO_2), probablement sous forme d'opale et de silice microcristalline. Les durinodes sont souvent revêtus de carbonates. Il peut aussi contenir des fragments d'un *horizon pétrodurique* démantelé.

Critères diagnostiques

Un horizon durique est constitué de *matériau minéral* et a :

1. ≥ 10 % (en volume du sol entier) de nodules ou de concrétions (durinodes) et/ou de fragments d'un *horizon pétrodurique* démantelé ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. ont ≥ 1 % (surface exposée des nodules et concrétions) d'accumulation de silice secondaire visible ; **et**
 - b. séchés à l'air, < 50 % (en volume) se désagrègent dans HCl 1 M, même après immersion prolongée, **et**
 - c. séchés à l'air, ≥ 50 % (en volume) se désagrègent dans KOH ou NaOH chauds concentrés, à tout le moins en alternance avec HCl 1 M ; **et**
 - d. sont cimentés au moins partiellement par de la silice secondaire, avec une classe de cimentation au moins faible, tant avant qu'après traitement à l'acide ; **et**
 - e. ont un diamètre ≥ 1 cm ;**et**
2. ≥ 10 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

L'identification de silice secondaire est décrite en Annexe 1 (Chapitre 8.4.27). Les durinodes sont généralement durs (forte résistance à la pénétration). De nombreux durinodes sont cassants à l'état humide, tant avant qu'après traitement à l'acide.

Informations complémentaires

Les durinodes secs ne se désagrègent pas beaucoup dans l'eau, mais une immersion prolongée peut donner lieu au détachement de plaquettes très minces et à un début de désagrégation. Sous lame mince, la plupart des durinodes sont grossièrement concentriques et des veinules d'opale peuvent être observées à la loupe.

Si de la silice et des carbonates agissent ensemble comme agents de cimentation, les durinodes ne se désagrègeront qu'immergés alternativement dans des solutions chaudes et concentrées de KOH ou NaOH (pour dissoudre la silice) et une solution d'HCl (pour dissoudre les carbonates). En l'absence de carbonates, KOH ou NaOH seuls suffiront à désagréger les durinodes.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Dans les régions arides, les horizons duriques peuvent être associés à un horizon *gypsique*, *pétrogypsique*, *calciq*ue ou *pétrocalciq*ue. Un horizon cimenté de manière continue par de la silice est un *horizon pétrodurique*.

3.1.10 Horizon ferralique

Description générale

Un horizon ferralique (du latin *ferrum*, fer, et *alumen*, alun) est un horizon subsuperficiel résultant d'une altération longue et intense. La fraction argileuse est dominée par des argiles à faible activité et contient des quantités variables de minéraux résistants comme les (hydr-)oxydes de Fe, Al, Mn et Ti. Une accumulation résiduelle de quartz peut se retrouver de manière importante dans les fractions limoneuse et sableuse.

Critères diagnostiques

Un horizon ferralique est constitué de *matériau minéral* et :

1. a une classe texturale de loam sableux ou plus fine et ≥ 8 % d'argile ; **et**
2. a < 80 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers, de concrétions ou nodules *pisoplinthiques* ou de fragments d'un *horizon pétroplinthique* démantelé, > 2 mm ; **et**
3. a une CEC (NH₄OAc 1 M, pH 7) < 16 cmol_c kg⁻¹ d'argile ; **et**
4. a < 10 % (par comptage de grains) de minéraux facilement altérables dans la fraction 0,05 – 0,2 mm ; **et**
5. n'a pas de *propriétés andiques* ou *vitriques* ; **et**

6. $a \geq 30$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons ferralliques sont associés aux modelés anciens et stables. La macrostructure est modérée à faible, mais les horizons ferralliques typiques ont une micro-agrégation forte.

Les horizons ferralliques riches en oxydes de fer (en hématite particulièrement) ont habituellement une classe de résistance à la rupture friable à l'état humide. Le matériau de sol sec désagrégé coule entre les doigts comme de la farine. Ayant une densité apparente faible, les échantillons d'horizons ferralliques paraissent généralement légers. Beaucoup d'horizons ferralliques produisent un son sourd lorsqu'on les frappe, indiquant une porosité élevée. Dans certains horizons ferralliques, la porosité élevée résulte de l'activité des termites. Généralement, les vides entre les micro-agrégats sont responsables d'une porosité élevée.

Quand l'horizon ferrallique présente moins d'hématite et une couleur plus jaunâtre, il a typiquement une densité apparente plus élevée et une porosité plus faible. Il est massif ou a une structure polyédrique subangulaire faiblement développée et une classe de résistance à la rupture ferme à l'état humide.

Des indices d'illuviation d'argile comme des revêtements argileux sont généralement rares ou absents, de même que des faces de pression et d'autres marques de contrainte. Les limites de l'horizon ferrallique sont normalement graduelles à diffuses et peu de variation de couleur ou de texture est décelable au sein de l'horizon.

Informations complémentaires

Comme alternative au critère relatif aux minéraux altérables, une réserve totale en bases (TRB = calcium [Ca], magnésium [Mg], potassium [K] et sodium [Na] échangeables et minéraux) $< 25 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de sol peut être indicative.

Les horizons ferralliques contiennent normalement $< 10 \%$ d'argile dispersable à l'eau. A l'occasion, il peut y en avoir plus, mais alors ils ont un $\Delta\text{pH} (\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{eau}}) \geq 0$ ou un contenu assez élevé en carbone organique.

Les minéraux suivants sont des exemples de minéraux facilement altérables : tous les phyllosilicates 2:1, chlorites, sépiolites, palygorskites, allophanes, phyllosilicates 1:1 tri-octaédriques (serpentes), feldspaths, feldspathoïdes, minéraux ferromagnésiens, verres, zéolites, dolomite et apatite. Dans l'acception de l'expression minéraux altérables sont repris ces minéraux, plus instables sous climat humide que d'autres minéraux comme le quartz et les argiles 1:1, mais qui résistent mieux à l'altération que la calcite (Soil Survey Staff, 1999).

Sous lames minces, les horizons ferralliques présentent généralement un assemblage plasmique indifférencié dû au comportement isotrope des oxydes de Fe. La masse basale a généralement une microstructure granulaire dont la porosité est faite de vides d'entassement et de cavités en étoile, ainsi que des chenaux et des chambres dus à une forte bioturbation.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Certains *horizons argiques* remplissent tous les critères diagnostiques de l'horizon ferrallique.

Dans les horizons ferralliques, les teneurs en Al_{ox} , Fe_{ox} et Si_{ox} sont très faibles, ce qui les distingue des *horizons nitiques* et des couches avec des *propriétés andiques* ou *vitriques*.

Certains *horizons cambiques* ont une CEC faible ; cependant, la teneur en minéraux altérables ou la TRB est trop élevée pour un horizon ferrallique. Ces horizons montrent un stade avancé d'altération et forment une transition vers l'horizon ferrallique.

Dans les régions tropicales et subtropicales humides, les horizons ferralliques des sols bien drainés des hauts plateaux et montagnes peuvent être associés à des *horizons sombriques*.

Des processus redox peuvent faire évoluer les horizons ferralliques vers des *horizons plinthiques*. La plupart des *horizons plinthiques* remplissent aussi les critères diagnostiques d'un horizon ferrallique.

3.1.11 Horizon ferrique

Description générale

Un horizon ferrique (du latin *ferrum*, fer) s'est formé par des processus redox, actifs ou reliques, généralement engendrés par de l'eau stagnante ; il exprime des traits rédoximorphiques. La ségrégation du Fe (ou Fe et Mn) y a pris une telle ampleur que des traits oximorphiques (larges taches ou concrétions et/ou nodules distincts) sont apparus au sein des agrégats, rendant la matrice entre eux très appauvrie en Fe et Mn. L'horizon n'est pas nécessairement enrichi en Fe (ou Fe et Mn), mais le Fe (ou Fe et Mn) est concentré au sein des traits oximorphiques. D'habitude, une telle ségrégation entraîne une faible agrégation dans les zones appauvries en Fe et Mn ainsi qu'une compaction de l'horizon. Il se retrouve surtout dans les vieux paysages.

Critères diagnostiques

Un horizon ferrique est constitué de *matériau minéral* et :

1. est constitué d'au moins un sous-horizon présentant au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. ≥ 15 % de la surface exposée occupée par de larges taches (longueur moyenne de la plus grande dimension > 20 mm) au sein des agrégats, noires ou de hue Munsell plus rouge que 7.5YR et de chroma ≥ 5 (humides) ; **ou**
 - b. ≥ 5 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les concrétions et/ou nodules de toutes tailles et classes de cimentation) occupée par des concrétions et/ou des nodules avec une classe de cimentation au moins faible, de couleur rougeâtre et/ou noirâtre et d'un diamètre > 2 mm ;
- et*
2. ne fait pas partie d'un *horizon pétroplinthique, pisoplinthique* ou *plinthique* ;
- et*
3. a ≥ 15 cm d'épaisseur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Dans les régions tropicales ou subtropicales, les horizons ferriques peuvent tendre latéralement vers des *horizons plinthiques*. Dans les *horizons plinthiques*, les traits oximorphiques atteignent ≥ 15 % de la surface exposée. De plus, dans les *horizons plinthiques* une certaine teneur en Fe_{dith} est dépassée et/ou il y a induration irréversible en une couche cimentée de manière continue après exposition répétée à une alternance d'humectations et de dessiccations en présence libre d'oxygène. Si la quantité de concrétions et/ou de nodules avec une classe de cimentation au moins modérée atteint ≥ 40 % de la surface exposée, il s'agit d'un *horizon pisoplinthique*.

3.1.12 Horizon folique

Description générale

Un horizon folique (du latin *folium*, feuille) est constitué de *matériau organique* bien aéré. Il se forme en surface. Par endroits, il peut être couvert de *matériau minéral*. Les horizons foliques sont présents principalement sous climat frais ou à haute altitude.

Critères diagnostiques

Un horizon folique est constitué de *matériau organique* et :

1. est saturé en eau durant < 30 jours consécutifs la plupart des années et n'est pas drainé ; **et**
2. a ≥ 10 cm d'épaisseur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'horizon folique présente des caractéristiques similaires à celles de l'*horizon histique* ; mais l'*horizon histique* est saturé en eau durant au moins 30 jours consécutifs la plupart des années, ce qui génère une végétation complètement différente et donc du *matériau organique* de caractère différent.

Le *matériau organique* distingue l'horizon folique des horizons *cherniques*, *molliques* ou *umbriques* constitués de *matériau minéral*. Les horizons foliques peuvent présenter des *propriétés andiques* ou *vitriques*.

3.1.13 Horizon fragique

Description générale

Un horizon fragique (du latin *fragilis*, fragile) est un horizon subsuperficiel naturel, principalement non cimenté, avec des agrégats de grande taille et une porosité telle que les racines et l'eau de percolation ne peuvent pénétrer qu'entre les agrégats. Le caractère naturel exclut les semelles de labour et les couches compactées par le passage d'engins.

Critères diagnostiques

Un horizon fragique est constitué de *matériau minéral* et :

1. est constitué à ≥ 60 % (en volume), seuls ou en combinaison, d'agrégats prismatiques, colonnaires, polyédriques angulaires ou subangulaires, où les grosses racines sont absentes ; ces agrégats sont espacés horizontalement (distance de centre à centre) de ≥ 10 cm ; *et*
2. présente des signes de pédogenèse tels que définis au critère 3 de l'*horizon cambique*, au moins sur les faces des agrégats ; *et*
3. le matériau de sol entre les agrégats et ≥ 50 % du volume du sol agrégé ne sont pas cimentés ; *et*
4. les parties non cimentées ne se cimentent pas après alternance d'humectations et de dessiccations ; *et*
5. les parties non cimentées et agrégées se brisent de manière cassante et ont une classe de résistance à la rupture au moins ferme à l'état humide ; *et*
6. contient $< 0,5$ % (en masse) de *carbone organique du sol* ; *et*
7. ne présente aucune effervescence après ajout d'HCl 1 M ; *et*
8. a ≥ 15 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Un horizon fragique a une structure prismatique et/ou polyédrique. Dans certains horizons fragiques, les agrégats ont une densité apparente élevée. Dans d'autres, l'intérieur des agrégats peut avoir une porosité totale relativement élevée, mais la densité élevée de la bordure externe ne permet pas la continuité entre les pores situés au sein et hors des agrégats. Entre les prismes ou les polyèdres anguleux, existe une structure à agrégats moins développée ou une structure massive et souvent aussi une couleur plus claire. Il en résulte un système de boîte fermée (« closed box ») dont ≥ 60 % du volume du sol ne peut être exploré par les racines et ne permet pas la percolation de l'eau. Plusieurs raisons peuvent expliquer la formation d'une bordure externe dense : des revêtements argileux, des gonflements-retraits ou la pression des racines ne poussant que verticalement.

Il est essentiel qu'un volume adéquat du sol soit étudié au travers de sections verticales et horizontales, ces dernières révélant souvent un motif polygonal. Trois ou quatre de ces polygones (ou une coupe d'1 m²) sont suffisants pour évaluer correctement les critères volumiques repris dans la définition de l'horizon fragique.

Les horizons fragiques sont généralement loameux, mais une classe texturale de sable loameux ou argileuse n'est pas à exclure. Dans ce dernier cas, la minéralogie des argiles sera dominée par les kaolinites.

Les agrégats ont généralement une résistance à la pénétration ≥ 4 Mpa à la capacité au champ.

La faune est peu active dans l'horizon fragique, sauf parfois entre les agrégats.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Un horizon fragile peut se trouver sous (mais pas nécessairement directement) un *horizon albique, cambique, spodique* ou *argique*, à moins que le sol soit tronqué. Il peut chevaucher partiellement ou complètement un *horizon argique* et si c'est le cas, il peut avoir des *propriétés rétiques* ou des *glosses albélviques*. De nombreux horizons fragiles présentent des *conditions réductrices* et des *propriétés stagniques*.

Contrairement aux horizons fragiles, les *horizons plinthiques* s'indurent après alternance d'humectations et de dessiccations. Contrairement à l'horizon fragile, de nombreux autres horizons freinant les racines sont cimentés.

3.1.14 Horizon gypsique

Description générale

Un horizon gypsique (du grec *gypsos*, gypse) est un horizon non cimenté contenant des accumulations de gypse secondaire ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sous différentes formes. Il peut être un horizon de surface ou subsuperficiel.

Critères diagnostiques

Un horizon gypsique est constitué de *matériau minéral* et :

1. $a \geq 5$ % de gypse (rapporté à la terre fine plus les accumulations de gypse secondaire de toutes tailles et classes de cimentation) ;
et
2. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. remplit les critères diagnostiques des *propriétés protogypsiques* ; **ou**
 - b. a une teneur en gypse ≥ 5 % plus élevée (en absolu, rapporté à la terre fine plus les accumulations de gypse secondaire de toutes tailles et classes de cimentation) que celle d'une couche sous-jacente non séparée par une *discontinuité lithique* ;
et
3. a un produit de l'épaisseur (en centimètres) par la teneur en gypse (pourcentage en masse) ≥ 150 ;
et
4. ne fait pas partie d'un *horizon pétrogypsique* ;
et
5. $a \geq 15$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

L'identification de gypse secondaire est décrite en Annexe 1 (Chapitre 8.4.26). Les accumulations peuvent prendre des formes distinctes ou un aspect de farine. Ce dernier cas donnera une structure massive à l'horizon gypsique.

A l'œil nu, les cristaux de gypse peuvent être pris erronément pour du quartz. Le gypse est tendre et peut être facilement entaillé au couteau ou cassé entre l'ongle du pouce et l'index. Le quartz est dur et ne peut être brisé qu'à coups de marteau.

Informations complémentaires

La procédure recommandée pour déterminer le gypse en laboratoire (Annexe 2, Chapitre 9.10) extrait également l'anhydrite, considérée comme d'origine essentiellement primaire.

L'étude de lames minces sera utile pour établir la présence de gypse secondaire sous forme de traits pédologiques individuels ou d'accumulations généralisées dans la masse du sol.

Si l'accumulation de gypse est telle que la (quasi) totalité de la structure pédologique et/ou lithologique disparaît et que dominant des concentrations continues de gypse, le qualificatif *Hypergypsic* est employé.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Lorsque des horizons gypsiques s'indurent de manière continue, ils se transforment progressivement en *horizon pétrogypsique*, de structure massive ou lamellaire. Des horizons gypsique et *pétrogypsique* peuvent se superposer. Des accumulations de gypse secondaire, inadéquates pour un horizon gypsique, peuvent remplir les critères diagnostiques des *propriétés protogypsiques*, comme c'est déjà le cas pour la plupart des horizons gypsiques. Du *matériau gypsirique* comprend du gypse primaire.

Dans les régions sèches, les horizons gypsiques peuvent être associés à des *horizons calciques* et/ou *saliques*. Généralement, les horizons *calcique* et gypsique occupent des positions différentes dans le profil car la solubilité du carbonate de calcium est moindre que celle du gypse. Normalement, il est facile de les distinguer par leur morphologie (voir *horizon calcique*). Les horizons *salique* et gypsique occupent également des positions différentes dans le profil, du fait de leurs solubilités différentes.

3.1.15 Horizon histique

Description générale

Un horizon histique (du grec *histos*, tissu) est constitué de *matériau organique* mal aéré. Il se forme en surface. Par endroits, il peut être couvert de *matériau minéral*.

Critères diagnostiques

Un horizon histique est constitué de *matériau organique* et :

1. est saturé en eau durant ≥ 30 jours consécutifs la plupart des années ou est drainé ; **et**
2. a ≥ 10 cm d'épaisseur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons histiques présentent des caractéristiques similaires à celles de l'*horizon folique* ; mais l'*horizon folique* est saturé en eau durant moins de 30 jours consécutifs la plupart des années, ce qui génère une végétation complètement différente et donc du *matériau organique* de caractère différente. Les horizons histiques peuvent présenter des *propriétés andiques* ou *vitriques*.

3.1.16 Horizon hortique

Description générale

Un horizon hortique (du latin *hortus*, jardin) est un horizon minéral de surface créé par l'activité humaine : travail du sol en profondeur, fertilisation intense et/ou application longue et continue de déchets humains et animaux et d'autres résidus organiques (ex. fumier, déchets de cuisine, compost et matières fécales humaines).

Critères diagnostiques

Un horizon hortique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et a :

1. une valeur et un chroma Munsell humides ≤ 3 ; **et**
2. ≥ 1 % de *carbone organique du sol* ; **et**
3. ≥ 120 mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3 dans les 20 cm supérieurs ; **et**
4. un taux de saturation en bases (NH₄OAc 1 M, pH 7) ≥ 50 % ; **et**
5. des galeries d'animaux, des coprolithes ou d'autres traces d'activité faunique sur ≥ 25 % de la surface exposée (moyenne pondérée) ; **et**
6. ≥ 20 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

L'horizon hortique est complètement mélangé. Les tessons et autres *artéfacts* (souvent usés) sont fréquents.

Des traces de façons culturales et des signes de mélange du sol peuvent être visibles.

Informations complémentaires

120 mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3 correspondent plus ou moins à 43,6 mg kg⁻¹ P ou 100 mg kg⁻¹ P₂O₅ dans l'extrait Olsen (Kabala et al., 2018), qui était le critère dans les éditions précédentes de la WRB.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Certains horizons hortiques peuvent aussi remplir les critères diagnostiques d'un *horizon pretique*, *terrique*, *mollique* ou *chernique*.

3.1.17 Horizon hydragrique

Description générale

Un horizon hydragrique (du grec *hydor*, eau, et du latin *ager*, champ) est un horizon subsuperficiel qui résulte de la culture sous eau.

Critères diagnostiques

Un horizon hydragrique est constitué de *matériau minéral* et :

1. est surmonté par un *horizon anthraquique* ;
et
2. est constitué d'au moins un sous-horizon ayant chacun au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. des traits réductimorphiques avec une valeur Munsell ≥ 4 et un chroma ≤ 2 (humides) sur les parois des biopores ;
ou
 - b. des traits oximorphiques sur ≥ 15 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) :
 - i. situés principalement au sein des agrégats ; *et*
 - ii. avec un hue Munsell ≥ 2.5 plus rouge et un chroma ≥ 1 plus élevé (humides) que le matériau environnant ;
ou
 - c. des traits oximorphiques sur ≥ 15 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) :
 - i. situés principalement sur les parois des biopores et, si des agrégats sont présents, principalement sur ou près de leurs faces ; *et*
 - ii. avec un hue Munsell ≥ 2.5 plus rouge et un chroma ≥ 1 plus élevé (humides) que le matériau environnant ;
ou
 - d. une teneur en Fe_{dith} $\geq 1,5$ fois et/ou en Mn_{dith} ≥ 3 fois celle de l'horizon de surface (moyenne pondérée sur la couche mise en boue de l'*horizon anthraquique* susjacent) ;
et
3. a ≥ 10 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

L'horizon hydragrique se forme sous la semelle de labour d'un *horizon anthraquique*. Les caractéristiques reprises au point 2 des critères diagnostiques surviennent rarement ensemble dans une même couche, mais sont souvent distribuées dans plusieurs sous-horizons. Les principaux sous-horizons ont des traits réductimorphiques dans les pores, avec un hue Munsell de 2.5Y ou plus jaune et un chroma ≤ 2 (humides), et/ou des concentrations d'oxydes de Fe et/ou Mn au sein des agrégats résultant de l'environnement oxydant.

D'habitude, les faces des agrégats présentent des revêtements gris composés d'argile, de limon fin et de matière organique.

Informations complémentaires

Le manganèse et/ou le fer réduits migrent lentement dans l'horizon hydrique, passant au travers de la semelle de labour de l'*horizon anthracique* susjacent ; le manganèse tend à migrer plus bas que le fer. Au sein de l'horizon hydrique, le manganèse et le fer migrent davantage à l'intérieur des agrégats où ils sont oxydés. Dans la partie inférieure, les sous-horizons peuvent être influencés par la nappe.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'horizon hydrique se trouve sous un *horizon anthracique*.

3.1.18 Horizon irrigrique

Description générale

Un horizon irrigrique (du latin *irrigare*, irriguer, et *ager*, champ) est un horizon minéral de surface qui se développe graduellement via des applications continues d'eau d'irrigation chargée en sédiments, comprenant souvent des *artéfacts* et une quantité significative de matière organique.

Critères diagnostiques

Un horizon irrigrique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et :

1. a, seule ou en combinaison, dans ≥ 90 % (en volume) :
 - a. une structure à agrégats ; **ou**
 - b. une structure motteuse ou d'autres éléments structuraux créés par les pratiques agricoles ;**et**
2. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. une teneur en argile ≥ 10 % (en relatif) et ≥ 3 % (en absolu) plus élevée que celle de la couche directement enfouie par l'horizon irrigrique ; **ou**
 - b. une teneur en argile fine ≥ 10 % (en relatif) et ≥ 3 % (en absolu) plus élevée que celle de la couche directement enfouie par l'horizon irrigrique ;**et**
3. montre des différences dans les teneurs en sable moyen, sable fin, sable très fin, limon, argile et carbonates < 20 % (en relatif) ou < 4 % (en absolu) entre les sous-horizons ;
et
4. a les deux caractéristiques suivantes :
 - a. $\geq 0,3$ % de *carbone organique du sol* ; **et**
 - b. une moyenne pondérée en *carbone organique du sol* $\geq 0,5$ % ;**et**
5. a des galeries d'animaux, des coprolithes ou d'autres traces d'activité faunique sur ≥ 25 % de la surface exposée (moyenne pondérée) ;
et
6. a des signes de surélévation de la surface du sol ;
et
7. a ≥ 20 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les sols à horizon irrigrique présentent des signes de surélévation de la surface du sol, qui peuvent être déduits d'observations de terrain ou de documents historiques. L'horizon irrigrique présente des signes d'une forte

activité biologique. Sa limite inférieure est nette et des dépôts liés à l'irrigation ou des sols enfouis peuvent se trouver en dessous.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du fait de labours à répétition, les horizons irrigriques se distinguent des *matériaux fluviatiques* par l'absence de stratification continue. Certains horizons irrigriques peuvent aussi être qualifiés de *mollique* ou d'*umbrique*, selon leur taux de saturation en bases.

3.1.19 Horizon limonique

Description générale

Un horizon limonique (du grec *leimon*, prairie) se développe dans des couches avec des *propriétés gleyiques* et des traits oximorphiques. Du Fe et/ou Mn réduits migrent avec la remontée de nappe, s'oxydent et s'accumulent en telle quantité qu'au moins certaines parties des zones d'accumulation s'indurent. Il prend classiquement le nom de fer des marais.

Critères diagnostiques

Un horizon limonique :

1. a des traits oximorphiques sur ≥ 50 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) :
 - a. noirs, entourés de matériau plus clair ; **ou**
 - b. avec un hue Munsell ≥ 2.5 unités plus rouge et un chroma ≥ 1 unité plus élevé (humides) que le matériau environnant ; **ou**
 - c. avec un hue Munsell ≥ 2.5 unités plus rouge et un chroma ≥ 1 unité plus élevé (humides) que la matrice de la couche directement sous-jacente ;

et
 2. ces traits oximorphiques présentent au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. ils sont situés principalement sur les parois d'(anciens) biopores et, si des agrégats sont ou ont été présents, principalement sur ou près de leurs (anciennes) faces ;

ou

 - b. ils surmontent une couche dont ≥ 95 % de la surface exposée a des traits réductimorphiques avec les couleurs Munsell humides suivantes :
 - i. un hue = N, 10Y, GY, G, BG, B ou PB ; **ou**
 - ii. un hue = 2.5Y ou 5Y et un chroma ≤ 2 ;

et
 3. est cimenté avec une classe de cimentation au moins modérée dans ≥ 25 % du volume (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) ;
- et**
4. $a \geq 2,5$ % $Fe_{dith} + Mn_{dith}$ (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) ;
- et**
5. $a \geq 2,5$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons limoniques présentent les caractéristiques typiques des couches avec des *propriétés gleyiques* et des traits oximorphiques.

De plus, ils sont partiellement cimentés.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons limoniques se développent dans des couches avec des *propriétés gleyiques* et des traits oximorphiques. Le processus de remontée de nappe peut être actif ou relique. Les horizons limoniques diffèrent des *horizons tsiteliques* qui ne sont pas cimentés et qui ont une faible densité apparente quand ils sont de texture fine. Les horizons limoniques, en particulier ceux à oxydes de Mn, peuvent ressembler aux *horizons spodiques*, mais la translocation d'Al typique des *horizons spodiques* est absente. En revanche, un horizon limonique peut chevaucher un *horizon spodique*, en particulier sa partie inférieure.

3.1.20 Horizon mollique

Description générale

Un horizon mollique (du latin *mollis*, doux) est un horizon de surface assez épais, de couleur foncée, à taux de saturation en bases élevé et à teneur modérée à élevée en matière organique.

Critères diagnostiques

Un horizon mollique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et a :

1. seule ou en combinaison, dans ≥ 50 % (en volume) :
 - a. une structure à agrégats dont la taille moyenne est ≤ 10 cm ; **ou**
 - b. une structure motteuse ou d'autres éléments structuraux créés par les pratiques agricoles ;
et
2. $\geq 0,6$ % de *carbone organique du sol* ;
et
3. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell humide ≤ 3 et sèche ≤ 5 , et un chroma humide ≤ 3 ;
ou
 - b. toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. une somme de l'équivalent carbonate de calcium et du gypse ≥ 15 % et < 40 % ; **et**
 - ii. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell ≤ 3 et un chroma ≤ 3 (humides) ; **et**
 - iii. ≥ 1 % de *carbone organique du sol* ;
ou
 - c. toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. une somme de l'équivalent carbonate de calcium et du gypse ≥ 40 % et/ou une classe texturale de sable loameux ou plus grossière ; **et**
 - ii. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell ≤ 5 et un chroma ≤ 3 (humides) ; **et**
 - iii. $\geq 2,5$ % de *carbone organique du sol* ;
et
4. si une couche correspondant au matériau parental de l'horizon mollique est présente et a une valeur Munsell humide ≤ 4 , $\geq 0,6$ % (en absolu) en plus de *carbone organique du sol* que dans cette couche ;
et
5. un taux de saturation en bases ($\text{NH}_4\text{OAc } 1 \text{ M}$, pH 7) ≥ 50 % (moyenne pondérée) ;
et
6. une des épaisseurs suivantes :
 - a. ≥ 10 cm s'il surmonte directement une *roche continue*, du *matériau technique dur* ou un *horizon cryique, pétrocalcique, pétrodurique, pétrogypsique* ou *péтроlinthique* ; **ou**
 - b. ≥ 20 cm.

Identification sur le terrain

Un horizon mollique est facile à identifier par sa couleur foncée, due à l'accumulation de matière organique, par une structure bien développée dans la plupart des cas (généralement une structure grumeleuse ou polyédrique subangulaire), par une indication d'un taux de saturation en bases élevé (ex. $\text{pH}_{\text{eau}} > 6$) et par son épaisseur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Le taux de saturation en bases ≥ 50 % distingue l'horizon mollique de l'*horizon umbrique*, qui par ailleurs lui est similaire. La limite supérieure de la teneur en *carbone organique du sol* est de 20 %, qui est la limite inférieure pour du *matériau organique*.

Un cas particulier d'horizon mollique est l'*horizon chernique* qui nécessite une teneur plus élevée en *carbone organique du sol*, un chroma plus faible, une structure pédologique mieux développée, une teneur minimum en terre fine et une épaisseur minimum plus importante.

Certains *horizons hortiques, irragriques, pretiques* et *terriques* peuvent aussi être qualifiés d'horizon mollique.

3.1.21 Horizon natrique

Description générale

Un horizon natrique (de l'arabe *natroon*, sel) est un horizon subsuperficiel dense ayant une teneur en argile nettement plus élevée que dans les horizons susjaccents. Il présente une teneur élevée en Na échangeable et dans certains cas, une teneur assez élevée en Mg échangeable.

Critères diagnostiques

Un horizon natrique est constitué de *matériau minéral* et :

1. a une classe texturale de sable loameux ou plus fine et ≥ 8 % d'argile ;
et
2. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. une couche susjaccante de texture plus grossière ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. la couche de texture plus grossière n'est pas séparée de l'horizon natrique par une *discontinuité lithique* ; *et*
 - ii. si la couche de texture plus grossière surmonte directement l'horizon natrique, sa sous-couche la plus basse ne fait pas partie d'une couche de labour ; *et*
 - iii. si la couche de texture plus grossière ne surmonte pas directement l'horizon natrique, l'horizon de transition a une épaisseur ≤ 15 cm ; *et*
 - iv. si la couche de texture plus grossière a < 15 % d'argile, l'horizon natrique a ≥ 6 % (en absolu) d'argile en plus ; *et*
 - v. si la couche de texture plus grossière a ≥ 15 % et < 50 % d'argile, le rapport entre la teneur en argile dans l'horizon natrique et celle dans la couche de texture plus grossière est $\geq 1,4$; *et*
 - vi. si la couche de texture plus grossière a ≥ 50 % d'argile, l'horizon natrique a ≥ 20 % (en absolu) d'argile en plus ;
ou
 - b. des signes d'argile illuviée sous au moins une des formes suivantes :
 - i. des ponts d'argile reliant ≥ 15 % des grains de sable ; *ou*
 - ii. des revêtements d'argile couvrant ≥ 15 % des faces des agrégats, des éléments grossiers et/ou des parois des biopores ; *ou*
 - iii. sous lames minces, des corps argileux orientés (purs ou avec couches de limon intercalées) couvrant ≥ 1 % de la section et n'ayant pas subi de transport latéral après avoir été formés ; *ou*

- iv. un rapport argile fine / argile totale $\geq 1,2$ fois plus grand dans l'horizon natrique que ce même rapport dans l'horizon susjacent de texture plus grossière ;

et

- 3. a au moins une des caractéristiques suivantes :

- a. une structure colonnaire ou prismatique dans certaines parties de l'horizon ;

ou

- b. les deux caractéristiques suivantes :

- i. une structure polyédrique angulaire ou subangulaire ; *et*
- ii. des digitations d'une couche susjacent de texture plus grossière, dans lesquelles sont présents des grains de limon grossier ou de sable sans revêtements, pénétrant à $\geq 2,5$ cm dans l'horizon natrique ;

et

- 4. a une des caractéristiques suivantes :

- a. un pourcentage de Na échangeable (ESP) ≥ 15 dans l'entièreté de l'horizon natrique ou dans ses 40 cm supérieurs, selon l'épaisseur la moindre ;

ou

- b. les deux caractéristiques suivantes :

- i. plus de Mg et Na échangeables que de Ca et d'acidité échangeables (tamponnés à pH 8,2) dans l'entièreté de l'horizon natrique ou de ses 40 cm supérieurs, selon l'épaisseur la moindre ; *et*
- ii. un pourcentage de Na échangeable (ESP) ≥ 15 dans certains sous-horizons commençant à ≤ 50 cm sous la limite supérieure de l'horizon natrique ;

et

- 5. a une épaisseur d'au moins un dixième du *matériau minéral* susjacent, si présent, et une des caractéristiques suivantes :

- a. $\geq 7,5$ cm (s'il est composé de lamelles : épaisseur combinée à ≤ 50 cm de la limite supérieure de la lamelle située le plus haut) si l'horizon natrique a une classe texturale de loam sableux ou plus fine ;

ou

- b. ≥ 15 cm (s'il est composé de lamelles : épaisseur combinée à ≤ 50 cm de la limite supérieure de la lamelle située le plus haut).

Identification sur le terrain

La couleur de beaucoup d'horizons natriques va du brun au noir, en particulier dans leur partie supérieure, mais des couleurs plus claires ou allant du jaune au rouge peuvent également être observées. La structure est généralement colonnaire grossière ou prismatique grossière, par endroits polyédrique. Le sommet arrondi des agrégats est caractéristique. Souvent, ces derniers sont couverts d'une poudre blanchâtre provenant de l'horizon éluvial susjacent.

Ces caractéristiques de couleur et de structure dépendent de la composition des cations échangeables et de la teneur en sels solubles dans les couches inférieures. Souvent, des revêtements argileux épais et sombres sont présents, surtout dans la partie supérieure de l'horizon. De nombreux horizons natriques ont une faible stabilité structurale et une perméabilité très faible en conditions humides. A l'état sec, l'horizon natrique a une classe de résistance à la rupture au moins dure. Généralement, la réaction du sol est fortement alcaline avec un $\text{pH}_{\text{eau}} \geq 8,5$.

Informations complémentaires

L'horizon natrique est également caractérisé par un rapport d'adsorption du sodium (SAR) ≥ 13 . Le SAR est calculé à partir de mesures sur la solution du sol (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} en mmol/litre) : $\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / 2]^{0,5}$.

L'étude micromorphologique des horizons natriques montre un assemblage plasmique spécifique. La faible

stabilité structurale se manifeste par un système poral muni de nombreuses vésicules et cavités. Les traits pédologiques consistent en capsules argilo-limoneuses stratifiées, revêtements et remplissages ; intercalations d'argile et fragments de revêtements argileux dans la masse basale, suite à un effondrement partiel de la structure.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'horizon de surface peut être riche en matière organique, être épais de quelques centimètres à > 25 cm et être *mollique* ou *chernique*. Un *horizon albique* peut être présent entre l'horizon de surface et l'horizon natrique. Fréquemment une couche saline est présente sous l'horizon natrique. L'influence du sel peut s'étendre jusque dans l'horizon natrique qui dès lors devient également salin. Les sels présents peuvent être des chlorures, des sulfates ou des carbonates/bicarbonates.

L'ESP élevé dans la partie de l'horizon natrique contenant de l'humus illuvié le distingue de l'*horizon sombrique*.

3.1.22 Horizon nitique

Description générale

Un horizon nitique (du latin *nitidus*, luisant) est un horizon subsuperficiel riche en argile. Il présente une structure polyédrique modérément à fortement développée, se divisant en éléments polyédriques ou fusiformes avec de nombreuses faces de pression luisantes.

Critères diagnostiques

Un horizon nitique est constitué de *matériau minéral* et :

1. $a \geq 30$ % d'argile ;
et
2. a, seule ou en combinaison :
 - a. une structure polyédrique angulaire ou subangulaire modérée à forte, se divisant en sous-structure polyédrique ou fusiforme avec des faces de pression (surfaces luisantes) sur ≥ 25 % des surfaces des agrégats de la sous-structure ; *ou*
 - b. une structure polyédrique avec des faces de pression (surfaces luisantes) sur ≥ 25 % des surfaces des agrégats ;*et*
3. a toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. ≥ 4 % Fe_{dith} (« fer libre ») ; *et*
 - b. $\geq 0,2$ % Fe_{ox} (« fer actif ») ; *et*
 - c. un rapport $Fe_{ox} / Fe_{dith} \geq 0,05$;*et*
4. ne fait pas partie d'un *horizon plinthique* ;
et
5. $a \geq 30$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Un horizon nitique a ≥ 30 % d'argile, mais peut sembler loameux. Une différence faible de teneur en argile avec les horizons sus- et sous-jacents et des transitions graduelles ou diffuses sont des caractéristiques typiques. De même, le changement de couleur avec les horizons sus- et sous-jacents n'est pas abrupt. Les couleurs ont une valeur faible, des hues (humides) souvent de 2.5YR, mais parfois plus rouges ou plus jaunes. La structure est polyédrique modérée à forte, se divisant en éléments polyédriques ou fusiformes montrant des faces de pression luisantes. De plus, des revêtements argileux peuvent être décelés. Les horizons nitiques ne subissent

pas de *conditions réductrices* mais peuvent présenter des traits oximorphiques reliques comme des concrétions et des nodules d'oxydes de Fe et Mn.

Informations complémentaires

De nombreux horizons nitiques présentent une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) $< 36 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile, voire $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile. La somme des bases échangeables (NH_4OAc 1 M, pH 7) plus Al échangeable (KCl 1 M, non tamponné) vaut environ la moitié de la CEC. La CEC faible à modérée reflète la prédominance des argiles 1:1 (kaolinite et/ou [meta-]halloysite). De nombreux horizons nitiques ont un rapport argile dispersable à l'eau / argile totale $< 0,1$. Au microscope, l'assemblage plasmique peut être strié. Si présents, les revêtements argileux forment normalement de fines couches autour des agrégats ou peuvent être inclus dans la matrice.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'horizon nitique peut être considéré comme un *horizon cambique* fortement exprimé, avec des propriétés spécifiques, comme une teneur élevée en fer extrait à l'oxalate (fer actif). Les horizons nitiques peuvent exhiber des revêtements argileux et peuvent remplir les critères d'un *horizon argique*, bien que la teneur en argile dans l'horizon nitique ne soit guère plus élevée que dans l'horizon susjacent. Sa minéralogie (kaolinite/[meta-]halloysite) le distingue de la plupart des *horizons vertiques*, qui ont une minéralogie surtout smectitique et se retrouvent généralement dans des climats à saison sèche plus prononcée. Cependant, les horizons nitiques peuvent tendre latéralement vers des *horizons vertiques* dans le bas du paysage. La structure pédologique bien exprimée, la teneur élevée en fer extrait à l'oxalate et, dans certains cas, la CEC moyenne dans les horizons nitiques les distinguent des *horizons ferralliques*. Les horizons nitiques sont très différents des *horizons cohésiques*, qui peuvent aussi être riches en argile. Les horizons nitiques des sols bien drainés des hauts plateaux et des montagnes des régions tropicales et subtropicales humides peuvent être associés aux *horizons sombriques*.

3.1.23 Horizon panpaïque

Description générale

Un horizon panpaïque (du Quechua *p'anpay*, enfouir) est un horizon minéral de surface enfoui à teneur élevée en matière organique, qui s'est formé avant d'avoir été enfoui. Il est considéré comme horizon diagnostique, même si son enfouissement est dû à un phénomène géologique et non à un processus de pédogenèse.

Critères diagnostiques

Un horizon panpaïque est un horizon de surface enfoui constitué de *matériau minéral* et a :

1. $\geq 0,2 \%$ de *carbone organique du sol* ; **et**
2. une teneur en *carbone organique du sol* $\geq 25 \%$ (en relatif) et $\geq 0,2 \%$ (en absolu) plus élevée que dans la couche susjacente ; **et**
3. une *discontinuité lithique* à sa limite supérieure ; **et**
4. $\geq 5 \text{ cm}$ d'épaisseur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Certains horizons panpaïques remplissent aussi les critères de l'*horizon chernique*, *mollique* ou *umbrique*. Ils diffèrent de l'*horizon sombrique* qui n'a pas de *discontinuité lithique* à sa limite supérieure. Un horizon panpaïque peut faire partie de couches de *matériau fluviatique*.

3.1.24 Horizon pétrocalcique

Description générale

Un horizon pétrocalcique (du grec *petros*, roche, et du latin *calx*, chaux) est cimenté par du carbonate de calcium et à certains endroits aussi par du carbonate de magnésium. Il est de nature massive ou lamellaire et présente une résistance très élevée à la pénétration.

Critères diagnostiques

Un horizon pétrocalcique est constitué de *matériau minéral* et :

1. produit une forte effervescence après ajout d'HCl 1 M ;
et
2. est cimenté, au moins en partie, par des carbonates secondaires, avec une classe de cimentation au moins modérée ;
et
3. est suffisamment continu pour que les éventuelles fentes verticales soient espacées horizontalement de ≥ 10 cm en moyenne et occupent < 20 % du volume (sol entier) ;
et
4. de grosses racines y sont absentes, sauf éventuellement le long des fentes verticales ;
et
5. a une des épaisseurs suivantes
 - a. ≥ 1 cm s'il est laminaire et surmonte directement une *roche continue* ; **ou**
 - b. ≥ 10 cm.

Identification sur le terrain

Les horizons pétrocalciques se présentent comme des calcrètes non lamellaires (massives ou nodulaires) ou comme des calcrètes lamellaires, dont les types les plus fréquents sont :

Calcrète lamellaire : couches pétrifiées superposées et distinctes, d'épaisseurs allant de quelques millimètres à plusieurs centimètres, et de couleur généralement blanche ou rose.

Calcrète lamellaire pétrifiée : une ou plusieurs couches extrêmement pétrifiées, de couleur grise ou rose. Elles sont généralement plus cimentées que les calcrètes lamellaires et sont très massives (absence de structures lamellaires fines, mais des structures lamellaires grossières peuvent être présentes).

Dans les horizons pétrocalciques, les pores non capillaires sont remplis et la conductivité hydraulique est modérément lente à très lente.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Dans les régions arides, les horizons pétrocalciques peuvent être associés à des *horizons (pétro-)duriques* vers lesquels ils tendent latéralement. L'agent de cimentation distingue les horizons pétrocalciques des *horizons duriques*. Dans les horizons pétrocalciques, le carbonate de calcium et parfois de magnésium constitue l'agent principal de cimentation ; de la silice peut accessoirement être présente. Dans les *horizons (pétro-)duriques*, la silice est l'agent principal de cimentation, avec ou sans carbonate de calcium. Les horizons pétrocalciques sont également associés à des *horizons gypsiques* ou *pétrogypsiques*.

Les horizons présentant une accumulation importante de carbonates secondaires, sans cimentation continue, sont appelés *horizons calciques*.

3.1.25 Horizon pétrodurique

Description générale

Un horizon pétrodurique (du grec *petros*, roche, et du latin *durus*, dur), également appelé duripan (USA) ou dorbank (Afrique du Sud), est un horizon subsuperficiel, généralement de couleur rougeâtre ou brun rougeâtre, cimenté principalement par de la silice secondaire illuviale (SiO_2 , vraisemblablement de l'opale et des formes microcristallines de silice). Du carbonate de calcium peut être présent en tant qu'agent de cimentation complémentaire.

Critères diagnostiques

Un horizon pétrodurique est constitué de *matériau minéral* et :

1. $a \geq 1$ % (surface exposée, rapporté à la terre fine plus les accumulations de silice secondaire de toutes tailles et classes de cimentation) d'accumulation de silice secondaire visible ;
et
2. a les deux critères suivants :
 - a. séché à l'air, < 50 % (en volume) se désagrège dans HCl 1 M, même après immersion prolongée, *et*
 - b. séché à l'air, ≥ 50 % (en volume) se désagrège dans KOH ou NaOH chauds concentrés, à tout le moins en alternance avec HCl 1 M ;
et
3. est cimenté, au moins en partie, par de la silice secondaire, avec une classe de cimentation au moins faible, à la fois avant et après traitement à l'acide ;
et
4. est suffisamment continu pour que les éventuelles fentes verticales soient espacées horizontalement de ≥ 10 cm en moyenne et occupent < 20 % du volume (sol entier) ;
et
5. de grosses racines y sont absentes, sauf éventuellement le long des fentes verticales ;
et
6. $a \geq 1$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

L'identification de silice secondaire est décrite en Annexe 1 (Chapitre 8.4.27). Après application d'HCl 1 M, l'effervescence éventuellement produite n'est généralement pas aussi vigoureuse que pour les *horizons pétrocalciques*, qui lui ressemblent. Dans des environnements très secs, les horizons pétroduriques sont typiquement lamellaires. Dans des environnements moins secs, des fentes verticales sont plus fréquentes. Il oppose généralement une résistance élevée à la pénétration.

Informations complémentaires

Si de la silice et des carbonates agissent ensemble comme agents de cimentation, l'horizon pétrodurique ne se désagrègera qu'après immersion alternative dans des solutions chaudes et concentrées de KOH ou NaOH (pour dissoudre la silice) et une solution d'HCl (pour dissoudre les carbonates). En l'absence de carbonates, KOH ou NaOH seuls suffiront à désagréger l'horizon pétrodurique.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Sous climats arides, les horizons pétroduriques peuvent être associés à des *horizons pétrocalciques* vers lesquels ils tendent latéralement, et/ou à des *horizons calciques* ou *gypsiques*. Des fragments d'horizon pétrodurique ou des durinodes forment un *horizon durique*. Des horizons pétroduriques peuvent se former à partir de cendres volcaniques et peuvent être surmontés par des couches avec des *propriétés andiques* ou *vitriques*.

3.1.26 Horizon pétrogypsiq

Description générale

Un horizon pétrogypsiq (du grec *petros*, roche, et *gypsos*, gypse) est un horizon cimenté contenant des accumulations de gypse secondaire ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Critères diagnostiques

Un horizon pétrogypsiq est constitué de *matériau minéral* et :

1. $a \geq 40$ % de gypse (rapporté à la terre fine plus les accumulations de gypse secondaire de toutes tailles et classes de cimentation) ; *et*
2. $a \geq 1$ % (surface exposée) de gypse secondaire visible ; *et*
3. est cimenté, au moins en partie, par du gypse secondaire, avec une classe de cimentation au moins extrêmement faible ; *et*
4. est suffisamment continu pour que les éventuelles fentes verticales soient espacées horizontalement de ≥ 10 cm en moyenne et occupent < 20 % du volume (sol entier) ; *et*
5. de grosses racines sont absentes, sauf éventuellement le long des fentes verticales ; *et*
6. $a \geq 10$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons pétrogypsiqs sont cimentés, blanchâtres et composés principalement de gypse. De vieux horizons pétrogypsiqs peuvent être couverts d'une couche mince, laminaire, de gypse nouvellement précipité. L'identification de gypse secondaire est décrite en Annexe 1 (Chapitre 8.4.26).

Informations complémentaires

La procédure recommandée pour déterminer le gypse en laboratoire (Annexe 2, Chapitre 9.10) extrait également l'anhydrite, considérée comme d'origine essentiellement primaire.

Sous lames minces, l'horizon pétrogypsiq montre une masse basale composée de cristaux de gypse imbriqués avec un assemblage plasmique hypidiotopique ou xénotopique, mélangés à des quantités variables de matériau détritique.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Vu que les horizons pétrogypsiqs évoluent au départ d'*horizons gypsiqs*, ils en sont proches. Les horizons pétrogypsiqs sont fréquemment associés aux *horizons (pétro-)calciqs*. Généralement, les accumulations de carbonate de calcium et de gypse occupent des positions différentes dans le profil car la solubilité du carbonate de calcium est moindre que celle du gypse. Normalement, il est facile de les distinguer par leur morphologie (voir *horizon calciq*).

3.1.27 Horizon pétroplinthique

Description générale

Un horizon pétroplinthique (du grec *petros*, roche, et *plinthos*, brique) est une couche continue ou fracturée de matériau cimenté majoritairement par des (hydr-)oxydes de Fe (et parfois également de Mn) et où la matière organique est absente ou présente qu'à l'état de traces. Il s'est formé par cimentation continue d'un *horizon plinthique* ou *pisoplinthique*. La cristallisation prononcée des oxydes engendre une résistance très forte à la pénétration. Des noms courants attribués à des horizons de nature pétroplinthique sont « latérite » ou « ironstone ».

Critères diagnostiques

Un horizon pétroplinthique est constitué de *matériau minéral* et :

1. présente des traits oximorphiques au sein d'(anciens) agrégats, partiellement interconnectés et de couleur rougeâtre, jaunâtre et/ou noirâtre ;
et
2. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. $\geq 2,5$ % Fe_{dith} (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) ; *ou*
 - b. ≥ 10 % Fe_{dith} au sein des traits oximorphiques ;*et*
3. a un rapport $Fe_{ox} / Fe_{dith} < 0,1$ dans la terre fine ou au sein des traits oximorphiques ;
et
4. est cimenté avec une classe de cimentation au moins très forte ;
et
5. est suffisamment continu pour que les éventuelles fentes verticales soient espacées horizontalement de ≥ 10 cm en moyenne et occupent < 20 % du volume (sol entier) ;
et
6. de grosses racines y sont absentes, sauf éventuellement le long des fentes verticales ;
et
7. a ≥ 10 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons pétroplinthiques sont extrêmement durs (forte résistance à la pénétration) et ont des couleurs typiques allant du brun rouille au brun jaunâtre. Tantôt ils sont massifs, tantôt ils présentent un réseau de nodules interconnectés enrobant du matériau dont la résistance à la pénétration est moindre. Ils peuvent être fracturés. Les racines ne se trouvent généralement que dans les fentes verticales. La résistance à la pénétration est $\geq 4,5$ MPa dans ≥ 50 % du volume de la terre fine. Avec une telle valeur minimale, la résistance à la rupture ne faiblira pas après humectation (voir Asiamah, 2000).

Informations complémentaires

Le rapport Fe_{ox} / Fe_{dith} a été estimé d'après les données de Varghese & Byju (1993).

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons pétroplinthiques sont proches des *horizons plinthiques* et *pisoplinthiques* desquels ils dérivent. Par endroits, les *horizons plinthiques* peuvent être tracés en suivant les couches pétroplinthiques qui se sont formées notamment dans les talus routiers.

Le faible rapport Fe_{ox} / Fe_{dith} distingue l'horizon pétroplinthique des *horizons spodiques* indurés (qualificatifs Ortsteinic et Placic) qui, de plus, ont une teneur importante en matière organique. Les *horizons limoniques* ont également des rapport Fe_{ox} / Fe_{dith} plus élevés.

3.1.28 Horizon pisoplinthique

Description générale

Un horizon pisoplinthique (du latin *pisum*, pois, et du grec *plinthos*, brique) contient une grande quantité de concrétions et/ou de nodules qui sont au moins modérément cimentés par des (hydr-)oxydes de Fe (et parfois également de Mn). Il peut également contenir des fragments d'un *horizon pétroplinthique* démantelé.

Critères diagnostiques

Un horizon pisoplinthique est constitué de *matériau minéral* et :

1. a, seuls ou en combinaison, ≥ 40 % du volume (sol entier) occupé par :
 - a. des concrétions et/ou des nodules jaunâtres, rougeâtres et/ou noirâtres ; **ou**
 - b. des fragments d'un *horizon pétroplinthique* démantelé, d'un diamètre > 2 mm avec une classe de cimentation au moins modérée ;

et
2. ne fait pas partie d'un *horizon pétroplinthique* ;
et
3. a ≥ 15 cm d'épaisseur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Un horizon pisoplinthique se forme lorsque les concrétions distinctes et/ou les nodules d'un *horizon plinthique* atteignent un certain pourcentage et une classe de cimentation au moins modérée. La classe de cimentation et la quantité de concrétions et/ou de nodules le distinguent de l'*horizon ferrique*. Si les concrétions et/ou les nodules sont suffisamment interconnectés, l'horizon pisoplinthique devient un *horizon pétroplinthique*. Un horizon pisoplinthique peut aussi se former par démantèlement d'un *horizon pétroplinthique*.

3.1.29 Horizon plaggique

Description générale

Un horizon plaggique (du bas allemand *plaggen*, matériau collecté par étrépage) est un horizon minéral de surface noir ou brun qui résulte de l'activité humaine. Dans les terres pauvres du nord-ouest de l'Europe centrale, des matériaux de surface ont souvent été employés comme litière pour animaux et ce depuis le Moyen Age jusqu'à l'introduction des engrais minéraux au début du XX^{ème} siècle. Ces matériaux étaient composés de végétation herbacée et arbustive naine, ainsi que du chevelu racinaire et des particules de sol organiques et minérales qui y sont attachées. Le mélange de ces matériaux avec les excréments était ensuite répandu sur les champs. Le matériau ainsi apporté a produit à la longue un horizon d'une épaisseur appréciable (> 100 cm par endroits) riche en *carbone organique du sol*. Le taux de saturation en bases est typiquement faible.

Critères diagnostiques

Un horizon plaggique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et :

1. a une classe texturale de sable, de sable loameux, de loam sableux ou de loam, ou une combinaison de ces classes texturales ;
et
2. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. contient des *artefacts*, mais < 20 % du volume (sol entier) ; **ou**
 - b. a ≥ 100 mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3 dans les 20 cm supérieurs ; **ou**
 - c. a dans sa partie inférieure des marques de bêche ou de fourche, des vestiges de couche de labour ou d'autres signes de pratiques culturelles anciennes ;

et
3. a une valeur Munsell humide ≤ 4 et sèche ≤ 5 et un chroma humide ≤ 4 ;
et
4. a $\geq 0,6$ % de *carbone organique du sol* ;
et
5. a un taux de saturation en bases (NH₄OAc 1 M, pH 7) < 50 %, à moins que le sol ait été chaulé ou ait reçu des engrais minéraux ;
et

6. montre clairement que la surface du sol a été surélevée ;

et

7. $a \geq 20$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

L'horizon plaggique a des couleurs brunâtres à noirâtres liées à l'origine des matériaux sources. Il peut contenir des *artéfacts*, mais moins de 20 %. Généralement, sa réaction est légèrement à fortement acide. Le pH a parfois été relevé suite à un chaulage récent, mais permettant rarement d'atteindre un taux de saturation en bases élevé. Dans sa partie basse, il présente des signes de façons culturales anciennes comme des marques de bêche ou de fourche ainsi que d'anciennes couches de labour. Souvent les horizons plaggiques surmontent des sols enfouis dont les couches de surface originelles peuvent se mélanger au plaggen. Parfois, des fossés ont été creusés dans le sol enfoui pour l'améliorer. La limite inférieure est toujours claire à abrupte.

Informations complémentaires

La plupart du temps, la classe texturale est un sable ou un sable loameux. Un loam sableux ou un loam sont rares. Le *carbone organique du sol* peut comprendre le carbone ajouté avec le plaggen. 100 mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3 (les mêmes valeurs que celles de l'*horizon pretique*) correspondent plus ou moins à 143 mg kg⁻¹ P ou 327 mg kg⁻¹ P₂O₅ dans l'acide citrique 1 % (Kabala et al., 2018). Initialement, l'horizon plaggique a un taux de saturation en bases faible. S'il est chaulé ou fertilisé, ce critère est négligé.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Après chaulage, certains horizons plaggiques peuvent remplir les critères de l'*horizon terrique*, mais ce dernier montre généralement une plus forte activité biologique. Certains horizons plaggiques peuvent contenir du black carbon et remplir les critères de l'*horizon pretique*. Certains horizons plaggiques peuvent aussi être qualifiés d'*horizon umbrique* voire d'*horizon mollique*.

3.1.30 Horizon plinthique

Description générale

Un horizon plinthique (du grec *plinthos*, brique) est un horizon subsuperficiel riche en (hydr-)oxydes de Fe (et parfois également de Mn) et pauvre en humus. La fraction argileuse est dominée par la kaolinite, accompagnée d'autres produits issus d'une forte altération, comme la gibbsite. Il peut contenir du quartz. L'horizon plinthique s'est formé par des processus redox, actifs ou reliques, généralement engendrés par de l'eau stagnante ; il exprime des traits rédoximorphiques. L'horizon plinthique n'est pas cimenté de manière continue. Soumis à une alternance d'humectations et de dessiccations en présence libre d'oxygène, les oxydes cristallisent davantage, menant à une cimentation continue de l'horizon.

Critères diagnostiques

Un horizon plinthique est constitué de *matériau minéral* et :

1. présente sur ≥ 15 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) des traits oximorphiques au sein d'(anciens) agrégats, noirs ou avec un hue plus rouge et un chroma plus élevé que le matériau environnant ;

et

2. a au moins une des caractéristiques suivantes :

a. $\geq 2,5$ % Fe_{dith} (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) ; **ou**

b. ≥ 10 % Fe_{dith} au sein des traits oximorphiques ; **ou**

- c. une induration irréversible en horizon cimenté de manière continue avec une classe de cimentation au moins forte après alternance d'humectations et de dessiccations ;
- et*
- 3. a un rapport $Fe_{ox} / Fe_{dith} < 0,1$ dans la terre fine ou au sein des traits oximorphiques ;
- et*
- 4. ne fait pas partie d'un *horizon pétroplinthique* ou *pisoplinthique* ;
- et*
- 5. $a \geq 15$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Un horizon plinthique montre des traits rédoximorphiques prononcés. Dans un sol perpétuellement humide, de nombreux traits oximorphiques ne sont pas cimentés ou ont une classe de cimentation faible et peuvent être coupés à la bêche.

Informations complémentaires

L'étude micromorphologique peut montrer le degré d'imprégnation de la masse du sol par les (hydr-)oxydes de Fe. Dans de nombreux horizons plinthiques, les *conditions réductrices* prolongées ne sont plus présentes.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Si les concrétions et les nodules de l'horizon plinthique deviennent au moins modérément cimentées et atteignent ≥ 40 % de la surface exposée, l'horizon plinthique devient un *horizon pisoplinthique*. Si l'horizon plinthique s'indure de manière continue, il devient un *horizon pétroplinthique*.

Si les traits oximorphiques n'atteignent pas 15 % de la surface exposée, ce peut être un *horizon ferrique*.

3.1.31 Horizon pretique

Description générale

Un horizon pretique (du portugais *preto*, noir) est un horizon minéral de surface qui résulte d'activités humaines incluant l'ajout de black carbon et spécialement de charbon de bois. Il est caractérisé par sa couleur foncée, la présence fréquente d'*artéfacts* (fragments de céramique, outils en pierre, en os ou en coquillage, etc.) et des teneurs élevées en carbone organique, phosphore, calcium, magnésium ainsi qu'en oligo-éléments (zinc et manganèse principalement), qui dénotent avec les sols naturels des environs. Il contient des résidus de black carbon, reconnaissables visuellement ou par analyses chimiques.

Les horizons pretiques sont par exemple répandus dans le bassin de l'Amazonie où les activités des populations précolombiennes les ont créés ; ils y ont perduré durant des siècles malgré les conditions tropicales humides et la rapidité de la minéralisation de la matière organique. Ces sols à horizon pretique y sont connus comme « Terra Preta de Indio » ou « Amazonian Dark Earths ». Généralement, ils contiennent des quantités importantes de carbone organique. La plupart sont dominés par des argiles à faible activité.

Critères diagnostiques

Un horizon pretique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et a :

- 1. une valeur Munsell ≤ 4 et un chroma ≤ 3 (humides) ;
- et*
- 2. $\geq 0,6$ % de *carbone organique du sol* ;
- et*
- 3. Ca plus Mg échangeables (NH_4OAc 1 M, pH 7) ≥ 1 cmol_c kg⁻¹ de terre fine ;
- et*
- 4. ≥ 100 mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3 ;

et

5. au moins une des caractéristiques suivantes :

- a. ≥ 1 % (surface exposée, rapporté à la terre fine plus le black carbon de toutes tailles) de black carbon visible ;

ou

b. les deux caractéristiques suivantes :

- i. $\geq 0,3$ % de carbone issu de molécules de black carbon, déterminé par analyses chimiques ; *et*
- ii. un rapport carbone issu de molécules de black carbon / carbone organique total $\geq 0,15$ (déterminé par analyses chimiques) ;

et

6. une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 20 cm.

Informations complémentaires

Le black carbon est un *artéfact* uniquement s'il a été produit intentionnellement par l'homme. La teneur minimale en *carbone organique du sol* (critère 2) doit être remplie sans les *artéfacts*.

La teneur en P dans l'extrait Mehlich-3 correspond plus ou moins au double des valeurs obtenues dans l'extrait Mehlich-1 (Kabala et al., 2018), qui était le critère dans la 3^{ème} édition de la WRB. De plus, par rapport à cette 3^{ème} édition, la valeur est passée de 30 à 50 (Mehlich-1) ou de 60 à 100 (Mehlich-3) mg kg⁻¹.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Certains horizons pretiques peuvent aussi remplir les critères de l'*horizon plaggique* et, en particulier dans leur partie supérieure, les critères de l'*horizon hortique*. Certains horizons pretiques peuvent être qualifiés d'*horizon mollique* ou *umbrique*. Les anciens foyers à charbon de bois n'ont généralement pas la teneur en P suffisante pour être appelés horizon pretique. Ils ne rentrent pas dans le concept de l'horizon pretique, sont caractérisés par les qualificatifs Carbonic et Pyric, et la plupart d'entre eux sont des Technosols.

3.1.32 Horizon protovertique

Description générale

Un horizon protovertique (du grec *proton*, premier, et du latin *vertere*, tourner) contient des argiles gonflantes.

Critères diagnostiques

Un horizon protovertique est constitué de *matériau minéral* et a :

1. ≥ 30 % d'argile ;

et

2. au moins une des caractéristiques suivantes :

- a. des agrégats cunéiformes dans ≥ 10 % (en volume) ; *ou*
- b. des faces de glissement sur ≥ 5 % des surfaces des agrégats ; *ou*
- c. des *fentes de retrait* ; *ou*
- d. un coefficient d'extensibilité linéaire (COLE) $\geq 0,06$;

et

3. ≥ 15 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

La perception des agrégats cunéiformes et des faces de glissement (voir Annexe 1, Chapitres 8.4.10 et 8.4.14) peut ne pas être évidente lorsque le sol est humide. Leur présence ne peut parfois être établie qu'une fois le sol séché. Les agrégats cunéiformes peuvent être une sous-structure d'éléments polyédriques angulaires ou prismatiques plus grossiers ; ces derniers doivent donc être soigneusement examinés afin d'y déceler la

présence éventuelle d'agrégats cunéiformes.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Si le gonflement-retrait est davantage marqué (ou si la couche est plus épaisse), l'horizon protovertique évolue vers un *horizon vertique*.

3.1.33 Horizon salique

Description générale

Un horizon salique (du latin *sal*, sel) est un horizon de surface ou subsuperficiel de faible profondeur contenant des quantités importantes de sels facilement solubles, c-à-d des sels plus solubles que le gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\log K_s = -4,85$ à 25°C).

Critères diagnostiques

Un horizon salique a :

1. à certains moments de l'année
 - a. si le pH_{eau} de l'extrait de pâte saturée est $\geq 8,5$, une conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée (EC_e) $\geq 8 \text{ dS m}^{-1}$ mesurée à 25°C **et** le produit de l'épaisseur (en cm) par l' EC_e (en dS m^{-1}) ≥ 240 ; **ou**
 - b. une conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée (EC_e) $\geq 15 \text{ dS m}^{-1}$ mesurée à 25°C **et** le produit de l'épaisseur (en cm) par l' EC_e (en dS m^{-1}) ≥ 450 ;
- et**
2. $\geq 15 \text{ cm}$ d'épaisseur (épaisseur combinée si plusieurs sous-horizons superposés rencontrent les critères 1.a ou 1.b).

Identification sur le terrain

Le premier indicateur est la présence de plantes halophytes (ex. certaines espèces de *Salicornia*, *Tamarix* et *Suaeda*) et de cultures tolérantes au sel. Les couches affectées par le sel sont souvent soufflées. Les sels ne précipitent que lorsque la quasi-totalité de l'eau du sol s'est évaporée ; si le sol est humide, le sel peut ne pas être visible.

Les sels peuvent précipiter en surface (Solonchaks externes) ou en profondeur (Solonchaks internes). Si présente, une croûte de sel peut faire partie de l'horizon salique.

Informations complémentaires

Dans les sols carbonatés alcalins, une EC_e à $25^\circ \geq 8 \text{ dS m}^{-1}$ et un $\text{pH}_{\text{eau}} \geq 8,5$ sont très courants. Les horizons saliques peuvent être constitués de *matériau organique* ou *minéral*.

3.1.34 Horizon sombrique

Description générale

Un horizon sombrique (du français *sombre*) est un horizon subsuperficiel foncé contenant plus de matière organique que l'horizon directement susjacent. Il n'a pas de discontinuité lithique à sa limite supérieure et n'est ni associé à Al ni dispersé par Na.

Critères diagnostiques

Un horizon sombrique est constitué de *matériau minéral* et :

1. $a \geq 0,2 \%$ de *carbone organique du sol* ; **et**
2. a une teneur en *carbone organique du sol* $\geq 25 \%$ (en relatif) et $\geq 0,2 \%$ (en absolu) plus élevée que dans la couche susjacente ; **et**

3. n'a pas de *discontinuité lithique* à sa limite supérieure et ne fait pas partie d'un *horizon natrique* ou *spodique* ; **et**
4. $a \geq 10$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons sombriques sont situés dans des couches subsuperficielles foncées, associés la plupart du temps à des sols bien drainés des hauts plateaux et montagnes des régions tropicales et subtropicales humides. Ils ressemblent à des horizons enfouis mais, contrairement à nombre d'entre eux, les horizons sombriques suivent plus ou moins la forme de la surface du sol. Ils ont une valeur et un chroma Munsell plus faibles que l'horizon directement susjacent et ont généralement un taux de saturation en bases faible.

Informations complémentaires

Deux théories coexistent sur la genèse de l'horizon sombrique (de Almeida et al., 2015).

Théorie 1 : la teneur plus élevée en matière organique est d'origine illuviale, mais n'est associée ni à Al, ni à Na. Dans ce cas, des revêtements de matière organique sur les faces des agrégats et les parois des pores et de la matière organique illuviale s'observent sous lames minces.

Théorie 2 : la teneur plus élevée en matière organique est résiduelle. Un climat plus humide et une plus grande biomasse végétale (ex. forêt) ont permis la formation d'horizons A épais. Par après, le climat devenant plus sec, la partie supérieure de l'ancien horizon A a subi une intense minéralisation, tandis que les restes de la végétation actuelle, plus pauvre en biomasse (ex. savane) ne permet plus que la formation d'un horizon A mince. A plus grande profondeur, la minéralisation est plus lente et la partie inférieure de l'ancien horizon A est préservée, surtout si le climat est frais et le taux de saturation en bases faible.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons sombriques peuvent coïncider avec un *horizon argique*, *cambique*, *ferralique* ou *nitique*. A l'inverse des *horizons panpaïques*, les horizons sombriques ne présentent pas de *discontinuité lithique* à leur limite supérieure. Les *horizons spodiques* se distinguent des horizons sombriques par une CEC de la fraction argileuse beaucoup plus élevée. La partie enrichie en humus illuvié des *horizons natriques* a une teneur en argile plus élevée, une saturation en Na élevée et une structure spécifique, qui les distinguent des horizons sombriques.

3.1.35 Horizon spodique

Description générale

Un horizon spodique (du grec *spodos*, cendre de bois) est un horizon subsuperficiel contenant des substances illuviées. Dans la plupart des horizons spodiques, l'apparence des sous-horizons supérieurs est caractérisée par de la matière organique illuviale foncée et celle des sous-horizons inférieurs par des oxydes de Fe illuviaux vivement colorés. Il arrive cependant que certains horizons spodiques montrent peu d'illuviation soit du Fe, soit de la matière organique. Dans tous les horizons spodiques, l'illuviation d'Al peut être démontrée par les analyses. Les matériaux illuviés sont caractérisés par une charge fortement dépendante du pH, une assez grande surface spécifique et une rétention en eau élevée. Un horizon éluvial susjacent peut former des langues pénétrant dans l'horizon spodique.

Critères diagnostiques

Un horizon spodique est constitué de *matériau minéral* et :

1. a un pH (1:1 dans l'eau) $< 5,9$ à moins que le sol ait été chaulé ou fertilisé ;
et

2. a un sous-horizon avec une teneur en $Al_{ox} \geq 1,5$ fois la teneur la plus faible de toutes les couches minérales situées au-dessus de l'horizon spodique ;
et
3. a au moins une des caractéristiques suivantes dans le cm supérieur :
 - a. $\geq 0,5$ % de *carbone organique du sol* ; **ou**
 - b. un chroma Munsell humide ≥ 6 sur ≥ 90 % de la surface exposée ;
et
4. a au moins un sous-horizon avec les couleurs Munsell humides suivantes sur ≥ 90 % de la surface exposée :
 - a. un hue = 5YR ou plus rouge ; **ou**
 - b. un hue = 7.5YR et une valeur ≤ 5 ; **ou**
 - c. un hue = 10YR et des valeur et chroma ≤ 2 ; **ou**
 - d. un hue = 10YR et un chroma ≥ 6 ; **ou**
 - e. une couleur = 10YR3/1 ; **ou**
 - f. un hue = N et une valeur ≤ 2 ;
et
5. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. est surmonté par du *matériau clarique* qui n'est pas séparé de l'horizon spodique par une *discontinuité lithique* et qui le surmonte soit directement, soit via un horizon de transition d'une épaisseur égale ou inférieure à un dixième du *matériau clarique* susjacent ; **ou**
 - b. ≥ 10 % des grains de sable de l'horizon présentent des revêtements craquelés ; **ou**
 - c. a un sous-horizon cimenté avec une classe de cimentation au moins faible dans ≥ 50 % de son extension horizontale ; **ou**
 - d. a un sous-horizon avec une valeur $Al_{ox} + \frac{1}{2} Fe_{ox} \geq 0,5$ % qui est ≥ 2 fois la valeur la plus faible de toutes les couches minérales situées au-dessus de l'horizon spodique ;
et
6. ne fait pas partie d'un *horizon natrique* ;
et
7. a $\geq 2,5$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Un horizon spodique est souvent positionné sous du *matériau clarique* et a des couleurs noir-brunâtre à brun-rougeâtre qui souvent s'estompent vers le bas. Les horizons spodiques prennent souvent une forme ondulée, irrégulière ou interrompue. Les horizons spodiques peuvent être (partiellement) cimentés. Des cimentations minces et relativement continues prennent le qualificatif Placic et des cimentations plus épaisses et/ou moins continues prennent le qualificatif Ortsteinic. Les horizons spodiques peuvent s'étendre vers le bas sous forme d'accumulations en bandes ; elles ne sont pas reprises dans le calcul de l'épaisseur minimum.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Un *horizon hortique*, *plaggique*, *terrique* ou *umbrique* peut surmonter l'horizon spodique, avec ou sans *matériau clarique* intercalé.

Dans les matériaux volcaniques, les horizons spodiques peuvent aussi montrer des *propriétés andiques*. Dans d'autres matériaux, ils peuvent présenter certaines caractéristiques des *propriétés andiques*, mais ont en général une densité apparente plus élevée. En termes de classification, la présence d'un horizon spodique est prioritaire sur l'occurrence de *propriétés andiques*, à moins qu'il ne soit enfoui à plus de 50 cm.

Quand elles sont recouvertes d'éjecta volcaniques jeunes et peu colorés qui remplissent les critères de *matériau clarique*, certaines couches avec des *propriétés andiques* ressemblent aux horizons spodiques. La présence d'une *discontinuité lithique* exclut leur qualification en horizon spodique. Les analyses suivantes permettent

d'apporter des preuves supplémentaires : les 2,5 cm supérieurs de l'horizon spodique ont des rapports C_{py} / OC et $C_f / C_{py} \geq 0,5$ (C_{py} , C_f et OC sont respectivement le C extrait au pyrophosphate, le C des acides fulviques et le C organique) (Ito et al., 1991).

Les horizons limoniques et tsiteliques peuvent ressembler aux horizons spodiques, mais la translocation d'Al est absente. En revanche, un horizon limonique peut chevaucher un horizon spodique, en particulier sa partie inférieure.

Comme de nombreux horizons spodiques, les horizons sombriques contiennent aussi plus de matière organique que la couche susjacent. La minéralogie des argiles permet de les distinguer : la kaolinite domine généralement dans les horizons sombriques, tandis que la fraction argileuse des horizons spodiques contient généralement des quantités significatives de vermiculites et de chlorites alumineuses.

Les horizons plinthiques, qui contiennent de grandes quantités de Fe accumulé, ont moins de Fe_{ox} que les horizons spodiques.

3.1.36 Horizon terrique

Description générale

Un horizon terrique (du latin *terra*, terre) est un horizon minéral de surface qui se forme par ajout de *matériau minéral* ou d'une combinaison de *matériau minéral* et de résidus organiques, comme du sol minéral fertile, du compost, des sables marins calcaires, du lœss ou de la boue. Il peut contenir des pierres non triées et de distribution aléatoire. Dans la plupart des cas, il se construit peu à peu durant une longue période. Occasionnellement, il peut être formé par un seul apport de matériaux. Normalement, les matériaux ajoutés sont mélangés avec la surface du sol originel.

Critères diagnostiques

Un horizon terrique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et :

1. montre des signes d'ajouts de matériaux fondamentalement différents de ceux présents dans le voisinage proche ; **et**
2. si présents, contient < 10 % (en volume du sol entier) d'*artefacts* ; **et**
3. $a \geq 0,6$ % de *carbone organique du sol* ; **et**
4. a un taux de saturation en bases (NH_4OAc 1 M, pH 7) ≥ 50 % ; **et**
5. montre clairement que la surface du sol a été surélevée ; **et**
6. $a \geq 20$ cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons terriques ont des caractéristiques, comme la couleur, liées au matériau source. Des sols enfouis peuvent être observés à la base de l'horizon bien que le mélange puisse en estomper le contact. Les sols à horizon terrique ont une surface surélevée, qui peut être déduite d'observations de terrain ou de documents historiques. L'horizon terrique n'est pas homogène, mais ses sous-horizons sont complètement mélangés. Il contient typiquement de petites quantités d'*artefacts*, comme des fragments de poterie, des restes de culture et des déchets, de petite taille (diamètre < 1 cm) et très usés.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Certains horizons terriques peuvent aussi remplir les critères d'horizons anthropogéniques à altération plus avancée, comme un horizon *hortique*, *plaggique* ou *pretique*. La plupart des horizons *hortiques* montrent une plus forte activité biologique et la plupart des horizons *plaggiques* montrent une moins forte activité biologique que les horizons terriques. Les horizons *pretiques* contiennent du black carbon. Certains horizons terriques peuvent être qualifiés d'*horizon mollique*.

3.1.37 Horizon thionique

Description générale

Un horizon thionique (du grec *theion*, soufre) est un horizon subsuperficiel extrêmement acide dans lequel de l'acide sulfurique se forme par oxydation de sulfures.

Critères diagnostiques

Un horizon thionique a :

1. un pH (1:1 en masse dans l'eau ou dans suffisamment d'eau pour permettre la mesure) < 4 ;
et
2. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. des accumulations de sulfates de fer ou d'aluminium ou des minéraux hydroxysulfatés, principalement sur ou près des faces des agrégats ; **ou**
 - b. surmonte directement du *matériau sulfidique* ; **ou**
 - c. $\geq 0,05$ % de sulfates solubles dans l'eau ;
et
3. ≥ 15 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons thioniques montrent généralement des accumulations de jarosite jaune pâle ou de schwertmannite brun-jaunâtre sur ou près des faces des agrégats. La réaction du sol est extrêmement acide ; des pH_{eau} de 3,5 sont courants. Bien que les horizons thioniques soient principalement associés aux sédiments côtiers sulfurés récents, certains peuvent se développer à l'intérieur des terres au dépend de *matériaux sulfidiques* naturels ou d'*artéfacts* comme des déchets miniers.

Informations complémentaires

Les sulfates de fer ou d'aluminium ou les minéraux hydroxysulfatés comprennent la jarosite, la natrojarosite, la schwertmannite, la sidéronatrite et la tamarugite. Les horizons thioniques peuvent être constitués de *matériau organique* ou *minéral*.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Un horizon thionique se retrouve souvent sous un horizon avec des *propriétés stagniques* fortement exprimées.

3.1.38 Horizon tsitelique

Description générale

Un horizon tsitelique (du géorgien *tsiteli*, rouge) présente une accumulation latérale de Fe. Il se situe habituellement en bas de versant ou dans des dépressions. Des Stagnosols et Planosols se développent en haut de versant et perdent du Fe réduit par ruissellement hypodermique. Plus bas, le Fe réduit entre en contact avec de l'oxygène atmosphérique, s'oxyde et s'accumule dans des horizons subsuperficiels généralement à faible profondeur. Ils sont riches en Fe extrait à l'oxalate, ce qui confère aux horizons tsiteliques une couleur rougeâtre homogène.

Critères diagnostiques

Un horizon tsitelique est constitué de *matériau minéral* et

1. $a \geq 1$ % Fe_{ox} ; **et**
2. a un rapport $\text{Fe}_{\text{ox}} / \text{Fe}_{\text{dith}} \geq 0,5$; **et**
3. $a \text{Al}_{\text{ox}} < \text{Fe}_{\text{ox}}$; **et**

4. a un chroma Munsell humide ≥ 4 ; **et**
5. ne présente pas de traits réductimorphiques ; **et**
6. ne fait pas partie d'un *horizon limonique* ou *spodique* ; **et**
7. a ≥ 5 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

L'accumulation de ferrihydrites génère une couleur rougeâtre homogène et, si l'horizon est de texture fine, une faible densité apparente et un peu de thixotropie.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les horizons tsitéliques peuvent ressembler aux *horizons spodiques* des Rustic Podzols, mais il leur manque la translocation d'Al requise pour les *horizons spodiques*. S'ils sont thixotropes et de faible densité apparente, ils peuvent donner l'impression de *propriétés andiques*, mais ils ne possèdent une teneur significative ni en allophanes et en imogolites, ni en complexes Al-humus. Contrairement à la plupart des horizons avec des *propriétés andiques*, les horizons tsitéliques contiennent plus de Fe que d'Al dans l'extrait à l'oxalate. Les couches avec des traits oximorphiques causés par des *propriétés gleyiques* peuvent aussi ressembler aux horizons tsitéliques. Mais dans les couches avec des *propriétés gleyiques*, les oxydes se trouvent principalement sur les faces des agrégats, tandis que les oxydes des horizons tsitéliques remplissent de manière homogène l'entièreté de la matrice du sol. Les horizons tsitéliques se distinguent facilement des *horizons limoniques* qui sont (au moins en partie) cimentés.

3.1.39 Horizon umbrique

Description générale

Un horizon umbrique (du latin *umbra*, ombre) est un horizon de surface assez épais, de couleur foncée, à taux de saturation en bases faible et à teneur modérée à élevée en matière organique.

Critères diagnostiques

Un horizon umbrique est un horizon de surface constitué de *matériau minéral* et a :

1. seule ou en combinaison, dans ≥ 50 % (en volume) :
 - a. une structure à agrégats dont la taille moyenne est ≤ 10 cm ; **ou**
 - b. une structure motteuse ou d'autres éléments structuraux créés par les pratiques agricoles ;**et**
2. $\geq 0,6$ % de *carbone organique du sol* ;
- et**
3. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell humide ≤ 3 et sèche ≤ 5 , et un chroma humide ≤ 3 ;
 - ou**
 - b. toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. une classe texturale de sable loameux ou plus grossière ; **et**
 - ii. sur ≥ 90 % de la surface exposée de l'horizon entier ou des sous-horizons situés sous une couche de labour, une valeur Munsell ≤ 5 et un chroma ≤ 3 (humides) ; **et**
 - iii. $\geq 2,5$ % de *carbone organique du sol* ;**et**
4. si une couche correspondant au matériau parental de l'horizon umbrique est présente et a une valeur Munsell humide ≤ 4 , $\geq 0,6$ % (en absolu) en plus de *carbone organique du sol* que dans cette couche ;
- et**

5. un taux de saturation en bases (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 50 % (moyenne pondérée) ;
et
6. une des épaisseurs suivantes :
 - a. ≥ 10 cm s'il surmonte directement une *roche continue*, du *matériau technique dur* ou un *horizon cryique, pétrodurique* ou *pétroplinthique* ; **ou**
 - b. ≥ 20 cm.

Identification sur le terrain

Les principales caractéristiques de terrain d'un horizon umbrique sont sa couleur foncée et sa structure. En général, les horizons umbriques ont tendance à avoir une structure pédologique moins développée que les *horizons molliques*.

La plupart des horizons umbriques ont une réaction acide ($\text{pH}_{\text{eau}} < 5,5$) qui indique habituellement un taux de saturation en bases < 50 %. Une indication supplémentaire d'acidité forte est, en l'absence de barrière physique, un système racinaire superficiel et horizontal.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Le taux de saturation en bases distingue l'horizon umbrique de l'*horizon mollique*, qui par ailleurs lui est similaire. La limite supérieure de la teneur en *carbone organique du sol* est de 20 %, qui est la limite inférieure pour du *matériau organique*.

Certains *horizons irragriques* et *plaggiques* peuvent aussi être qualifiés d'horizon umbrique.

3.1.40 Horizon vertique

Description générale

Un horizon vertique (du latin *vertere*, tourner) est un horizon argileux subsuperficiel qui présente des faces de glissement et des agrégats cunéiformes, résultats de gonflements-retraits.

Critères diagnostiques

Un horizon vertique est constitué de *matériau minéral* et a :

1. ≥ 30 % d'argile ;
et
2. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. des agrégats cunéiformes dont l'axe longitudinal est incliné de $\geq 10^\circ$ et de $\leq 60^\circ$ par rapport à l'horizontale dans ≥ 20 % (en volume) ; **ou**
 - b. des faces de glissement sur ≥ 10 % des surfaces des agrégats ;
et
3. des *fentes de retrait* ;
et
4. ≥ 25 cm d'épaisseur.

Identification sur le terrain

Les horizons vertiques sont argileux et ont à l'état sec une classe de résistance à la rupture au moins dure. Les faces de glissement (*slickensides*), surfaces striées, polies et luisantes, souvent à angles vifs, sont typiques.

La perception des agrégats cunéiformes et des faces de glissement (voir Annexe 1, Chapitres 8.4.10 et 8.4.14) peut ne pas être évidente lorsque le sol est humide. Leur présence ne peut parfois être établie qu'une fois le sol séché. Les agrégats cunéiformes peuvent être une sous-structure d'éléments polyédriques angulaires ou prismatiques plus grossiers ; ces derniers doivent donc être soigneusement examinés afin d'y déceler la présence éventuelle d'agrégats cunéiformes.

Informations complémentaires

Le coefficient d'extensibilité linéaire (COLE, voir Annexe 2, Chapitre 9.6) est généralement $\geq 0,06$.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Plusieurs horizons diagnostiques tels que les *horizons argiques*, *natriques* et *nitiques* peuvent aussi présenter une teneur élevée en argile. La plupart n'ont cependant pas les caractéristiques typiques de l'horizon verticale. Mais ils peuvent y être associés latéralement dans le paysage, les horizons verticales occupant alors les positions les plus basses. Des gonflements-retraits d'argiles gonflantes moins importants conduiront à un *horizon protoverticale*.

3.2 Propriétés diagnostiques

Les **propriétés diagnostiques** sont caractérisées par une combinaison d'attributs reflétant les résultats de processus de pédogenèse ou indiquant des conditions spécifiques de pédogenèse. Ces attributs peuvent être observés ou mesurés sur le terrain ou au laboratoire et doivent présenter un degré d'expression minimum ou maximum pour être qualifiés de diagnostiques. Une épaisseur minimum n'est pas requise.

3.2.1 Différence texturale abrupte

Description générale

Une différence texturale abrupte (du latin *abruptus*, abrupt) est une augmentation très prononcée de la teneur en argile dans une plage de profondeur limitée.

Critères diagnostiques

Une différence texturale abrupte se rapporte à deux couches superposées constituées de *matériau minéral* ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. la couche sous-jacente a toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. ≥ 15 % d'argile ; **et**
 - b. $\geq 7,5$ cm d'épaisseur ;**et**
2. la couche sous-jacente débute à ≥ 10 cm de la surface du sol minéral ;
et
3. comparée à la couche susjacente, la couche sous-jacente a :
 - a. au moins deux fois plus d'argile si la couche susjacente a < 20 % d'argile ; **ou**
 - b. ≥ 20 % (en absolu) d'argile en plus si la couche susjacente a ≥ 20 % d'argile ;**et**
4. si la limite entre les deux couches n'est pas régulière, la profondeur de la différence texturale abrupte est placée là où la couche sous-jacente atteint ≥ 50 % du volume total ;
et
5. une éventuelle couche de transition a ≤ 2 cm d'épaisseur.

Informations complémentaires

Le cas de *propriétés rétiques* dans la couche sous-jacente est un bon exemple de limite non régulière entre deux couches. En fonction du degré de développement de ces *propriétés rétiques*, la différence texturale abrupte peut se situer à la limite supérieure des *propriétés rétiques* ou plus bas (critère 3).

3.2.2 Glosses albéluviques

Description générale

Le vocable glosses albéluviques (du latin *albus*, blanc, et *eluere*, lessiver, et du grec *glossa*, langue) fait référence à des pénétrations de matériau appauvri en argile et en Fe à l'intérieur d'un *horizon argique*. Les glosses albéluviques forment des langues continues et verticales le long des faces des agrégats. Vues en section horizontale, elles forment un réseau polygonal.

Critères diagnostiques

Les glosses albéluviques :

1. se rapportent à un *horizon argique* et, si ce dernier a < 30 cm d'épaisseur, se rapportent également aux couches sous-jacentes jusqu'à 30 cm sous la limite supérieure de l'*horizon argique* ;

et

2. ont des *propriétés rétiques* dans l'*horizon argique* ;

et

3. forment des langues continues constituées de matériau de texture plus grossière, comme défini pour les *propriétés rétiques*, débutant à la limite supérieure de l'*horizon argique*, et ayant toutes les caractéristiques suivantes

a. ont une extension verticale ≥ 30 cm ; *et*

b. ont une extension horizontale ≥ 1 cm ; *et*

c. occupent ≥ 10 % et < 90 % de la surface exposée.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les glosses albéluviques sont un cas particulier de *propriétés rétiques*. Pour les *propriétés rétiques*, les zones de texture plus grossière peuvent être plus minces et n'ont pas nécessairement de continuité verticale. Des *propriétés rétiques* peuvent aussi se retrouver dans les *horizons natriques*, alors que par définition, les glosses albéluviques ne se trouvent que dans les *horizons argiques*. L'*horizon argique* dans lequel pénètrent les glosses albéluviques peut aussi remplir les critères diagnostiques d'un *horizon fragique*. Dans les sols non perturbés, l'*horizon argique* avec glosses albéluviques est typiquement surmonté par un *horizon albique* ou *cambique*, mais les horizons susjacentes peuvent avoir disparu par érosion ou labour.

3.2.3 Propriétés andiques

Description générale

Les propriétés andiques (du japonais *an*, foncé, et *do*, sol) résultent de l'altération modérée de dépôts essentiellement pyroclastiques. La présence de minéraux paracrystallins et/ou de complexes organo-métalliques est caractéristique des propriétés andiques. Ces minéraux et complexes sont une des étapes de la séquence d'altération classique des dépôts pyroclastiques (*matériau téphrique* \rightarrow *propriétés vitriques* \rightarrow propriétés andiques). Cependant des propriétés andiques avec des complexes organo-métalliques peuvent également se développer dans des matériaux non pyroclastiques, riches en silicates, sous climat tempéré frais et humide.

Critères diagnostiques

Les propriétés andiques nécessitent :

1. une densité apparente $\leq 0,9$ kg dm⁻³ ; *et*

2. une somme $Al_{ox} + \frac{1}{2} Fe_{ox} \geq 2$ % ; *et*

3. une rétention des phosphates ≥ 85 %.

Identification sur le terrain

Les propriétés andiques peuvent être identifiées sur le terrain via le test de Fieldes et Perrott (1966) utilisant le fluorure de sodium. Dans des sols dépourvus de carbonates, un pH au NaF $\geq 9,5$ est indicatif d'allophane et/ou de complexes organo-aluminiques. Le test est valable pour la plupart des couches ayant des propriétés andiques, à l'exception de celles très riches en matière organique. La même réaction se produit cependant dans les *horizons spodiques* et dans certains sols riches en minéraux argileux interstratifiés aluminiques.

Les couches andiques peuvent manifester de la thixotropie, c-à-d que sous la pression ou par malaxage, le matériau de sol passe d'un état solide plastique à un état liquide avant de revenir à un état solide.

Informations complémentaires

Les propriétés andiques se présentent généralement en couches, de surface ou subsuperficielles. De nombreuses couches de surface avec des propriétés andiques ont une teneur élevée en matière organique

($\geq 5\%$), sont souvent de couleur très foncée (value et chroma Munsell humides ≤ 3), ont une macrostructure soufflée et, par endroits, sont thixotropes. Elles ont une faible densité apparente et ont fréquemment une classe texturale de loam limoneux ou plus fine. Les couches andiques de surface riches en matière organique peuvent être très épaisses, atteignant ≥ 50 cm dans certains sols. Les couches andiques subsuperficielles sont généralement un peu plus claires.

Dans les climats perhumides, les couches andiques riches en matière organique peuvent retenir plus de deux fois la teneur en eau d'échantillons séchés à $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ et réhumidifiés (caractéristique hydrique).

Pour la densité apparente, le volume est déterminé après avoir désorbé à 33 kPa (sans séchage préalable) un échantillon de sol non séché ; la masse est ensuite déterminée à $105\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Les propriétés andiques se divisent en deux principaux types : l'un où dominent les allophanes, imogolites et minéraux similaires (qualificatif Silandic) ; et l'un où domine l'Al complexé aux acides organiques (qualificatif Aluandic). Les propriétés silandiques conduisent à une réaction du sol allant de très acide à neutre et à une couleur un peu plus claire, tandis que les propriétés aluandiques conduisent à une réaction du sol extrêmement acide à acide et à une couleur noirâtre. En contexte non cultivé, les couches de surface riches en matière organique avec des propriétés silandiques ont normalement un $\text{pH}_{\text{eau}} \geq 4,5$, tandis que les couches similaires avec des propriétés aluandiques ont un $\text{pH}_{\text{eau}} < 4,5$. Généralement, les couches silandiques de profondeur ont un $\text{pH}_{\text{eau}} \geq 5$.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les *propriétés vitriques* se distinguent des propriétés andiques par un degré moindre d'altération. Cela est attesté par la présence de verres volcaniques et par une teneur habituellement moindre en minéraux pédogénétiques paracrystallins et/ou en complexes organo-métalliques, résultant en une teneur moindre en Al_{ox} et Fe_{ox} , une densité apparente plus élevée ou une rétention moindre des phosphates. Les critères diagnostiques des *propriétés vitriques* et andiques sont adaptés de Shoji et al. (1996), Takahashi et al. (2004) et des résultats de l'Action COST 622.

Les *horizons spodiques*, qui contiennent aussi des complexes de substances organiques et d'oxydes, peuvent aussi présenter des propriétés andiques. On peut également trouver des propriétés andiques dans des *horizons cherniques, molliques* ou *umbriques*.

3.2.4 Propriétés anthriques

Description générale

Les propriétés anthriques (du grec *anthropos*, être humain) se rapportent aux *horizons molliques* ou *umbriques* créés par l'homme. Certains *horizons molliques* avec des propriétés anthriques sont des *horizons umbriques* naturels transformés en *horizons molliques* par chaulage et fertilisation. Des horizons minéraux de surface minces, clairs ou pauvres en humus peuvent être transformés en *horizons umbriques*, voire en *horizons molliques*, par la répétition sur une longue période de façons culturales (labour, chaulage, fertilisation, etc.). Une autre catégorie d'*horizons umbriques* ou *molliques* artificiels résulte du mélange par labour des couches organiques de surface avec les couches minérales du sol. Dans tous les cas, le sol ne montre que très peu d'activité biologique, ce qui est très inhabituel pour des sols à *horizon mollique*.

Critères diagnostiques

Les propriétés anthriques :

1. se rencontrent dans des sols à *horizon mollique* ou *umbrique* ;
et
2. montrent au moins un des signes suivants de perturbation par l'activité humaine :
 - a. une limite inférieure abrupte à la profondeur du labour et $\geq 10\%$ de grains de sable non revêtus de matière organique ; *ou*

- b. une limite inférieure abrupte à la profondeur du labour et des signes de mélange par façons culturales de matériaux plus riches et plus pauvres en humus ; **ou**
 - c. des résidus d'application de chaux ; **ou**
 - d. $\geq 430 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$ dans l'extrait Mehlich-3 dans les 20 cm supérieurs ;
- et**
- 3. montrent des galeries d'animaux, des coprolithes ou d'autres traces d'activité animale sur $< 5 \%$ de la surface exposée à au moins une des profondeurs suivantes :
 - a. dans les 5 cm inférieurs de l'*horizon mollique* ou *umbrique* ; **ou**
 - b. dans une plage de 5 cm de profondeur sous la couche de labour, si présente.

Identification sur le terrain

Les principaux critères de reconnaissance sont des signes de mélange du sol ou de façons culturales, des preuves de chaulage (ex. résidus d'application de chaux), une couleur foncée et l'absence quasi complète de traces d'activité faunique du sol.

Selon son degré de fragmentation/dispersion, le matériau plus riche en humus incorporé au sol peut être reconnu soit à l'oeil nu, soit à l'aide d'une loupe 10x, soit en lames minces. Il est d'habitude faiblement lié au matériau plus pauvre en humus. Ceci se remarque dans toute la couche mélangée par la présence de grains de limon ou de sable non revêtus au sein d'une matrice plus foncée.

Informations complémentaires

$430 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$ dans l'extrait Mehlich-3 correspondent plus ou moins à $654 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$ ou $1500 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ dans l'acide citrique 1 % (Kabala et al., 2018), qui était le critère dans les éditions précédentes de la WRB. L'idée initiale des propriétés anthriques s'inspire de Krogh & Greve (1999).

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés anthriques sont une caractéristique supplémentaire de certains *horizons molliques* ou *umbriques*. Les *horizons cherniques* abritent généralement une faune plus active et n'ont pas de propriétés anthriques.

3.2.5 Roche continue

Critères diagnostiques

Une roche continue (du latin *continuare*, continuer) est un matériau consolidé, à l'exclusion d'horizons pédogénétiques cimentés tel que des *horizons limoniques*, *pétrocalciques*, *pétroduriques*, *pétrogypsiques*, *pétoplinthiques* ou *spodiques*. Une roche continue est suffisamment consolidée pour qu'un échantillon de 25-30 mm de côté séché à l'air reste intact après une heure de submersion dans l'eau. Le matériau n'est considéré comme continu que lorsque des fentes occupent $< 10 \%$ (en volume) de la roche continue, sans que ne soit survenu un déplacement significatif de la roche.

3.2.6 Propriétés gleyiques

Description générale

Des propriétés gleyiques (du russe vernaculaire *gley*, argile humide bleuâtre) se développent dans des couches saturées par la nappe (ou ayant été saturées dans le passé, si elles sont à présent drainées) durant une période suffisamment longue pour permettre l'installation de *conditions réductrices* (cela peut aller de quelques jours sous les tropiques à quelques semaines dans les autres régions) et dans la frange capillaire qui les surmonte. Des propriétés gleyiques peuvent toutefois se développer dans une couche riche en argile surmontant une couche riche en sable ou en éléments grossiers, même en l'absence de nappe. Dans certains sols avec des propriétés gleyiques, les *conditions réductrices* sont dues à la remontée de gaz comme du méthane ou du

dioxyde de carbone. Si les *conditions réductrices* ne sont plus effectives, les propriétés gleyiques sont reliques.

Critères diagnostiques

Les propriétés gleyiques se rapportent à du *matériau minéral*, présentent des traits rédoximorphiques et ont une des caractéristiques suivantes :

1. une couche dont ≥ 95 % de la surface exposée a des traits réductimorphiques avec les couleurs Munsell humides suivantes :
 - a. un hue = N, 10Y, GY, G, BG, B ou PB ; **ou**
 - b. un hue = 2.5Y ou 5Y et un chroma ≤ 2 ;**ou**
2. une couche dont > 5 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) a des traits oximorphiques :
 - a. situés principalement sur les parois des biopores et, si des agrégats sont présents, principalement sur ou près de leurs faces ; **et**
 - b. avec un hue Munsell ≥ 2.5 unités plus rouge et un chroma ≥ 1 unité plus élevé (humides) que le matériau environnant ou que la matrice de la couche directement sous-jacente ;**ou**
3. une combinaison de deux couches : l'une remplissant le critère diagnostique 2 et l'autre directement sous-jacente remplissant le critère diagnostique 1.

Identification sur le terrain

Les traits rédoximorphiques sont décrits en Annexe 1 (Chapitre 8.4.20).

Informations complémentaires

Les propriétés gleyiques sont le résultat d'un gradient redox entre la nappe et la frange capillaire, induisant une distribution inégale des (hydr-)oxydes de fer et de manganèse. Dans la partie inférieure du sol et/ou au sein des agrégats, les oxydes sont transformés en composés solubles de Fe/Mn(II) ou sont déplacés ; les deux processus conduisent à l'absence de couleurs de hue Munsell plus rouge que 2.5Y. Les composés de Fe et Mn déplacés peuvent être concentrés sous forme oxydée (Fe[III], Mn[IV]) sur les faces des agrégats ou sur les parois des biopores (chenaux racinaires rouillés), et vers la surface, même dans la matrice. Les concentrations de Mn peuvent être identifiées par la forte effervescence provoquée par une solution de H₂O₂ à 10 %.

La présence de traits réductimorphiques est le signe de conditions humides permanentes. Dans les matériaux loameux et argileux dominant les couleurs bleu-vert, engendrées par des hydroxydes de Fe(II, III) (rouille verte). Si le matériau est riche en soufre (S), les couleurs noirâtres dominant, engendrées par des sulfures de fer colloïdaux comme la greigite ou la mackinawite (faciles à reconnaître à l'odeur après application d'HCl 1 M). Dans des matériaux calcaires, les couleurs blanchâtres dominant, engendrées par la calcite et/ou la sidérite. Les sables sont généralement gris clair à blancs et sont souvent appauvris en Fe et Mn. Les couleurs vert bleuâtre et noires sont instables et, exposées à l'air, s'oxydent en quelques heures en brun rougeâtre. La partie supérieure d'une couche réductimorphique peut présenter jusqu'à 5 % de taches de rouille, principalement autour des chenaux racinaires ou des galeries d'animaux.

Les traits oximorphiques sont le reflet de conditions oxydantes, comme il s'en trouve dans la frange capillaire et dans les horizons de surface des sols à nappe fluctuante. Des couleurs spécifiques indiquent la présence de ferrihydrite (brun rougeâtre), de goethite (brun jaunâtre vif), de lépidocrocite (orange), de schwertmannite (orange foncé) et de jarosite (jaune pâle). Dans les sols loameux et argileux, les oxydes/hydroxydes de fer sont concentrés sur les faces des agrégats et sur les parois des pores les plus larges (comme les anciens chenaux racinaires).

Dans la plupart des cas, une couche remplissant le critère diagnostique 2 surmonte une couche remplissant le critère 1. Certains sols, dont les sols submergés (eau douce ou eau de mer) et les sols des zones intertidales

n'ont qu'une couche remplissant le critère diagnostique 1 et n'ont pas de couche remplissant le critère 2.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés gleyiques diffèrent des *propriétés stagniques*. Les propriétés gleyiques sont causées par la remontée d'un agent (essentiellement une nappe) menant à des *conditions réductrices*, ce qui crée une couche sous-jacente fortement réduite et une couche susjacent avec des traits oximorphiques sur ou près des faces des agrégats. (Dans certains sols, seule une de ces couches est présente.) Les *propriétés stagniques* sont causées par la stagnation d'un agent intrusif (essentiellement de l'eau pluviale) menant à des *conditions réductrices*, ce qui crée une couche susjacent pauvre en Fe et une couche sous-jacente avec des traits oximorphiques au sein des agrégats. (Dans certains sols, seule une de ces couches est présente.)

3.2.7 Discontinuité lithique

Description générale

Une discontinuité lithique (du grec *lithos*, pierre, et du latin *continuaré*, continuer) correspond à des différences nettes de matériau parental au sein d'un sol. Une discontinuité lithique peut aussi indiquer des âges de dépôt différents. Les différentes strates peuvent avoir une minéralogie semblable ou distincte.

Critères diagnostiques

En comparant deux couches directement superposées constituées de *matériau minéral*, une discontinuité lithique nécessite au moins une des caractéristiques suivantes :

1. une différence abrupte dans la distribution granulométrique qui n'est pas associée uniquement à un changement pédogénétique de la teneur en argile ;
ou
2. les deux caractéristiques suivantes :
 - a. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - i. $\geq 10\%$ de sable grossier et $\geq 10\%$ de sable moyen, **et** une différence $\geq 25\%$ dans le rapport sable grossier / sable moyen, **et** une différence $\geq 5\%$ (en absolu) dans la teneur en sable grossier et/ou en sable moyen ; **ou**
 - ii. $\geq 10\%$ de sable grossier et $\geq 10\%$ de sable fin, **et** une différence $\geq 25\%$ dans le rapport sable grossier / sable fin, **et** une différence $\geq 5\%$ (en absolu) dans la teneur en sable grossier et/ou en sable fin ; **ou**
 - iii. $\geq 10\%$ de sable moyen et $\geq 10\%$ de sable fin, **et** une différence $\geq 25\%$ dans le rapport sable moyen / sable fin, **et** une différence $\geq 5\%$ (en absolu) dans la teneur en sable moyen et/ou en sable fin ; **ou**
 - iv. $\geq 10\%$ de sable et $\geq 10\%$ de limon, **et** une différence $\geq 25\%$ dans le rapport sable / limon, **et** une différence $\geq 5\%$ (en absolu) dans la teneur en sable et/ou en limon ;
et
 - b. les différences ne résultent pas de variations naturelles au sein du matériau parental traduites par une répartition inégale de différentes fractions granulométriques au sein d'une couche ;
ou
3. les couches contiennent des éléments grossiers de lithologie différente ;
ou
4. une couche contenant des éléments grossiers dépourvus de croûtes d'altération surmontant une couche contenant des éléments grossiers avec croûtes d'altération ;
ou
5. une couche avec des éléments grossiers anguleux sus- ou sous-jacente à une couche avec des éléments grossiers arrondis ;

- ou**
6. une couche susjacent ayant ≥ 10 % (en absolu, en volume du sol entier) d'éléments grossiers en plus que la couche sous-jacente, à moins que la différence résulte d'activité animale ;
- ou**
7. une quantité moindre d'éléments grossiers dans la couche susjacent ne pouvant être expliquée par une altération prononcée de cette couche ;
- ou**
8. des différences abruptes de couleurs, ne résultant pas de la pédogenèse ;
- ou**
9. des différences marquées dans la taille et la forme de minéraux résistants (mises en évidence par des méthodes micromorphologiques ou minéralogiques) ;
- ou**
10. des différences d'un facteur ≥ 2 dans le rapport $\text{TiO}_2 / \text{ZrO}_2$ de la fraction sableuse ;
- ou**
11. des différences d'un facteur ≥ 2 dans la CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) par kg d'argile.

Informations complémentaires

Dans certains cas, une discontinuité lithique peut être suggérée par l'une des caractéristiques suivantes : présence d'une ligne horizontale d'éléments grossiers (stone line) sus- et sous-jacente à des couches à teneur moindre en éléments grossiers, ou pourcentage d'éléments grossiers décroissant avec la profondeur. D'autre part, le tri effectué par des organismes tels que les termites peut aboutir à des résultats similaires dans un matériau parental à lithologie initialement homogène.

Le critère diagnostique 2 peut être illustré par l'exemple suivant :

Couche 1 : sable grossier 20 %, sable moyen 10 % \rightarrow rapport sable grossier / sable moyen = 2 ;

Couche 2 : sable grossier 15 %, sable moyen 10 % \rightarrow rapport sable grossier / sable moyen = 1,5 ;

Différence entre rapports : 25 %

Différence dans la teneur en sable grossier : 5 % (en absolu)

Différence dans la teneur en sable moyen : 0 (en absolu)

Conclusion : il y a discontinuité lithique entre les deux couches.

Généralement, la formule de calcul des différences de rapports est :

$$\text{ABS}(\text{rapport}_i - \text{rapport}_{i+1}) / \text{MAX}(\text{rapport}_i ; \text{rapport}_{i+1}) \times 100$$

3.2.8 Propriétés protocalciques

Description générale

Les propriétés protocalciques (du grec *proton*, premier, et du latin *calx*, chaux) se rapportent aux carbonates précipités dans le sol à partir de la solution du sol. Ils ne sont pas issus du matériau parental du sol, ni d'autres sources comme des poussières. Ils apparaissent à travers la structure pédologique ou l'assemblage plasmique. Ces carbonates sont appelés carbonates secondaires. Pour être reconnus comme propriétés protocalciques, ils doivent être présents de manière permanente et significative.

Critères diagnostiques

Les propriétés protocalciques se rapportent à des accumulations de carbonates secondaires, visibles à l'état humide, qui

1. occupent ≥ 5 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les carbonates secondaires de toutes tailles et classes de cimentation), sous forme de masses, nodules, concrétions ou filaments ; **ou**
2. couvrent ≥ 10 % des faces des agrégats ou des parois des biopores ; **ou**
3. couvrent ≥ 10 % des faces inférieures d'éléments grossiers ou de fragments d'un horizon cimenté.

Identification sur le terrain

L'identification des carbonates secondaires est décrite en Annexe 1 (Chapitre 8.4.25).

Informations complémentaires

Des accumulations de carbonates secondaires ne sont qualifiées de propriétés protocalciques que si elles sont permanentes et que leur visibilité ne dépend pas des conditions d'humidité. Ceci peut être vérifié en les vaporisant d'eau.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Des accumulations de carbonates secondaires menant à une teneur plus élevée en équivalent carbonate de calcium peuvent être qualifiées d'*horizon calcique* ou même d'*horizon pétrocalcique* si elles sont cimentées de manière continue avec une classe de cimentation au moins modérée. Du *matériau calcarique* se rapporte à la présence de carbonates dans l'entièreté de la terre fine, ce qui inclut généralement des carbonates primaires.

3.2.9 Propriétés protogypsiques

Description générale

Les propriétés protogypsiques (du grec *proton*, premier, et *gypsos*, gypse) se rapportent au gypse précipité dans le sol à partir de la solution du sol. Il n'est pas issu du matériau parental du sol, ni d'autres sources comme des poussières. Ce gypse est appelé gypse secondaire.

Critères diagnostiques

Les propriétés protogypsiques se rapportent à des accumulations visibles de gypse secondaire couvrant ≥ 1 % de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les accumulations de gypse secondaire de toutes tailles et classes de cimentation).

Identification sur le terrain

L'identification du gypse secondaire est décrite en Annexe 1 (Chapitre 8.4.26).

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Des accumulations de gypse secondaire menant à une teneur plus élevée en gypse peuvent être qualifiées d'*horizon gypsique* ou même d'*horizon pétrogypsique* si elles sont cimentées de manière continue. Du *matériau gypsirique* inclut du gypse primaire.

3.2.10 Conditions réductrices

Critères diagnostiques

Des conditions réductrices (du latin *reducere*, retirer) ont au moins une des caractéristiques suivantes :

1. un logarithme négatif de la pression partielle en hydrogène (rH, calculé comme $Eh \times 29^{-1} + 2 \times \text{pH}$) < 20 ;
ou
2. la présence de Fe^{2+} libre, observé sur la surface fraîchement brisée et lissée d'un échantillon de sol dans son état d'humidité par l'apparition d'une couleur rouge prononcée après aspersion d'une solution à 0,2 % de α, α' -dipyridyl dissout dans de l'acétate d'ammonium 1 N (NH_4OAc) à pH 7 ; *ou*
3. la présence de sulfure de fer ; *ou*
4. la présence de méthane.

Attention : la solution de α, α' -dipyridyl est toxique par ingestion et nocive par contact sur la peau ou par inhalation. Elle doit être manipulée avec prudence. Dans des couches à pH neutre ou alcalin, elle peut ne pas

donner la couleur rouge prononcée.

3.2.11 Propriétés rétiques

Description générale

Les propriétés rétiques (du latin *rete*, filet) décrivent les digitations de *matériau clarique* de texture plus grossière dans un *horizon argique* ou *natrique* de texture plus fine, caractérisées par une élimination partielle des minéraux argileux et des oxydes de fer. Du *matériau clarique* de texture plus grossière peut aussi tomber de l'horizon susjacent dans des fentes de l'*horizon argique* ou *natrique*. Le *matériau clarique* de texture plus grossière s'intercale sous forme de digitations verticales, horizontales ou obliques entre les agrégats.

Critères diagnostiques

Les propriétés rétiques se rapportent à une combinaison au sein d'une même couche de parties de texture plus fine et plus grossière, toutes deux constituées de *matériau minéral*, ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. les parties de texture plus fine font partie d'un *horizon argique* ou *natrique* ;
et
2. les parties de texture plus grossière sont constituées de *matériau clarique* ;
et
3. par rapport aux parties de texture plus grossière, les parties de texture plus fine ont les couleurs Munsell humides suivantes :
 - a. un hue ≥ 2.5 unités plus rouge, **ou**
 - b. une value ≥ 1 unité plus faible, **ou**
 - c. un chroma ≥ 1 unité plus élevé ;*et*
4. la teneur en argile des parties de texture plus fine est plus élevée que celle des parties de texture plus grossière, comme défini pour l'*horizon argique* ou *natrique* (critère 2.a) ;
et
5. les parties de texture plus grossière ont une largeur $\geq 0,5$ cm ;
et
6. les parties de texture plus grossière débutent à la limite supérieure de l'*horizon argique* ou *natrique* ;
et
7. les parties de texture plus grossière occupent ≥ 10 % et < 90 % de la surface exposée, en section verticale et horizontale, dans
 - a. les 30 cm supérieurs de l'*horizon argique* ou *natrique* ; **ou**
 - b. l'entièreté de l'*horizon argique* ou *natrique* ;selon l'épaisseur la moindre ;
et
8. ne sont pas présentes au sein d'une couche de labour.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés rétiques comprennent le cas particulier des *glosses albéluviques*. L'*horizon argique* ou *natrique* qui présente des propriétés rétiques peut aussi remplir les critères diagnostiques d'un *horizon fragique*. Une couche avec des propriétés rétiques peut aussi présenter des *propriétés stagniques* avec ou sans *conditions réductrices*. Dans les sols non perturbés, l'*horizon argique* ou *natrique* avec des propriétés rétiques est typiquement surmonté par un *horizon albique* ou *cambique*, mais les horizons susjacents peuvent avoir disparu par érosion ou labour.

3.2.12 Fentes de retrait

Description générale

Les fentes de retrait s'ouvrent et se ferment suite au gonflement et au retrait de minéraux argileux au gré des modifications de la teneur en eau du sol. Elles peuvent n'être observables que lorsque le sol est sec. Elles contrôlent l'infiltration et la percolation de l'eau, même si elles sont remplies de matériau de surface.

Critères diagnostiques

Les fentes de retrait se développent dans du *matériau minéral* et :

1. s'ouvrent et se ferment en fonction des modifications de la teneur en eau du sol ; *et*
2. ont $\geq 0,5$ cm de largeur quand le sol est sec, avec ou sans remplissage de matériau de surface.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les fentes de retrait sont reprises dans les critères diagnostiques de l'*horizon protovertique* et *vertique* ainsi que dans la Clé pour les Groupes de Sols de Référence (où il est fait référence à des exigences de profondeur).

3.2.13 Propriétés sidéraliques

Description générale

Les propriétés sidéraliques (du grec *sideros*, fer, et du latin *alumen*, alun) se rapportent à du *matériau minéral* ayant une CEC relativement faible.

Critères diagnostiques

Les propriétés sidéraliques se développent dans du *matériau minéral* et ont :

1. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. ≥ 8 % d'argile *et* une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 24 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile ; *ou*
 - b. une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 2 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de sol ;*et*
2. des signes de pédogenèse tels que définis au critère 3 de l'*horizon cambique*.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés sidéraliques sont aussi présentes dans les *horizons ferraliques*.

3.2.14 Propriétés stagniques

Description générale

Les propriétés stagniques (du latin *stagnare*, stagner) se développent dans des couches saturées par de l'eau stagnante (ou ayant été saturées dans le passé, si elles sont à présent drainées) durant une période suffisamment longue pour permettre l'installation de *conditions réductrices* (cela peut aller de quelques jours sous les tropiques à quelques semaines dans les autres régions). Dans certains sols avec des propriétés stagniques, les *conditions réductrices* sont dues à l'intrusion d'autres liquides comme de l'essence. Si les *conditions réductrices* ne sont plus effectives, les propriétés stagniques sont reliques.

Critères diagnostiques

Les propriétés stagniques se rapportent à du *matériau minéral*, présentent des traits rédoximorphiques et ont au moins une des caractéristiques suivantes :

1. une couche, comprenant des traits réductimorphiques et un matériau de sol avec la couleur de la matrice, qui a toutes les caractéristiques suivantes :

- a. les traits réductimorphiques sont situés principalement autour des biopores et, si des agrégats sont présents, principalement sur leur pourtour ; *et*
 - b. les traits réductimorphiques ont une valeur Munsell ≥ 1 unité plus élevée et un chroma ≥ 1 unité plus faible (humides) que la couleur de la matrice ;
- ou**
- 2. une couche, comprenant des traits oximorphiques et un matériau de sol avec la couleur de la matrice, qui a toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. les traits oximorphiques sont situés principalement au sein des agrégats, si présents ; *et*
 - b. les traits oximorphiques sont noirs et entourés de matériau plus clair, ou ont un hue Munsell ≥ 2.5 unités plus rouge et un chroma ≥ 1 unité plus élevé (humides) que la couleur de la matrice ;
- ou**
- 3. une couche combinant traits réductimorphiques et oximorphiques (avec ou sans matériau de sol avec la couleur de la matrice), qui a toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. les traits réductimorphiques sont situés principalement autour des biopores et, si des agrégats sont présents, principalement sur leur pourtour ;

et

 - b. les traits oximorphiques sont situés principalement au sein des agrégats, si présents ;

et

 - c. les traits oximorphiques sont noirs et entourés de matériau plus clair, ou, comparés aux traits réductimorphiques, ont au moins une des couleurs Munsell humides suivantes :
 - i. un hue ≥ 5 unités plus rouge ; **ou**
 - ii. un chroma ≥ 4 unités plus élevé ; **ou**
 - iii. un hue ≥ 2.5 unités plus rouge et un chroma ≥ 2 unités plus élevé ; **ou**
 - iv. un hue ≥ 2.5 unités plus rouge, une valeur ≥ 1 unité plus faible et un chroma ≥ 1 unité plus élevé ;
- ou**
- 4. une couche avec les couleurs de *matériau clarique* sur ≥ 95 % de la surface exposée, ce qui est considéré comme une caractéristique réductimorphique, au-dessus d'une *différence texturale abrupte* ou d'une couche de densité apparente $\geq 1,5 \text{ kg dm}^{-3}$;
- ou**
- 5. une combinaison de deux couches : une couche avec les couleurs de *matériau clarique* sur ≥ 95 % de la surface exposée, ce qui est considéré comme une caractéristique réductimorphique, et une autre directement sous-jacente remplissant les critères diagnostiques 1, 2 ou 3.

Identification sur le terrain

Les traits rédoximorphiques sont décrits en Annexe 1 (Chapitre 8.4.20).

Informations complémentaires

Les propriétés stagniques résultent de la réduction des (hydr-)oxydes de fer et/ou de manganèse autour des pores les plus larges. Le Mn et le Fe mobilisés peuvent être évacués latéralement et générer du *matériau clarique* (en particulier dans la partie supérieure du profil, de texture plus grossière dans de nombreux sols) ou peuvent migrer à l'intérieur des agrégats où ils s'oxydent à nouveau (en particulier dans la partie inférieure du profil).

Si les propriétés stagniques sont peu exprimées, les traits réductimorphiques et oximorphiques ne couvrent qu'une partie de la surface exposée, les autres parties conservant les couleurs originelles de la matrice, présentes avant la mise en place de processus redox. Si les propriétés stagniques sont fortement exprimées, l'entièreté de la surface exposée de terre fine présente des traits réductimorphiques ou oximorphiques.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés stagniques diffèrent des *propriétés gleyiques*. Les propriétés stagniques sont causées par la stagnation d'un agent intrusif (essentiellement de l'eau pluviale) menant à des *conditions réductrices*, ce qui crée une couche susjacentes pauvre en Fe et une couche sous-jacente avec des traits oximorphiques au sein des agrégats. (Dans certains sols, seule une de ces couches est présente.) Les *propriétés gleyiques* sont causées par la remontée d'un agent (essentiellement une nappe) menant à des *conditions réductrices*, ce qui crée une couche sous-jacente fortement réduite et une couche susjacentes avec des traits oximorphiques sur ou près des faces des agrégats. (Dans certains sols, seule une de ces couches est présente.)

3.2.15 Propriétés takyriques

Description générale

Les propriétés takyriques (de langues turques *takyr*, terre nue) correspondent à une croûte de surface de texture fine à structure lamellaire ou massive. Elles se développent en conditions arides dans des sols périodiquement inondés.

Critères diagnostiques

Les propriétés takyriques se rapportent à une croûte de surface constituée de *matériau minéral* ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. une classe texturale de loam argileux, de loam argilo-limoneux, d'argile limoneuse ou d'argile ;
et
2. une structure lamellaire ou massive ;
et
3. des fentes polygonales d'une profondeur ≥ 2 cm et espacées horizontalement de ≤ 20 cm en moyenne, quand le sol est sec ;
et
4. une classe de résistance à la rupture au moins dure (état sec) et une plasticité au moins modérée (état humide) ;
et
5. une conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée (CE_e)
 - a. $< 4 \text{ dS m}^{-1}$; *ou*
 - b. au moins 1 dS m^{-1} inférieure à celle de la couche directement sous-jacente à la croûte de surface.

Identification sur le terrain

Les propriétés takyriques se développent dans les dépressions des régions arides, où l'eau de surface, riche en argile et en limon mais relativement pauvre en sels solubles, s'accumule et évacue les sels des horizons supérieurs du sol. Ceci entraîne la dispersion des argiles et la formation d'une croûte épaisse, compacte, de texture fine, présentant à l'état sec des fentes polygonales nettes. La croûte contient souvent ≥ 80 % d'argile et de limon. Elle est suffisamment épaisse pour ne pas se courber entièrement en séchant.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés takyriques sont associées à de nombreux horizons diagnostiques, dont les plus importants sont les *horizons natriques, saliques, gypsiques, calciques* et *cambiques*. La faible EC et la faible teneur en sels solubles des propriétés takyriques les distinguent de l'*horizon salique*.

3.2.16 Propriétés vitriques

Description générale

Les propriétés vitriques (du latin *vitrum*, verre) s'appliquent à des couches contenant du verre d'origine volcanique ou industrielle et contenant peu de minéraux paracrystallins ou de complexes organo-métalliques.

Critères diagnostiques

Les propriétés vitriques ont :

1. ≥ 5 % (par comptage de grains) de verres volcaniques, d'agrégats vitreux, d'autres minéraux primaires à revêtements vitreux ou de verres issus de procédés industriels dans la fraction $> 0,02$ et ≤ 2 mm ; **et**
2. une somme $Al_{ox} + \frac{1}{2} Fe_{ox} \geq 0,4$ % ; **et**
3. une rétention des phosphates ≥ 25 %.

Identification sur le terrain

Les propriétés vitriques peuvent être présentes dès la couche de surface ; elles peuvent aussi être situées sous plusieurs dizaines de centimètres de dépôts pyroclastiques récents. Les couches avec des propriétés vitriques peuvent contenir une quantité appréciable de matière organique. Les fractions sable et limon grossier des couches avec des propriétés vitriques contiennent une quantité importante de verres volcaniques non ou partiellement altérés, d'agrégats vitreux, d'autres minéraux primaires à revêtements vitreux ou de verres issus de procédés industriels (les fractions les plus grossières peuvent être observées à l'aide d'une loupe 10x ; les fractions plus fines doivent être observées au microscope).

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés vitriques sont d'une part proches des *propriétés andiques*, vers lesquelles elles peuvent finalement évoluer. A certains stades de cette évolution, une couche peut montrer à la fois la quantité de verres volcaniques requise pour les propriétés vitriques et les caractéristiques des *propriétés andiques*. D'autre part, les couches avec des propriétés vitriques dérivent de *matériaux téphriques*. Les critères diagnostiques des *propriétés vitriques* et *andiques* sont adaptés de Shoji et al. (1996), Takahashi et al. (2004) et des résultats de l'Action COST 622. Des *horizons cherniques*, *molliques* ou *umbriques* peuvent aussi présenter des propriétés vitriques.

3.2.17 Propriétés yermiques

Description générale

Les propriétés yermiques (de l'espagnol *yermo*, désert) se trouvent à la surface du sol minéral des déserts. Elles présentent des caractéristiques telles qu'un pavement désertique, du vernis désertique, des ventifacts (windkanter), une structure lamellaire et des pores vésiculaires.

Critères diagnostiques

Les propriétés yermiques se développent dans du *matériau minéral* et ont au moins une des caractéristiques suivantes :

1. des éléments grossiers couvrant ≥ 20 % de la surface du sol (pavement désertique), au-dessus d'une couche de sol dont la teneur en éléments grossiers est la moitié ou moins de celle de la surface, et au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. ≥ 10 % des éléments grossiers de surface, > 2 cm (plus grande dimension), sont vernissés ; **ou**
 - b. ≥ 10 % des éléments grossiers de surface, > 2 cm (plus grande dimension), sont façonnés par le vent (ventifacts, windkanter) ; **ou**
 - c. une couche de surface ≥ 1 cm d'épaisseur, à structure lamellaire ; **ou**

d. une couche de surface ≥ 1 cm d'épaisseur, avec de nombreux pores vésiculaires ;

ou

2. une couche de surface, non compactée par l'activité humaine, ≥ 1 cm d'épaisseur, à structure lamellaire et avec de nombreux pores vésiculaires.

Identification sur le terrain

Les caractéristiques des propriétés yermiques sont décrites en Annexe 1 :

pavement désertique (Chapitre 8.3.4)

verniss désertique et ventifacts (Chapitre 8.3.5)

structure lamellaire (Chapitre 8.4.10)

pores vésiculaires (Chapitre 8.4.12) – pour être diagnostiques, les pores vésiculaires doivent être rangés dans la classe d'abondance « nombreux ».

Si la texture est suffisamment fine, le sol peut montrer un réseau polygonal de fentes de dessiccation (Chapitre 8.4.13), souvent remplies de matériau éolien, s'étendant en profondeur. Dans les déserts froids, les éléments grossiers de grande dimension présents en surface sont souvent brisés par le gel.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Les propriétés yermiques sont souvent associées à d'autres éléments diagnostiques typiques des environnements désertiques (*horizons saliques, duriques, gypsiques, calciques et cambiques*). Dans les déserts très froids (ex. Antarctique), elles peuvent être associées à des *horizons cryiques*. Sous ces conditions, les matériaux grossiers cryoclastiques dominant, tandis que les poussières sont rares et ne forment guère de dépôts éoliens. Dès lors peut se former un pavement dense vernissé, avec ventifacts, couches de sables éoliens et accumulations de minéraux solubles, surmontant directement des dépôts meubles, mais sans pores vésiculaires.

3.3 Matériaux diagnostiques

Les **matériaux diagnostiques** sont des matériaux qui influencent fortement les processus de pédogenèse. Leurs caractéristiques peuvent être héritées du matériau parental ou résulter de processus de pédogenèse. Les matériaux diagnostiques ne décrivent pas le matériau parental ; ils décrivent le matériau de sol, et les caractéristiques (comme tous les éléments diagnostiques) se rapportent à la terre fine, sauf indication contraire. Leurs caractéristiques peuvent être observées ou mesurées sur le terrain ou au laboratoire et doivent présenter un degré d'expression minimum ou maximum pour être qualifiées de diagnostiques. Une épaisseur minimum n'est pas requise.

3.3.1 Matériau aeolique

Description générale

Du matériau aeolique (du grec *aiolos*, vent) est du matériau déposé par le vent, typique d'environnements arides ou semi-arides.

Critères diagnostiques

Du matériau aeolique nécessite :

1. des signes de dépôts éoliens à ≤ 20 cm de la surface du sol minéral sous au moins une des formes suivantes :
 - a. 10 % des particules de sable moyen et grossier sont arrondies ou subangulaires et ont des faces mates, dans certaines couches ou dans le matériau éolien remplissant les fentes ; **ou**
 - b. de l'aéroturbation (ex. stratification entrecroisée) dans certaines couches ;*et*
2. < 1 % de *carbone organique du sol* jusqu'à 10 cm de la surface du sol minéral.

3.3.2 Artéfacts

Description générale

Les artéfacts sont des matériaux fabriqués, altérés ou excavés par l'homme. Ils peuvent être altérés physiquement (ex. cassés en morceaux) mais ne sont pas ou que peu altérés chimiquement et minéralogiquement et sont encore très reconnaissables.

Critères diagnostiques

Les artéfacts (du latin *ars*, art, et *factus*, fabriqué) sont des substances liquides ou solides de toutes tailles qui ont :

1. au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. créées ou considérablement modifiées par l'homme via des procédés industriels ou artisanaux ; **ou**
 - b. amenées en surface par l'activité humaine, d'une profondeur où elles n'étaient pas influencées par les processus de surface et déposées dans un environnement où elles ne sont pas communes, avec des propriétés très différentes de l'environnement où elles sont placées ;*et*
2. des propriétés chimiques et minéralogiques très semblables à celles qu'elles avaient au moment de leur fabrication, modification ou excavation.

Informations complémentaires

Exemples d'artéfacts : briques, poteries, verres, pierres taillées ou concassées, panneaux de bois, déchets industriels, plastique, détritiques, produits pétroliers bruts ou raffinés, bitume, déchets miniers.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du *matériau technique dur* et des géomembranes, intacts, morcelés ou composés, peuvent aussi remplir les critères diagnostiques des artefacts.

3.3.3 Matériau calcarique

Description générale

Du matériau calcarique (du latin *calcarius*, contenant de la chaux) est du matériau contenant $\geq 2\%$ d'équivalent carbonate de calcium. Ces carbonates proviennent au moins en partie du matériau parental (carbonates primaires).

Critères diagnostiques

Du matériau calcarique produit une effervescence visible dans toute la terre fine après ajout d'HCl 1 M.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du matériau calcarique peut aussi remplir les critères diagnostiques des *propriétés protocolciques*, qui présentent des accumulations discernables de carbonates secondaires. Les *horizons calciques* et *pétoalciques* ont une teneur plus élevée en carbonates et présentent aussi des carbonates secondaires. Les *horizons pétoalciques* sont cimentés de manière continue.

3.3.4 Matériau clarique

Description générale

Du matériau clarique (du latin *clarus*, clair) est de la terre fine peu colorée.

Critères diagnostiques

Du matériau clarique est du *matériau minéral* qui a :

1. sur $\geq 90\%$ de la surface exposée, au moins une des couleurs Munsell sèches suivantes :
 - a. une value ≥ 7 et un chroma ≤ 3 ; **ou**
 - b. une value ≥ 5 et un chroma ≤ 2 ;**et**
2. sur $\geq 90\%$ de la surface exposée, au moins une des couleurs Munsell humides suivantes :
 - a. une value ≥ 6 et un chroma ≤ 4 ;**ou**
 - b. une value ≥ 5 et un chroma ≤ 3 ;**ou**
 - c. une value ≥ 4 et un chroma ≤ 2 ;**ou**
 - d. toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. un hue = 5YR ou plus rouge ; **et**
 - ii. une value ≥ 4 et un chroma ≤ 3 **et**
 - iii. $\geq 25\%$ des grains de sable et de limon grossier sans revêtements.

Identification sur le terrain

L'identification sur le terrain dépend des couleurs du sol. Une loupe 10x permettra de vérifier que les grains de sable et de limon grossier sont bien dépourvus de revêtements. Du matériau clarique peut montrer une forte modification de chroma lorsqu'il est humidifié.

Informations complémentaires

La présence de revêtements autour des grains de sable et de limon grossier peut être certifiée par l'étude microscopique de lames minces. Des grains non revêtus montrent généralement une très fine bordure à leur surface. Les revêtements peuvent être de nature organique, consister en oxydes de fer, ou des deux et sont sombres en lumière transmise. Les revêtements ferrugineux deviennent rougeâtres en lumière réfléchie, tandis que les revêtements organiques restent noir-brunâtres.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Le matériau clarique est utilisé en tant que critère diagnostique dans la définition de l'*horizon spodique*, des *propriétés rétiques* et *stagniques*. Une couche avec du matériau clarique ayant perdu des oxydes et/ou de la matière organique par migration d'argile, podzolisation ou processus redox engendrés par stagnation d'eau, forme un *horizon albique*.

3.3.5 Matériau dolomitique

Critères diagnostiques

Du matériau dolomitique (d'après le géologue français *Déodat de Dolomieu*) produit une effervescence visible dans toute la terre fine après ajout d'HCl 1 M chauffé. Ce matériau contient $\geq 2\%$ d'un minéral ayant un rapport $\text{CaCO}_3 / \text{MgCO}_3 < 1,5$. Avec de l'HCl non chauffé, l'effervescence est faible et retardée.

3.3.6 Matériau fluvique

Description générale

Du matériau fluvique (du latin *fluvius*, cours d'eau) se rapporte à des sédiments fluviaux, marins ou lacustres qui reçoivent du matériau frais, ou qui en ont reçu dans le passé et présentent encore une stratification. Après leur dépôt, les matériaux fluviques ne présentent que de faibles manifestations de pédogenèse.

Critères diagnostiques

Du matériau fluvique est du *matériau minéral* et :

1. est d'origine fluviale, marine ou lacustre ;
et
2. est composé de strates ayant au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. nettes (y compris suite à une perturbation de la stratification par cryoturbation) dans $\geq 25\%$ du volume (sol entier) sur une profondeur spécifiée ;
ou
 - b. mises en évidence par au moins deux couches ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. $\geq 0,2\%$ de *carbone organique du sol* ; *et*
 - ii. une teneur en *carbone organique du sol* $\geq 25\%$ (en relatif) et $\geq 0,2\%$ (en absolu) plus élevée que dans la couche directement susjacentes ; *et*
 - iii. ne fait pas partie d'un *horizon natrique* ou *spodique* ;
et
3. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. une structure particulière, massive, lamellaire ou polyédrique subangulaire peu développée ; *ou*
 - b. une structure grumeleuse ou polyédrique subangulaire dans une couche remplissant les critères diagnostiques 2.b.

Identification sur le terrain

Une stratification peut se reconnaître de différentes manières :

- une variation de texture et/ou de teneur ou de nature en éléments grossiers
- différentes couleurs liées aux matériaux sources
- une alternance de couches de sol plus claires et plus sombres, signe d'une diminution irrégulière de la teneur en *carbone organique du sol* en profondeur.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du matériau fluviatique est toujours associé à des masses d'eau (ex. cours d'eau, lacs, mers) et peut ainsi être différencié de *matériau solimovique*. Il peut aussi remplir les critères de *matériau limnique*.

3.3.7 Matériau gypsirique

Critères diagnostiques

Du matériau gypsirique (du grec *gypsos*, gypse) est du *matériau minéral* contenant ≥ 5 % de gypse qui n'est pas du gypse secondaire.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du matériau gypsirique peut aussi remplir les critères diagnostiques des *propriétés protogypsiques*, qui présentent des accumulations discernables de gypse secondaire. Les *horizons gypsiques* et *pétrogypsiques* présentent aussi du gypse secondaire. Les *horizons pétrogypsiques* se différencient par une teneur élevée en gypse et par leur cimentation continue.

3.3.8 Matériau hypersulfidique

Description générale

Du matériau hypersulfidique (du grec *hyper*, au-dessus, et du latin *sulphur*, soufre) contient du S sulfuré inorganique et peut subir une forte acidification suite à l'oxydation de composés sulfurés inorganiques présents en son sein. Il est également connu sous le vocable « sol sulfaté acide potentiel ».

Critères diagnostiques

Du matériau hypersulfidique :

1. $a \geq 0,01$ % de S sulfuré inorganique ;
et
2. a un $\text{pH} \geq 4$ (1:1 en masse dans l'eau, ou dans suffisamment d'eau pour permettre la mesure) ;
et
3. lorsqu'une couche de 2 à 10 mm d'épaisseur est incubée en aérobiose à la capacité au champ durant 8 semaines, le pH subit une chute à $\text{pH} < 4$ et a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. au cours des 8 semaines, la chute totale de pH est $\geq 0,5$ unité ; **ou**
 - b. au plus tard après ces 8 semaines, la chute de pH n'est plus que de $\leq 0,1$ unité sur une période de 14 jours ; **ou**
 - c. au plus tard après ces 8 semaines, le pH augmente à nouveau.

Identification sur le terrain

Du matériau hypersulfidique est engorgé de manière saisonnière ou permanente ou se forme sous conditions principalement anaérobies. Il a un hue Munsell = N, 5Y, 5GY, 5BG ou 5G, une valeur ≤ 4 et un chroma = 1 (humides). Si le sol est perturbé, une odeur de sulfure d'hydrogène (œuf pourri) peut se dégager, accentuée par application d'HCl 1 M.

Pour une estimation rapide provisoire, un échantillon de 10 g traité avec 50 ml de H₂O₂ à 30 % peut faire chuter le pH à $\leq 2,5$. Le diagnostic final ne pourra se faire qu'à l'aide du test d'incubation.

Attention : H₂O₂ est un puissant oxydant ; les sulfures et la matière organique vont fortement mousser dans le tube à essai qui peut devenir très chaud.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'acidification de matériau hypersulfidique engendre généralement un *horizon thionique*. Du *matériau hyposulfidique* remplit les mêmes critères pour le S sulfuré et pour les valeurs de pH, mais est incapable d'acidification sévère.

3.3.9 Matériau hyposulfidique

Description générale

Du matériau hyposulfidique (du grec *hypo*, en dessous, et du latin *sulpur*, soufre) contient du S sulfuré inorganique et ne peut pas produire une forte acidification suite à l'oxydation de composés sulfurés inorganiques présents en son sein. Bien que l'oxydation n'entraîne pas la formation de sols sulfatés acides, du matériau hyposulfidique constitue un risque important pour l'environnement à cause des processus liés aux sulfures inorganiques. Du matériau hyposulfidique a une capacité d'autoneutralisation, généralement associée à la présence de carbonate de calcium.

Critères diagnostiques

Du matériau hyposulfidique :

1. $a \geq 0,01$ % de S sulfuré inorganique ; **et**
2. a un pH ≥ 4 (1:1 en masse dans l'eau, ou dans suffisamment d'eau pour permettre la mesure) ; **et**
3. n'est pas constitué de *matériau hypersulfidique*.

Identification sur le terrain

Du matériau hyposulfidique se forme dans les mêmes environnements que du *matériau hypersulfidique* et leur distinction peut être impossible morphologiquement. Cependant, il est moins probable qu'il soit de texture grossière. Le test rapide au peroxyde d'hydrogène (voir *matériau hypersulfidique*) est aussi indicatif, mais seul le test d'incubation vaut comme diagnostic final. La présence de carbonates dans la terre fine peut être testée sur le terrain pour évaluer la capacité d'autoneutralisation du sol.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'acidification de matériau hyposulfidique n'entraîne généralement pas le développement d'un *horizon thionique*. Du *matériau hypersulfidique* remplit les mêmes critères pour le S sulfuré et pour les valeurs de pH, mais peut subir une forte acidification.

3.3.10 Matériau limnique

Critères diagnostiques

Du matériau limnique (du grec *limnae*, étang) contient du *matériau organique* et du *matériau minéral* et a au moins une des caractéristiques suivantes :

1. est déposé dans l'eau par précipitation, parfois en combinaison avec de la sédimentation ; **ou**
2. est issu d'algues ; **ou**
3. est issu de plantes aquatiques transportées ultérieurement ; **ou**
4. est issu de plantes aquatiques modifiées ultérieurement par des animaux aquatiques et/ou des micro-organismes.

Identification sur le terrain

Du matériau limnique est formé de dépôts subaquatiques et est généralement stratifié. (Après drainage, il peut se retrouver à la surface du sol.) Quatre types de matériaux limniques sont reconnus :

1. *Coprogenous earth* (terre coprogène) ou *sedimentary peat* (tourbe sédimentaire) : organique, identifiable par les nombreuses boulettes fécales et les résidus de tourbe, valeur Munsell humide ≤ 4 , suspension aqueuse légèrement visqueuse, plasticité nulle ou faible, retrait au séchage, réhumectation difficile après dessiccation et fissuration horizontale.
2. *Diatomaceous earth* (terre à diatomées) : majorité de diatomées (siliceuses), identifiable par la modification irréversible de la couleur de la matrice au séchage (valeur Munsell = 3, 4 ou 5 en terrain humide ou mouillé) résultant de la rétraction irréversible des revêtements organiques sur les diatomées (sous microscope 440x).
3. *Marl* (marne) : fortement calcaire, identifiable par une valeur Munsell humide ≥ 5 et par une réaction à l'HCl 1 M. D'habitude, la couleur de la marne ne se modifie pas irréversiblement au séchage.
4. *Gyttja* : petits agrégats coprogènes, constitués de matière organique fortement altérée par les micro-organismes et de minéraux principalement argileux à limoneux ; teneur en *carbone organique du sol* $\geq 0,5\%$; hue Munsell humide = 5Y, GY ou G ; forte rétraction après drainage et valeur rH ≥ 13 .

3.3.11 Matériau minéral

Description générale

Dans du matériau minéral (du celtique *mine*, minéral), les propriétés de la terre fine sont dominées par des composants minéraux.

Critères diagnostiques

Du matériau minéral a

1. $< 20\%$ de *carbone organique du sol* (rapporté à la terre fine plus les résidus de plantes mortes de toutes longueurs et d'un diamètre ≤ 5 mm) ; **et**
2. $< 35\%$ (en volume du sol entier) d'*artéfacts* contenant $\geq 20\%$ de carbone organique.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du matériau ayant $\geq 20\%$ de *carbone organique du sol* est du *matériau organique*. Tout autre matériau qui a $\geq 35\%$ (en volume du sol entier) d'*artéfacts* contenant $\geq 20\%$ de carbone organique est du *matériau organotechnique*.

3.3.12 Matériau mulmique

Description générale

Du matériau mulmique (de l'allemand *Mulm*, débris pulvérulents) est du *matériau minéral* développé à partir de *matériau organique*. Quand du *matériau organique* saturé en eau est drainé, une décomposition rapide s'enclenche. Alors que la quantité de composants minéraux demeure constante, la quantité de matière organique décroît, amenant finalement la teneur en matière organique sous les 20 %, ce qui en fait du *matériau minéral*.

Critères diagnostiques

Du matériau mulmique est du *matériau minéral* formé suite au drainage de *matériau organique* saturé en eau et qui a :

1. $\geq 8\%$ de *carbone organique du sol* ;
et

2. seule ou en combinaison :
 - a. une structure particulière ; **ou**
 - b. une structure polyédrique angulaire ou subangulaire dont la taille moyenne des agrégats est ≤ 2 cm ;
et
3. un chroma Munsell humide ≤ 2 .

3.3.13 Matériau organique

Description générale

Du matériau organique (du grec *organon*, outil) comporte une grande quantité de matière organique dans la terre fine et/ou contient de nombreux fins résidus de plantes mortes à divers stades de décomposition. S'il est toujours connecté à des plantes vivantes (ex. mousses de type *Sphagnum*), il peut même n'être pas du tout décomposé. S'il provient de la chute de résidus organiques, sa décomposition est au moins telle qu'il n'est pas meuble et/ou que des tissus reconnaissables de plantes mortes occupent ≤ 90 % du volume (rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes). Les chutes de résidus organiques avec > 90 % de tissus reconnaissables de plantes mortes et encore meubles sont appelées litière (voir Chapitre 2.1, Règles générales, et Annexe 1, Chapitres 8.3.1 et 8.3.2) et ne sont pas pris en compte dans la WRB. (L'épaisseur des litières varie énormément dans le temps et dans l'espace.) A l'inverse, la décomposition peut être tellement avancée qu'il ne reste aucun tissu reconnaissable de plantes mortes, aboutissant à une masse homogène de sol organique. Du matériau organique s'accumule sous conditions humides et sèches. La composante minérale de la terre fine n'a guère d'influence sur les propriétés du sol.

Critères diagnostiques

Du matériau organique a

1. ≥ 20 % de *carbone organique du sol* (rapporté à la terre fine plus les résidus de plantes mortes de toutes longueurs et d'un diamètre ≤ 5 mm) ;
et
2. au moins une des caractéristiques suivantes
 - a. contient ≤ 90 % (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) de tissus reconnaissables de plantes mortes ; **ou**
 - b. n'est pas meuble ; **ou**
 - c. est constitué de matériau végétal mort toujours connecté à des plantes vivantes.

Informations complémentaires

20 % de carbone organique correspond grosso modo à 40 % de matière organique. Les 60 % restants sont constitués de composants minéraux et/ou de composants organiques qui remplissent les critères diagnostiques des *artéfacts*.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du *carbone organique* du sol est du carbone organique qui ne remplit pas l'ensemble des critères diagnostiques des *artéfacts*. Du matériau ayant < 20 % de *carbone organique* du sol est soit du *matériau organotechnique* soit du *matériau minéral*. Les *horizons histiques* et *foliques* sont constitués de *matériau organique*.

3.3.14 Matériau organotechnique

Description générale

Du matériau organotechnique (du grec *organon*, outil et *technae*, art) contient une grande quantité d'*artéfacts*. Il contient assez peu de *carbone organique du sol* (carbone organique qui ne remplit pas l'ensemble des critères

diagnostiques des *artéfacts*).

Critères diagnostiques

Du matériau organotechnique a

1. ≥ 35 % (en volume du sol entier) d'*artéfacts* contenant ≥ 20 % de carbone organique ; *et*
2. < 20 % de *carbone organique du sol* (rapporté à la terre fine plus les résidus de plantes mortes de toutes longueurs et d'un diamètre ≤ 5 mm).

Informations complémentaires

Exemples de matériaux organotechniques : charbon excavé, lentilles de pétrole, plastique, panneaux de bois, déchets tels que des ordures ménagères ou des couches de bébés.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du matériau ayant ≥ 20 % de *carbone organique du sol* est du *matériau organique*, quels que soient les autres composants. Du matériau ayant < 20 % de *carbone organique du sol* et des quantités moindres d'*artéfacts* organiques est du *matériau minéral*.

3.3.15 Matériau ornithogénique

Description générale

Du matériau ornithogénique (du grec *ornis*, oiseau, et *genesis*, origine) est du matériau fortement influencé par les excréments d'oiseaux. Il a souvent une teneur élevée en éléments grossiers, transportés par les oiseaux.

Critères diagnostiques

Du matériau ornithogénique a :

1. des restes d'oiseaux ou d'activité aviaire (ossements, plumes, éléments grossiers triés et de taille similaire) ; *et*
2. ≥ 750 mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3.

Informations complémentaires

750 mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3 correspondent plus ou moins à 1090 mg kg⁻¹ P ou 2500 mg kg⁻¹ P₂O₅ dans l'acide citrique 1 % (Kabala et al., 2018), qui était le critère dans les éditions précédentes de la WRB.

3.3.16 Carbone organique du sol

Critères diagnostiques

Du carbone organique du sol (du grec *organon*, outil, et du latin *carbo*, charbon) est du carbone organique qui ne remplit pas l'ensemble des critères diagnostiques des *artéfacts*.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Quand du carbone organique remplit les critères des *artéfacts*, les qualificatifs *Garbic* ou *Carbonic* peuvent s'appliquer.

3.3.17 Matériau solimovique

Description générale

Du matériau solimovique (du latin *solum*, sol et *movere*, bouger) est un mélange hétérogène de matériaux

déplacés vers le bas en suspension dans l'eau. Il est composé principalement de matériau ayant subi une pédogenèse à son emplacement d'origine, comme une accumulation de matière organique ou la formation d'oxydes de Fe. Il a été transporté suite à des processus de ruissellement érosif, éventuellement accélérés par les pratiques agricoles (ex. déforestation, labour, culture dans le sens de la pente, dégradation de la structure). Le matériau solimovique s'est mis en forme relativement récemment (essentiellement à l'Holocène). Généralement, il s'accumule sur versants, dans des dépressions ou en amont d'un obstacle sur faible pente. L'obstacle peut être naturel ou anthropique (ex. haies, terrasses, banquettes). Après dépôt, il n'a subi aucune pédogenèse avancée.

Critères diagnostiques

Du matériau solimovique est du *matériau minéral* et :

1. se trouve sur les versants, en bas de versant, en pied de versant, sur glacis, dans des dépressions, en amont d'obstacles, le long de ravines ou de toute autre position topographique similaire. Il provient de positions plus hautes d'où il a été déplacé par érosion diffuse ;
et
2. n'est d'origine ni fluviatile, ni lacustre, ni marine et ne résulte pas d'un mouvement de masse ;
et
3. a au moins une des caractéristiques suivantes :
 - a. s'il enterre un sol minéral, il a une densité apparente plus faible que la couche supérieure du matériau enfoui ; **ou**
 - b. $a \geq 0,6$ % de *carbone organique du sol* ; **ou**
 - c. a un chroma Munsell humide ≥ 3 ; **ou**
 - d. contient des *artéfacts* et/ou du black carbon de toutes tailles ; **ou**
 - e. $a \geq 100$ mg kg⁻¹ P dans l'extrait Mehlich-3 ;
et
4. ne fait pas partie d'un horizon diagnostique autre qu'un *horizon cambique, chernique, mollique* ou *umbrique*.

Identification sur le terrain

La terre fine de matériau solimovique peut avoir n'importe quelle granulométrie. Quelques éléments grossiers de petite taille peuvent être inclus. Du matériau solimovique est généralement mal trié. Il peut présenter une stratification grossière, mais cette stratification n'est pas une caractéristique typique du fait de la nature diffuse ou chaotique des processus de dépôt. Du matériau solimovique a tendance à occuper des zones de pentes faibles à modérées (2-30 %). Du black carbon ou de petits *artéfacts* comme des morceaux de brique, de céramique ou de verre peuvent être présents dans du matériau solimovique. Souvent, une *discontinuité lithique* est présente à la base du matériau solimovique.

La partie supérieure du matériau solimovique présente des similitudes (texture de la terre fine, couleur, pH et teneur en *carbone organique du sol*) avec la couche de surface de sa source dans le voisinage. Dans des cas extrêmes, le profil du matériau solimovique est le reflet du profil du sol érodé situé en contre-haut, mais inversé, du matériau de surface étant enfoui sous ce qui fut du matériau de profondeur. Les couleurs variées de la surface du sol entre positions concaves et convexes constituent de bons indicateurs dans le paysage.

Informations complémentaires

Des accumulations dues à des mouvements de masse rapides, comme des glissements de terrain, des effondrements ou des chutes d'arbres ne remplissent pas l'ensemble des critères diagnostiques du matériau solimovique.

Dans les environnements agricoles, les matériaux solimoviques ont souvent un taux de saturation en bases élevé ; si non naturel, cela résulte de pratiques de chaulage ou de fertilisation avant et/ou après le déplacement

du matériau.

Dans les éditions précédentes de la WRB, le matériau solimovique était appelé matériau colluvique. Mais le mot « colluvion » connaît tellement d'acceptions différentes selon les pays et les traditions, et en a tellement changé dans le passé (Miller & Juilleret, 2020) qu'il est préférable de l'abandonner et d'en créer un nouveau.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du matériau solimovique n'est pas lié à des masses d'eau permanentes (ex. rivières, lacs, mers) et peut ainsi être distingué de *matériau fluviatique*. Cependant, en pied de versant, les matériaux *fluviatique* et solimovique peuvent sédimenter en alternance ou se mélanger l'un l'autre et il peut être alors difficile de les différencier. Le matériau solimovique n'est pas intentionnellement apporté, comme c'est le cas par exemple du matériau de sol dans les *horizons terriques*.

3.3.18 Matériau technique dur

Description générale

Du matériau technique dur (du grec *technae*, art) décrit du matériau consolidé, créé ou considérablement modifié par l'homme.

Critères diagnostiques

Du matériau technique dur :

1. est du matériau consolidé issu de procédés industriels ou artisanaux ; *et*
2. a des propriétés fort différentes de celles des matériaux naturels ; *et*
3. est continu ou contient des espaces libres couvrant < 5 % de son extension horizontale.

Informations complémentaires

Exemples de matériaux techniques durs : asphalte, béton ou couche continue de pierres ouvragées.

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

Du matériau technique dur, intact, morcelé ou composé remplit aussi les critères diagnostiques des *artéfacts*.

3.3.19 Matériau téphrique

Description générale

Du matériau téphrique (du grec *tephra*, tas de cendre) contient beaucoup de verres dans la terre fine. Ces derniers consistent soit en téphra (c-à-d des produits pyroclastiques non consolidés, non ou peu altérés, émis lors d'éruptions volcaniques), soit en dépôts téphriques (c-à-d des téphra remaniés et mélangés à des matériaux d'autres sources, ce qui inclut des loess téphriques, des sables soufflés téphriques et des dépôts volcano-sédimentaires), soit en verres issus de procédés industriels (ex. cendres de centrales électriques au charbon ou au lignite).

Critères diagnostiques

Du matériau téphrique :

1. a ≥ 30 % (par comptage de grains) de verres volcaniques, d'agrégats vitreux, d'autres minéraux primaires à revêtements vitreux ou de verres issus de procédés industriels dans la fraction $> 0,02$ et ≤ 2 mm ; *et*
2. n'a pas de *propriétés andiques* ou *vitriques*.

Informations complémentaires

Du matériau téphrique se rapporte à la terre fine, mais des éléments grossiers (incluant cendres, lapilli, ponces, pyroclastes vésiculaires, blocs et bombes volcaniques) peuvent aussi être présents. La description originale du matériau téphrique est basée sur Hewitt (1992) et les amendements des *artéfacts* sont adaptés de Uzarowicz et al. (2017).

Relations avec d'autres éléments diagnostiques

L'altération progressive de matériau téphrique va mener aux *propriétés vitriques*. Les verres générés par des procédés industriels remplissent les critères des *artéfacts*.

4 Clé pour les Groupes de Sols de Référence, et listes des qualificatifs principaux et supplémentaires

Avant d'utiliser la Clé, lire les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Sols ayant au moins une des caractéristiques suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> du <i>matériau organique</i> commençant à ≤ 40 cm de la surface du sol et ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une épaisseur combinée de : <ol style="list-style-type: none"> ≥ 40 cm si < 75 % (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) du matériau est constitué de fibres de mousses ; <i>ou</i> ≥ 60 cm ; <i>ou</i> du <i>matériau organique</i> commençant à la surface du sol, ayant une épaisseur ≥ 10 cm et surmontant directement de la glace, une <i>roche continue</i> ou du <i>matériau technique dur</i> ; <i>ou</i> une couche d'éléments grossiers qui, avec le <i>matériau organique</i> susjacent, si présent, commence à la surface du sol et a une épaisseur de <ol style="list-style-type: none"> ≥ 10 cm si elle surmonte une <i>roche continue</i> ou du <i>matériau technique dur</i> ; <i>ou</i> ≥ 40 cm ; et dont la majeure partie des interstices entre les éléments grossiers sont remplis de <i>matériau organique</i>, les interstices restants, si présents, étant vides. <p>HISTOSOLS</p>	<p>Muusic/ Rockic/ Mawic Cryic Thionic Folic Floatic Subaquatic/ Tidalic Fibric/ Hemic/ Sapric Leptic/ Thyric Murshic/ Drainic Ombic/ Rheic Coarsic Skeletal Andic Vitric</p>	<p>Alcalic/ Dystric/ Eutric Aric Bryic Dolomitic/ Calcaric Fluvic Gelic Hyperorganic Isolatic Lignic Limnic Limonic Mineralic Mulmic Ornithic Placic Pyric Relocatic Salic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Wapnic</p>

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. un <i>horizon hortique, irrigrique, plaggique</i> ou <i>terrique</i> d'une épaisseur ≥ 50 cm ; <i>ou</i> 2. un <i>horizon anthraquique</i> et un <i>horizon hydragrique</i> sous-jacent, d'une épaisseur combinée ≥ 50 cm ; <i>ou</i> 3. un <i>horizon pretique</i> dont les couches ont une épaisseur combinée ≥ 50 cm à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral. <p>ANTHROSOLS</p>	<p>Hydragric/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Ferralic/ Sideralic Andic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Alcalic/ Dystric/ Eutric Calcic Carbonic Dolomitic/ Calcaric Drainic Escalic Fluvic Glossic/ Retic Endoleptic/ Endothyric Novic Oxyaquic Panpaic Pyric Salic Skeletal Sodic Spodic Technic/ Kalaic Toxic Vertic Vitric</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires	
<p>Autres sols ayant :</p> <p>1. toutes les caractéristiques suivantes :</p> <p>a. au moins une des caractéristiques suivantes :</p> <p>i. ayant ≥ 20 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'<i>artéfacts</i> dans les 100 premiers cm à partir de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante ; <i>ou</i></p> <p>ii. ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm, commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol, avec ≥ 80 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'<i>artéfacts</i> ;</p> <p><i>et</i></p> <p>b. n'ayant pas de couche contenant des <i>artéfacts</i> pouvant être qualifiée d'<i>horizon argique, durique, ferralique, ferrique, fragique, hydrique, natrique, nitique, pétrocalcique, pétrodurique, pétrogypique, pétroplinthique, pisoplinthique, plinthique, spodique</i> ou <i>vertique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, à moins qu'elle ne soit enfouie ;</p> <p><i>et</i></p> <p>c. n'ayant pas de couche limitante commençant à ≤ 10 cm de la surface du sol, sauf si constituée d'<i>artéfacts</i> ;</p> <p><i>ou</i></p> <p>2. une géomembrane construite continue, très peu perméable à imperméable, d'une épaisseur quelconque <i>ou</i> du <i>matériau technique dur</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol.</p> <p>TECHNOSOLS¹</p>	<p>Ekranic/ Thyric</p> <p>Linic</p> <p>Urbic</p> <p>Spolic</p> <p>Garbic</p> <p>Cryic</p> <p>Isolatic</p> <p>Leptic</p> <p>Subaquatic/ Tidalic</p> <p>Reductic</p> <p>Coarsic</p> <p>Gleyic</p> <p>Stagnic</p> <p>Andic</p>	<p>Arenic/ Clayic/</p> <p>Loamic/ Siltic</p> <p>Geoabruptic</p> <p>Alcalic/ Dystric/ Eutric</p> <p>Anthraquic/ Irragric/</p> <p>Hortic/ Plaggic/ Pretic/</p> <p>Terric</p> <p>Archaic</p> <p>Calcic</p> <p>Cambic</p> <p>Carbonic</p> <p>Chernic/ Mollic/</p> <p>Umbric</p> <p>Densic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Drainic</p> <p>Ferritic</p> <p>Fluvic</p> <p>Folic/ Histic</p> <p>Fractic</p> <p>Gelic</p> <p>Gypsic</p> <p>Gypsic</p> <p>Gypsic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Hyperartefactic</p> <p>Immissic</p> <p>Laxic</p> <p>Lignic</p> <p>Limnic</p> <p>Magnésic</p> <p>Mahic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Panpaic/ Raptic</p> <p>Protic</p> <p>Pyric</p> <p>Relocatic</p> <p>Salic</p> <p>Sideralic</p> <p>Skeletalic</p> <p>Sodic</p> <p>Solimovic</p> <p>Protosodic</p>	<p>Sulfidic</p> <p>Tephric</p> <p>Thionic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vitric</p>

¹ Des Technosols peuvent recouvrir d'autres sols, qui peuvent être indiqués après la classification du Technosol, séparés par le mot « over » (voir Chapitre 2.4). Une autre option pour indiquer des horizons diagnostiques enfouis ou des couches enfouies ayant une propriété diagnostique est l'emploi du spécificateur Thapto- suivi d'un qualificatif approprié. Le matériau de sol au-dessus d'une géomembrane ou d'un matériau technique dur peut aussi être caractérisé par des qualificatifs. Si les critères d'épaisseur ou de profondeur de ces qualificatifs ne sont pas rencontrés, le spécificateur Supra- peut être employé (voir Chapitre 2.3.2).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. un <i>horizon cryique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol ; <i>ou</i> 2. un <i>horizon cryique</i> commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol <i>et</i> des signes d'altération cryogénique (cryoturbation, soulèvement par le gel, tri cryogénique, fissuration thermique, ségrégation de glace, polygonation de surface, etc.) dans certaines couches à ≤ 100 cm de la surface du sol. <p>CRYOSOLS</p>	<p>Glacic Turbic Subaquatic/ Tidalic/ Reductaquic/ Oxyaquic Leptic Histic Andic Mollic/ Umbric Natric Salic Spodic Retic Alic/ Luvic Calcic/ Wapnic Yermic Protic Cambic Coarsic Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Albic Alcalic/ Dystric/ Eutric Biocrustic Dolomitic/ Calcaric Drainic Epic/ Endic/ Dorsic Evapocrustic/ Puffic Fluvic Folic Gypsic Humic/ Ochric Limnic Magnesic Nechic Novic Ornithic Pyric Raptic Sodic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Thixotropic Toxic Transportic Vitric</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols : 1. ayant une des caractéristiques suivantes : a. une <i>roche continue</i> commençant à ≤ 25 cm de la surface du sol ; <i>ou</i> b. < 20 % (en volume du sol entier) de terre fine plus des résidus de plantes mortes de toutes tailles ² , en moyenne sur une profondeur de 75 cm à partir de la surface du sol, ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une <i>roche continue</i> ; <i>et</i> 2. n'ayant pas d' <i>horizon durique, pétrocalcique, pétrodurique, pétrogypsique, pisoplinthique</i> ou <i>spodique</i> . LEPTOSOLS	Nudilithic/ Lithic Coarsic Skeletal Subaquatic/ Tidalic Histic Andic Rendzic/ Mollic/ Umbric Gypsic Calcic Cambic/ Brunic Yermic/ Takyric Folic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aeolic Aric Biocrustic Drainic Fluvic Gelic Gleyic Humic/ Ochric Isolatic Lapiadic Magnesic Nechic Novic Ornithic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Placic Protic Pyric Salic Sodic Solimovic Protospodic Stagnic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Protovertic Vitric

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisol	121	Luvisols	128		

² Le volume occupé ni par de la terre fine ni par des résidus de plantes mortes est occupé par des éléments grossiers, des fragments de couches cimentées démantelées > 2 mm, des *artéfacts* > 2 mm ou des interstices.

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant un <i>horizon natrique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral.</p> <p>SOLONETZ</p>	<p>Abruptic Gleyic Stagnic Mollic Salic Gypsic Petrocalcic Calcic Vertic Yermic/ Takyric Nudinatric Albic Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aeolic Biocrustic Neocambic/ Neobrunic Chromic Columnic Cutanic Differentic Duric Epic/ Endic Ferric Fluvic Fractic Humic/ Ochric Magnesic Hypernatric Novic Oxyaquic Petroplinthic Pyric Raptic Retic Skeletal Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols ayant : 1. un <i>horizon vertique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> 2. ≥ 30 % d'argile partout entre la surface du sol minéral et l' <i>horizon vertique</i> ; <i>et</i> 3. des <i>fentes de retrait</i> commençant : a. à la surface du sol minéral ; <i>ou</i> b. à la base de la couche de labour ; <i>ou</i> c. directement sous une couche à structure grumeleuse ou polyédrique angulaire ou subangulaire fortement développée, dont la taille des agrégats est ≤ 1 cm (surface autofoisonnante) ; <i>ou</i> d. directement sous une croûte de surface ; <i>et s'étendant jusqu'à l'horizon vertique.</i> VERTISOLS	Salic Sodic Leptic Petroduric/ Duric Gypsic Petrocalcic Calcic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric Pellic Chromic Haplic	Alcalic/ Endodystric Aric Chernic/ Mollic Dolomitic/ Calcaric Drainic Epic/ Endic Hypereutric Ferric Fractic Gilgaic Gleyic Grumic/ Mazic/ Pelocrustic Gypsic Humic/ Ochric Magnesic Novic Oxyaquic Pyric Raptic Skeletal Stagnic Sulfidic Takyric Technic/ Kalaic Thionic Toxic Transportic

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ayant un <i>horizon salique</i> commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol ; <i>et</i> 2. n'ayant pas d'<i>horizon thionique</i> commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol ; <i>et</i> 3. non submergés de manière permanente par l'eau et non situés en dessous du niveau affecté par les marées (c-à-d non situés sous le niveau moyen des marées hautes de vives-eaux). <p>SOLONCHAKS</p>	<p>Petrosalic Gleyic Stagnic Sodic Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Calcic Leptic Mollic Fluvic Yermic/ Takyric Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aceric Aeolic Alcalic Biocrustic Carbonatic/ Chloridic/ Sulfatic Densic Dolomitic/ Calcaric Drainic Duric Evapocrustic/ Puffic Folic/ Histic Fractic Gelic Gypsiric Humic/ Ochric Magnesic Novic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Pyric Hypersalic Skeletalic Solimovic Sulfidic Technic/ Kalaic Endothionic Toxic Transportic Turbic Vertic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant au moins une des caractéristiques suivantes :</p> <p>1. une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 40 cm de la surface du sol minéral, qui a</p> <p>a. des <i>propriétés gleyiques</i> partout ; <i>et</i></p> <p>b. des <i>conditions réductrices</i> dans certaines parties de chaque sous-couche ;</p> <p><i>ou</i></p> <p>2. les deux caractéristiques suivantes :</p> <p>a. un <i>horizon mollique</i> ou <i>umbrique</i>, d'une épaisseur > 40 cm, qui a des <i>conditions réductrices</i> dans certaines parties de chaque sous-couche, de 40 cm sous la surface du sol minéral jusqu'à la limite inférieure de l'<i>horizon mollique</i> ou <i>umbrique</i> ;</p> <p><i>et</i></p> <p>b. directement sous l'<i>horizon mollique</i> ou <i>umbrique</i>, une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm ayant sa limite inférieure ≥ 65 cm sous la surface du sol minéral, qui a :</p> <p>i. des <i>propriétés gleyiques</i> partout ; <i>et</i></p> <p>ii. des <i>conditions réductrices</i> dans certaines parties de chaque sous-couche ;</p> <p><i>ou</i></p> <p>3. une saturation permanente en eau commençant à ≤ 40 cm de la surface du sol minéral.</p> <p>GLEYSOLS</p>	<p>Thionic Reductic Subaquatic/ Tidalic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Andic Vitric Chernic/ Mollic/ Umbric Pisoplinthic/ Plinthic Stagnic Oxyaquic Oxygleyic/ Reductigleyic Gypsic Calcic/ Wapnic Spodic Fluvic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Alcalic Arenicollic Aric Drainic Ferralic/ Sideralic Folic Fractic Gelic Humic/ Ochric Inclitic Laxic Limnic Limonic Magnesic Mulmic Nechic Novic Placic Pyrac Raptic Relocatic Salic Skeletalic Sodic Solimovic Sulfidic Takyric Technic/ Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Uterquic Vertic</p>

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisol	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols :</p> <p>1. ayant une ou plusieurs couches avec des <i>propriétés andiques</i> ou <i>vitriques</i> d'une épaisseur combinée :</p> <p>a. ≥ 30 cm à ≤ 100 cm de la surface du sol et commençant à ≤ 25 cm de la surface du sol ; <i>ou</i></p> <p>b. ≥ 60 % de l'épaisseur totale du sol si une couche limitante commence à > 25 et ≤ 50 cm de la surface du sol ;</p> <p><i>et</i></p> <p>2. n'ayant pas d'<i>horizon argique, ferralique, pétroplinthique, pisoplinthique, plinthique</i> ou <i>spodique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, à moins qu'il ne soit enfoui à > 50 cm de la surface du sol minéral.</p> <p>ANDOSOLS³</p>	<p>Aluandic/ Silandic Vitric Leptic Hydragric/ Anthraquic Gleyic Hydric Histic Chernic/ Mollic/ Umbric Petroduric/ Duric Gypsic Calcic Tephric Aeolic Skeletal Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Protoandic Aric Dolomitic/ Calcaric Drainic Eutrosilic/ Acroxic Fluvic Folic Fragic Gelic Humic/ Ochric Mulmic Nechic Novic Oxyaquic Panpaic Placic Posic Pyric Reductic Sideralic Sodic Solimovic Protospodic Technic/ Kalaic Thixotropic Toxic Transportic Turbic</p>

³ Des Andosols peuvent recouvrir d'autres sols, qui peuvent être indiqués après la classification de l'Andosol, séparés par le mot « over » (voir Chapitre 2.4). Une autre option pour indiquer des horizons diagnostiques enfouis ou des couches enfouies ayant une propriété diagnostique est l'emploi du spécificateur Thapto- suivi d'un qualificatif approprié.

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols ayant un <i>horizon spodique</i> commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol minéral. PODZOLS	Ortsteinic Carbic/ Rustic Albic/ Entic Leptic Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Andic Vitric Stagnic Anthromollic/ Umbric Glossic/ Retic Acric/ Alic Coarsic Skeletalic	Arenic/ Loamic/ Siltic Abruptic Aric Neocambic/ Neobrunic Cordic Densic Drainic Epic/ Endic/ Dorsic Eutric Folic Fragic Gelic Limonic Novic Ornithic Oxyaquic Placic Pyric Raptic Sideralic Hyperspodic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant un <i>horizon plinthique, pétroplinthique</i> ou <i>pisoplinthique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral.</p> <p>PLINTHOSOLS</p>	<p>Petric Pisoplinthic Gibbsic Stagnic Geric Nitric Histic Mollic/ Umbric Albic Leptic Coarsic Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Aeric/ Lixic Aric Cohesic Drainic Duric Dystric/ Eutric Epic/ Endic Folic Humic/ Ochric Isoptic Magnesic Novic Oxyaquic Posic Pyric Raptic Saprolithic Technic/ Kalaic Toxic Transportic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant une <i>différence texturale abrupte</i> à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral et ayant dans une plage de 5 cm directement au-dessus ou en dessous de la <i>différence texturale abrupte</i> :</p> <ol style="list-style-type: none"> des <i>propriétés stagniques</i> où les traits réductimorphiques et oximorphiques couvrent ensemble ≥ 50 % (moyenne pondérée, rapportée à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) de la surface totale ; <i>et</i> des <i>conditions réductrices</i> à certains moments de l'année dans certaines parties du volume du sol qui présente les traits réductimorphiques. <p>PLANOSOLS</p>	<p>Reductic Thionic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Chernic/ Mollic/ Umbric Albic Fluvic Vertic Glossic/ Retic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Petroduric/ Duric Calcic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Alcalic Andic Aric Cambic Capillaric Chromic Cohesic Columnic Densic Drainic Ferralic/ Sideralic Ferric Folic Fragic Gelic Gelistagnic Geric Humic/ Ochric Inclinic Magnesic Mochipic Nechic Novic Pyrlic Raptic Skeletal Sodic Solimovic Sulfidic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Uterquic</p>

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <ol style="list-style-type: none"> des <i>propriétés stagniques</i> où les traits réductimorphiques et oximorphiques couvrent ensemble $\geq 1/3$ (moyenne pondérée, rapportée à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) de la plage jusqu'à 60 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une <i>roche continue</i> ; et des <i>conditions réductrices</i> à certains moments de l'année dans certaines parties du volume du sol qui présente les traits réductimorphiques à ≤ 60 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une <i>roche continue</i>. <p>STAGNOSOLS</p>	<p>Reductic Thionic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Chernic/ Mollic/ Umbric Albic Fluvic Vertic Glossic/ Retic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Calcic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Endoabruptic Alcalic Aric Cambic Capillarie Cohesic Drainic Ferralic/ Sideralic Ferric Folic Fragic Gelic Gelistagnic Geric Humic/ Ochric Inclinic Magnesic Mochipic Nechic Nitic Novic Ornithic Pyric Raptic Rhodic/ Chromic Skeletalic Sodic Solimovic Protospodic Sulfidic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Uterquic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols : 1. ayant un <i>horizon nitique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> 2. ayant de la surface du sol minéral jusqu'à l' <i>horizon nitique</i> , une teneur en argile au moins égale à la moitié de la moyenne pondérée de la teneur en argile de l' <i>horizon nitique</i> ; <i>et</i> 3. n'ayant pas d' <i>horizon vertique</i> commençant au-dessus ou à la limite supérieure de l' <i>horizon nitique</i> . NITISOLS	Ferralic/ Sideralic Ferritic Leptic Rhodic/ Xanthic Geric Hydragric/ Anthraquic/ Pretic Profundihumic Mollic/ Umbric Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Dystric/ Eutric	Andic Aric Densic Epic/ Endic Ferric Endogleyic Humic/ Ochric Magnesic Novic Oxyaquic Posic Pyric Raptic Sodic Endostagnic Technic/ Kalaic Toxic Transportic

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ayant un <i>horizon ferralique</i> commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> 2. n'ayant pas d'<i>horizon argique</i> commençant au-dessus ou à la limite supérieure de l'<i>horizon ferralique</i>, à moins que l'<i>horizon argique</i> ait dans ses 30 cm supérieurs, ou, si l'épaisseur est moindre, partout, au moins une des caractéristiques suivantes : <ol style="list-style-type: none"> a. une teneur en argile dispersable à l'eau < 10 % ; <i>ou</i> b. un ΔpH ($pH_{KCl} - pH_{eau}$) ≥ 0 (tous deux en solution 1:1) ; <i>ou</i> c. une teneur en <i>carbone organique du sol</i> $\geq 1,4$ %. <p>FERRALSOLS</p>	<p>Ferritic Gibbsic Rhodic/ Xanthic Geric Nitric Pretic Gleyic Stagnic Profundihumic Mollic/ Umbric Acric/ Lixic Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Activic Andic Aric Cohesic Densic Dystric/ Eutric Epic/ Endic/ Dorsic Ferric Fluvic Folic Humic/ Ochric Isoptic Litholinic Novic Oxyaquic Posic Pyric Raptic Saprolithic Solimovic Sombric Technic/ Kalaic Toxic Transportic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols ayant : <ol style="list-style-type: none"> un <i>horizon chernique</i> ; et une couche avec des <i>propriétés protocolcalciques</i> d'une épaisseur ≥ 5 cm ou un <i>horizon calcique</i>, commençant à ≤ 50 cm sous la limite inférieure de l'<i>horizon mollique</i>⁴ et au-dessus d'un <i>horizon pétrocalcique</i>, si présent ; et un taux de saturation en bases (NH_4OAc 1 M, pH 7)⁵ ≥ 50 % partout entre la surface du sol minéral et l'<i>horizon calcique</i> ou la couche avec des <i>propriétés protocolcalciques</i>. <p>CHERNOZEMS</p>	Petroduric/ Duric Petrocalcic Leptic Hortic Gleyic Vertic Greyzemic Luvic Calcic Cambic Skeletal Vermic Tonguic Haplic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Aric Densic Fluvic Fractic Humic Novic Oxyaquic Pachic Pyric Raptic Salic Sodic Solimovic Sombric Stagnic Technic/ Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisol	121	Luvisols	128		

⁴ Tout *horizon chernique* remplit aussi les critères d'un *horizon mollique*. L'*horizon mollique* peut s'étendre en dessous de l'*horizon chernique*.

⁵ Si les données concernant le taux de saturation en bases ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. un <i>horizon mollique</i> ; <i>et</i> 2. une couche avec des <i>propriétés protocalciques</i> d'une épaisseur ≥ 5 cm ou un <i>horizon calcique</i>, commençant à ≤ 70 cm sous la limite inférieure de l'<i>horizon mollique</i> et au-dessus d'un <i>horizon pétrocalcique</i>, si présent ; <i>et</i> 3. un taux de saturation en bases ($\text{NH}_4\text{OAc } 1 \text{ M, pH } 7$)⁶ ≥ 50 % partout entre la surface du sol minéral et l'<i>horizon calcique</i> ou la couche avec des <i>propriétés protocalciques</i>. <p>KASTANOZEMS</p>	<p>Someric Petroduric/ Duric Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Leptic Hortic/ Terric Gleyic Fluvic Vertic Luvic Calcic Cambic/ Brunic Skeletal Tonguic Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Anthric Aric Chromic Densic Fractic Gelic Humic Laxic Magnesic Novic Oxyaquic Pachic Panpaic/ Raptic Pyric Salic Sodic Solimovic Sombric Stagnic Technic/ Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric</p>

⁶ Si les données concernant le taux de saturation en bases ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols ayant : 1. un <i>horizon mollique</i> ; et 2. un taux de saturation en bases (NH ₄ OAc 1 M, pH 7) ⁷ ≥ 50 % partout jusqu'à 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, une couche limitante. PHAEOZEMS	Rendzic Chernic/ Someric Mulmic Petroduric/ Duric Petrocalcic Endocalcic Leptic Irragric/ Hortic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Fluvic Vertic Greyzemic Glossic/ Retic Lixic/ Luvic Cambic/ Brunic Skeletal Vermic Tonguic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Haplic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Albic Andic Anthric Aric Columnic Densic Ferralic/ Sideralic Folic Fractic Humic Isolatic Laxic Limonic Magnesic Nechic Novic Oxyaquic Pachic Panpaic/ Raptic Pyric Relocatic Rhodic/ Chromic Salic Sodic Solimovic Sombric Technic/ Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisol	121	Luvisol	128		

⁷ Si les données concernant le taux de saturation en bases ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant un <i>horizon umbrique, mollique</i> ou <i>hortique</i>.</p> <p>UMBRISOLS</p>	<p>Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric</p> <p>Chernic/ Mollic/ Someric</p> <p>Mulmic</p> <p>Fragic</p> <p>Leptic</p> <p>Gleyic</p> <p>Stagnic</p> <p>Fluvic</p> <p>Greyzemic</p> <p>Glossic/ Retic</p> <p>Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic</p> <p>Cambic/ Brunic</p> <p>Skeletal</p> <p>Tonguic</p> <p>Endodolomitic/ Endocalcaric</p> <p>Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Abruptic</p> <p>Albic</p> <p>Andic</p> <p>Anthric</p> <p>Aric</p> <p>Densic</p> <p>Drainic</p> <p>Hyperdystric/ Eutric</p> <p>Ferralic/ Sideralic</p> <p>Folic</p> <p>Gelic</p> <p>Humic</p> <p>Isolatic</p> <p>Laxic</p> <p>Limonic</p> <p>Nechic</p> <p>Novic</p> <p>Ornithic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Pachic</p> <p>Panpaic/ Raptic</p> <p>Placic</p> <p>Pyric</p> <p>Relocatic</p> <p>Rhodic/ Chromic</p> <p>Solimovic</p> <p>Sombric</p> <p>Protospodic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Technic/ Kalaic</p> <p>Thionic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p> <p>Vitric</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols ayant un <i>horizon pétrodurique</i> ou <i>durique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral. DURISOLS	Petric Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Calcic Leptic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletal Yermic/ Takyric Andic Gypsic Calcaric Dystric/ Eutric	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aeolic Aric Biocrustic Chromic Cohesic Epic/ Endic Gleyic Humic/ Ochric Isoptic Magnesic Novic Pyric Raptic Salic Sideralic Sodic Stagnic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Vertic

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ayant un <i>horizon gypsique</i> ou <i>pétrogypsique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> 2. n'ayant pas d'<i>horizon argique</i> commençant au-dessus ou à la limite supérieure de l'<i>horizon gypsique</i> ou <i>pétrogypsique</i>, à moins que l'<i>horizon argique</i> contienne partout du gypse secondaire ou des carbonates secondaires. <p>GYPSISOLS</p>	<p>Petric Petrocalcic Calcic Leptic Gleyic Stagnic Lixic/ Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletal Yermic/ Takyrlic Calcaric Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Aeolic Aric Biocrustic Epic/ Endic Fluvic Hypergypsic Humic/ Ochric Isoptic Naramic Novic Panpaic/ Raptic Pyrlic Salic Sodic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Vertic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols : 1. ayant un <i>horizon calcique</i> ou <i>pétoalcique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> 2. n'ayant pas d' <i>horizon argique</i> commençant au-dessus ou à la limite supérieure de l' <i>horizon calcique</i> ou <i>pétoalcique</i> , à moins que l' <i>horizon argique</i> contienne partout des carbonates secondaires. CALCISOLS	Petric Leptic Gleyic Stagnic Lixic/ Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletal Yermic/ Takyric Gypsic Haplic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Aeolic Aric Biocrustic Hypercalcic Densic Epic/ Endic Fluvic Gelic Protogypsic Humic/ Ochric Isoptic Magnesic Naramic Novic Panpaic/ Raptic Pyrlic Rhodic/ Chromic Salic Sodic Solimovic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Vertic

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisol	121	Luvisols	128		

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant un <i>horizon argique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral et ayant des <i>propriétés rétiques</i> à sa limite supérieure.</p> <p>RETISOLS</p>	<p>Abruptic Fragic Glossic Leptic Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Stagnic Sideralic Nudiargic Neocambic/ Neobrunic Albic Calcic Skeletal Endodolomitic/ Endocalcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Cutanic Densic Differentic Drainic Epic/ Endic Folic Gelic Humic/ Ochric Lamellic Nechic Novic Oxyaquic Profondic Pyrlic Raptic Solimovic Protospodic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <ol style="list-style-type: none"> un <i>horizon argique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 24 cmol_c kg⁻¹ d'argile dans certains sous-horizons de l'<i>horizon argique</i> à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> Al échangeable $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})^8$ échangeables dans la moitié au moins de : <ol style="list-style-type: none"> la plage entre 50 et 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>ou</i> la moitié inférieure du sol minéral surmontant une couche limitante commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; selon l'épaisseur la moindre. <p>ACRISOLS</p>	<p>Abruptic Fragic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Ferralic Rhodic/ Chromic/ Xanthic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/ Neobrunic Cohesic Cutanic Densic Differentic Hyperdystric/ Epieutric Epic/ Endic Geric Gibbsic Humic/ Ochric Magnesic Nechic Nitic Novic Oxyaquic Posic Profondic Pyric Raptic Saprolithic Sodic Solimovic Sombric Technic/ Kalaic Toxic Transportic Vitric</p>

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisol	121	Luvisols	128		

⁸ Les cations échangeables sont exprimés en cmol_c kg⁻¹. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <ol style="list-style-type: none"> un <i>horizon argique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> une CEC ($\text{NH}_4\text{OAc } 1 \text{ M}$, pH 7) $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile dans certains sous-horizons de l'<i>horizon argique</i> à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral. <p>LIXISOLS</p>	<p>Abruptic Fragic Petrocalcic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Ferralic Rhodic/ Chromic/ Xanthic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Gypsic Calcic Yermic/ Takyric Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/ Neobrunic Cohesic Columnic Cutanic Densic Differentic Epidystric/ Hypereutric Epic/ Endic Fractic Geric Gibbsic Humic/ Ochric Magnesic Nechic Nitric Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Saprolithic Sodic Solimovic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Vitric</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <p>1. un <i>horizon argique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i></p> <p>2. Al échangeable $> (Ca + Mg + K + Na)^9$ échangeables dans la moitié au moins de :</p> <p>a. la plage entre 50 et 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>ou</i></p> <p>b. la moitié inférieure du sol minéral surmontant une couche limitante commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; selon l'épaisseur la moindre.</p> <p>ALISOLS</p>	<p>Abruptic Fragic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Vertic Rhodic/ Chromic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/ Neobrunic Cutanic Densic Differentic Hyperdystric/ Epieutric Epic/ Endic Fluvic Folic Gelic Humic/ Ochric Hyperalic Magnesic Nechic Nitic Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Sodic Solimovic Protospodic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Vitric</p>

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

⁹ Les cations échangeables sont exprimés en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant un <i>horizon argique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral.</p> <p>LUVISOLS</p>	<p>Abruptic Fragic Petrocalcic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Vertic Rhodic/ Chromic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Gypsic Calcic Yermic/ Takyric Skeletal Dolomitic/ Calcaric Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/ Neobrunic Columnic Cutanic Densic Differentic Epidystric/ Hypereutric Epic/ Endic Escalic Fluvic Fractic Gelic Humic/ Ochric Magnesic Nechic Nitric Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Sodic Solimovic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Vitric</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. un <i>horizon cambique</i> <ol style="list-style-type: none"> a. commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral ; <i>et</i> b. ayant sa limite inférieure à ≥ 25 cm de la surface du sol minéral ; <i>ou</i> 2. un <i>horizon anthraquique, hydragrique, irragrique, plaggique, pretique ou terrique</i> ; <i>ou</i> 3. un <i>horizon fragrique, thionique ou vertique</i> commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; <i>ou</i> 4. un <i>horizon tsitelique</i> avec une classe texturale de loam sableux ou plus fine, commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral ; <i>ou</i> 5. une ou plusieurs couches avec des <i>propriétés andiques</i> ou <i>vitriques</i> d'une épaisseur combinée ≥ 15 cm à ≤ 100 cm de la surface du sol. <p>CAMBISOLS</p>	<p>Fragic Thionic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Plaggic/ Pretic/ Terric Tsitelic Vertic Andic Vitric Leptic Histic Gleyic Stagnic Solimovic Fluvic Sideralic Rhodic/ Chromic Skeletalic Yermic/ Takyric Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Geoabruptic Aeolic Alcalic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cohesic Columnic Densic Drainic Escalic Ferric Folic Fractic Gelic Gelistagnic Protogypsic Humic/ Ochric Isoptic Laxic Limonic Litholinic Magnesic Nechic Novic Ornithic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Pyric Salic Saprolithic Sodic Protospodic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic</p>

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
<p>Autres sols ayant du <i>matériau fluviq</i>ue :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 25 cm de la surface du sol minéral ; <i>ou</i> 2. de la limite inférieure d'une couche de labour d'une épaisseur ≤ 40 cm, jusqu'à ≥ 50 cm de la surface du sol minéral. <p>FLUVISOLS ¹⁰</p>	<p>Tidalic Pantofluvic/ Anofluvic/ Orthofluvic Leptic Histic Gleyic Stagnic Skeletal Tephric Yermic/ Takyrlic Protic Gypsiric Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Geoabruptic Alcalic Arenicollic Aric Protocalcic Densic Drainic Folic Gelic Humic/ Ochric Limnic Limonc Magnesic Nechic Oxyaquic Panpaic Placic Pyric Salic Sideralic Sodic Sulfidic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Protovertic</p>

¹⁰ Des Fluvisols peuvent recouvrir d'autres sols, qui peuvent être indiqués après la classification du Fluvisol, séparés par le mot « over » (voir Chapitre 2.4). Une autre option pour indiquer des horizons diagnostiques enfouis ou des couches enfouies ayant une propriété diagnostique est l'emploi du spécificateur Thapto- suivi d'un qualificatif approprié.

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral : <ol style="list-style-type: none"> une classe texturale (moyenne pondérée) de sable loameux ou de sable ; <i>et</i> des couches de texture plus fine, si présentes, d'une épaisseur combinée < 15 cm ; <i>et</i> des couches ayant ≥ 40 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers, si présentes, d'une épaisseur combinée < 15 cm. <p>ARENOSOLS¹¹</p>	Tidalic Aeolic Solimovic Tephric Tsitelic Brunic Gleyic Sideralic Yermic Protic Transportic Relocatic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric	Geoabruptic Alcalic Arenicollic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cordic Folic Gelic Protogypsic Humic/ Ochric Hydrophobic Isoptic Lamellic/ Protoargic Limonic Nechic Novic Ornithic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Placic Pyric Rhodic/ Chromic/ Rubic/ Claric Salic Sodic Bathyspodic Protospodic Stagnic Sulfidic Technic/ Kalaic Toxic Turbic

Aperçu de la Clé pour les Groupes de Sols de Référence									
Histosols	101	Solonchaks	108	Nitisols	115	Gypsisols	122	Cambisols	129
Anthrosols	102	Gleysols	109	Ferralsols	116	Calcisols	123	Fluvisols	130
Technosols	103	Andosols	110	Chernozems	117	Retisols	124	Arenosols	131
Cryosols	104	Podzols	111	Kastanozems	118	Acrisols	125	Regosols	132
Leptosols	105	Plinthosols	112	Phaeozems	119	Lixisols	126		
Solonetz	106	Planosols	113	Umbrisols	120	Alisols	127		
Vertisols	107	Stagnosols	114	Durisols	121	Luvisols	128		

¹¹ Des Arenosols peuvent recouvrir d'autres sols, qui peuvent être indiqués après la classification de l'Arenosol, séparés par le mot « over » (voir Chapitre 2.4). Une autre option pour indiquer des horizons diagnostiques enfouis ou des couches enfouies ayant une propriété diagnostique est l'emploi du spécificateur Thapto- suivi d'un qualificatif approprié. Des Arenosols peuvent présenter des horizons diagnostiques à des profondeurs > 100 cm. Ceux-ci peuvent être indiqués au moyen du spécificateur Bathy- suivi d'un qualificatif approprié ; ex. Bathyacric (> 100 cm), Bathyspodic (> 200 cm).

Clé pour les Groupes de Sols de Référence	Qualificatifs principaux	Qualificatifs supplémentaires
Autres sols : REGOSOLS	Tidalic Leptic Solimovic Aeolic Tephric Brunic Gleyic Stagnic Skeletalic Vermic Yermic/ Takyric Protic Transportic Relocalic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Geoabruptic Alcalic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cordic Densic Drainic Escalic Fluvic Folic Gelic Gelistagnic Protogypsic Humic/ Ochric Isolatic Isopteric Magnesic Nechic Ornithic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Pyric Salic Saprolithic Sodic Technic/ Kalaic Toxic Turbic Protovertic

5 Définitions des qualificatifs

Avant d'utiliser les qualificatifs, lire les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2).

Les définitions des qualificatifs associés aux unités du second niveau sont basées sur les RSGs, les horizons, propriétés et matériaux diagnostiques, ainsi que sur des attributs comme la couleur, les conditions chimiques, la texture, etc. Les références aux RSGs définis au Chapitre 4 et aux éléments diagnostiques définis au Chapitre 3 sont écrites *en italique*.

Généralement, un nom de sol ne comportera qu'un nombre limité de combinaisons ; de nombreuses définitions rendent les qualificatifs mutuellement exclusifs.

Règles générales

1. **Les sous-qualificatifs** (voir Chapitre 2.3) **qui peuvent être utilisés dans le nom du sol à la place du qualificatif listé dans la Clé** (Chapitre 4) se trouvent sous la définition du qualificatif concerné (ex. Protocalcic se trouve sous Calcic). **Les sous-qualificatifs qui ne peuvent pas remplacer un qualificatif listé** sont repris en ordre alphabétique (ex. Hyperalic).
2. Si un sous-qualificatif lié à des critères de profondeur peut être construit par l'utilisateur, **un chiffre indique les règles qui s'y appliquent** : (1), (2), (3), (4), (5). Si aucun chiffre n'est indiqué, ces sous-qualificatifs ne peuvent être construits.

Définitions

Abruptic (ap) (du latin *abruptus*, abrupt) : ayant une *différence texturale abrupte* à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (1).

Geoabruptic (go) (du grec *gaia*, la Terre) : ayant une *différence texturale abrupte* à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral qui n'est pas associée à la limite supérieure d'un *horizon argique, natrique* ou *spodique* (1).

Aceric (ae) (du latin *acer*, aigu) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche avec un pH (1:1 dans l'eau) $\geq 3,5$ et < 5 et montrant des accumulations de jarosite (uniquement pour les *Solonchaks*) (2).

Acric (ac) (du latin *acer*, aigu) : ayant un *horizon argique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral avec une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile dans certains sous-horizons à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral, et ayant Al échangeable $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables dans la moitié au moins de la plage entre 50 et 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, de la moitié inférieure du sol minéral surmontant une couche limitante commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Note : Les cations échangeables sont exprimés en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Acroxic (ao) (du latin *acer*, aigu, et du grec *oxys*, acide) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm avec une somme des bases échangeables (NH_4OAc 1 M, pH 7) plus Al échangeable (KCl 1 M, non tamponné) $< 2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de terre fine (uniquement pour les *Andosols*) (2).

Activic (at) (du latin *activus*, occupé) : ayant au-dessus d'un *horizon ferralique* une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm avec une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) $\geq 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile et $< 0,6$ % de *carbone organique du*

sol (uniquement pour les *Ferralsols*) (2).

Aeolic (ay) (du grec *aiolos*, vent) : ayant du *matériau aeolique* (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Albic (ab) (du latin *albus*, blanc) : ayant un *horizon albique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Alcalic (ax) (de l'arabe *al-qali*, cendre contenant du sel) : ayant

- pour les *Histosols*, un pH (1:1 dans l'eau) $\geq 8,5$ dans le *matériau organique* à ≤ 50 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, un pH (1:1 dans l'eau) $\geq 8,5$ partout à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante, et remplissant l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Eutric.

Alic (al) (du latin *alumen*, alun) : ayant un *horizon argique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral avec une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) ≥ 24 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile partout à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral, et ayant Al échangeable $>$ (Ca + Mg + K + Na) échangeables dans la moitié au moins de la plage entre 50 et 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, de la moitié inférieure du sol minéral surmontant une couche limitante commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Note : Les cations échangeables sont exprimés en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Aluandic (aa) (du latin *alumen*, alun, et du japonais *an*, foncé, et *do*, sol) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 15 cm avec des *propriétés andiques* et une teneur en $\text{Si}_{\text{ox}} < 0,6$ % (uniquement pour les *Andosols*) (2).

Andic (an) (du japonais *an*, foncé, et *do*, sol) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches avec des *propriétés andiques* ou *vitriques* d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm (≥ 15 cm pour les *Cambisols*), dont ≥ 15 cm ($\geq 7,5$ cm pour les *Cambisols*) ont des *propriétés andiques* (2).

Protoandic (qa) (du grec *proton*, premier) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 15 cm avec une valeur $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2} \text{Fe}_{\text{ox}} \geq 1,2$ %, une densité apparente $\leq 1,2$ kg dm^{-3} et une rétention des phosphates ≥ 55 %, et qui ne remplit pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Andic (2).

Note : Pour la densité apparente, le volume est déterminé après avoir désorbé à 33 kPa (sans séchage préalable) un échantillon de sol non séché ; la masse est ensuite déterminée à 105 °C (voir Annexe 2, Chapitre 9.5).

Anthraquic (aq) (du grec *anthropos*, être humain, et du latin *aqua*, eau) : ayant un *horizon anthraquique* et pas d'*horizon hydraqrique*.

Anthric (ak) (du grec *anthropos*, être humain) : ayant des *propriétés anthriques*.

Archaic (ah) (du grec *archae*, début) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche d'une épaisseur ≥ 20 cm avec ≥ 20 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artefacts* contenant ≥ 50 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artefacts* fabriqués via des procédés pré-industriels, comme des céramiques présentant des traces de fabrication manuelle, des céramiques faciles à briser ou des céramiques contenant du sable (uniquement pour les *Technosols*) (2).

Arenic (ar) (du latin *arena*, sable) : constitué de *matériau minéral* et ayant, seule ou en combinaison, une classe texturale de sable ou de sable loameux

- dans une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à > 10 et < 60 cm de la surface du sol minéral
- (2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Arenicolic (ad) (relatif aux vers du genre *Arenicola*) : ayant ≥ 50 % (en volume, moyenne pondérée) de galeries de vers, de turricules ou de terriers d'animaux rebouchés, dans une couche d'une épaisseur ≥ 20 cm située dans une zone intertidale.

Aric (ai) (du latin *arare*, labourer) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à la surface du sol, homogénéisée par le labour et de limite inférieure (très) abrupte (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Arzic (az) (du turc *arz*, croûte terrestre) : saturé par une nappe ou de l'eau courante dans certaines couches à ≤ 50 cm de la surface du sol durant une certaine période la plupart des années et contenant ≥ 15 % de gypse en moyenne sur une profondeur de 100 cm à partir de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (uniquement pour les *Gypsisols*).

Biocrustic (bc) (du grec *bios*, vie, et du latin *crusta*, croûte) : ayant une croûte biologique de surface.

Brunic (br) (du bas allemand *brun*, brun) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 15 cm et commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral, qui remplit les critères diagnostiques 3 et 4 de l'*horizon cambique*, mais pas le critère diagnostique 1, et non constituée de *matériau clarique*.

Neobrunic (nb) (du grec *neos*, nouveau) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 15 cm et commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral, qui remplit les critères diagnostiques 3 et 4 de l'*horizon cambique*, mais pas le critère diagnostique 1, non constituée de *matériau clarique* et surmontant

- un *horizon albique* qui surmonte un *horizon argique*, *natrique* ou *spodique*, *ou*
- une couche avec des *propriétés rétiques*.

Bryic (by) (du grec *bryon*, mousse) : ≥ 75 % (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) du *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol consiste en fibres de mousses.

Calcaric (ca) (du latin *calcarius*, contenant de la chaux) : ayant du *matériau calcarique*

- dans une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à < 60 cm de la surface du sol minéral ;
- et n'ayant pas d'*horizon calcique* ou *pétrocalcique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Calcic (cc) (du latin *calx*, chaux) : ayant un *horizon calcique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Hypercalcic (jc) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon calcique* avec un équivalent carbonate de calcium ≥ 50 % et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Protocalcic (qc) (du grec *proton*, premier) : ayant une couche avec des *propriétés protocalciques* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral et n'ayant pas d'*horizon calcique* ou *pétrocalcique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (pas pour les *Chernozems* et

Kastanozems, où les *propriétés protocalciques* font partie de la définition) (2).

Cambic (cm) (du latin *cambire*, changer) : ayant un *horizon cambique*, non constitué de *matériau clarique* et commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral.

Neocambic (nc) ((du grec *neos*, nouveau) : ayant un *horizon cambique*, non constitué de *matériau clarique*, commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral et surmontant

- un *horizon albique* qui surmonte un *horizon argique*, *natrique* ou *spodique*, ou
- une couche avec des *propriétés rétiques*.

Capillarie (cp) (du latin *capillus*, cheveu) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, dont les macropores sont si peu nombreux que la saturation en eau des pores capillaires crée des *conditions réductrices*.

Carbic (cb) (du latin *carbo*, charbon) : ayant un *horizon spodique* avec une valeur Munsell humide ≤ 2 partout (« Podzols humiques » ; uniquement pour les *Podzols*).

Carbonatic (cn) (du latin *carbo*, charbon) : ayant un *horizon salique* dont la solution du sol (1:1 dans l'eau) a un $\text{pH} \geq 8,5$ et $[\text{HCO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] > 2 \times [\text{Cl}^-]$ (uniquement pour les *Solonchaks*).

Carbonic (cx) (du latin *carbo*, charbon) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, avec $\geq 5\%$ de carbone organique provenant d'*artéfacts* (2).

Chernic (ch) (du russe *chorniy*, noir) : ayant un *horizon chernique* (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Tonguichernic (tc) (de l'anglais *tongue*, langue) : ayant un *horizon chernique* formant des langues dans une couche sous-jacente (2 : uniquement Ano- et Panto- ; se rapporte à la limite inférieure de l'*horizon chernique*).

Chloridic (cl) (du grec *chloros*, vert-jaune) : ayant un *horizon salique* dont la solution du sol (1:1 dans l'eau) a $[\text{Cl}^-] > 2 \times [\text{SO}_4^{2-}] > 2 \times [\text{HCO}_3^-]$ (uniquement pour les *Solonchaks*).

Chromic (cr) (du grec *chroma*, couleur) : ayant entre 25 et 150 cm de la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, qui présente des signes de pédogenèse tels que définis au critère 3 de l'*horizon cambique*, et qui présente sur $\geq 90\%$ de la surface exposée un hue Munsell plus rouge que 7.5YR et un chroma > 4 (humides), et qui ne remplit pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Rhodic.

Claric (cq) (du latin *clarus*, clair) : ayant entre 25 et 100 cm de la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm constituée de *matériau clarique*, et le sol ne remplit pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Bathyspodic (uniquement pour les *Arenosols*) (2 : excepté Epi-).

Clayic (ce) (de l'anglais *clay*, argile) : constitué de *matériau minéral* et ayant, seule ou en combinaison, une classe texturale d'argile, d'argile sableuse ou d'argile limoneuse

- dans une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, ou
 - dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à > 10 et < 60 cm de la surface du sol minéral
- (2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Coarsic (cs) (de l'anglais *coarse*, grossier) : ayant < 20 % (en volume du sol entier) de terre fine plus des résidus de plantes mortes de toutes tailles, en moyenne sur une profondeur de 75 cm à partir de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante commençant à > 25 cm de la surface du sol.

Note : Le volume occupé ni par de la terre fine ni par des résidus de plantes mortes est occupé par des éléments grossiers, des fragments de couches cimentées démantelées > 2 mm, des *artéfacts* > 2 mm ou des interstices.

Cohesic (co) (du latin *cohaerere*, coller ensemble) : ayant un *horizon cohésique* commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral (2).

Columnic (cu) (du latin *columna*, colonne) : ayant une couche, d'une épaisseur ≥ 15 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, à structure colonnaire (2).

Cordic (cd) (du latin *corda*, corde) : ayant au moins deux bandes d'accumulations, d'une épaisseur individuelle $\geq 0,5$ et < 2,5 cm, non cimentées, ayant une teneur plus élevée en oxydes de Fe et/ou en matière organique que les couches directement sus- et sous-jacentes, ne remplissant pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Lamellic et ayant une épaisseur combinée $\geq 2,5$ cm sur une plage de 50 cm ; la bande d'accumulation supérieure commence à ≤ 200 cm de la surface du sol minéral (2).

Cryic (cy) (du grec *kryos*, froid, glace) :

- ayant un *horizon cryique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, *ou*
 - ayant un *horizon cryique* commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol et des signes d'altération cryogénique dans certaines couches à ≤ 100 cm de la surface du sol
- (1 : uniquement Epi- et Endo- ; se rapporte à la limite supérieure de l'*horizon cryique*).

Cutanic (ct) (du latin *cutis*, peau) : ayant un *horizon argique* ou *natrique* remplissant le critère diagnostique 2.b de ces horizons respectifs.

Densic (dn) (du latin *densus*, dense) : ayant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral une couche dont la densité apparente est telle que les racines ne peuvent la pénétrer, sauf le long des fentes.

Differentic (df) (du latin *differentia*, différence) : ayant un *horizon argique* ou *natrique* remplissant le critère diagnostique 2.a de ces horizons respectifs.

Dolomitic (do) (du minéral dolomite, nommé d'après le géologue français *Déodat de Dolomieu*) : ayant du *matériau dolomitique*

- dans une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à < 60 cm de la surface du sol minéral
- (2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Dorsic (ds) (du latin *dorsum*, en position plus basse) :

- pour les *Cryosols*, l'*horizon cryique* commençant à > 100 cm de la surface du sol,
- pour les *Ferralsols* et les *Podzols*, l'*horizon ferralique* ou *spodique* commençant à > 100 cm de la surface du sol minéral.

Drainic (dr) (du français *drainer*) : ayant été drainé artificiellement.

Duric (du) (du latin *durus*, dur) : ayant un *horizon durique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Hyperduric (ju) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon durique* contenant ≥ 50 % (en volume du sol entier) de durinodes ou de fragments d'un *horizon pétrodurique* démantelé et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Dystric (dy) (du grec *dys*, mauvais, et *trophae*, nourriture) :

- pour les *Histosols*, ayant un $\text{pH}_{\text{eau}} < 5,5$ dans la moitié au moins de la plage avec du *matériau organique*, à ≤ 100 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, ayant une ou plusieurs couches constituées de *matériau minéral*,
 - entre 20 et 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - entre 20 cm de la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à > 25 cm de la surface du sol minéral,

en fonction de la profondeur la moindre,

avec Al échangeable $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables dans la moitié au moins de leur épaisseur combinée (3).

Hyperdystric (jd) (du grec *hyper*, au-dessus) :

- pour les *Histosols*, ayant un $\text{pH}_{\text{eau}} < 5,5$ partout dans le *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol et $< 4,5$ dans la majeure partie du *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, ayant du *matériau minéral*, partout
 - entre 20 et 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - entre 20 cm de la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à ≥ 50 cm de la surface du sol minéral,

en fonction de la profondeur la moindre,

avec Al échangeable $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables partout ;

et Al échangeable $> 4 \times (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables dans sa majeure partie.

Orthodystric (od) (du grec *orthos*, droit) :

- pour les *Histosols*, ayant un $\text{pH}_{\text{eau}} < 5,5$ partout dans le *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, ayant du *matériau minéral*, partout
 - entre 20 et 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - entre 20 cm de la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à ≥ 50 cm de la surface du sol minéral,

en fonction de la profondeur la moindre,

avec Al échangeable $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables partout.

Note : les cations échangeables sont exprimés en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Ekranic (ek) (du français *écran*) : ayant du *matériau technique dur* commençant à ≤ 5 cm de la surface du sol (uniquement pour les *Technosols*).

Endic (ed) (du grec *endon*, dedans) :

- pour les *Cryosols*, l'*horizon cryique* commençant à > 50 et ≤ 100 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, le premier horizon diagnostique du RSG correspondant, ne remplissant pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Petric et commençant à > 50 et ≤ 100 cm de la surface du sol minéral.

Entic (et) (du latin *recens*, jeune) : n'ayant pas d'*horizon albique* au-dessus de l'*horizon spodique* (uniquement

pour les *Podzols*).

Epic (ep) (du grec *epi*, au-dessus) :

- pour les *Cryosols*, l'horizon cryique commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, le premier horizon diagnostique du RSG correspondant, ne remplissant pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Petric et commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral.

Escalic (ec) (de l'espagnol *escala*, terrasse) : sol ayant été tronqué et/ou transporté localement par l'homme pour construire des terrasses.

Eutric (eu) (du grec *eu*, bon, et *trophae*, nourriture) :

- pour les *Histosols*, ayant un $\text{pH}_{\text{eau}} \geq 5,5$ dans la majeure partie avec du *matériau organique*, à ≤ 100 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, ayant une ou plusieurs couches constituées de *matériau minéral*,
 - entre 20 et 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - entre 20 cm de la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à > 25 cm de la surface du sol minéral,

en fonction de la profondeur la moindre,

avec $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables $\geq \text{Al}$ échangeable dans la majeure partie de leur épaisseur combinée (3).

Hypereutric (je) (du grec *hyper*, au-dessus) :

- pour les *Histosols*, ayant un $\text{pH}_{\text{eau}} \geq 5,5$ partout dans le *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol et $\geq 6,5$ dans la majeure partie du *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, ayant du *matériau minéral*, partout
 - entre 20 et 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - entre 20 cm de la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à ≥ 50 cm de la surface du sol minéral,

en fonction de la profondeur la moindre,

avec $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables $\geq \text{Al}$ échangeable partout ;

et $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables $\geq 4 \times \text{Al}$ échangeable dans sa majeure partie.

Oligoeutric (ol) (du grec *oligos*, peu) : pour des sols autres que les *Histosols*, ayant une ou plusieurs couches constituées de *matériau minéral*,

- entre 20 et 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
- entre 20 cm de la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à > 25 cm de la surface du sol minéral,

en fonction de la profondeur la moindre,

avec $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables $\geq \text{Al}$ échangeable et $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables $< 5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ d'argile dans la majeure partie de leur épaisseur combinée (3).

Orthoeutric (oe) (du grec *orthos*, droit) :

- pour les *Histosols*, ayant un $\text{pH}_{\text{eau}} \geq 5,5$ partout dans le *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol,
- pour les autres sols, ayant du *matériau minéral*, partout
 - entre 20 et 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - entre 20 cm de la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à ≥ 50 cm de la surface du sol minéral,

en fonction de la profondeur la moindre,

avec $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables $\geq \text{Al}$ échangeable partout.

Note : les cations échangeables sont exprimés en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Note : Oligoeutric est prioritaire sur Hypereutric et Orthoeutric.

Eutrosilic (es) (du grec *eu*, bon, et *trophae*, nourriture, et du latin *silex*, matériau contenant du silicium) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, avec des propriétés andiques et une somme des bases échangeables ($\text{NH}_4\text{OAc } 1 \text{ M}$, pH 7) $\geq 15 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de terre fine (uniquement pour les *Andosols*) (2).

Evapocrustic (ev) (du latin *e*, hors de, *vapor*, vapeur, et *crusta*, croûte) : ayant une croûte saline d'une épaisseur ≤ 2 cm à la surface du sol.

Ferralic (fl) (du latin *ferrum*, fer, et *alumen*, alun) : ayant un horizon ferralique commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral (2).

Ferric (fr) (du latin *ferrum*, fer) : ayant un horizon ferrique commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Manganiferric (mf) (de l'élément chimique manganèse) : ayant un horizon ferrique commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral dans lequel ≥ 50 % des traits oximorphiques sont noirs (2).

Ferritic (fe) (du latin *ferrum*, fer) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, avec $\text{Fe}_{\text{dith}} \geq 10$ % et ne faisant pas partie d'un horizon pétroplinthique, pisoplinthique ou plinthique (2).

Hyperferritic (jf) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, avec $\text{Fe}_{\text{dith}} \geq 30$ % et ne faisant pas partie d'un horizon pétroplinthique, pisoplinthique ou plinthique (2).

Fibric (fi) (du latin *fibra*, fibre) : ayant du matériau organique dont $> 2/3$ (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) est constitué de tissus reconnaissables de plantes mortes après trituration

- dans une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm à ≤ 100 cm de la surface du sol (2 ; pas de sous-qualificatif s'il n'y a pas de matériau organique à ≥ 60 cm de la surface du sol), ou
- sur base de la moyenne pondérée de l'entièreté du matériau organique à ≤ 100 cm de la surface du sol (uniquement pour les *Histosols*).

Floatic (ft) (de l'anglais *to float*, flotter) : ayant du matériau organique flottant sur l'eau (uniquement pour les *Histosols*).

Fluvic (fv) (du latin *fluvius*, cours d'eau) : ayant du matériau fluviatique d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral (2).

Akrofluvic (kf) (du grec *akra*, sommet) : ayant du matériau fluviatique de la surface du sol minéral jusqu'à une profondeur ≥ 5 cm, mais d'une épaisseur < 25 cm. (En plus du sous-qualificatif Akrofluvic, un sol peut également posséder les sous-qualificatifs Amphifluvic, Katofluvic ou Endofluvic.)

Orthofluvic (of) (du grec *orthos*, droit) : ayant du matériau fluviatique :

- de la surface du sol jusqu'à une profondeur ≥ 5 cm, et
- d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 25 cm de la surface du sol minéral.

Folic (fo) (du latin *folium*, feuille) : ayant un horizon folique commençant à la surface du sol.

Skeletofollic (ko) (du grec *skeletos*, desséché) : ayant un *horizon folique* avec $\geq 40\%$ (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'éléments grossiers.

Fractic (fc) (du latin *fractus*, brisé) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, constituée d'un *horizon pétrocalcique* ou *pétrogypsique* démantelé dont les fragments

- occupent un volume (sol entier) $\geq 40\%$, *et*
- ont une longueur horizontale moyenne < 10 cm et/ou occupent un volume (sol entier) $< 80\%$ (2).

Calcifractic (cf) (du latin *calx*, chaux) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, constituée d'un *horizon pétrocalcique* démantelé, dont les fragments

- occupent un volume (sol entier) $\geq 40\%$, *et*
- ont une longueur horizontale moyenne < 10 cm et/ou occupent un volume (sol entier) $< 80\%$ (2).

Gypsofractic (gf) (du grec *gypsos*, gypse) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, constituée d'un *horizon pétrogypsique* démantelé, dont les fragments

- occupent un volume (sol entier) $\geq 40\%$ *et*
- ont une longueur horizontale moyenne < 10 cm et/ou occupent un volume (sol entier) $< 80\%$ (2).

Fragic (fg) (du latin *fragilis*, fragile) : ayant un *horizon fragique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Garbic (ga) (de l'anglais *garbage*, détritiques) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche d'une épaisseur ≥ 20 cm avec $\geq 20\%$ (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts*, dont $\geq 35\%$ (en volume du sol entier, moyenne pondérée) contiennent $\geq 20\%$ de carbone organique (ex. déchets organiques) (uniquement pour les *Technosols*) (2).

Hypergarbic (jb) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche d'une épaisseur ≥ 50 cm constituée de *matériau organotechnique* (uniquement pour les *Technosols*) (2).

Gelic (ge) (du latin *gelare*, geler) :

- ayant une couche dont la température du sol est < 0 °C durant ≥ 2 années consécutives, commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol, *et*
- n'ayant pas d'*horizon cryique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, *et*
- n'ayant pas d'*horizon cryique* commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol ni de signes d'altération cryogénique dans certaines couches à ≤ 100 cm de la surface du sol.

Gelistagnic (gt) (du latin *gelare*, geler, et *stagnare*, stagner) : subissant une saturation temporaire en eau causée par une couche gelée.

Geoabruptic (go) : voir *Abruptic*.

Geric (gr) (du grec *geraios*, vieux) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral une couche qui a une somme des bases échangeables (NH_4OAc 1 M, pH 7) plus Al échangeable (KCl 1 M, non tamponné) < 6 cmol_c kg⁻¹ d'argile (2).

Hypergeric (jq) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral une couche qui a une somme des bases échangeables (NH_4OAc 1 M, pH 7) plus Al échangeable (KCl 1 M, non tamponné) $< 1,5$ cmol_c kg⁻¹ d'argile (2).

Gibbsic (gi) (du minéral gibbsite, nommé d'après le minéralogiste américain *George Gibbs*) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, contenant $\geq 25\%$

de gibbsite dans la fraction argileuse (2).

Gilgaic (gg) (de l'australien aborigène *gilgai*, point d'eau) : ayant à la surface du sol des microbuttes et des microdépressions d'une différence de niveau ≥ 10 cm, c-à-d un microrelief gilgai (uniquement pour les *Vertisols*).

Glacic (gc) (du latin *glacies*, glace) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, contenant ≥ 75 % (en volume du sol entier) de glace (2).

Gleyic (gl) (du russe vernaculaire *gley*, argile humide bleuâtre) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui a des *propriétés gleyiques* partout et des *conditions réductrices* dans certaines parties de chaque sous-couche (2).

Inclinigleyic (iy) (du latin *inclinare*, incliner) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui a des *propriétés gleyiques* partout et des *conditions réductrices* dans certaines parties de chaque sous-couche ; et ayant une pente ≥ 5 % et un ruissellement hypodermique à certains moments de l'année (2).

Protogleyic (qy) (du grec *proton*, premier) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui a des *propriétés gleyiques* partout et des *conditions réductrices* dans certaines parties de chaque sous-couche (2).

Relictigleyic (rl) (du latin *relictus*, délaissé) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui remplit le critère 2 des *propriétés gleyiques* partout et qui n'a pas de *conditions réductrices* (2).

Glossic (gs) (du grec *glossa*, langue) : ayant des *glosses albéluviques* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral.

Greyzemic (gz) (de l'anglais *grey*, gris, et du russe *zemlya*, terre) : ayant des grains de sable et/ou de limon grossier non revêtus sur les faces des agrégats dans la moitié inférieure d'un *horizon mollique*.

Grumic (gm) (du latin *grumus*, tas de terre) : ayant à la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur ≥ 1 cm, à structure grumeleuse ou polyédrique angulaire ou subangulaire fortement développée, dont la taille des agrégats est ≤ 1 cm, c-à-d une surface autofoisonnante (uniquement pour les *Vertisols*).

Gypsic (gy) (du grec *gypsos*, gypse) : ayant un *horizon gypsique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Hypergypsic (jg) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon gypsique* avec une teneur en gypse ≥ 50 % et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Protogypsic (qq) (du grec *proton*, premier) : ayant une couche avec des *propriétés gypsiques* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral et n'ayant pas d'*horizon gypsique* ou *pétrogypsique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Gypsic (gp) (du grec *gypsos*, gypse) : ayant du *matériau gypsic*

- dans une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à < 60 cm de la surface du sol minéral ;
- et n'ayant pas d'*horizon gypsique* ou *pétrogypsique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Haplic (ha) (du grec *haplous*, simple) : aucun des qualificatifs principaux du RSG respectif ne s'applique.

Hemic (hm) (du grec *hemisys*, moitié) : ayant du *matériau organique* dont $\leq 2/3$ et $> 1/6$ (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) est constitué de tissus reconnaissables de plantes mortes après trituration

- dans une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol (2 ; pas de sous-qualificatif s'il n'y a pas de *matériau organique* à ≥ 60 cm de la surface du sol), *ou*
- sur base de la moyenne pondérée de l'entièreté du *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol (uniquement pour les *Histosols*).

Histic (hi) (du grec *histos*, tissu) : ayant un *horizon histique* commençant

- à la surface du sol, *ou*
- directement sous une couche d'une épaisseur < 40 cm, constituée de *matériau mulmique*, *ou*
- directement sous une couche d'une épaisseur < 40 cm, constituée de *matériau organique* saturé en eau durant < 30 jours consécutifs la plupart des années et non drainé.

Skeletohistique (kh) (du grec *skeletos*, desséché) : ayant un *horizon histique* commençant

- à la surface du sol, *ou*
- directement sous une couche d'une épaisseur < 40 cm, constituée de *matériau mulmique*, *ou*
- directement sous une couche d'une épaisseur < 40 cm, constituée de *matériau organique* saturé en eau durant < 30 jours consécutifs la plupart des années et non drainé ;
avec ≥ 40 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'éléments grossiers.

Hortic (ht) (du latin *hortus*, jardin) : ayant un *horizon hortique* (2 : uniquement Panto-).

Humic (hu) (du latin *humus*, terre) : ayant ≥ 1 % de *carbone organique du sol* (moyenne pondérée) jusqu'à 50 cm de la surface du sol minéral (si une couche limitante débute à une profondeur moindre, une valeur de 0 est attribuée à la plage située en dessous dans le calcul de la moyenne pondérée).

Hyperhumic (jh) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant ≥ 5 % de *carbone organique du sol* (moyenne pondérée) jusqu'à 50 cm de la surface du sol minéral.

Profundihumic (dh) (du latin *profundus*, profond) : ayant jusqu'à 100 cm de la surface du sol minéral $\geq 1,4$ % de *carbone organique du sol* en moyenne pondérée et ≥ 1 % de *carbone organique du sol* partout.

Hydragric (hg) (du grec *hydor*, eau, et du latin *ager*, champ) : ayant un *horizon anthraquique* surmontant directement un *horizon hydragrique*, ce dernier commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol.

Hyperhydragric (jy) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon anthraquique* surmontant directement un *horizon hydragrique*, d'une épaisseur combinée ≥ 100 cm.

Hydric (hy) (du grec *hydor*, eau) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 35 cm qui ont des *propriétés andiques* et une teneur en eau ≥ 70 % (masse de l'eau divisée par la masse du sol sec) à une tension de 1500 kPa, mesurée sans séchage préalable de l'échantillon (uniquement pour les *Andosols*).

Hydrophobic (hf) (du grec *hydor*, eau, et *phobos*, peur) : hydrofuge, tel que l'eau demeure à la surface d'un sol sec durant ≥ 60 secondes (uniquement pour les *Arenosols*).

Hyperallic (jl) (du grec *hyper*, au-dessus, et du latin *alumen*, alun) : ayant un *horizon argique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, qui a un rapport limon / argile $< 0,6$ et un taux de saturation (effectif)

en Al \geq 50 % partout ou jusqu'à une profondeur de 50 cm sous sa limite supérieure, selon l'épaisseur la moindre (uniquement pour les *Alisols*).

Hyperartefactic (ja) (du grec *hyper*, au-dessus, et du latin *ars*, art, et *factus*, fabriqué) : ayant \geq 50 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artefacts* à \leq 100 cm de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (uniquement pour les *Technosols*).

Hypercalcic (jc) : voir *Calcic*.

Hypereutric (je) : voir *Eutric*.

Hypergypsic (jy) : voir *Gypsic*.

Hypernatric (jn) : voir *Natric*.

Hyperorganic (jo) (du grec *hyper*, au-dessus, et *organon*, outil) : ayant du *matériau organique* d'une épaisseur \geq 200 cm (uniquement pour les *Histosols*).

Hypersalic (jz) : voir *Salic*.

Hyperspodic (jp) : voir *Spodic*.

Immissic (im) (du latin *immissus*, envoyé à l'intérieur) : ayant à la surface du sol une couche d'une épaisseur \geq 10 cm avec \geq 20 % (en volume) de poussières, suies ou cendres sédimentées qui remplissent les critères diagnostiques des *artefacts* (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Inclinic (ic) (du latin *inclinare*, incliner) : ayant

- une pente \geq 5 %, et
- une couche d'une épaisseur \geq 25 cm et commençant à \leq 75 cm de la surface du sol minéral, avec des *propriétés gleyiques* ou *stagniques* et un écoulement hypodermique à certains moments de l'année.

Infraandic (ia) (du latin *infra*, en dessous, et du japonais *an*, foncé, et *do*, sol) : ayant une couche d'une épaisseur \geq 15 cm sous-jacente à un sol classifié en priorité selon les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2.4) et qui remplit les critères diagnostiques 2 et 3 des *propriétés andiques*, mais pas le critère diagnostique 1.

Infraspodic (is) (du latin *infra*, en dessous, et du grec *spodos*, cendre de bois) : ayant une couche sous-jacente à un sol classifié en priorité selon les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2.4) et qui remplit les critères diagnostiques 3 à 7 de l'*horizon spodique*, mais pas les critères diagnostiques 1 ou 2 ou les deux.

Irragric (ir) (du latin *irrigare*, irriguer, et *ager*, champ) : ayant un *horizon irrigrique* (2 : uniquement Panto-).

Isolatic (il) (de l'italien *isola*, île) : ayant au-dessus de *matériau technique dur*, d'une géomembrane ou d'une couche continue d'*artefacts* commençant à \leq 100 cm de la surface du sol, du matériau de sol contenant de la terre fine sans aucun contact avec tout autre matériau de sol contenant de la terre fine (ex. sols sur toitures ou en pots).

Isopteric (ip) (relatif à *Isoptera*, ordre zoologique des termites) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à la surface du sol minéral, qui est remodelée par les termites, a une densité apparente $\leq 1,3 \text{ kg dm}^{-3}$ et $< 5 \%$ de particules $\geq 630 \mu\text{m}$ (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Kalaic (ka) (du tamil *kalai*, art) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 90 cm de la surface du sol, avec $\geq 50 \%$ (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts* (2 : uniquement Epi-, Endo- et Amphi-).

Protokalaic (qk) (du grec *proton*, premier) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 90 cm de la surface du sol, avec $\geq 25 \%$ (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts* (2 : uniquement Epi-, Endo- et Amphi-).

Lamellic (ll) : (du latin *lamella*, lamelle) : ayant au moins deux lamelles, d'une épaisseur individuelle $\geq 0,5$ et $< 7,5$ cm, ayant au moins une des caractéristiques suivantes :

- une teneur en argile supérieure à celle des couches directement sus- et sous-jacentes comme indiqué au critère diagnostique 2.a de l'*horizon argique*, ou
- remplit le critère diagnostique 2.b de l'*horizon argique*, avec ou sans accumulations supplémentaires, et ayant une épaisseur combinée ≥ 5 cm dans une plage de 50 cm, et dont la lamelle supérieure commence à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Totilamellic (ta) (du latin *totus*, complet) : ayant un *horizon argique* constitué entièrement de lamelles commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral.

Lapiadic (ld) (du latin *lapis*, pierre) : ayant à la surface du sol une *roche continue* qui présente des traces de dissolution (stries, rigoles) d'une profondeur ≥ 20 cm et couvrant $\geq 10 \%$ et $< 50 \%$ de la surface de la *roche continue* (uniquement pour les *Leptosols*).

Laxic (la) (du latin *laxus*, mou) : ayant entre 25 et 75 cm de la surface du sol minéral une couche de sol minéral d'une épaisseur ≥ 20 cm avec une densité apparente $\leq 0,9 \text{ kg dm}^{-3}$.

Note : Pour la densité apparente, le volume est déterminé après avoir désorbé à 33 kPa (sans séchage préalable) un échantillon de sol non séché ; la masse est ensuite déterminée à 105 °C (voir Annexe 2, Chapitre 9.5).

Leptic (le) (du grec *leptos*, mince) : ayant une *roche continue* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (1 : uniquement Epi- et Endo-).

Lignic (lg) (du latin *lignum*, bois) : ayant à ≤ 50 cm de la surface du sol des inclusions de fragments de bois intact remplissant $\geq 25 \%$ du volume du sol (rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes).

Limnic (lm) (du grec *limnae*, étang) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches avec du *matériau limnique* d'une épaisseur combinée ≥ 10 cm (2).

Minerolimnic (ml) (du celtique *mine*, minéral) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches avec du *matériau limnique* constitué de *matériau minéral* d'une épaisseur combinée ≥ 10 cm (2).

Organolimnic (oo) (du grec *organon*, outil) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches avec du *matériau limnique* constitué de *matériau organique* d'une épaisseur combinée ≥ 10 cm (2).

Limonic (ln) (du grec *leimon*, prairie) : ayant un *horizon limonique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Linic (lc) (du latin *linea*, ligne) : ayant une géomembrane construite continue, très peu perméable à l'imperméable, d'une épaisseur quelconque et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (1).

Lithic (li) (du grec *lithos*, pierre) : ayant une *roche continue* commençant à ≤ 10 cm de la surface du sol (uniquement pour les *Leptosols*).

Nudilithic (nt) (du latin *nudus*, nu) : ayant une *roche continue* à la surface du sol (uniquement pour les *Leptosols*).

Litholinic (lh) (du grec *lithos*, pierre et du latin *linea*, ligne) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 2 et ≤ 20 cm et commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral, avec ≥ 40 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers et, dans les couches sus- et sous-jacentes, < 10 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers (*stone line*) (1, se rapporte à la limite supérieure de la couche).

Lixic (lx) (du latin *lixivia*, substances évacuées par lavage) : ayant un *horizon argique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral avec une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 24 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ d'argile dans certains sous-horizons à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral, et ayant Al échangeable $\leq (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables dans la moitié au moins de la plage entre 50 et 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, de la moitié inférieure du sol minéral surmontant une couche limitante commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Note : les cations échangeables sont exprimés en $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Loamic (lo) (de l'anglais *loam*, loam) : constitué de *matériau minéral* et ayant, seule ou en combinaison, une classe texturale de loam, de loam sableux, de loam argileux, de loam argilo-sableux ou de loam argilo-limoneux

- dans une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*

- dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à > 10 et < 60 cm de la surface du sol minéral

(2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Luvic (lv) (du latin *eluere*, lessiver) : ayant un *horizon argique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral avec une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) ≥ 24 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ d'argile partout à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral, et ayant Al échangeable $\leq (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$ échangeables dans la moitié au moins de la plage entre 50 et 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, de la moitié inférieure du sol minéral surmontant une couche limitante commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Note : les cations échangeables sont exprimés en $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Si ces données ne sont pas disponibles, les valeurs de pH peuvent être utilisées en suivant l'Annexe 2 (Chapitre 9.13).

Magnesianic (mg) (de l'élément chimique *magnesium*) : ayant un rapport Ca / Mg échangeables < 1

- dans une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*

- dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à < 60 cm de la surface du sol minéral

(2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Hypermagnesianic (jm) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un rapport Ca / Mg échangeables $< 0,1$ dans

- une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*

- dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à < 60 cm de la surface du sol minéral

(2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Mahic (ma) (du Maori *mahi*, travail) :

- ayant une couche, d'une épaisseur ≥ 10 cm et commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol, avec ≥ 80 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts* ; et
- ayant < 20 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts* dans les 100 premiers cm à partir de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante.

Mawic (mw) : (du kiswahili *mawe*, pierres) : ayant une couche d'éléments grossiers qui, avec le *matériau organique* susjacent, si présent, commence à la surface du sol et a une épaisseur de

- ≥ 10 cm si elle surmonte une *roche continue* ou du *matériau technique dur* ; ou
- ≥ 40 cm ;

et dont la majeure partie des interstices entre les éléments grossiers sont remplis de *matériau organique*, les interstices restants, si présents, étant vides (uniquement pour les *Histosols*) (1 : uniquement Epi- et Endo- ; se rapporte à la limite supérieure de la couche d'éléments grossiers).

Mazic (mz) (de l'espagnol *maza*, gourdin) : ayant une structure massive et une classe de résistance à la rupture au moins dure dans les 20 cm supérieurs du sol minéral (uniquement pour les *Vertisols*).

Mineralic (mi) (du celtique *mine*, minéral) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches de *matériau minéral*, qui ne sont pas constituées de *matériau mulmique*, d'une épaisseur combinée ≥ 20 cm, au-dessus ou entre des couches de *matériau organique* (uniquement pour les *Histosols*) (2 : uniquement Epi-, Endo-, Amphi- et Poly-).

Akromineralic (km) (du grec *akra*, sommet) : ayant du *matériau minéral* d'une épaisseur ≥ 10 cm, non constitué de *matériau mulmique* et commençant à la surface du sol, mais les couches de *matériau minéral*, non constituées de *matériau mulmique*, au-dessus ou entre des couches de *matériau organique*, ont une épaisseur combinée < 20 cm (uniquement pour les *Histosols*).

Orthomineralic (oi) (du grec *orthos*, droit) : ayant

- du *matériau minéral* d'une épaisseur ≥ 10 cm, non constitué de *matériau mulmique* et commençant à la surface du sol, et
 - à ≤ 100 cm de la surface du sol, une ou plusieurs couches de *matériau minéral*, qui ne sont pas constituées de *matériau mulmique*, d'une épaisseur combinée ≥ 20 cm, au-dessus ou entre des couches de *matériau organique*
- (uniquement pour les *Histosols*) (2 : uniquement Epi-, Endo-, Amphi- et Poly-).

Mochipic (mc) (du nahuatl *mochipa*, toujours) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm avec des *propriétés stagniques*, qui est saturée en eau durant ≥ 300 jours cumulés la plupart des années.

Mollic (mo) (du latin *mollis*, doux) : ayant un *horizon mollique* (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Anthromollic (am) (du grec *anthropos*, être humain) : ayant un *horizon mollique* et des *propriétés anthriques* (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Somerimollic (sm) (de l'espagnol *somero*, superficiel) : ayant un *horizon mollique* d'une épaisseur < 20 cm.

Tonguimollic (tm) (de l'anglais *tongue*, langue) : ayant un *horizon mollique* formant des langues dans une couche sous-jacente (2 : uniquement Ano- et Panto- ; se rapporte à l'*horizon mollique*, pas aux langues).

Mulmic (mm) (de l'allemand *Mulm*, détritiques pulvérulents) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm constituée de *matériau mulmique* et commençant à la surface du sol minéral.

Murshic (mh) (du polonais *mursz*, se décomposer) : ayant un *horizon histique* drainé d'une épaisseur ≥ 20 cm et commençant

- à la surface du sol, *ou*
- directement sous une couche d'une épaisseur < 40 cm, constituée de *matériau mulmique*, *ou*
- directement sous une couche d'une épaisseur < 40 cm, constituée de *matériau organique*, qui est saturée en eau durant < 30 jours consécutifs la plupart des années et n'est pas drainée, et ayant une densité apparente $\geq 0,2$ kg dm⁻³ et au moins une des caractéristiques suivantes :
- une structure grumeleuse ou polyédrique angulaire ou subangulaire modérée à forte, *ou*
- des fentes

(uniquement pour les *Histosols*) (2).

Note : Pour la densité apparente, le volume est déterminé après avoir désorbé à 33 kPa (sans séchage préalable) un échantillon de sol non séché ; la masse est ensuite déterminée à 105 °C (voir Annexe 2, Chapitre 9.5).

Muusic (mu) (du sakha *muus*, glace) : ayant du *matériau organique* commençant à la surface du sol et surmontant directement de la glace (uniquement pour les *Histosols*) (1 : uniquement Epi- et Endo- ; se rapporte à la limite supérieure de la glace).

Naramic (nr) (de l'hindi *naram*, doux) :

- pour les *Gypsisols*, ayant un *horizon gypsique* au-dessus d'un *horizon pétrogypsique* qui commence à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2),
- pour les *Calcisols*, ayant un *horizon calcique* au-dessus d'un *horizon pétrocalcique* qui commence à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Natric (na) (de l'arabe *natroon*, sel) : ayant un *horizon natrique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Hypernatric (jn) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon natrique* avec un pourcentage de Na échangeable (ESP) ≥ 15 dans son entièreté ou ses 40 cm supérieurs, selon l'épaisseur la moindre.

Nudinatric (nn) (du latin *nudus*, nu) : ayant un *horizon natrique* commençant à la surface du sol minéral.

Nechic (ne) (de l'amharique *nech*, blanc) : ayant un $\text{pH}_{\text{eau}} < 5$ et des grains minéraux de sable et/ou de limon grossier non revêtus dans une matrice plus sombre, quelque part à ≤ 5 cm de la surface du sol minéral et n'ayant pas d'*horizon spodique* commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol minéral.

Neobrunic (nb) : voir *Brunic*.

Neocambic (nc) : voir *Cambic*.

Nitic (ni) (du latin *nitidus*, luisant) : ayant un *horizon nitique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Novic (nv) (du latin *novus*, nouveau) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 5 et < 50 cm surmontant un sol enfoui classifié en priorité selon les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2.4).

Areninovic (aj) (du latin *arena*, sable) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 5 et < 50 cm qui a, seule

ou en combinaison, une classe texturale de sable ou de sable loameux dans sa majeure partie, surmontant un sol enfoui classifié en priorité selon les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2.4).
Clayinovic (cj) (de l'anglais *clay*, argile) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 5 et < 50 cm qui a, seule ou en combinaison, une classe texturale d'argile, d'argile sableuse ou d'argile limoneuse dans sa majeure partie, surmontant un sol enfoui classifié en priorité selon les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2.4).

Loaminovic (lj) (de l'anglais *loam*, loam) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 5 et < 50 cm qui a, seule ou en combinaison, une classe texturale de loam, de loam sableux, de loam argileux, de loam argilo-sableux ou de loam argilo-limoneux dans sa majeure partie, surmontant un sol enfoui classifié en priorité selon les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2.4).

Siltinovic (sj) (de l'anglais *silt*, limon) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 5 et < 50 cm qui a, seule ou en combinaison, une classe texturale de limon ou de loam limoneux dans sa majeure partie, surmontant un sol enfoui classifié en priorité selon les « Règles pour nommer les sols » (Chapitre 2.4).

Des combinaisons sont possibles pour définir le matériau déposé (voir Chapitre 2.4).

Nudiargic (ng) (du latin *nudus*, nu, et *argilla*, argile blanche) : ayant un *horizon argique* commençant à la surface du sol minéral.

Nudilithic (nt) : voir *Lithic*.

Nudinatric (nn) : voir *Natric*.

Ochric (oh) (du grec *ochros*, pâle) : ayant $\geq 0,2$ % (moyenne pondérée) de *carbone organique du sol* dans les 10 cm supérieurs du sol minéral ; et n'ayant pas un *horizon mollique* ou *umbrique* et ne remplissant pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Humic.

Ombric (om) (du grec *ombros*, pluie) : ayant un *horizon histique* dont au moins les 20 premiers cm ou, si son épaisseur est moindre, au moins la moitié supérieure, sont saturés principalement par de l'eau pluviale (uniquement pour les *Histosols*).

Ornithic (oc) (du grec *ornis*, oiseau) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 15 cm avec du *matériau ornithogénique* commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol (2).

Orthofluvic (of) : voir *Fluvic*.

Ortsteinic (os) (du vieux saxon *arut*, dur) : ayant un *horizon spodique* qui possède un sous-horizon cimenté (« ortstein ») avec une classe de cimentation au moins modérée dans ≥ 50 % de son extension horizontale et qui ne remplit pas l'ensemble des critères diagnostiques du qualificatif Placic (uniquement pour les *Podzols*).

Oxyaquic (oa) (du grec *oxys*, acide, et du latin *aqua*, eau) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui est saturée en eau durant ≥ 20 jours consécutifs ; et n'ayant ni *propriétés gleyiques* ni *propriétés stagniques* dans aucune des couches situées à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Oxygleyic (oy) (du grec *oxys*, acide, et du russe vernaculaire *gley*, argile humide bleuâtre) : n'ayant pas une couche remplissant le critère diagnostique 1 des *propriétés gleyiques* à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (uniquement pour les *Gleysols*).

- Pachic (ph)** (du grec *pachys*, épais) : ayant un *horizon chernique, mollique ou umbrique* d'une épaisseur ≥ 50 cm (uniquement pour les *Chernozems, Kastanozems, Phaeozems* et *Umbrisols*).
- Panpaic (pb)** (du quechua *p'anpay*, enfouir) : ayant un *horizon panpaïque* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (1, se rapporte à la limite supérieure de l'*horizon panpaïque*).
- Pellic (pe)** (du grec *pellos*, poussiéreux) : ayant dans les 30 cm supérieurs du sol minéral, une valeur Munsell ≤ 3 et un chroma ≤ 2 (humides) (uniquement pour les *Vertisols*).
- Pelocrustic (pq)** (du grec *pelos*, argile, et du latin *crusta*, croûte) : ayant une croûte de surface physique permanente avec ≥ 30 % d'argile (uniquement pour les *Vertisols*).
- Petric (pt)** (du grec *petros*, roche) : ayant l'horizon diagnostique cimenté du RSG correspondant commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (1 : uniquement Epi- et Endo-).
Nudipetric (np) (du latin *nudus*, nu) : ayant l'horizon diagnostique cimenté du RSG correspondant commençant à la surface du sol minéral.
- Petrocalcic (pc)** (du grec *petros*, roche, et du latin *calx*, chaux) : ayant un *horizon pétrocalcique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).
- Petroduric (pd)** ((du grec *petros*, roche, et du latin *durus*, dur) : ayant un *horizon pétrodurique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).
- Petrogypsic (pg)** (du grec *petros*, roche, et *gypsos*, gypse) : ayant un *horizon pétrogypsic* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).
- Petroplinthic (pp)** (du grec *petros*, roche, et *plinthos*, brique) : ayant un *horizon pétroplinthique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).
- Petrosalic (ps)** (du grec *petros*, roche, et du latin *sal*, sel) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur ≥ 10 cm, qui est cimentée par des sels plus solubles que le gypse (2).
- Pisoplinthic (px)** (du latin *pisum*, pois, et du grec *plinthos*, brique) : ayant un *horizon pisoplinthique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).
- Placic (pi)** (du grec *plax*, pierre plate) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur $\geq 0,1$ et $< 2,5$ cm, cimentée par des oxydes de Fe, avec ou sans autres agents de cimentation, avec une classe de cimentation au moins faible, et qui est suffisamment continue pour que les éventuelles fentes verticales soient espacées horizontalement de ≥ 10 cm en moyenne et occupent < 20 % du volume (sol entier) (2 : uniquement Epi-, Endo- et Amphi-).
- Plaggic (pa)** (du bas allemand *plaggen*, matériau collecté par étrépage) : ayant un *horizon plaggique* (2 : uniquement Panto-).
- Plinthic (pl)** (du grec *plinthos*, brique) : ayant un *horizon plinthique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).
- Posic (po)** (du latin *positivus*, donné) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à ≤ 100 cm

de la surface du sol minéral, qui a une charge nulle ou positive ($\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{eau}} \geq 0$, tous deux en solution 1:1) (2).

Pretric (pk) (du portugais *preto*, noir) : ayant un *horizon pretique* (2 : uniquement Panto-).

Profondic (pn) (du français *profond*) : ayant un *horizon argique* dont la teneur en argile ne décroît nulle part de ≥ 20 % (en relatif) de son maximum à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral.

Protic (pr) (du grec *proton*, premier) : ne présentant aucun développement d'horizon de sol, à l'exception d'un *horizon cryique* qui peut être présent.

Protoandic (qa) : voir *Andic*.

Protoargic (qg) (du grec *proton*, premier, et du latin *argilla*, argile blanche) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral une augmentation de la teneur en argile ≥ 4 % (en absolu) d'une couche à la couche directement sous-jacente (uniquement pour les *Arenosols*) (2).

Protocalcic (qc) : voir *Calcic*.

Protospodic (qp) : voir *Spodic*.

Protovertic (qv) : voir *Vertic*.

Puffic (pu) (de l'anglais *to puff*, boursoufler) : ayant une croûte de surface chimique formée par des sels facilement solubles.

Pyric (py) (du grec *pyr*, feu) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 10 cm avec ≥ 5 % (surface exposée, rapporté à la terre fine plus le black carbon de toutes tailles) de black carbon visible et ne faisant pas partie d'un *horizon pretique* (2).

Raptic (rp) (du latin *raptus*, cassé) : ayant une *discontinuité lithique* à une profondeur ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, sans lien avec du *matériau aeolique, fluviique, solimovique* ou *téphrique* (1).

Reductaquic (ra) (du latin *reductus*, ramené, et *aqua*, eau) : ayant au-dessus d'un *horizon cryique* une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol, qui est saturée en eau durant le dégel et qui présente à certains moments de l'année des *conditions réductrices* (uniquement pour les *Cryosols*) (2).

Reductic (rd) (du latin *reductus*, ramené) : ayant des *conditions réductrices* dans ≥ 25 % (en volume) à ≤ 100 cm de la surface du sol, dues à des émissions gazeuses comme du méthane ou du dioxyde de carbone, ou dues à des intrusions de liquides autres que l'eau, comme de l'essence.

Reductigleyic (ry) (du latin *reductus*, ramené, et du russe vernaculaire *gley*, argile humide bleuâtre) : n'ayant pas une couche remplissant le critère diagnostique 2 des *propriétés gleyiques* à ≥ 40 cm de la surface du sol minéral (uniquement pour les *Gleysols*).

Relocatic (rc) (du latin *re*, à nouveau, et *locatus*, mis) : remodelé in situ ou à proximité immédiate par l'activité humaine (ex. labour profond, rebouchage de fosses ou nivelage de la surface) jusqu'à une profondeur

≥ 100 cm et n'ayant nulle part de développement d'horizon diagnostique après remodelage, à l'exception d'un *horizon mollique* ou *umbrique* (pour les *Technosols*, Relocatic est redondant, sauf en combinaison avec le qualificatif Ekranic, Thyric ou Linic) ; un horizon diagnostique détruit (à l'exclusion des horizons définis en tant qu'horizon de surface sur base de leurs critères diagnostiques) peut être ajouté via un trait d'union ; ex. Spodi-Relocatic, Spodi-Epirelocatic ; cependant, aucun code n'est prévu pour ces additions (4 : uniquement Epi-).

Rendzic (rz) (du polonais *rzendzic*, crisser au contact d'un soc de charrue) : ayant un *horizon mollique* qui contient ou qui surmonte directement du *matériau calcaire* avec un équivalent carbonate de calcium ≥ 40 % ou qui surmonte directement une roche calcaire avec un équivalent carbonate de calcium ≥ 40 % (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Somerirendzic (sr) (de l'espagnol *somero*, superficiel) : ayant un *horizon mollique* d'une épaisseur < 20 cm qui surmonte directement une roche calcaire avec un équivalent carbonate de calcium ≥ 40 %.

Retic (rt) (du latin *rete*, filet) : ayant des *propriétés rétiques* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral.

Rheic (rh) (du grec *rhein*, couler) : ayant un *horizon histique* dans lequel une nappe ou de l'eau courante remonte à < 20 cm de la surface du sol ou, si l'épaisseur de l'*horizon histique* est moindre, atteint sa moitié supérieure (uniquement pour les *Histosols*).

Rhodic (ro) (du grec *rhodon*, rose) : ayant entre 25 et 150 cm de la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, qui présente des signes de pédogenèse tels que définis au critère 3 de l'*horizon cambique*, et qui présente sur ≥ 90 % de la surface exposée un hue Munsell humide plus rouge que 5YR, une valeur humide < 4 et une valeur sèche ayant tout au plus une unité en plus que celle de la valeur humide.

Rockic (rk) (de l'anglais *rock*, roche) : ayant du *matériau organique* commençant à la surface du sol qui surmonte directement une *roche continue* ou du *matériau technique dur* (uniquement pour les *Histosols*) (1 : uniquement Epi- et Endo- ; se rapporte à la limite supérieure de la *roche continue* ou du *matériau technique dur*).

Rubic (ru) (du latin *ruber*, rouge) : ayant entre 25 et 100 cm de la surface du sol minéral une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm, non constituée de *matériau clarique*, et qui présente sur ≥ 90 % de la surface exposée un hue Munsell plus rouge que 10YR, et/ou un chroma ≥ 5 (humides) (uniquement pour les *Arenosols*) (2 : excepté Epi-).

Rustic (rs) (de l'anglais *rust*, rouille) : ayant un *horizon spodique* avec un chroma Munsell humide ≥ 6 partout (« Podzols ferriques » ; uniquement pour les *Podzols*).

Salic (sz) (du latin *sal*, sel) : ayant un *horizon salique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Hypersalic (jz) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon salique* avec un sous-horizon, d'une épaisseur ≥ 15 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol, qui a une $EC_e \geq 30$ dS m^{-1} à 25 °C (2).

Protosalic (qz) (du grec *proton*, premier) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche qui a une $EC_e \geq 4$ dS m^{-1} à 25 °C ; et n'ayant pas d'*horizon salique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Sapric (sa) (du grec *sapros*, pourri) : ayant du *matériau organique* dont $\leq 1/6$ (en volume, rapporté à la terre

fine plus tous les résidus de plantes mortes) est constitué de tissus reconnaissables de plantes mortes après trituration

- dans une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol (2 ; pas de sous-qualificatif s'il n'y a pas de *matériau organique* à ≥ 60 cm de la surface du sol), *ou*
- sur base de la moyenne pondérée de l'entièreté du *matériau organique* à ≤ 100 cm de la surface du sol (uniquement pour les *Histosols*).

Saprolithic (sh) (du grec *sapros*, pourri, et *lithos*, pierre) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral, avec une structure lithologique dans ≥ 75 % (en volume du sol entier) et une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 24 cmol_c kg⁻¹ d'argile (2).

Sideralic (se) (du grec *sideros*, fer, et du latin *alumen*, alun) : ayant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral une couche qui a des *propriétés sidérales* ; et n'ayant pas d'*horizon ferrallique* commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral (2).

Hypersideralic (jr) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral une couche qui a ≥ 8 % d'argile, une CEC (NH_4OAc 1 M, pH 7) < 16 cmol_c kg⁻¹ d'argile et des signes de pédogenèse tels que définis au critère 3 de l'*horizon cambique* ; et n'ayant pas d'*horizon ferrallique* commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral (2).

Silandic (sn) (du latin *silex*, matériau contenant du silicium, et du japonais *an*, foncé, et *do*, sol) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 15 cm avec des *propriétés andiques* et une teneur en $\text{Si}_{\text{ox}} \geq 0,6$ % (uniquement pour les *Andosols*) (2).

Siltic (sl) (de l'anglais *silt*, limon) : constitué de *matériau minéral* et ayant, seule ou en combinaison, une classe texturale de limon ou de loam limoneux

- dans une ou plusieurs couches d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, *ou*
 - dans la majeure partie entre la surface du sol minéral et une couche limitante commençant à > 10 et < 60 cm de la surface du sol minéral
- (2 ; pas de sous-qualificatif si une couche limitante commence à < 60 cm de la surface du sol minéral).

Skeletal (sk) (du grec *skeletos*, desséché) : ayant ≥ 40 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers en moyenne jusqu'à 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (5).

Akroskeletal (kk) (du grec *akra*, sommet) : ayant ≥ 40 % de la surface du sol couverte d'éléments dont la longueur moyenne de la plus grande dimension est > 6 cm (pierres, blocs et/ou grands blocs).

Ejectiskeletal (jk) (du latin *ejicere*, éjecter) : ayant ≥ 40 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers d'origine pyroclastique (lapilli, bombes et/ou blocs) en moyenne jusqu'à 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (5).

Fractiskeletal (fk) (du latin *fractus*, brisé) : ayant ≥ 40 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers et/ou de fragments d'une couche cimentée démantelée, > 2 mm, en moyenne jusqu'à 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante ; et ne remplissant pas l'ensemble des critères des qualificatifs Duric, Fractic, Pisoplinthic et Skeletic (5).

Orthoskeletal (ok) (du grec *orthos*, droit) : ayant

- ≥ 40 % de la surface du sol couverte d'éléments dont la longueur moyenne de la plus grande dimension est > 6 cm (pierres, blocs et/ou grands blocs), *et*
- ayant ≥ 40 % (en volume du sol entier) d'éléments grossiers en moyenne jusqu'à 100 cm de la surface du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (5).

Sodic (so) (de l'arabe *suda*, mal de tête, référence aux propriétés anti maux de tête du carbonate de sodium) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 20 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, qui a ≥ 15 % Na plus Mg et ≥ 6 % Na sur le complexe d'échange ; et n'ayant pas un *horizon natrique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Argisodic (as) (du latin *argilla*, argile blanche) : ayant un *horizon argique*, commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, qui a ≥ 15 % Na plus Mg et ≥ 6 % Na sur le complexe d'échange dans l'entière de l'*horizon argique* ou dans ses 40 cm supérieurs, selon l'épaisseur la moindre (2).

Protosodic (qs) (du grec *proton*, premier) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 20 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, qui a ≥ 6 % Na et < 15 % Na plus Mg sur le complexe d'échange ; et n'ayant pas un *horizon natrique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Solimovic (sv) (du latin *solum*, sol, et *movere*, bouger) : ayant du *matériau solimovique* d'une épaisseur ≥ 20 cm et commençant à la surface du sol minéral (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Sombriac (sb) (du français *sombre*) : ayant un *horizon sombrique* commençant à ≤ 150 cm de la surface du sol minéral (2).

Someric (si) (de l'espagnol *somero*, superficiel) : ayant un *horizon mollique* ou *umbrique* d'une épaisseur < 20 cm.

Spodic (sd) (du grec *spodos*, cendre de bois) : ayant un *horizon spodique* commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol minéral (2).

Hyperspodic (jp) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon spodique* d'une épaisseur ≥ 100 cm et commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol minéral.

Protospodic (qp) (du grec *proton*, premier) : ayant une couche, commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral, qui a une teneur en $Al_{ox} \geq 1,5$ fois la teneur la plus faible de toutes les couches minérales susjacentes ; et n'ayant pas d'*horizon spodique* commençant à ≤ 200 cm de la surface du sol minéral (2).

Spolic (sp) (du latin *spoliare*, exploiter) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche d'une épaisseur ≥ 20 cm avec ≥ 20 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts*, dont ≥ 35 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) consistent en résidus industriels (ex. déchets miniers, boues de dragage, scories, cendres, gravats, etc.) (uniquement pour les *Technosols*) (2).

Hyperspolic (jj) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche d'une épaisseur ≥ 50 cm avec ≥ 35 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts* qui consistent en résidus industriels (uniquement pour les *Technosols*) (2).

Stagnic (st) (du latin *stagnare*, stagner) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui ne fait pas partie d'un *horizon hydrique* et qui a

- des *propriétés stagniques* où les traits réductimorphiques et oximorphiques couvrent ensemble ≥ 25 % (moyenne pondérée, rapportée à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) de la surface totale de la couche, et
- des *conditions réductrices* à certains moments de l'année dans certaines parties du volume de la couche qui présente les traits réductimorphiques (2).

Inclinistagnic (iw) (du latin *inclinare*, incliner) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui ne fait pas partie d'un *horizon hydrique* et qui a

- des *propriétés stagniques* où les traits réductimorphiques et oximorphiques couvrent ensemble ≥ 25 % (moyenne pondérée, rapportée à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) de la surface totale de la couche, *et*
- des *conditions réductrices* à certains moments de l'année dans certaines parties du volume de la couche qui présente les traits réductimorphiques,
- une pente ≥ 5 % et un ruissellement hypodermique à certains moments de l'année (2).

Protostagnic (qw) (du grec *proton*, premier) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui ne fait pas partie d'un *horizon hydragrique* et qui a

- des *propriétés stagniques* où les traits réductimorphiques et oximorphiques couvrent ensemble ≥ 10 % et < 25 % (moyenne pondérée, rapportée à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) de la surface totale de la couche, *et*
- des *conditions réductrices* à certains moments de l'année dans certaines parties du volume de la couche qui présente les traits réductimorphiques (2).

Relictistagnic (rw) (du latin *relictus*, délaissé) : ayant une couche d'une épaisseur ≥ 25 cm et commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral, qui a

- des *propriétés stagniques* où les traits oximorphiques couvrent ≥ 10 % (moyenne pondérée, rapportée à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation) de la surface totale de la couche, *et*
- pas de *conditions réductrices* (2).

Subaquatic (sq) (du latin *sub*, en dessous, et *aqua*, eau) : submergé de manière permanente par l'eau sur une profondeur ≤ 200 cm.

Sulfatic (su) (du latin *sulphur*, soufre) : ayant un *horizon salique* dont la solution du sol (1:1 dans l'eau) a $[\text{SO}_4^{2-}] > 2 \times [\text{HCO}_3^-] > 2 \times [\text{Cl}^-]$ (uniquement pour les *Solonchaks*).

Sulfidic (sf) (du latin *sulphur*, soufre) : ayant du *matériau hypersulfidique* ou *hyposulfidique* d'une épaisseur ≥ 15 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Hypersulfidic (js) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant du *matériau hypersulfidique* d'une épaisseur ≥ 15 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Hyposulfidic (ws) (du grec *hypo*, en dessous) : ayant du *matériau hyposulfidique* d'une épaisseur ≥ 15 cm et commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Takyric (ty) (de langues turques *takyr*, terre nue) : ayant des *propriétés takyriques*.

Technic (te) (du grec *technae*, art) : ayant ≥ 10 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artefacts* dans les 100 premiers cm à partir de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (5).

Hypertechnic (jt) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant ≥ 20 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artefacts* dans les 100 premiers cm à partir de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (5).

Prototechnic (qt) (du grec *proton*, premier) : ayant ≥ 5 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artefacts* dans les 100 premiers cm à partir de la surface du sol ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante (5).

Tephric (tf) (du grec *tephra*, tas de cendre) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches avec du *matériau téphrique* d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm (2).

Prototephric (qf) (du grec *proton*, premier) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs

couches avec du *matériau téphrique* d'une épaisseur combinée ≥ 10 cm (2).

Technotephric (tt) (du grec *technae*, art) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une ou plusieurs couches avec du *matériau téphrique* d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm, consistant principalement en *artéfacts* (2).

Terric (tr) (du latin *terra*, terre) : ayant un *horizon terrique* (2 : uniquement Panto-).

Thionic (ti) (du grec *theion*, sulfure) : ayant un *horizon thionique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Hyperthionic (ji) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant un *horizon thionique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol et ayant un pH (1:1 dans l'eau) $< 3,5$ (2).

Hypothionic (wi) (du grec *hypo*, en dessous) : ayant un *horizon thionique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol et ayant un pH (1:1 dans l'eau) $\geq 3,5$ et < 4 (2).

Thixotropic (tp) (du grec *thixis*, contact, et *tropae*, inversion) : ayant dans certaines couches à ≤ 50 cm de la surface du sol du matériau qui, sous la pression ou par malaxage, passe d'un état solide plastique à un état liquide avant de revenir à un état solide.

Thyric (th) (du grec *thyreos*, bouclier) : ayant du *matériau technique dur* commençant à > 5 et ≤ 100 cm de la surface du sol (1 : uniquement Epi- et Endo-).

Tidalic (td) (de l'anglais *tide*, marée) : affecté par les marées, c-à-d localisé entre les niveaux moyens des marées hautes et basses de vives-eaux.

Tonguic (to) (de l'anglais *tongue*, langue) : présentant des langues d'*horizon chernique*, *mollique* ou *umbrique* dans une couche sous-jacente.

Toxic (tx) (du grec *toxon*, arc, en référence au poison de flèches) : ayant dans certaines couches à ≤ 50 cm de la surface du sol des concentrations toxiques de substances organiques ou inorganiques autres que des ions Al, Fe, Na, Ca et Mg, ou présentant une radioactivité dangereuse pour l'homme.

Radiotoxic (rx) (du latin *radius*, rayon) : présentant une radioactivité dangereuse pour l'homme.

Note : la définition des valeurs limites relève des prérogatives gouvernementales et non du groupe WRB.

Transportic (tn) (du latin *transportare*, transporter) : ayant à la surface du sol, ou sous un horizon organique de surface formé récemment, une couche,

- d'une épaisseur ≥ 20 cm, ou
- d'une épaisseur ≥ 50 % de l'entièreté du sol si une couche limitante commence à ≤ 40 cm de la surface du sol,

avec du matériau de sol contenant, si présents, < 10 % (en volume du sol entier) d'*artéfacts* ;

et qui a été déplacée à partir d'une zone non située à proximité immédiate par une activité humaine intentionnelle, généralement à l'aide de machines, et sans remaniement important ni déplacement par des agents naturels (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Organotransportic (ot) (du grec *organon*, outil) : ayant à la surface du sol, ou sous un horizon organique de surface formé récemment, une couche,

- d'une épaisseur ≥ 20 cm, ou
- d'une épaisseur ≥ 50 % de l'entièreté du sol si une couche limitante commence à ≤ 40 cm de la surface du sol,

avec du *matériau organique* contenant, si présents, < 10 % (en volume du sol entier) d'*artéfacts* ;

et qui a été déplacée à partir d'une zone non située à proximité immédiate par une activité humaine intentionnelle, généralement à l'aide de machines, et sans remaniement important ni déplacement par des agents naturels (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Skeletotransportic (kt) (du grec *skeletos*, desséché) : ayant à la surface du sol, ou sous un horizon organique de surface formé récemment, une couche,

- d'une épaisseur ≥ 20 cm, *ou*
- d'une épaisseur ≥ 50 % de l'entière du sol si une couche limitante commence à ≤ 40 cm de la surface du sol,

avec du matériau de sol contenant, si présents, < 10 % (en volume du sol entier) d'*artéfacts* et ≥ 40 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'éléments grossiers ;

et qui a été déplacée à partir d'une zone non située à proximité immédiate par une activité humaine intentionnelle, généralement à l'aide de machines, et sans remaniement important ni déplacement par des agents naturels (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Tsitelic (ts) (du géorgien *tsiteli*, rouge) : ayant un *horizon tsitelique* commençant à ≤ 50 cm de la surface du sol minéral.

Turbic (tu) (du latin *turbare*, perturber) : présentant des signes d'altération cryogénique (cryoturbation, matériau mélangé, horizons de sol interrompus, involutions, intrusions organiques, soulèvement par le gel, tri entre matériaux fins et grossiers, fentes, polygonation de surface, etc.) dans certaines couches à ≤ 100 cm de la surface du sol et au-dessus d'un *horizon cryique* ou d'une couche subissant des gelées saisonnières (2 : uniquement si une couche est nettement reconnaissable).

Relictiturbic (rb) (du latin *relictus*, délaissé) : présentant des signes d'altération cryogénique à ≤ 100 cm de la surface du sol, dus à l'action du gel dans le passé (2 : uniquement si une couche est nettement reconnaissable).

Umbric (um) (du latin *umbra*, ombre) : ayant un *horizon umbrique* (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Anthroumbric (aw) (du grec *anthropos*, être humain) : ayant un *horizon umbrique* et des *propriétés anthriques* (2 : uniquement Ano- et Panto-).

Someriumbric (sw) (de l'espagnol *somero*, superficiel) : ayant un *horizon umbrique* d'une épaisseur < 20 cm.

Tongiumbric (tw) (de l'anglais *tongue*, langue) : ayant un *horizon umbrique* formant des langues dans une couche sous-jacente (2 : uniquement Ano- et Panto- ; se rapporte à l'*horizon umbrique*, pas aux langues).

Urbic (ub) (du latin *urbs*, ville) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche d'une épaisseur ≥ 20 cm avec ≥ 20 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts*, dont ≥ 35 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) consistent en gravats ou en déchets d'implantation humaine (uniquement pour les *Technosols*) (2).

Hyperurbic (jx) (du grec *hyper*, au-dessus) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol une couche d'une épaisseur ≥ 50 cm avec ≥ 35 % (en volume du sol entier, moyenne pondérée) d'*artéfacts* qui consistent en gravats ou en déchets d'implantation humaine (uniquement pour les *Technosols*) (2).

Uterquic (uq) (du latin *uterque*, les deux) : ayant une couche

- dominée par des *propriétés gleyiques* et dont certaines parties présentent des *propriétés stagniques*, commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral (uniquement pour les *Gleysols*) (2),
- dominée par des *propriétés stagniques* et dont certaines parties présentent des *propriétés gleyiques*, commençant à ≤ 75 cm de la surface du sol minéral (uniquement pour les *Planosols* et les *Stagnosols*) (2).

Vermic (vm) (du latin *vermis*, ver) : ayant ≥ 50 % (en volume, moyenne pondérée) de galeries de vers, de turricules ou de terriers d'animaux rebouchés, dans les 100 cm supérieurs du sol minéral ou, si la profondeur est moindre, jusqu'à une couche limitante.

Vertic (vr) (du latin *vertere*, tourner) : ayant un *horizon vertique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Protovertic (qv) (du grec *proton*, premier) : ayant un *horizon protovertique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral ; et n'ayant pas d'*horizon vertique* commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol minéral (2).

Vitric (vi) (du latin *vitrum*, verre) : ayant à ≤ 100 cm de la surface du sol

- pour les *Andosols*, une ou plusieurs couches avec des *propriétés vitriques* d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm (2),
- pour les autres sols, une ou plusieurs couches avec des *propriétés andiques* ou *vitriques* d'une épaisseur combinée ≥ 30 cm (≥ 15 cm pour les *Cambisols*) dont ≥ 15 cm ($\geq 7,5$ cm pour les *Cambisols*) ont des *propriétés vitriques* (2).

Wapnic (wa) (du polonais *wapno*, chaux) : ayant un *horizon calcique* au sein de *matériau organique*, commençant à ≤ 100 cm de la surface du sol (2).

Xanthic (xa) (du grec *xanthos*, jaune) : ayant un *horizon ferralique* qui, dans un sous-horizon d'une épaisseur ≥ 30 cm et commençant à ≤ 75 cm de la limite supérieure de l'*horizon ferralique*, présente sur ≥ 90 % de la surface exposée un hue Munsell = 7.5YR ou plus jaune, une value ≥ 4 et un chroma ≥ 5 (humides).

Yermic (ye) (de l'espagnol *yermo*, désert) : ayant des *propriétés yermiques* comprenant un pavement désertique.

Nudiyermic (ny) (du latin *nudus*, nu) : ayant des *propriétés yermiques* sans pavement désertique.

Paviyermic (vy) (du latin *pavimentum*, sol) : ayant des *propriétés yermiques* comprenant un pavement désertique.

6 Codes pour les Groupes de Sols de Référence, qualificatifs et spécificateurs

Groupes de Sols de Référence							
Acrisol	AC	Chernozem	CH	Leptosol	LP	Regosol	RG
Alisol	AL	Durisol	DU	Lixisol	LX	Retisol	RT
Andosol	AN	Ferralsol	FR	Luvisol	LV	Solonchak	SC
Anthrosol	AT	Fluvisol	FL	Nitisol	NT	Solonetz	SN
Arenosol	AR	Gleysol	GL	Phaeozem	PH	Stagnosol	ST
Calcisol	CL	Gypsisol	GY	Planosol	PL	Technosol	TC
Cambisol	CM	Histosol	HS	Plinthosol	PT	Umbrisol	UM
Cryosol	CR	Kastanozem	KS	Podzol	PZ	Vertisol	VR

Qualificatifs							
Abruptic	ap	Carbonatic	cn	Floatic	ft	Hypereutric	je
Aceric	ae	Carbonic	cx	Fluvic	fv	Hyperferritic	jf
Acric	ac	Chernic	ch	Folic	fo	Hypergarbic	jb
Acroxic	ao	Claric	cq	Fractic	fc	Hypergeric	jq
Activic	at	Chloridic	cl	Fractiskeletic	fk	Hypergypsic	jg
Aeolic	ay	Chromic	cr	Fragic	fg	Hyperhumic	jh
Akrofluvic	kf	Clayic	ce	Garbic	ga	Hyperhydragic	jy
Akromineralic	km	Clayinovic	cj	Gelic	ge	Hypermagnesian	jm
Akroskeletal	kk	Coarsic	cs	Gelistagnic	gt	Hypermatric	jn
Albic	ab	Cohesic	co	Geoabruptic	go	Hyperorganic	jo
Alcalic	ax	Columnic	cu	Geric	gr	Hypersalic	jz
Alic	al	Cordic	cd	Gibbsic	gi	Hypersideralic	jr
Aluandic	aa	Cryic	cy	Gilgaic	gg	Hyperspodic	jp
Andic	an	Cutanic	ct	Glacic	gc	Hyperspolic	jj
Anthraquic	aq	Densic	dn	Gleyic	gl	Hypersulfidic	js
Anthric	ak	Differentic	df	Glossic	gs	Hypertechnic	jt
Anthromollic	am	Dolomitic	do	Greyzemic	gz	Hyperthionic	ji
Anthrombric	aw	Dorsic	ds	Grumic	gm	Hyperurbic	jx
Archaic	ah	Drainic	dr	Gypsic	gy	Hyposulfidic	ws
Arenic	ar	Duric	du	Gypsofractic	gf	Hypothionic	wi
Arenicollic	ad	Dystric	dy	Gypsiric	gp	Immissic	im
Areninovic	aj	Ejectiskeletic	jk	Haplic	ha	Inclinic	ic
Argisodic	as	Ekranic	ek	Hemic	hm	Inclinigleyic	iy
Aric	ai	Endic	ed	Histic	hi	Inclinistagnic	iw
Arzic	az	Entic	et	Hortic	ht	Infraandic	ia
Biocrustic	bc	Epic	ep	Humic	hu	Infraspodic	is
Brunic	br	Escallic	ec	Hydragic	hg	Irragric	ir
Bryic	by	Eutric	eu	Hydric	hy	Isolatic	il
Calcaric	ca	Eutrosilic	es	Hydrophobic	hf	Isopteris	ip
Calcic	cc	Evapocrustic	ev	Hyperallic	jl	Kalaic	ka
Calcifractionic	cf	Ferrallic	fl	Hyperartefactic	ja	Lamellic	ll
Cambic	cm	Ferric	fr	Hypercalcic	jc	Lapiadic	ld
Capillaric	cp	Ferritic	fe	Hyperduric	ju	Laxic	la
Carbic	cb	Fibric	fi	Hyperdystric	jd	Leptic	le

Qualificatifs							
Lignic	lg	Organotransportic	ot	Protospodic	qp	Somerimollic	sm
Limnic	lm	Ornithic	oc	Protostagnic	qw	Somerirendzic	sr
Limonic	ln	Orthodystric	od	Prototechnic	qt	Someriumbric	sw
Linic	lc	Orthoeutric	oe	Prototephric	qf	Spodic	sd
Lithic	li	Orthofluvic	of	Protovertic	qv	Spolic	sp
Litholinic	lh	Orthomineralic	oi	Puffic	pu	Stagnic	st
Lixic	lx	Orthoskeletal	ok	Pyric	py	Subaquatic	sq
Loamic	lo	Ortsteinic	os	Radiotoxic	rx	Sulfatic	su
Loaminovic	lj	Oxyaquic	oa	Raptic	rp	Sulfidic	sf
Luvic	lv	Oxygleyic	oy	Reductaquic	ra	Takyric	ty
Magnésic	mg	Pachic	ph	Reductic	rd	Technic	te
Manganiferic	mf	Panpaic	pb	Reductigleyic	ry	Technotephric	tt
Mahic	ma	Paviyermic	vy	Relictigleyic	rl	Tephric	tf
Mawic	mw	Pellic	pe	Relictistagnic	rw	Terric	tr
Mazic	mz	Pelocrustic	pq	Relictiturbic	rb	Thionic	ti
Mineralic	mi	Petric	pt	Relocatic	rc	Thixotropic	tp
Minerolimnic	ml	Petrocalcic	pc	Rendzic	rz	Thyric	th
Mochipic	mc	Petroduric	pd	Retic	rt	Tidalic	td
Mollic	mo	Petrogypsic	pg	Rheic	rh	Tonguic	to
Mulmic	mm	Petroplinthic	pp	Rhodic	ro	Tonguichernic	tc
Murshic	mh	Petrosalic	ps	Rockic	rk	Tonguimollic	tm
Muusic	mu	Pisoplinthic	px	Rubic	ru	Tonguiumbric	tw
Naramic	nr	Placic	pi	Rustic	rs	Totilamellic	ta
Natric	na	Plaggic	pa	Salic	sz	Toxic	tx
Nechic	ne	Plinthic	pl	Sapric	sa	Transportic	tn
Neobrunic	nb	Posic	po	Saprolithic	sh	Tsitelic	ts
Neocambic	nc	Pretic	pk	Sideralic	se	Turbic	tu
Nitic	ni	Profondic	pn	Silandic	sn	Umbric	um
Novic	nv	Profundihumic	dh	Siltic	sl	Urbic	ub
Nudiargic	ng	Protic	pr	Siltinovic	sj	Uterquic	uq
Nudilithic	nt	Protoandic	qa	Skeletalic	sk	Vermic	vm
Nudinatric	nn	Protoargic	qg	Skeletofolic	ko	Vertic	vr
Nudipetric	np	Protocalcic	qc	Skeletohistoric	kh	Vitric	vi
Nudiyermic	ny	Protogleyic	qy	Skeletotransportic	kt	Wapnic	wa
Ochric	oh	Protogypsic	qq	Sodic	so	Xanthic	xa
Oligoeutric	ol	Protokalaic	qk	Solimovic	sv	Yermic	ye
Ombric	om	Protosalic	qz	Sombric	sb		
Organolimnic	oo	Protosodic	qs	Someric	si		

Spécificateurs							
Amphi	..m	Endo	..n	Kato	..k	Supra	..s
Ano	..a	Epi	..p	Panto	..e	Thapto	..b
Bathy	..d			Poly	..y		

Combinaisons avec le qualificatif Novic (voir Chapitre 2.4, Sols enfouis)							
Aeoli-Novic	nva	Solimovi-Novic	nvs	Tephri-Novic	nvv	Transporti-Novic	nvp
Fluvi-Novic	nvf	Techni-Novic	nvt				

Note : Les codes pour les combinaisons du qualificatif Novic avec des sous-qualificatifs sont construits en conséquence ; ex. Aeoli-Siltinovic (sja).

Règles pour l'emploi de codes pour nommer les sols

Au 1^{er} niveau de classification, seul le code du RSG est employé.

Au 2^{ème} niveau, le code commence par le RSG,

suivi d'un « - »,

suivi des qualificatifs principaux repris dans la liste, de haut en bas, avec un « . » entre eux si plusieurs s'appliquent,

si applicable, suivi d'un « - »,

suivi des qualificatifs supplémentaires relatifs à la texture, selon une séquence allant du haut au bas du profil, avec un « . » entre eux si plusieurs s'appliquent,

si applicable, suivi d'un « - »,

suivi des autres qualificatifs par ordre alphabétique de leur nom (et non de leur code), avec un « . » entre eux si plusieurs s'appliquent,

si applicable, suivi d'un « - »,

suivi des qualificatifs qui ne sont pas repris dans la liste du RSG concerné.

Les sous-qualificatifs (qualificatifs combinés à des spécificateurs) sont placés dans le même ordre que celui des qualificatifs sans spécificateur. Exception : s'ils sont employés avec un qualificatif principal, les sous-qualificatifs Proto-, Bathy- et Thapto- doivent être versés dans les qualificatifs supplémentaires.

Si un groupe de qualificatifs ne s'applique pas, le « - » est quand même inclus si un des groupes suivants s'applique.

Il en résulte le schéma suivant :

RSG{-}[PQ1[.PQ2]etc]{-}[TQ1[.TQ2]etc]{-}[SQ1[.SQ2]etc]{-}[NQ1[.NQ2]etc]

Avec :

PQ = qualificatif principal, avec ou sans ajout de spécificateur,

TQ = qualificatif supplémentaire relatif à la texture, avec ou sans ajout de spécificateur,

SQ = autre qualificatif supplémentaire, avec ou sans ajout de spécificateur,

NQ = qualificatif non repris dans la liste du RSG concerné, avec ou sans ajout de spécificateur ;

etc = au besoin, d'autres qualificatifs peuvent être ajoutés en suivant la même procédure ;

les éléments entre [] sont repris s'ils sont d'application ;

les éléments entre { } sont obligatoires s'ils sont suivis d'autres éléments.

Exemples d'utilisation de codes pour nommer les sols

Albic Stagnic Luvisol (Episiltic, Katoclayic, Bathysiltic, Cutanic, Differentic, Epic, Ochric) :

LV-st.ab-slp.cek.sld-ct.df.ep.oh

Hemic Folic Endorockic Histosol (Dystric) :

HS-rkn.fo.hm--dy

Haplic Ferralsol (Pantoloamic, Dystric, Endic, Humic, Bathypetroplinthic, Posic) :

FR-ha-loe-dy.ed.hu.ppd.po

Calcaric Skeletic Pantofluvic Fluvisol (Pantoarenic, Ochric) :

FL-fve.sk.ca-are-oh

Dystric Umbric Aluandic Andosol (Pantosiltic, Thaptohistic, Hyperhumic) :

AN-aa.um.dy-sle-hib.jh

Isolatic Ekranic Technosol (Supraarenic, Supracalcaric) :

TC-ek.il-ars-cas

Dystric Arenosol (Bathyspodic) :

AR-dy--sdd

Règles pour l'emploi de codes pour élaborer des légendes de cartes

Au 1^{er} niveau d'échelle, seul le code du RSG est employé.

Aux 2^{ème} et 3^{ème} niveaux d'échelle, le code commence par le RSG, suivi d'un « - »,

suivi des qualificatifs principaux (dont le nombre dépendra de l'échelle) repris dans la liste, de haut en bas, avec un « . » entre eux.

Si des qualificatifs facultatifs sont ajoutés,

un « - » est ajouté,

suivi des qualificatifs facultatifs, avec un « . » entre eux (les qualificatifs principaux sont placés en premier, et parmi eux, le premier qualificatif applicable est placé en premier, et la séquence de tout qualificatif supplémentaire ajouté est décidée par le pédologue qui dresse la carte).

Si le niveau d'échelle n'exige pas l'ajout d'un qualificatif principal, le « - » est quand même être inclus si un qualificatif facultatif est ajouté.

Si des sols codominants ou associés sont repris, les termes « dominant : », « codominant : » et « associé : » sont écrits avant le code du sol.

Il en résulte le schéma suivant :

RSG{-}[PQ1[.PQ2]]{-}[EQ1[.EQ2]etc]

Avec :

PQ = qualificatif principal,

EQ = qualificatif facultatif,

etc = au besoin, d'autres qualificatifs peuvent être ajoutés en suivant la même procédure ;

les éléments entre [] sont repris s'ils sont d'application ;

les éléments entre { } sont obligatoires s'ils sont suivis d'autres éléments.

Exemples d'utilisation de codes pour élaborer des légendes de cartes

Umbric Geric Xanthic Ferralsols (Clayic, Dystric, Endic, Humic) :

1^{er} niveau d'échelle : FR

2^{ème} niveau d'échelle : FR-xa

3^{ème} niveau d'échelle : FR-xa.gr

Si ajout de qualificatifs facultatifs : exemples :

1^{er} niveau d'échelle : FR--ce

2^{ème} niveau d'échelle : FR-xa-ce

3^{ème} niveau d'échelle : FR-xa.gr-um.ce.dy

7 Bibliographie

- Asiamah, R.D.** 2000. *Plinthite and conditions for its hardening in agricultural soils in Ghana*. Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. (Thesis)
- Broll, G., Brauckmann, H.-J., Overesch, M., Junge, B., Erber, C., Milbert, G., Baize, D. & Nachtergaele, F.** 2006. Topsoil characterization – recommendations for revision and expansion of the FAO-Draft (1998) with emphasis on humus forms and biological features. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169 (3): 453-461.
- de Almeida, J.A., Lunardi Neto, A. & Vidal-Torrado, P.** 2015. Sombric horizon: Five decades without evolution (Review). *Scientia Agricola*. doi:10.1590/0103-9016-2014-0111.
- FAO.** 1988. *Soil map of the world. Revised legend*, by FAO–UNESCO–ISRIC. World Soil Resources Report No. 60. Rome.
- FAO.** 1994. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. Draft. Rome/Wageningen.
- FAO.** 1998. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. World Soil Resources Report No. 84. Rome.
- FAO.** 2001. *Lecture notes on the major soils of the world* (with CD-ROM), by P. Driessen, J. Deckers, O. Spaargaren & F. Nachtergaele, eds. World Soil Resources Report No. 94. Rome.
- FAO–UNESCO.** 1971–1981. *Soil map of the world 1:5 000 000*. 10 Volumes. UNESCO, Paris.
- Fieldes, M. & Perrott, K.W.** 1966. The nature of allophane soils: 3. Rapid field and laboratory test for allophane. *N. Z. J. Sci.*, 9: 623-629.
- Fox, C.A., Tarnocai, C. & Broll, G.** 2010. New A horizon protocols for topsoil characterization in Canada. *19th World Congress of Soil Science Proceedings*, Symposium 1.4.2.
- Graefe, U., Baritz, R., Broll, G., Kolb, E., Milbert, G. & Wachendorf, C.** 2012. Adapting humus form classification to WRB principles. *EUROSOIL 2012, Book of Abstracts*, p. 954.
- Hewitt, A.E.** 1992. *New Zealand soil classification*. DSIR Land Resources Scientific Report 19. Lower Hutt.
- Ito, T., Shoji, S., Shirato, Y. & Ono, E.** 1991. Differentiation of a spodic horizon from a buried A horizon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 438-442.
- IUSS Working Group WRB.** 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006*. World Soil Resources Report No. 103, FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2007. *World Reference Base for Soil Resources 2006, First Update 2007*. FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2010. *Guidelines for constructing small-scale map legends using the WRB*. FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2015. *World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Report No. 106, FAO, Rome.

- Jabiol, B., Zanella, A., Ponge, J.-F., Sartori, G., Englisch, M., van Delft, B., de Waal, R. & Le Bayon, R.C.** 2013. A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). *Geoderma*, 192: 286-294.
- Juilleret, J., de Azevedo, A.C., Santos, R.A., dos Santos, J.C., Pedron, F. de A., Dondeyne, S.** 2018. Where are we with whole regolith pedology? A comparative study from Brazil. *South African Journal of Plant and Soil*, 35: 251-261. <https://doi.org/10.1080/02571862.2017.1411537>.
- Juilleret, J., Dondeyne, S., Vancampenhout, K., Deckers, J., Hissler, C.** 2016. Mind the gap: A classification system for integrating the subsolum into soil surveys. *Geoderma*, 264: 332-339. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.031>.
- Kabala, C., Galka, B., Labaz, B., Anjos, L. & Cavassani, R.** 2018. Towards more simple and coherent chemical criteria in a classification of anthropogenic soils: A comparison of phosphorus tests for diagnostic horizons and properties. *Geoderma*, 320: 1-11.
- Krogh, L. & Greve, M.H.** 1999. Evaluation of World Reference Base for Soil Resources and FAO Soil Map of the World using nationwide grid soil data from Denmark. *Soil Use & Man.*, 15(3): 157-166.
- Miller, B. & Juilleret, J.** 2020. The colluvium and alluvium problem: Historical review and current state of definitions. *Earth-Science Reviews*, 209: 103316.
- Munsell Soil Color Charts.** Munsell Color Co. Inc. Baltimore 18, Maryland 21218, USA.
- Nachtergaele, F.** 2005. The “soils” to be classified in the World Reference Base for Soil Resources. *Euras. Soil Sci.*, 38(Suppl. 1): 13-19.
- Prietzl, J. & Wiesmeier, M.** 2019. A concept to optimize the accuracy of soil surface area and SOC stock quantification in mountainous landscapes. *Geoderma*, 356: 113922.
- Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren, R.A. & Quantin, P.** 1996. Evaluation and proposed revisions of criteria for Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci.*, 161(9): 604-615.
- Soil Survey Staff.** 1999. *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.* 2nd Edition. Agric. Handbook 436. Washington, DC, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Soil Survey Staff.** 2014. *Keys to soil taxonomy.* 12th Edition. Washington, DC, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Sokolov, I.A.** 1997. *Soil formation and exogenesis.* Moscow. 241pp. [in Russian].
- Takahashi, T., Nanzyo, M. & Shoji, S.** 2004. Proposed revisions to the diagnostic criteria for andic and vitric horizons and qualifiers of Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 50 (3): 431-437.
- Uzarowicz, L., Zagorski, Z., Mendak, E., Bartminski, P., Szara, E., Kondras, M., Oktaba, L, Turek, A. & Rogozinski, R.** 2017. Technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from thermal power stations combusting bituminous coal and lignite. Part I. Properties, classification, and indications of early pedogenesis. *Catena*, 157: 75-89.
- Varghese, T. & Byju, G.** 1993. *Laterite soils. Their distribution, characteristics, classification and management.* Technical Monograph 1. Thirivananthapuram, Sri Lanka, State Committee on Science, Technology and Environment.

Zanella, A., Ponge, J.-F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Le Bayon, R.-C., Gobat, J.-M., Aubert, M., De Waal, R., Van Delft, B., Vacca, A., Serra, G., Chersich, S., Andreetta, A., Kolli, R., Brun, J.J., Cools, N., Englisch, M., Hager, H., Katzensteiner, K., Brêthes, A., De Nicola, C., Testi, A., Bernier, N., Graefe, U., Wolf, U., Juilleret, J., Garlato, A., Obber, S., Galvan, P., Zampedri, R., Frizzera, L., Tomasi, M., Banas, D., Bureau, F., Tatti, D., Salmon, S., Menardi, R., Fontanella, F., Carraro, V., Pizzeghello, D., Concheri, G., Squartini, A., Cattaneo, D., Scattolin, L., Nardi, S., Nicolini, G., Viola, F. 2018. Humusica 1, article 5: Terrestrial humus systems and forms — Keys of classification of humus systems and forms. *Appl. Soil Ecol.*, 122: 75-86.

8 Annexe 1 : Guide de terrain

Ce guide de terrain aide à décrire les sols. Il traite de toutes les caractéristiques de terrain nécessaires pour la classification WRB ainsi que d'autres caractéristiques générales de terrain. Ce guide ne se veut pas un manuel exhaustif. Les personnes utilisant ce guide doivent avoir des connaissances de base en science du sol et une expérience de terrain. Dans de nombreux sols, plusieurs des caractéristiques reprises ne sont pas présentes. Chaque caractéristique doit être reportée dans la fiche de description de sol (Annexe 4, Chapitre 11) en utilisant les codes ad hoc.

Le guide de terrain comporte six parties successives :

1. Travail préparatoire et règles générales
2. Données générales et description des facteurs de la pédogenèse
3. Description des caractéristiques de surface
4. Description des couches
5. Echantillonnage
6. Références



Figure 8.1 : Pédologues idéaux

8.1 Travail préparatoire et règles générales

8.1.1 Exploration d'une zone d'intérêt à la tarière et à la bêche

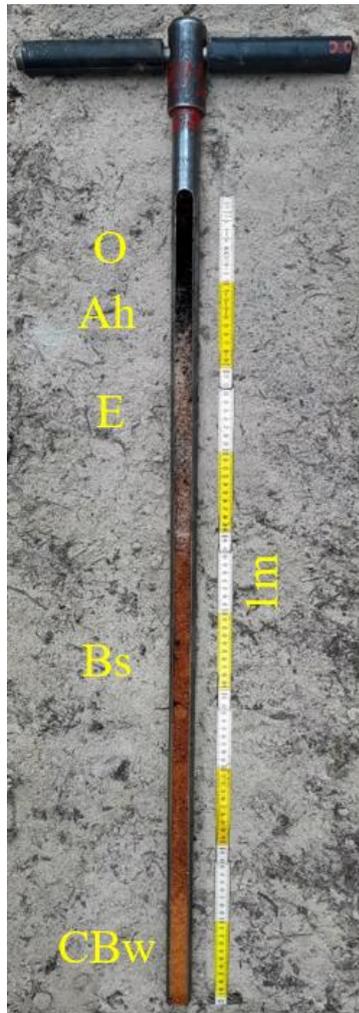


Figure 8.2 : Profil à la tarière Pürckhauer

Sélectionnez votre zone d'intérêt et donnez-lui un nom distinct ; ex. *Gombori Pass*.

Sélectionnez ensuite une localisation. Pour une exploration plus poussée, utilisez une tarière gouge (*Pürckhauer*) ou une tarière hélicoïdale (*Edelman*). Si vous utilisez une tarière Pürckhauer, enfoncez-la dans le sol verticalement à l'aide d'un maillet en nylon. De temps en temps, faites tourner la tarière à l'aide des poignées, surtout dans les sols argileux. Si la roche ou une grosse pierre gênent l'enfoncement, retirez la tarière et tentez à nouveau à courte distance en étant attentif à ne pas l'endommager. Enfoncez la tarière sur une profondeur de 1 m si possible. Dans le cas contraire, notez la profondeur atteinte. Retirez la tarière tout en tournant.

Posez ensuite la tarière sur le sol. Enlevez le matériau qui dépasse à l'aide d'un couteau et déposez-le sur le côté. Évitez de contaminer une couche avec le matériau enlevé d'une autre couche. Soyez conscient qu'un tassement au sein de la tarière peut s'être produit ; les profondeurs des couches peuvent donc ne pas être exactes. Placez un mètre pliant à côté de la tarière en fonction de la profondeur réellement atteinte (Figure 8.2).

Dans la plupart des cas, le matériau de surface tombe de la tarière. Pour l'étudier plus en détail, creusez toujours un mini-profil à proximité du trou de tarière. Il doit avoir au moins 25 cm de largeur et de profondeur, et ses parois doivent être verticales et lisses. Placez ensuite un mètre pliant dans le profil de manière à ce que le niveau 0 coïncide avec la surface du sol (voir Chapitre 8.3.1). Pour une reconstruction ultérieure, il peut être utile de le prendre en photo (Figure 8.3).

Les caractéristiques qui peuvent être décrites à partir de matériau de sol prélevé à la tarière sont marquées d'un astérisque (*) au Chapitre 8.4.



Figure 8.3 : Mini-profil

8.1.2 Préparation d'un profil de sol

Le profil de sol doit avoir une profondeur d'au moins 1 m ou atteindre le matériau parental. Sur pente, à moins que le matériau parental apparaisse à une profondeur moindre, la profondeur du profil doit atteindre $1\text{ m} / \cos(\alpha)$ (Figure 8.4). Pour décider si les critères d'épaisseur et de profondeur de la WRB sont remplis et pour le calcul de stocks d'éléments, c'est l'épaisseur de la couche prise perpendiculairement à la pente qui doit être considérée (Prietz & Wiesmeier, 2019) ; ce calcul se fait en multipliant l'épaisseur verticale par $\cos(\alpha)$.

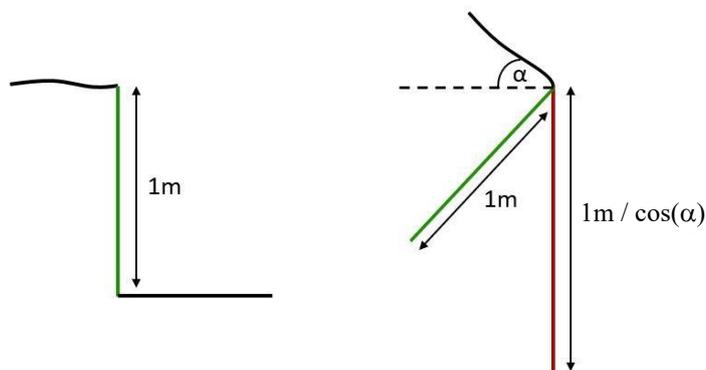


Figure 8.4: Profondeur de profil corrigée lorsque le terrain est en pente

Le profil doit avoir une largeur de 1 m. Sur pente, la paroi du profil doit être parallèle aux courbes de niveau. Le matériau excavé doit être mis en tas à la gauche et/ou à la droite du profil et surtout pas en haut de la paroi du profil. Ne circulez jamais ni ne déposez d'outil du côté de la paroi du profil. Il est recommandé de récolter le matériau de sol sur deux bâches, en séparant la couche de surface des couches inférieures. Lors du rebouchage ultérieur du profil, on remettra en place d'abord le matériau des couches inférieures, puis celui de la couche de surface.



Préparez la paroi du profil avec soin : elle doit être strictement verticale et lisse. Les racines doivent être sectionnées directement au niveau de la paroi du profil. Utilisez un outil approprié pour nettoyer horizontalement la paroi du profil et éviter les souillures verticales. Placez le mètre ruban de manière à ce que le niveau 0 coïncide avec la surface du sol (voir Chapitre 8.3.1). Il doit être placé sur le côté, mais sans toucher les parois latérales. Il doit être strictement vertical et plan, en le lestant éventuellement dans le bas avec une pierre ou un bâton. Prenez une photo. Tenez l'appareil photo perpendiculairement à la paroi du profil (Figure 8.5) en évitant toute inclinaison. Prenez également au moins une photo du terrain et de la végétation environnante (Figure 8.6) ; ex. la canopée. Assurez-vous qu'il sera possible plus tard d'associer le profil aux photos. Si possible, sauvegardez et nommez les photos le jour même où vous les avez prises.

Si vous décrivez un profil de sol creusé auparavant, sa surface peut avoir été perturbée. Pour décrire les formes d'humus, vous devriez creuser un mini-profil à côté.

Figure 8.5: Profil de sol idéal. Toujours prendre la photo perpendiculairement à la paroi du profil



Figure 8.6 : La position du profil dans le paysage

8.2 Données générales et description des facteurs de la pédogenèse

Ce Chapitre se rapporte à des données générales et aux facteurs de la pédogenèse : climat, relief et végétation. D'autres facteurs de la pédogenèse sont abordés lors de la description des couches.

8.2.1 Date et auteurs

Reportez la date de description et le nom des auteurs de la description.

8.2.2 Localisation

Donnez un nom à la localisation et reportez-le ; ex. *Gombori Pass 1*.

Reportez les coordonnées GPS.

Reportez l'altitude au-dessus du niveau de la mer ; ex. *106 m*.

8.2.3 Relief et topographie

Ce Chapitre se rapporte à la topographie à grande échelle. Pour les irrégularités de surface locales, voir le Chapitre 8.3.11.

Pente

Reportez l'inclinaison de la surface du terrain par rapport au plan horizontal. Si le profil se trouve sur une surface plane, la pente est de 0 %. S'il est situé sur pente, prenez deux mesures, l'une vers le haut de versant et l'autre vers le bas de versant ; ex. *haut de versant : 18 %, bas de versant : 16 %*.

Exposition

Si le profil est sur pente, reportez l'orientation à laquelle le versant fait face, vu vers le bas ; ex. 225°.

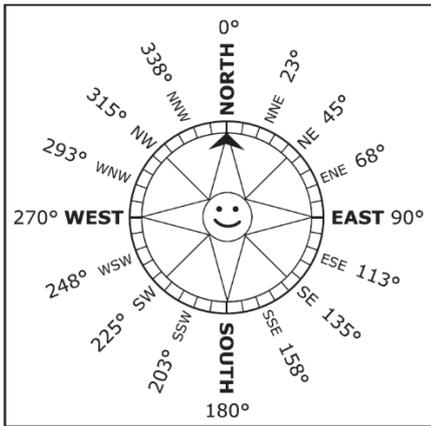


Figure 8.7 : Exposition, Schoeneberger et al. (2012), 1-5

Forme de la pente

Si le profil est situé sur pente, reportez la forme de la pente dans 2 directions : haut/bas de versant (perpendiculaire aux courbes de niveau, correspondant à la courbure verticale) et en travers de la pente (parallèle aux courbes de niveau, correspondant à la courbure horizontale) ; ex. linéaire, convexe ou concave.

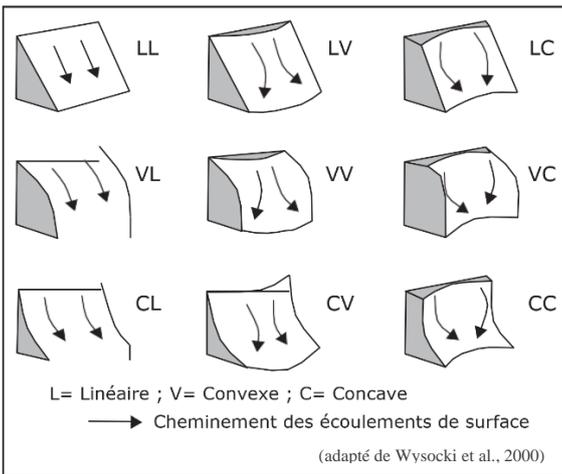


Figure 8.8 : Forme de la pente, Schoeneberger et al. (2012), 1-6

Position topographique du profil de sol

Si le profil est situé sur terrain accidenté, reportez la position du profil.

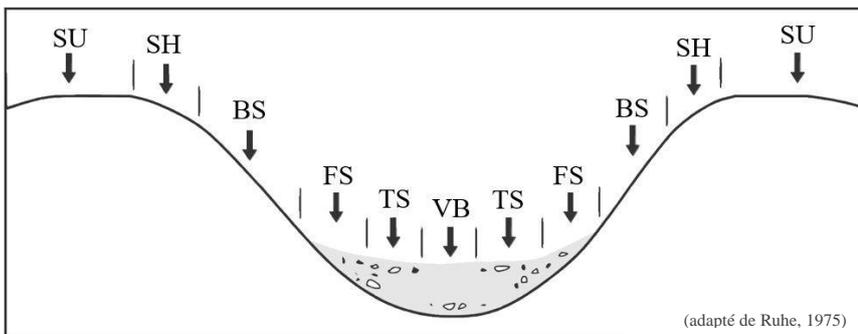


Figure 8.9 : Position du profil, Schoeneberger et al. (2012), 1-7, modifié (bassin non repris)

Tableau 8.1 : Position du profil, Schoeneberger et al. (2012) 1-7, modifié

Position	Code
Sommet	SU
Haut de versant	SH
Versant	BS
Bas de versant	FS
Pied de versant	TS
Fond de vallée	VB
Bassin avec exutoire	OB
Bassin endoréique	EB

8.2.4 Climat et conditions météorologiques

Climat

Reportez le climat d'après Köppen (1936) et les écozones d'après Schulz (2005, adapté). Le terme « été » se rapporte à la saison durant laquelle le soleil est en position élevée tandis que le terme « hiver » se rapporte à la saison durant laquelle le soleil est en position basse.

Tableau 8.2 : Climat d'après Köppen (1936)

Climat	Code
Climats tropicaux	A
Climat équatorial	Af
Climat tropical de savane à hiver sec	Aw
Climat tropical de savane à été sec	As
Climat tropical de mousson	Am
Climats secs	B
Climat désertique chaud	BWh
Climat désertique froid	BWc
Climat de steppe chaud	BSh
Climat de steppe froid	BSc
Climats tempérés	C
Climat méditerranéen à été chaud	Csa
Climat méditerranéen à été tempéré	Csb
Climat méditerranéen à été frais	Csc
Climat subtropical humide	Cfa
Climat océanique	Cfb
Climat océanique subpolaire	Cfc
Climat subtropical humide à hiver sec	Cwa
Climat subtropical de montagne à hiver sec	Cwb
Climat océanique subpolaire à hiver sec	Cwc

Climats continentaux	D
Climat continental humide à été chaud	Dfa
Climat continental humide à été tempéré	Dfb
Climat subarctique	Dfc
Climat subarctique extrêmement froid	Dfd
Climat continental humide à été chaud influencé par la mousson	Dwa
Climat continental humide à été tempéré influencé par la mousson	Dwb
Climat subarctique influencé par la mousson	Dwc
Climat subarctique extrêmement froid influencé par la mousson	Dwd
Climat continental humide à été chaud d'influence méditerranéenne	Dsa
Climat continental humide à été tempéré d'influence méditerranéenne	Dsb
Climat subarctique d'influence méditerranéenne	Dsc
Climat subarctique extrêmement froid d'influence méditerranéenne	Dsd
Climats polaires et alpins	E
Climat de toundra	ET
Climat d'inlandsis	EF

Tableau 8.3 : Ecozones d'après Schultz (2005, adapté)

Ecozone	Code
Régions tropicales à pluies toute l'année	TYR
Régions tropicales à pluies estivales	TSR
Régions tropicales et subtropicales sèches	TSD
Régions subtropicales à pluies toute l'année	SYR
Régions subtropicales à pluies hivernales (climat méditerranéen)	SWR
Latitudes moyennes humides	MHU
Latitudes moyennes sèches	MDR
Zone boréale	BOR
Zone polaire à subpolaire	POS

Saison de description

Reportez la saison de la description. La végétation est plus facile à décrire durant la saison de plein développement.

Tableau 8.4 : Saison de description

Ecozone	Saison	Code
SYR, SWR, MHU, MDR, BOR, POS	Printemps	SP
	Eté	SU
	Automne	AU
	Hiver	WI
TSR	Saison humide	WS
	Saison sèche	DS
TYR, TSD	Pas de saisonnalité particulière pour la croissance végétale	NS

Conditions météorologiques

Reportez les conditions météorologiques présentes et passées.

Tableau 8.5 : Conditions météorologiques présentes, Schoeneberger et al. (2012), 1-1

Conditions météorologiques présentes	Code
Ensoleillé/clair	SU
Partiellement nuageux	PC
Couvert	OV
Pluie	RA
Grésil	SL
Neige	SN

Tableau 8.6 : Conditions météorologiques passées, FAO (2006), Table 2

Conditions météorologiques passées	Code
Pas de pluie au cours du dernier mois	NM
Pas de pluie au cours de la dernière semaine	NW
Pas de pluie au cours des dernières 24 heures	ND
Pluie, mais pas de fortes pluies au cours des dernières 24 heures	RD
Fortes pluies depuis quelques jours ou pluie excessive au cours des dernières 24 heures	RH
Extrêmement pluvieux ou fonte des neiges	RE

8.2.5 Végétation et occupation des sols

Ce Chapitre se rapporte à toute couverture végétale, qu'elle soit totalement naturelle ou façonnée par l'homme. Il ne s'agit pas d'une étude de végétation et seules les informations liées au sol sont reportées. Si le terrain est cultivé ou sous herbage, le type de culture est reporté. Dans tous les autres cas, le type de végétation est reporté. Observez une surface de 10 m x 10 m (si possible) centrée sur le profil.

Strates de végétation

Les strates suivantes sont pertinentes.

Tableau 8.7 : Strates de végétation, National Committee on Soil and Terrain (2009), 79, modifié

Critère	Strate	Code
Végétation au sol	Strate au sol	GS
Si les strates au sol et supérieure sont présentes, il est possible de définir une strate moyenne entre les strates au sol et supérieure	Strate moyenne	MS
Plantes les plus hautes (seulement si leur couronne couvre $\geq 5\%$)	Strate supérieure	US

Type de végétation ou de culture

Si le terrain n'est pas cultivé, reportez pour chaque strate séparément le type de végétation tel que proposé au Tableau 8.8 ; si plus d'un type se trouve dans une même strate, reportez-en maximum trois, le dominant en premier. Si la terre est cultivée, reportez le type de culture telle que proposé au Tableau 8.9 ; les terrains cultivés peuvent aussi présenter plusieurs strates, mais elles ne sont pas reportées séparément.

Tableau 8.8 : Type de végétation, National Committee on Soil and Terrain (2009), 88-93, modifié

Forme de vie	Type de végétation	Code
Aquatique	Algues d'eaux douces ou saumâtres	AF
	Algues marines	AM
	Plantes aquatiques supérieures (herbacées ou ligneuses)	AH
Croûtes de surface	Croûte biologique (formée de cyanobactéries, algues, champignons, lichens et/ou mousses)	CR

Plantes terrestres herbacées	Champignons	NF
	Lichens	NL
	Mousses (non tourbeuses)	NM
	Tourbe	NP
	Graminées et/ou herbes	NG
Plantes terrestres ligneuses	Landes ou buissons nains	WH
	Buissons sempervirents	WG
	Buissons à feuilles caduques	WS
	Arbres sempervirents (majoritairement non plantés)	WE
	Arbres à feuilles caduques (majoritairement non plantés)	WT
	Plantation forestière, non complantée de cultures ou d'herbages	WP
	Plantation forestière, complantée de cultures ou d'herbages	WR
Terre nue	Eau, rochers ou surface du sol avec couverture végétale < 0,5 %	NO

Tableau 8.9 : Type de culture

Type de culture	Code
Agroforesterie simultanée combinant arbres et cultures pérennes	ACP
Agroforesterie simultanée combinant arbres et cultures annuelles	ACA
Agroforesterie simultanée combinant arbres, cultures pérennes et annuelles	ACB
Agroforesterie simultanée combinant arbres et herbages	AGG
Agroforesterie simultanée combinant arbres, cultures et herbages	ACG
Pâturage sous végétation (semi-)naturelle	GNP
Herbages intensifs pâturés	GIP
Herbages intensifs non pâturés	GIN
Cultures pérennes (ex. aliments, fourrages, agrocarburants, fibres, plantes ornementales)	CPP
Cultures annuelles (ex. aliments, fourrages, agrocarburants, fibres, plantes ornementales)	CPA
Jachère, moins de 12 mois, à végétation spontanée	FYO
Jachère, plus de 12 mois, à végétation spontanée	FOL
Jachère, avec enlèvement permanent des plantes (aridoculture)	FDF

Hauteur de végétation, couverture et taxons

Pour les terrains non cultivés, reportez les caractéristiques suivantes :

- la hauteur moyenne et la hauteur maximale en m au-dessus du sol, pour chaque strate séparément.
- la couverture végétale. Pour les strates supérieure et moyenne, reportez le pourcentage (surfacique) de couverture des couronnes. Pour la strate au sol, reportez le pourcentage (surfacique) de couverture du sol.
- au maximum trois espèces importantes par strate ; ex. *Fagus orientalis*. Si vous ne connaissez pas l'espèce, reportez le rang taxonomique immédiatement supérieur.

Espèce cultivée actuelle ou récente

Pour les terrains cultivés, reportez l'espèce cultivée, en employant le nom scientifique ; ex. *Zea mays*. S'il s'agit d'une jachère, reportez la dernière espèce cultivée et le mois et l'année de la récolte ou de l'arrêt de la culture. Si plusieurs espèces sont ou ont été cultivées simultanément, reportez-en maximum trois par ordre surfacique, en commençant par celle qui couvre la plus grande surface ; ceci inclut les espèces arborées en agroforesterie simultanée.

Espèces cultivées en rotation

Pour les terrains cultivés, reportez les espèces qui ont été cultivées durant les cinq dernières années en rotation avec la culture actuelle ou récente. Reportez-en maximum trois par ordre de fréquence, en commençant par l'espèce la plus fréquente ; ceci inclut les espèces arborées en agroforesterie séquentielle.

Techniques spéciales pour améliorer la productivité du site

Reportez les techniques utilisées dans la zone environnant le profil. Les techniques qui affectent certaines couches de sol sont reportées pour la couche concernée. Les techniques qui créent des irrégularités de surface doivent être reportées au Chapitre 8.3.11. Si plus d'une technique est employée, reportez-en maximum trois, la dominante en premier.

Tableau 8.10 : Techniques spéciales pour améliorer la productivité

Type	Code
Drainage par fossés ouverts	DC
Drainage souterrain	DU
Culture sous eau	CW
Irrigation	IR
Billons	RB
Terrasses anthropiques	HT
Elévation de terrain localisée	LO
Autre	OT
Aucune	NO

8.3 Description des caractéristiques de surface

Les caractéristiques de surface peuvent être observées à la surface du sol, sans examiner un profil de sol.

8.3.1 Surface du sol

Une **litière** est une couche meuble contenant > 90 % (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) de tissus reconnaissables de plantes mortes (ex. feuilles non décomposées). Du matériau végétal mort encore lié à des plantes vivantes (ex. parties mortes de mousses de type *Sphagnum*) n'est pas considéré comme faisant partie d'une litière. Par convention, la **surface du sol** (0 cm) se situe sous la litière et la couche de plantes vivantes (ex. mousses vivantes), si présentes. La **surface du sol minéral** est la limite supérieure du premier horizon minéral (voir Chapitre 2.1, Règles générales, et Chapitre 8.4.4).

8.3.2 Litière

Observez une surface de 5 m x 5 m centrée sur le profil. Reportez l'épaisseur moyenne et maximale de la litière en cm (voir Chapitre 8.3.1). S'il n'y a pas de litière, reportez une épaisseur de 0 cm.

8.3.3 Affleurements rocheux

Les affleurements rocheux sont une exposition en surface du substrat géologique. Observez une surface de 10 m x 10 m (si possible) centrée sur le profil. Reportez le pourcentage de cette surface couvert par des affleurements rocheux. Reportez aussi la distance moyenne entre les affleurements rocheux ainsi que leur taille (longueur moyenne de la plus grande dimension) en m.

8.3.4 Eléments grossiers de surface

Les éléments grossiers de surface sont des fragments épars reposant à la surface du sol, y compris ceux partiellement enfouis. Observez une surface de 5 m x 5 m (si possible) centrée sur le profil. Le Tableau donne la longueur moyenne de la plus grande dimension en cm.

Tableau 8.11 : Taille des éléments grossiers de surface, FAO (2006), Tableau 15

Taille (cm)	Classe de taille	Code
> 0,2 – 0,6	Gravier fin	F
> 0,6 – 2	Gravier moyen	M
> 2 – 6	Gravier grossier	C
> 6 – 20	Pierres	S
> 20 – 60	Blocs	B
> 60	Grands blocs	L
Pas d'éléments grossiers de surface		N

Reportez le pourcentage total de la surface couvert d'éléments grossiers de surface. Reportez également une à trois classes de taille et reportez le pourcentage de la surface couvert par les éléments grossiers de surface des classes de taille respectives, la dominante en premier.

8.3.5 Traits désertiques

Les éléments grossiers constamment exposés aux sables éoliens peuvent être abrasés, gravés et polis, ce qui leur donne des surfaces lisses à arêtes vives. Ces éléments sont appelés ventifacts (windkanter) et forment ensemble un pavement désertique. Observez une surface de 5 m x 5 m centrée sur le profil et reportez le pourcentage de ventifacts parmi les éléments grossiers dont la plus grande dimension est > 2 cm.

Les éléments grossiers peuvent subir une altération chimique, qui peut conduire à la formation d'oxydes ; une couleur intense apparaît à leurs faces supérieures tandis qu'elle ne se manifeste pas à leurs faces inférieures où subsiste la couleur originelle de la roche. Cette couleur intense sur les faces supérieures est appelée vernis du désert. Observez une surface de 5 m x 5 m centrée sur le profil et reportez le pourcentage d'éléments grossiers montrant du vernis du désert parmi ceux dont la plus grande dimension est > 2 cm.

8.3.6 Polygonation de surface

Une polygonation de surface est le résultat d'un tri de matériaux dû à l'alternance gel-dégel dans les régions à permagel. Reportez le tri d'éléments grossiers dont la plus grande dimension est > 6 cm à la surface du sol.

Tableau 8.12 : Polygonation de surface

Forme	Code
Anneaux	R
Polygones	P
Bandes	S
Aucune	N

8.3.7 Croûtes de surface

Les croûtes de surface sont décrites en tant que couches au Chapitre 8.4.31 et y sont expliquées. La zone couverte est décrite ici. Observez une surface de 5 m x 5 m (si possible) centrée sur le profil. Reportez le pourcentage de cette surface constitué de croûte.

8.3.8 Fentes de surface

Les fentes sont des fissures autres que celles attribuées à la structure pédologique (voir Chapitre 8.4.10). Si des fentes de surface sont présentes, reportez leur largeur moyenne. Si la surface du sol entre des fentes de classe de largeur supérieure est régulièrement divisée par des fentes de classe de largeur moindre, reportez les

deux classes de largeur. Si diverses classes de largeur sont réparties au hasard, reportez seulement la classe dominante. La continuité des fentes à plus grande profondeur est reportée avec la description des couches (voir Chapitre 8.4.13). Pour chaque classe de largeur, reportez la distance moyenne entre les fentes ainsi que leur arrangement spatial et leur persistance.

Largeur

Tableau 8.13 : Largeur des fentes de surface, FAO (2006), Tableau 21

Largeur (cm)	Classe de largeur	Code
≤ 1	Très fine	VF
> 1 – 2	Fine	FI
> 2 – 5	Moyenne	ME
> 5 – 10	Large	WI
> 10	Très large	VW
Pas de fente de surface		NO

Distance entre les fentes de surface

Tableau 8.14 : Distance entre les fentes de surface, FAO (2006), Tableau 21, modifié

Distance (cm)	Classe de distance	Code
≤ 0,5	Infime	TI
> 0,5 – 2	Très petite	VS
> 2 – 5	Petite	SM
> 5 – 20	Moyenne	ME
> 20 – 50	Grande	LA
> 50 – 200	Très grande	VL
> 200 – 500	Enorme	HU
> 500	Immense	VH

Arrangement spatial des fentes de surface

Tableau 8.15 : Arrangement spatial des fentes de surface

Arrangement spatial	Code
Polygonal	P
Non polygonal	N

Persistance des fentes de surface

Tableau 8.16 : Persistance des fentes de surface

Critère	Code
Réversible (s'ouvre et se ferme au gré des changements d'humidité ; ex. dans les Vertisols et les sols à qualificatif Vertic ou Protovertic)	R
Irréversible (subsiste toute l'année ; ex. fentes dans des polders drainés, fentes dans des couches cimentées)	I

8.3.9 Présence d'eau

Reportez la présence d'eau à la surface du sol. Pour les cultures sous eau ou sous irrigation, voir le Chapitre 8.2.5. Si l'eau provient de diverses origines, reportez la plus importante.

Tableau 8.17 : Eau à la surface du sol

Critère	Code
Submergé en permanence par de l'eau de mer (sous le niveau moyen des marées basses de vives-eaux)	MP
Zone intertidale (entre les niveaux moyens des marées hautes et basses de vives-eaux)	MT
Marées de tempêtes occasionnelles (au-dessus du niveau moyen des marées hautes de vives-eaux)	MO
Submergé en permanence par des eaux intérieures	FP
Submergé au moins une fois par an par de l'eau courante	FF
Submergé moins d'une fois par an par de l'eau courante	FO
Submergé au moins une fois par an par une nappe ascensionnelle locale	GF
Submergé moins d'une fois par an par une nappe ascensionnelle locale	GO
Submergé au moins une fois par an par de l'eau pluviale	RF
Submergé moins d'une fois par an par de l'eau pluviale	RO
Submergé au moins une fois par an par des eaux intérieures d'origine inconnue	UF
Submergé moins d'une fois par an par des eaux intérieures d'origine inconnue	UO
Aucun des cas ci-dessus	NO

8.3.10 Caractère hydrophobe

Des surfaces de sols secs peuvent être hydrophobes. Reportez le caractère hydrophobe seulement si la surface du sol est sèche. Arrosez la surface du sol sec et mesurez le temps d'infiltration.

Tableau 8.18 : Caractère hydrophobe

Critère	Code
L'eau stagne durant ≥ 60 secondes	R
L'eau s'infiltré complètement en < 60 secondes	N

8.3.11 Irrégularités de surface

Irrégularités de surface naturelles

Ce paragraphe se rapporte aux irrégularités dues aux processus de pédogenèse, qui ne sont pas associées à une érosion, à un dépôt ou à une activité humaine. Les irrégularités de surface dues à l'activité humaine et les traces d'érosion sont reportées dans les paragraphes suivants. Un dépôt est considéré comme une caractéristique des couches (voir Chapitre 8.4). Reportez les irrégularités de surface d'une différence de hauteur moyenne ≥ 5 cm. Reportez le type, la différence moyenne de hauteur, le diamètre moyen des zones surélevées et la distance moyenne entre elles. Toutes les valeurs sont en m.

Tableau 8.19 : Types d'irrégularités de surface naturelles

Critère	Code
Irrégularités dues au permagel (palse, pingo, bols de boue, thufurs, etc.)	P
Irrégularités dues aux argiles gonflantes (relief gilgai)	G
Autre	O
Aucune	N

Irrégularités de surface dues à l'activité humaine

Reportez maximum deux types d'irrégularités de surface dues à l'activité humaine d'une différence de hauteur moyenne ≥ 5 cm, la dominante en premier. Ne les reportez que si elles forment un motif répétitif. Des caractéristiques uniques comme un tas de terre ne sont pas reportées. Pour les terrasses, reportez la hauteur moyenne du mur de soutien. Pour toutes les autres caractéristiques, reportez la différence de hauteur moyenne

entre le point le plus haut et le plus bas, leur largeur/longueur moyenne et la distance moyenne entre les hauteurs/profondeurs maximales. Toutes les valeurs sont en cm.

Tableau 8.20 : Types d'irrégularités dues à l'activité humaine

Type	Code
Terrasses faites par l'homme	HT
Billons	RB
Autres élévations longitudinales	EL
Elévations polygonales	EP
Elévations de forme arrondie	ER
Canaux de drainage	CD
Canaux d'irrigation	CI
Autres canaux	CO
Trous polygonaux	HP
Trous de forme arrondie	HR
Autre	OT
Aucune	NO

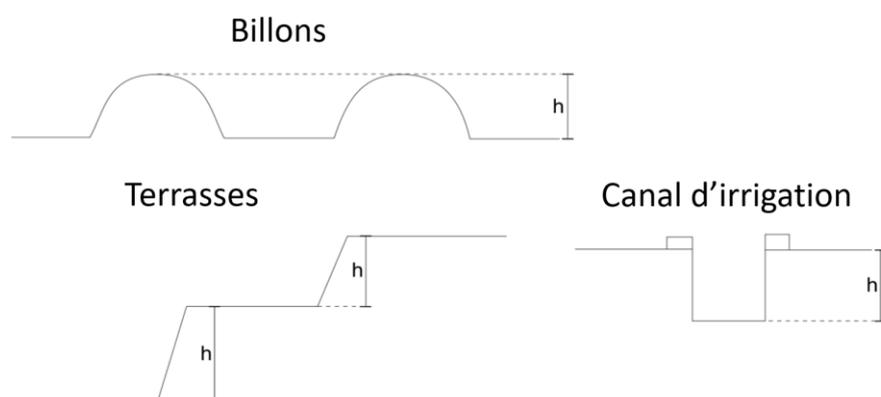


Figure 8.10 : Irrégularités de surface dues à l'activité humaine

Irrégularités de surface dues à l'érosion

Ce paragraphe se rapporte aux phénomènes d'érosion d'une différence de hauteur moyenne ≥ 5 cm. Reportez la catégorie, le degré et l'activité.

Tableau 8.21 : Catégories d'érosion, FAO (2006), Tableau 16

Catégorie	Code
Erosion hydrique	
Erosion en nappe	WS
Erosion en rigoles	WR
Erosion en ravine	WG
Erosion en tunnel	WT
Erosion éolienne	
Sables mobiles	AS
Autres types d'érosion éolienne	AO
Erosion hydrique et éolienne	WA
Mouvements de masse (glissements de terrain et phénomènes similaires)	MM
Erosion, sans distinction de catégorie	NC
Pas de signes d'érosion	NO

Tableau 8.22 : Degré d'érosion, FAO (2006), Tableau 18

Critère	Degré	Code
Quelques signes de dégâts aux couches de surface, fonctions écologiques originelles quasi intactes	Léger	S
Signes clairs d'ablation de couches de surface, fonctions écologiques originelles partiellement détruites	Modéré	M
Ablation totale des couches de surface et exposition des couches de profondeur, fonctions écologiques originelles largement détruites	Sévère	V
Ablation conséquente de couches de profondeur, fonctions écologiques originelles totalement détruites (badlands)	Extrême	E

Tableau 8.23 : Activité de l'érosion, FAO (2006), Tableau 19

Critère	Code
Active actuellement	PR
Active dans un passé récent (dans les 100 dernières années)	RE
Active dans des temps historiques	HI
Période d'activité inconnue	NK

Position du profil de sol (par rapport aux irrégularités de surface)

Reportez la position du profil de sol.

Tableau 8.24 : Position du profil de sol, si la surface est irrégulière

Position	Code
Sur le haut	H
Sur la pente	S
Dans le bas	L
Sur une surface non affectée	E

8.3.12 Altérations techniques de surface

Ce Chapitre se rapporte aux altérations de surface qui ne causent ni n'augmentent les irrégularités de surface. Pour les irrégularités de surface, voir le Chapitre 8.3.11. Reportez les altérations techniques de surface.

Tableau 8.25 : Altérations techniques de surface

Type	Code
Imperméabilisation par du béton	SC
Imperméabilisation par de l'asphalte	SA
Autres types d'imperméabilisation	SO
Enlèvement de la couche de surface	TR
Nivellement	LV
Autre	OT
Aucune	NO

8.4 Description des couches

8.4.1 Identification et profondeur des couches

Une **couche de sol** est une zone du sol, plus ou moins parallèle à la surface du sol, présentant des propriétés différentes de celles des couches sus- et/ou sous-jacentes. Si au moins une de ces propriétés résulte de processus de pédogenèse, la couche est appelée **horizon de sol**. Le terme « couche » est employé ici afin d'inclure des

couches non affectées par des processus de pédogenèse.

Une couche de sol se reconnaît via diverses caractéristiques observables, parmi lesquelles :

- la couleur de la matrice
- les traits rédoximorphiques
- la texture
- les éléments grossiers
- les artéfacts
- la densité apparente
- la structure
- les revêtements et ponts
- les fentes
- les carbonates
- les carbonates secondaires
- le gypse secondaire
- la silice secondaire
- la cimentation
- la saturation en eau
- les verres volcaniques
- la teneur en C_{org}
- les altérations anthropiques

Placez une limite de couche là où vous observez une différence majeure pour au moins une de ces caractéristiques. Quand une couche est fort épaisse (ex. > 30 cm), il peut être judicieux de la subdiviser en deux couches (voire plus) d'épaisseurs similaires à des fins de description. Dans certains sols, il peut également être judicieux d'ajouter des limites de couche supplémentaires à des profondeurs qui permettent de vérifier la présence ou l'absence d'un horizon diagnostique (ex. 20 cm dans le cas d'un *horizon mollique* ou *umbrique*). Les sédiments alluviaux et les couches téphriques peuvent être finement stratifiés. Pour faciliter leur description, il peut être utile de combiner plusieurs de ces strates en une seule couche. Dans tous les autres cas de figure, des strates géologiques différentes ne peuvent être regroupées en une couche.

Dans les rubriques qui suivent, (o), (m) et (o, m) indiquent à quel type de couche la caractéristique décrite doit être reportée : organique, minérale ou les deux (voir Chapitre 8.4.4). Pour les couches organotechniques, l'utilisateur décide quelles sont les caractéristiques à décrire. L'astérisque (*) indique que la caractéristique peut également être reportée via une observation à la tarière gougée (*Pürckhauer*).

Les couches sont numérotées consécutivement à partir de la surface du sol (voir Chapitre 8.3.1) vers le bas. Reportez la profondeur supérieure et inférieure de chaque couche. Si la profondeur inférieure de la dernière couche est inconnue, reportez la profondeur du profil suivi du symbole + comme limite inférieure de cette couche.

Les principes suivants doivent être appliqués lors de toute description (voir Règles générales, Chapitre 2.1) :

1. Sauf indication contraire, toutes les données se rapportent à la terre fine. La **terre fine** comprend les constituants du sol ≤ 2 mm. Le **sol entier** comprend la terre fine, les éléments grossiers, les *artéfacts*, les parties cimentées et les résidus de plantes mortes de toutes tailles.
2. Sauf indication contraire, toutes les données sont exprimées **en masse**.

8.4.2 Homogénéité de la couche (o, m)

Couche constituée de parties distinctes

Si une couche est constituée d'au moins deux parties différentes qui ne forment pas des couches horizontales mais qui peuvent être facilement distinguées, décrivez-les séparément. Utilisez des lignes séparées dans la fiche de description de sol (Annexe 4, Chapitre 11) et reportez le pourcentage (surface exposée, rapporté au sol entier) de chaque partie. Des exemples sont des couches avec des *propriétés rétiques* (voir Chapitre 8.4.18), avec altération cryogénique (voir Chapitre 8.4.34) ou remodelées après labour (voir Chapitre 8.4.39). La séparation n'est pas recommandée en cas de limite ondulée (comme c'est le cas typiquement des *horizons cherniques* ou des horizons éluviaux des Podzols, voir Chapitre 8.4.5) ou d'ajout limité de matériaux (voir Chapitre 8.4.39).

Couche composée de plusieurs strates de sédiments alluviaux ou de téphras

Les strates alluviales comprennent des dépôts fluviatiles, lacustres ou marins. Les strates téphriques contiennent une quantité importante de pyroclastes. Reportez la présence de strates alluviales et de strates téphriques dans la couche décrite.

Tableau 8.26 : Présence de strates dans une couche

Critère	Code
La couche est composée d'au moins deux strates alluviales	A
La couche est composée d'au moins deux strates téphriques	T
La couche est composée d'au moins deux strates alluviales contenant des téphra	B
La couche n'est pas composée de plusieurs strates	N

8.4.3 Eau

Saturation en eau (o, m)

Reportez la saturation en eau.

Tableau 8.27 : Types de saturation en eau

Critère	Code
Saturé par de l'eau de mer durant ≥ 30 jours consécutifs	MS
Saturé par de l'eau de mer au gré des marées	MT
Saturé par une nappe ou de l'eau courante durant ≥ 30 jours consécutifs avec une eau de conductivité électrique ≥ 4 dS m ⁻¹	GS
Saturé par une nappe ou de l'eau courante durant ≥ 30 jours consécutifs avec une eau de conductivité électrique < 4 dS m ⁻¹	GF
Saturé par de l'eau pluviale durant ≥ 30 jours consécutifs	RA
Saturé par de l'eau de fonte des neiges durant ≥ 30 jours consécutifs	MI
Eau pure couverte de matériau organique flottant	PW
Aucun des cas ci-dessus	NO

Etat hydrique (m) (*)

Vérifiez l'état hydrique des couches non saturées du sol. Vaporisez la paroi du profil avec de l'eau et observez la modification de couleur. Ensuite écrasez un échantillon et reportez son comportement.

Tableau 8.28 : Etat hydrique du sol, FAO (2006), Tableau 57, modifié

Humidification	Ecrasement	Classe d'humidité	Code
Devient très foncé	Poussièreux ou dur	Très sec	VD
Devient foncé	Ne fait pas de poussière	Sec	DR
Devient légèrement foncé	Ne fait pas de poussière	Légèrement humide	SM
Pas de changement de couleur	Ne fait pas de poussière	Humide	MO
Pas de changement de couleur	Gouttes d'eau	Mouillé	WE

8.4.4 Couches organiques, organotechniques et minérales

On distingue les couches suivantes (voir Chapitre 3.3) :

- Les couches organiques consistent en matériau organique.
- Les couches organotechniques consistent en matériau organotechnique.
- Les couches minérales sont toutes les autres couches.

Une couche organique ou organotechnique est dite hydromorphe si la saturation en eau dure au moins 30 jours consécutifs la plupart des années ou qu'elle a été drainée. Autrement, elle est dite terrestre. Les couches organiques hydromorphes comprennent la tourbe et du matériau limnique organique. Reportez la nature organique, organotechnique ou minérale d'une couche et, dans les deux premiers cas, si elle est hydromorphe ou terrestre. Cette distinction est préliminaire et une correction pourrait être apportée sur base des analyses en laboratoire.

Tableau 8.29 : Couches organiques (hydromorphes et terrestres), organotechniques et minérales

Critère	Code
Organique hydromorphe	OH
Organique terrestre	OT
Organotechnique hydromorphe	TH
Organotechnique terrestre	TT
Minérale	MI

8.4.5 Limites de couche (o, m)

Netteté de la limite inférieure de la couche (*)

Reportez la netteté de la limite inférieure de la couche.

Tableau 8.30 : Netteté des limites de couche, Schoeneberger et al. (2012), 2-6, modifié

Couches minérales, organotechniques et organiques hydromorphes : transition en (cm)	Couches organiques terrestres : transition en (cm)	Netteté	Code
≤ 0,5	≤ 0,1	Très abrupte	V
> 0,5 – 2	> 0,1 – 0,2	Abrupte	A
> 2 – 5	> 0,2 – 0,5	Nette	C
> 5 – 15	> 0,5 – 1	Graduelle	G
> 15	> 1	Diffuse	D

Forme

Reportez la forme. Cette caractéristique se rapporte à la limite inférieure de la couche ou, si la forme est « brisée », à la couche en entier.

Tableau 8.31 : Forme des limites de couche, Schoeneberger et al. (2012), 2-7

Critère	Forme	Code
Surface quasi plane	Lisse	S
Poches plus larges que profondes	Ondulée	W
Poches plus profondes que larges	Irrégulière	I
Discontinue	Brisée	B

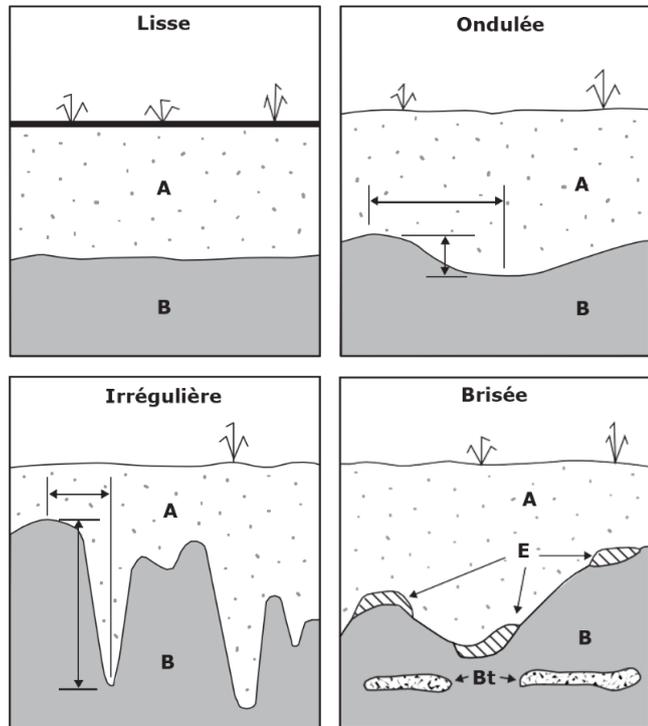


Figure 8.11 : Forme des limites de couche, Schoeneberger et al. (2012), 2-7, modifié

8.4.6 Dépôt éolien (m)

Reportez tout signe de dépôt éolien. Utilisez une loupe (max. 10x).

Tableau 8.32 : Types de dépôt éolien

Critère	Code
Aéroturbation (stratification oblique)	CB
≥ 10 % des particules de sable moyen ou plus grossier sont arrondies ou subangulaires et présentent une surface mate	RH
≥ 10 % des particules de sable moyen ou plus grossier sont arrondies ou subangulaires et présentent une surface mate, mais seulement dans du matériau soufflé remplissant des fentes	RC
Autre	OT
Pas de signes de dépôt éolien	NO

8.4.7 Éléments grossiers et fragments de couches cimentées démantelées (o, m)

Ce Chapitre se rapporte aux éléments grossiers naturels et aux fragments de couches cimentées démantelées. Les *artéfacts* sont décrits au Chapitre 8.4.8. Un élément grossier est une particule minérale, dérivée du matériau parental, dont le diamètre équivalent est > 2 mm (voir Chapitre 8.4.9). Les fragments de couches cimentées démantelées peuvent être de toutes tailles mais ne sont reportés ici que s'ils ont un diamètre équivalent > 2 mm. Les subdivisions (de 0,6 à 60 cm) tiennent compte de leur plus grande dimension.

Taille et forme

Le Tableau donne la longueur de la plus grande dimension et la forme.

Tableau 8.33 : Classe de taille et forme des éléments grossiers et des fragments de couches cimentées démantelées, FAO (2006), Tableaux 27 et 28

Taille (cm)	Classe de taille	Forme	Code
> 0,2 – 0,6	Gravier fin	Arrondi	FR
		Angulaire	FA
		Arrondi et angulaire	FB
> 0,6 – 2	Gravier moyen	Arrondi	MR
		Angulaire	MA
		Arrondi et angulaire	MB
> 2 – 6	Gravier grossier	Arrondi	CR
		Angulaire	CA
		Arrondi et angulaire	CB
> 6 – 20	Pierres	Arrondies	SR
		Angulaires	SA
		Arrondies et angulaires	SB
> 20 – 60	Blocs	Arrondis	BR
		Angulaires	BA
		Arrondis et angulaires	BB
> 60	Grands blocs	Arrondis	LR
		Angulaires	LA
		Arrondis et angulaires	LB
Pas d'éléments grossiers			NO

Degré d'altération (éléments grossiers) et agent de cimentation (fragments de couches cimentées démantelées)

Tableau 8.34 : Degré d'altération des éléments grossiers, FAO (2006), Tableau 29

Critère	Degré d'altération	Code
Pas ou peu de signes d'altération	Sein	F
Perte de la couleur originelle de la roche et des formes cristallines dans les parties extérieures ; le centre reste relativement sein ; résistance originelle assez bien préservée	Moyennement altéré	M
Tous les minéraux, sauf les plus résistants, sont altérés ; la couleur originelle de la roche a disparu partout ; tend à se désagréger sous pression modérée	Fortement altéré	S

Tableau 8.35 : Fragments de couches cimentées démantelées : agent de cimentation

Agent de cimentation	Code
Carbonates secondaires	CA
Gypse secondaire	GY
Silice secondaire	SI
Oxydes de Fe, principalement au sein d'(anciens) agrégats, pas de concentration significative de matière organique	FI
Oxydes de Fe, principalement sur les faces d'(anciens) agrégats, pas de concentration significative de matière organique	FO
Oxydes de Fe sans relation avec des (anciens) agrégats, pas de concentration significative de matière organique	FN
Oxydes de Fe en présence d'une concentration significative de matière organique	FH

Abondance (en volume)

Reportez le pourcentage total du volume occupé par des éléments grossiers. De plus, reportez une à quatre classes de taille et forme et reportez leur degré d'altération ainsi que le pourcentage du volume qui est occupé par les éléments grossiers des classes respectives, la plus importante en premier. Reportez le pourcentage total du volume occupé par des fragments de couches cimentées démantelées, reportez l'agent de cimentation (maximum deux, si nécessaire) ainsi que le pourcentage du volume qui est occupé par les fragments de chaque type de cimentation, la plus importante en premier (voir Chapitres 8.4.30 et 8.4.32). Tous les volumes se rapportent au sol entier. La Figure 8.12 aide à estimer le volume.

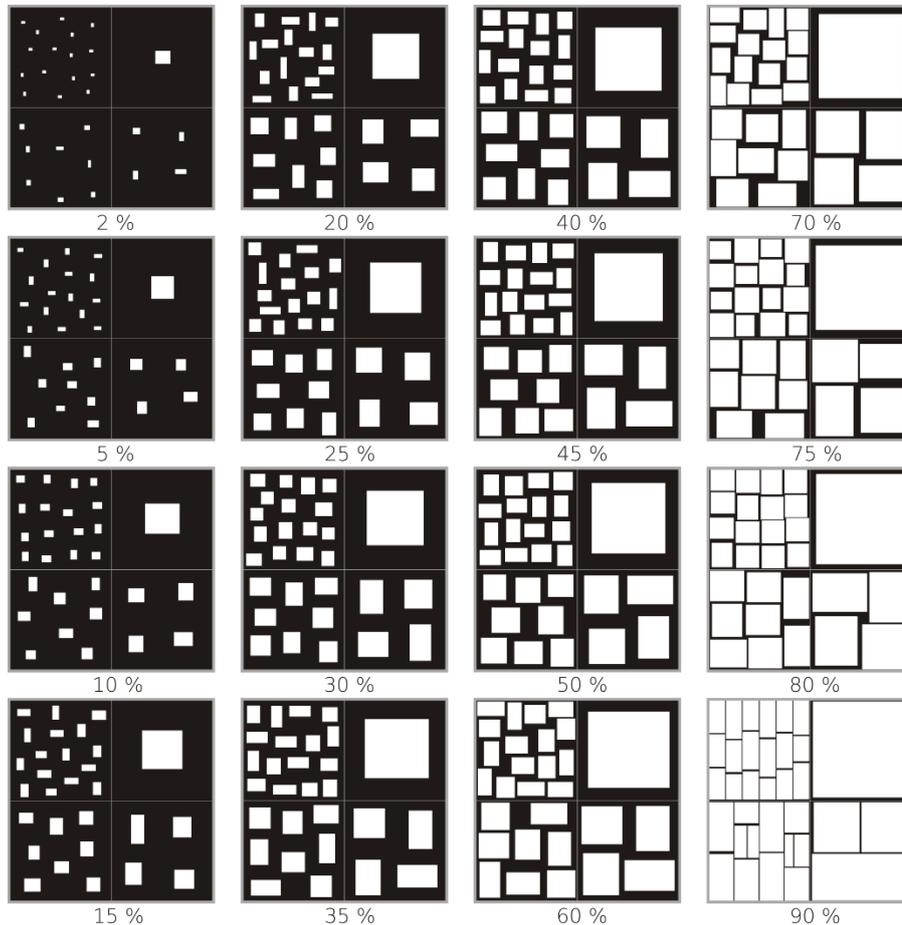


Figure 8.12 : Schémas pour l'estimation des pourcentages d'éléments grossiers et de fragments de couches cimentées démantelées, FAO (2006), Figure 5, modifiée par B. Repe

Pores larges et libres (interstices) entre les éléments grossiers

Entre les éléments grossiers peuvent exister des pores larges, visibles à l'œil nu, ne contenant pas de matériau de sol. Reportez le pourcentage total (en volume du sol entier).

8.4.8 Artéfacts (o, m)

Les *artéfacts* sont des substances solides ou liquides qui ont été

- créées ou considérablement modifiées par l'homme via des procédés industriels ou artisanaux, ou
- amenées en surface par l'activité humaine, d'une profondeur où elles n'étaient pas influencées par les processus de surface et déposées dans un environnement où elles ne sont pas communes.

Type

Tableau 8.36 : Exemples d'artéfacts, Schoeneberger et al. (2012), 2-50, modifié

Type	Code
Béton, continu	CR
Béton, fragmentaire	CF
Bitume (asphalte), continu	BT
Bitume (asphalte), fragmentaire	BF
Black carbon (ex. charbon de bois, particules partiellement carbonisées, suie)	BC
Briques, adobes	BR
Caoutchouc (pneus, etc.)	RU
Cendres volantes	FA
Céramiques	CE
Coproduits de la combustion du charbon	CU
Déchets industriels	IW
Déchets ménagers (indifférenciés)	HW
Déchets miniers	MS
Déchets organiques	OW
Eclats de pierres débitées	DE
Géomembrane, continue	GM
Géomembrane, fragmentaire	GF
Mâchefer	BA
Métal	ME
Papier, carton	PA
Pétrole brut	CO
Pièces d'or	GC
Pierre taillées ou concassées	DS
Plantes traitées (bois, fibres, etc.)	TW
Plaque de plâtre	PB
Plastique	PT
Produits pétroliers raffinés	PO
Résidus d'application de chaux	LL
Scories	BS
Verre	GL
Vêtements, tapis	CL
Autre	OT
Aucun	NO

Note : s'il n'est pas fabriqué intentionnellement par l'homme, le black carbon est considéré comme naturel (voir Chapitre 8.4.36).

Taille

Le Tableau donne la longueur moyenne de la plus grande dimension des *artéfacts* solides.

Tableau 8.37 : Taille des artéfacts, FAO (2006), Tableau 27

Taille (cm)	Classe de taille	Code
≤ 0,2	Terre fine	E
> 0,2 – 0,6	Gravier fin	F
> 0,6 – 2	Gravier moyen	M
> 2 – 6	Gravier grossier	C
> 6 – 20	Pierres	S
> 20 – 60	Blocs	B
> 60	Grands blocs	L

Abondance (en volume)

Reportez le pourcentage total du volume (sol entier) occupé par des *artéfacts* solides. De plus, reportez un et à cinq types et classes de taille ainsi que le pourcentage du volume qui est occupé par les types et classes de taille respectifs, le dominant en premier. La Figure 8.12 aide à estimer le volume. Le black carbon doit également être reporté en pourcentage de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus le black carbon de toutes tailles).

8.4.9 Texture (m) (*)

Classes granulométriques

Tableau 8.38 : Classes granulométriques, ISO 11277:2009

Classe granulométrique	Diamètre des particules
Terre fine	Toutes les particules ≤ 2 mm
Sable	> 63 μm – ≤ 2 mm
Sable très grossier	> 1250 μm – ≤ 2 mm
Sable grossier	> 630 μm – ≤ 1250 μm
Sable moyen	> 200 μm – ≤ 630 μm
Sable fin	> 125 μm – ≤ 200 μm
Sable très fin	> 63 μm – ≤ 125 μm
Limon	> 2 μm – ≤ 63 μm
Argile	≤ 2 μm

Les classes granulométriques jusqu'à 2 mm sont définies selon leur diamètre équivalent. Le diamètre équivalent est le diamètre d'une sphère qui, en analyse de sédimentation, coule avec la même vitesse que la particule respective.

Selon la sensibilité de chaque individu, la vue et le toucher (au doigt) peuvent détecter des particules > 150 – 300 μm.

Classes texturales

Reportez la classe texturale. Remarquez que la reconnaissance de la texture à la main, basée uniquement sur la clé de détermination ci-dessous, ne donne qu'une estimation de la texture. Les résultats peuvent ne pas être totalement fiables, en particulier à proximité des limites de classes. Les débutants devraient être encadrés par des pédologues confirmés.

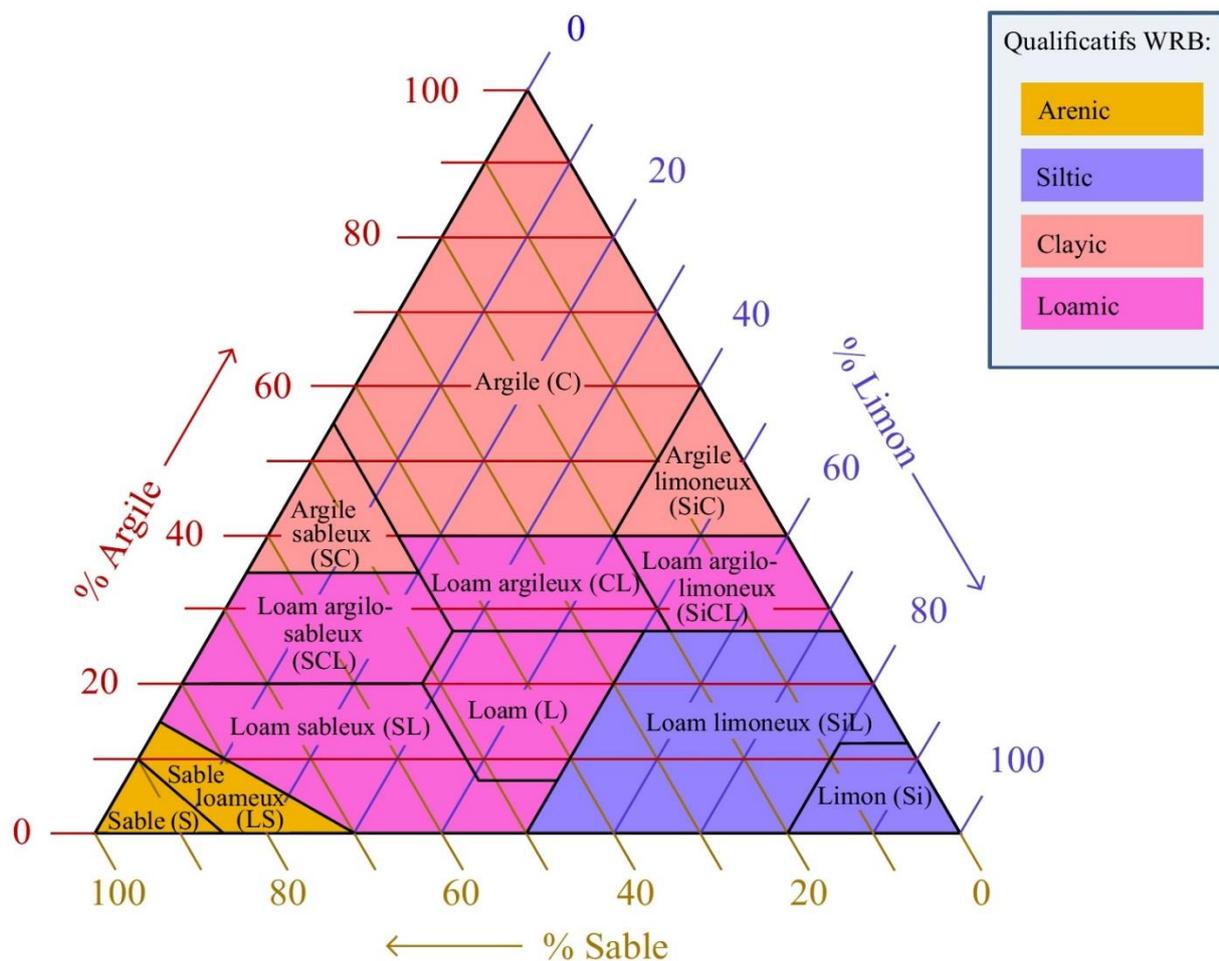


Figure 8.13: Classes texturales, triangle, Blum et al. (2018), Figure 28, modifié

Tableau 8.39 : Classes texturales, Soil Science Division Staff (2017)

Classe texturale	% sable	% limon	% argile	Critères additionnels
Sable (S)	> 85	< 15	< 10	$(\% \text{ limon} + 1,5 \times \% \text{ argile}) < 15$
Sable loameux (LS)	> 70 à ≤ 90	< 30	< 15	$(\% \text{ limon} + 1,5 \times \% \text{ argile}) \geq 15$ et $(\% \text{ limon} + 2 \times \% \text{ argile}) < 30$
Limon (Si)	≤ 20	≥ 80	< 12	
Loam limoneux (SiL)	≤ 50	≥ 50 à < 80	< 27	
	≤ 8	≥ 80 à ≤ 88	≥ 12 à ≤ 20	
Loam sableux (SL)	> 52 à ≤ 85	≤ 48	< 20	$(\% \text{ limon} + 2 \times \% \text{ argile}) \geq 30$
	> 43 à ≤ 52	≥ 41 à < 50	< 7	
Loam (L)	> 23 à ≤ 52	≥ 28 à < 50	≥ 7 à < 27	
Loam argilo-sableux (SCL)	> 45 à ≤ 80	< 28	≥ 20 à < 35	
Loam argilo-limoneux (SiCL)	≤ 20	> 40 à ≤ 73	≥ 27 à < 40	
Loam argileux (CL)	> 20 à ≤ 45	> 15 à < 53	≥ 27 à < 40	
Argile sableuse (SC)	> 45 à ≤ 65	< 20	≥ 35 à < 55	
Argile limoneuse (SiC)	≤ 20	≥ 40 à ≤ 60	≥ 40 à ≤ 60	
Argile (C)	≤ 45	< 40	≥ 40	

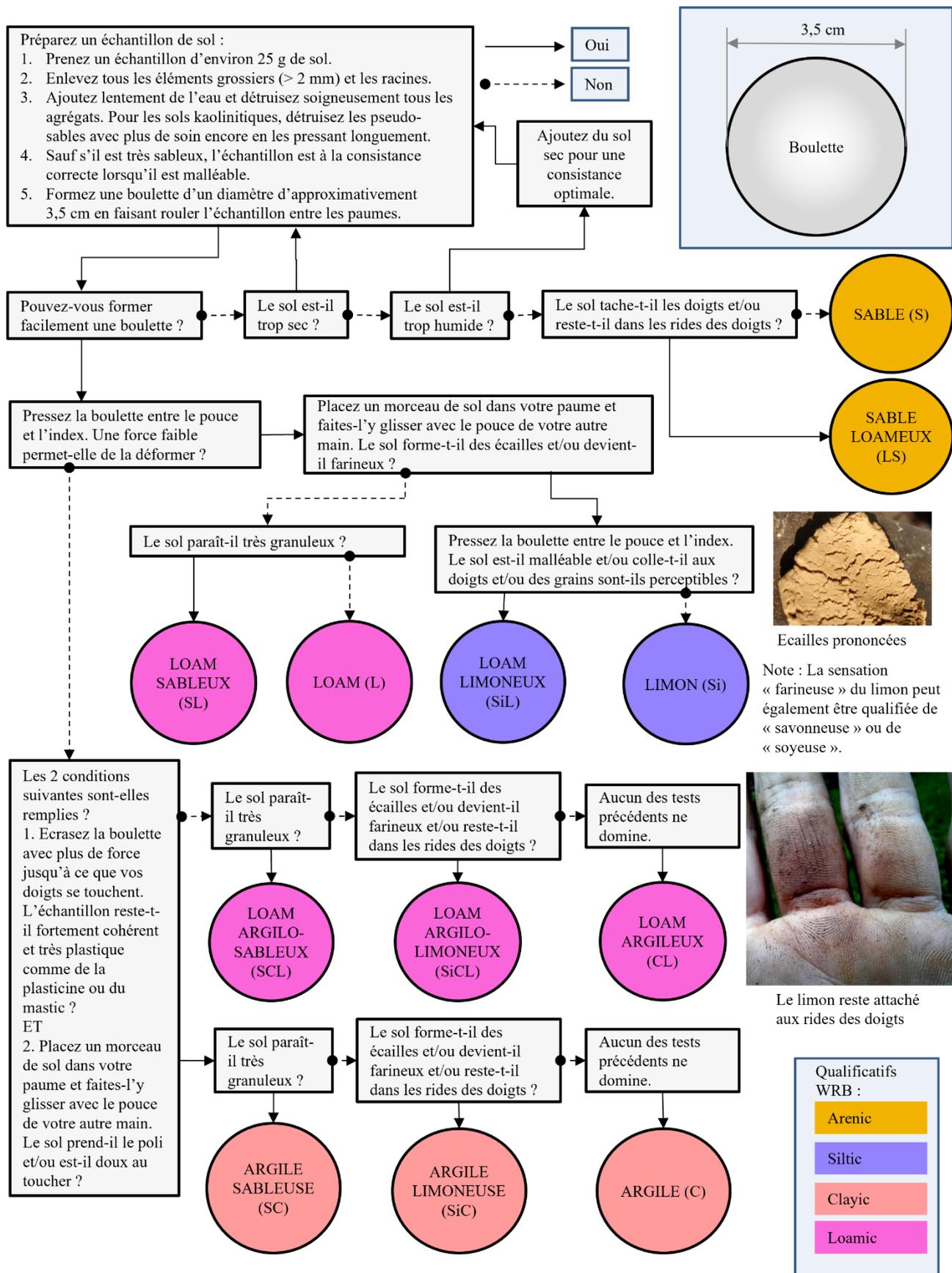


Figure 8.14 : Classes texturales, clé de détermination, idées adaptées de
 – Natural England Technical Information Note TIN037 (2008)
 – Thien (1979)

Sous-classes des classes texturales sable et sable loameux

Si la couche appartient aux classes texturales sable ou sable loameux, reportez la sous-classe. Les sous-classes granulométriques de sable sont détectées par estimation visuelle des diamètres des grains ou par analyse en laboratoire. Les sous-classes texturales sable très fin et sable très fin loameux ont un toucher farineux, tandis que toutes les sous-classes plus grossières ont un toucher granuleux.

Tableau 8.40 : Sous-classes des classes texturales sable et sable loameux. Soil Science Division Staff (2017), modifié ; les pourcentages des fractions sableuses sont rapportés à la totalité de la terre fine (non au sable)

% sable très grossier et grossier	% sable moyen	% somme sable très grossier, grossier et moyen	% sable fin	% sable très fin	Toucher	Sous-classes de la classe texturale sable	Sous-classes de la classe texturale sable loameux
≥ 25	< 50	Non défini	< 50	< 50	Granuleux	Sable grossier (CS)	Sable grossier loameux (LCS)
< 25	Non défini	≥ 25	< 50	< 50	Granuleux	Sable moyen (MS)	Sable moyen loameux (LMS)
≥ 25	≥ 50	Non défini	Non défini	Non défini			
Non défini	Non défini	Non défini	≥ 50	Non défini	Granuleux	Sable fin (FS)	Sable fin loameux (LFS)
Non défini	Non défini	< 25	Non défini	< 50			
Non défini	Non défini	Non défini	Non défini	≥ 50	Tendance farineuse	Sable très fin (VFS)	Sable très fin loameux (LVFS)

8.4.10 Structure (m)

La structure est l'agencement spatial des constituants du sol et des pores. Il s'agit d'une **structure pédologique** si elle résulte au moins en partie de processus de pédogenèse. Dans le cas contraire, il s'agit d'une **structure lithologique**. La structure se rapporte à la terre fine. La structure est reportée pour les couches minérales. Elle est également reportée pour les couches organiques hydromorphes drainées.

Un **agrégat** est une entité structurale discrète qui peut être nettement distinguée de son voisinage et qui résulte de processus de pédogenèse. Si une force est appliquée à un échantillon et que celui-ci se brise en suivant des surfaces naturelles de moindre résistance, il est composé d'agrégats. Si l'échantillon se brise exactement là où la force est appliquée, la structure est **massive** (cohérente). S'il n'y a aucune cohésion entre les particules, la structure est de type **particulaire**. Des perturbations anthropiques peuvent créer des éléments structuraux artificiels appelés **mottes**.

Des agrégats non perturbés ou une structure non agrégée sont appelés structure de premier niveau. Des agrégats de type polyédrique subangulaire, polyédrique angulaire, polyédrique, lenticulaire, lamellaire, cunéiforme, prismatique et colonnaire peuvent se diviser en agrégats d'une structure de deuxième niveau, eux-même éventuellement en agrégats d'une structure de troisième niveau. Les structures de deuxième et de troisième niveau peuvent être ou non du même type que la structure de premier niveau.

A l'aide d'une bêche, prélevez un échantillon de bonne taille, assurez-vous que les agrégats de la structure de premier niveau, si présents, ne sont pas perturbés, et observez la structure. Reportez maximum trois types, si présents, le dominant en premier. Pour chaque type, reportez séparément le degré de développement, la pénétrabilité pour les racines et la classe de taille. Au besoin, reportez deux classes de taille, la dominante en premier. Pour chaque type et chaque classe de taille, reportez l'abondance en pourcentage du volume de la couche.

Prélevez quelques spécimens de chaque type de structure de premier niveau (si plus d'une classe de taille est présente pour un type, choisissez la plus grande) et essayez de les briser en forçant légèrement. Si des agrégats d'une structure de deuxième niveau apparaissent, reportez maximum deux types, si présents, le dominant en premier. Pour chaque type, reportez séparément le degré de développement, la pénétrabilité pour les racines et la classe de taille. Au besoin, reportez deux classes de taille, la dominante en premier. Pour chaque type et chaque classe de taille, reportez l'abondance en pourcentage du volume de la structure respective de premier niveau.

Prélevez quelques spécimens de chaque type de structure de deuxième niveau (si plus d'une classe de taille est présente pour un type, choisissez la plus grande) et essayez de les briser en forçant légèrement. Si des agrégats d'une structure de troisième niveau apparaissent, reportez le type, le degré de développement, la pénétrabilité pour les racines et la classe de taille. Au besoin, reportez deux classes de taille, la dominante en premier. Pour chaque classe de taille, reportez l'abondance en pourcentage du volume de la structure respective de deuxième niveau.

Type

La Figure 8.15 explique quelques termes généraux pour la description des agrégats.

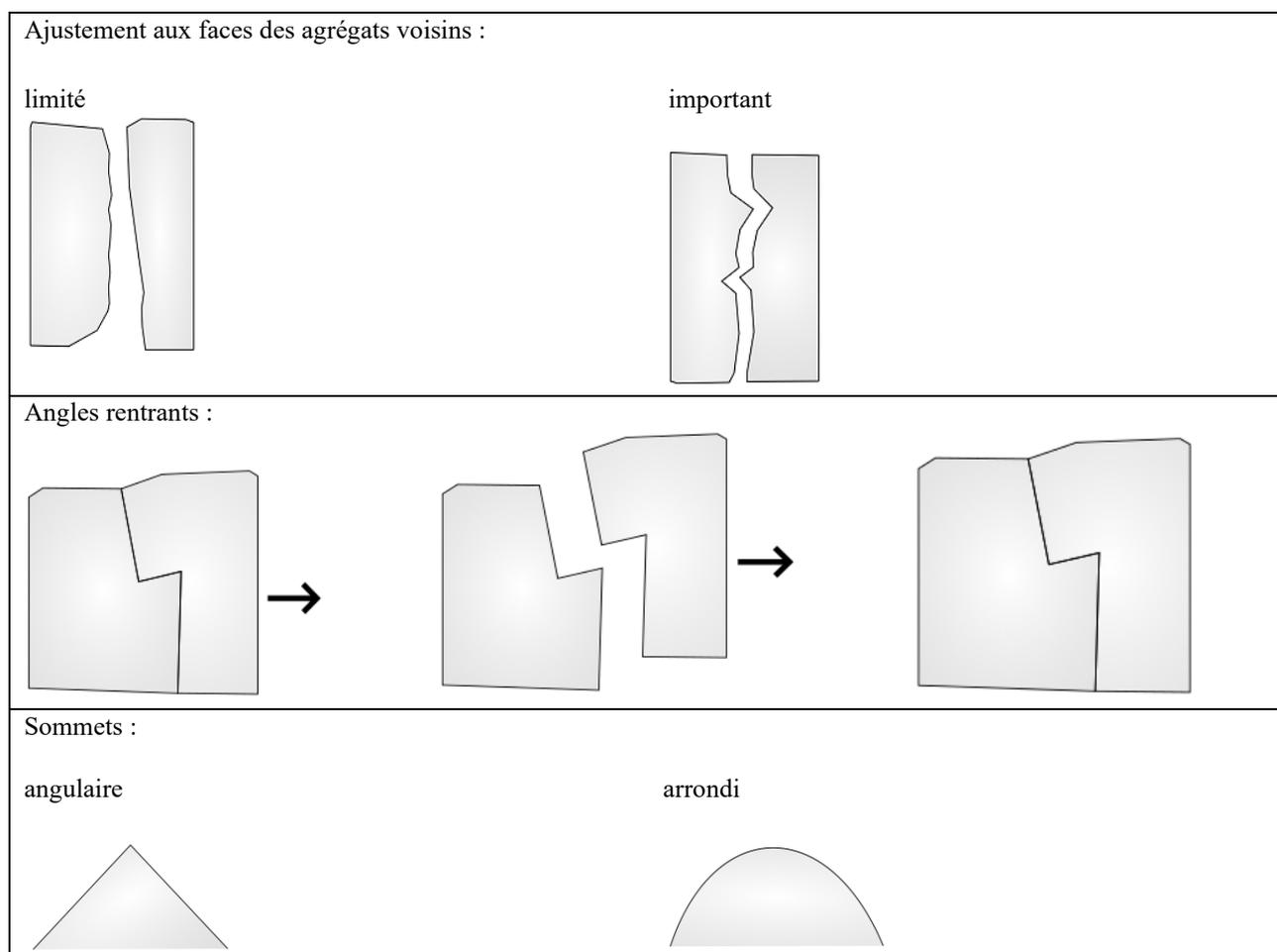
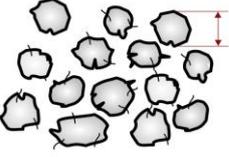
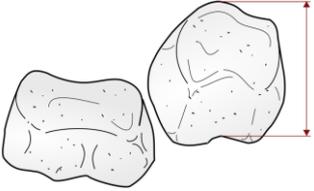
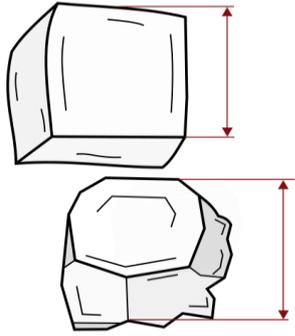
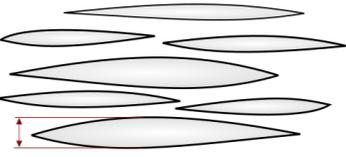
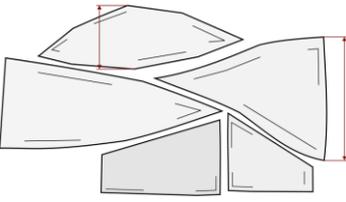
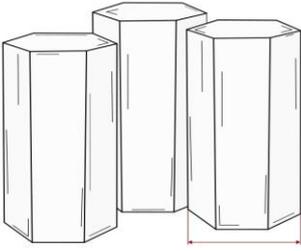


Figure 8.15 : Termes généraux pour la description des agrégats

Tableau 8.41 : Types de structure, descriptions, Schoeneberger et al. (2012), 2-53 ; FAO (2006), Tableau 49 ; National Committee on Soil and Terrain (2009), 171-181, modifié

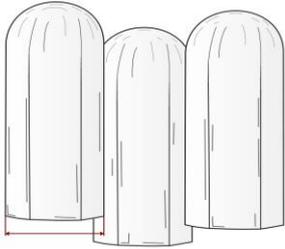
<p>Grumeleuse</p> 	<p>Sphéroïdale ; biogène ; nombreux pores visibles ; délimitée par des faces incurvées ou très irrégulières ; ajustement limité aux faces des agrégats voisins</p>
<p>Polyédrique subangulaire</p> 	<p>Délimitée par des faces ondulées irrégulières ; nombre de faces variable ; nombreux sommets arrondis ; ajustement limité aux faces des agrégats voisins</p>
<p>Polyédrique angulaire</p> 	<p>Délimitée par des faces assez égales, lisses et planes ; nombre de faces variable ; la plupart des sommets angulaires ; ajustement généralement important aux faces des agrégats voisins</p>
<p>Lenticulaire</p> 	<p>Délimitée par des faces incurvées ; agrégats lenticulaires, épais en leur centre et s'amincissant vers les bords, généralement parallèles à la surface du sol, se chevauchant ; ajustement généralement important aux faces des agrégats voisins ; (formée par des processus cryogéniques, actifs ou reliques)</p>
<p>Cunéiforme</p> 	<p>Délimitée par des faces planes ; lentilles ou coins imbriqués à sommets angulaires prononcés ; l'extrémité des sommets peut manquer ; ajustement important aux faces des agrégats voisins (typique des structures de premier et deuxième niveaux dans les horizons verticales)</p>

Prismatique



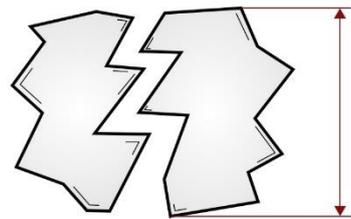
Délimitée par des faces assez planes ;
unités allongées dans le sens vertical, à sommets angulaires
et à faces supérieures planes ;
ajustement important aux faces des agrégats voisins

Colonnaire



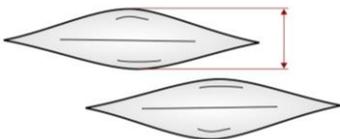
Délimitée par des faces assez planes ;
unités allongées dans le sens vertical, à sommets angulaires à arrondis
et à faces supérieures arrondies (bombées)

Polyédrique



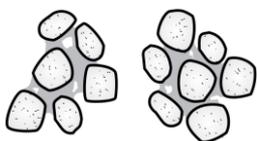
Délimitée par des faces inégales assez planes et lisses ;
plus de six faces ;
la plupart des sommets angulaires ;
ajustement généralement important aux faces des agrégats voisins ;
angles rentrants entre faces voisines
(typique des structures de deuxième niveau dans les *horizons nitiques*)

Fusiforme



Délimitée par des faces incurvées ;
agrégats lenticulaires, épais en leur centre et s'amincissant vers les bords ;
ajustement limité aux faces des agrégats voisins
(typique des structures de deuxième niveau dans les *horizons nitiques*)

Pseudo-sables/Pseudo-limons



Unités sphéroïdales de la taille des sables et des limons, composées de
complexes kaolinites-oxydes ;
ces complexes peuvent être connectés entre eux ;
la texture prise à la main selon le Chapitre 8.4.9 donne une première
impression de sables et limons dominants, mais une trituration plus
poussée révèle la présence dominante d'argile

Lamellaire



Délimitée par des faces horizontales assez planes ;
ajustement important aux faces des agrégats voisins

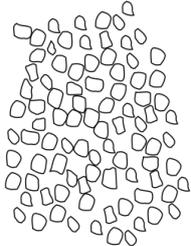
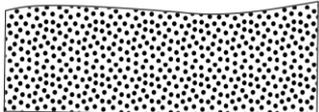
<p>Particulaire</p> 	<p>Sans aucune cohésion ; ex. sable meuble</p>
<p>Massive</p> 	<p>Le matériau est une masse cohérente (mais pas nécessairement cimentée)</p>
<p>Motteuse</p> 	<p>Mottes artificielles créées par perturbation ; ex. labour</p>

Tableau 8.42 : Types et formation des structures

Type	Formation	Code
Grumeleuse	Structure à agrégats, naturelle	GR
Polyédrique subangulaire	Structure à agrégats, naturelle	BS
Polyédrique angulaire	Structure à agrégats, naturelle	BA
Lenticulaire	Structure à agrégats, naturelle	LC
Cunéiforme	Structure à agrégats, naturelle	WE
Prismatique	Structure à agrégats, naturelle	PR
Colonnaire	Structure à agrégats, naturelle	CO
Polyédrique	Structure à agrégats, naturelle	PH
Fusiforme	Structure à agrégats, naturelle	FE
Pseudo-sables/Pseudo-limons	Structure à agrégats, naturelle	PS
Lamellaire	Structure à agrégats, naturelle ou résultant de pression artificielle	PL
Particulaire	Pas d'unités structurales, structure lithologique, héritée du matériau parental	SR
	Pas d'unités structurales, structure pédologique résultant de processus de pédogenèse, comme une perte de matière organique et/ou d'oxydes et/ou de minéraux argileux ou une perte de stratification	SS
Massive	Pas d'unités structurales, structure lithologique, héritée du matériau parental, structure ne se modifiant pas avec l'humidité du sol, pas ou peu altéré chimiquement	MR
	Pas d'unités structurales, structure lithologique, héritée du matériau parental, structure ne se modifiant pas avec l'humidité du sol, fortement altéré chimiquement (ex. saprolite)	MW
	Pas d'unités structurales, structure pédologique, présente à l'état humide et se modifiant en structure à agrégats à l'état sec	MS
Stratifiée	Pas d'unités structurales, structure lithologique, stratification visible due à la sédimentation	ST
Motteuse	Eléments structuraux artificiels	CL

Degré de développement

Tableau 8.43 : Développement des unités structurales, Soil Science Division Staff (2017), 159f, modifié

Critère	Degré	Code
Les unités sont à peine observables en place. Légèrement perturbé, le matériau de sol se divise en un mélange d'unités entières et brisées, dont la majorité ne montre pas de surface de moindre résistance. Les surfaces montrent quelques différences par rapport aux parties internes.	Faible	W
Les unités sont bien formées et observables en place. Perturbé, le matériau de sol se divise en un mélange d'unités entières essentiellement, de quelques unités brisées et de matériau isolé. Les agrégats se séparent des agrégats voisins en montrant des faces quasi entières avec des propriétés distinctes de celles des surfaces fracturées.	Modéré	M
Les unités sont distinctes en place. Perturbées, elles se séparent nettement, principalement en unités entières. Les agrégats montrent des propriétés de surface distinctes.	Fort	S

Pénétrabilité pour les racines

Les grands agrégats peuvent avoir une bordure externe dense, ne laissant pas les racines y pénétrer.

Tableau 8.44 : Pénétrabilité des agrégats pour les racines

Critère	Code
Tous les agrégats ont une bordure externe dense	P
Quelques agrégats ont une bordure externe dense	S
Aucun agrégat n'a une bordure externe dense	N

Taille

La dimension à reporter est indiquée par une double flèche sur les schémas du Tableau 8.41.

Tableau 8.45 : Taille des agrégats, Schoeneberger et al. (2012), 2-55 ; FAO (2006), Tableau 50, modifié

Critère : taille des unités structurales (mm)			Classe de taille	Code
Grumeleuse, Fusiforme, Lamellaire	Polyédrique subangulaire, Polyédrique angulaire, Lenticulaire, Polyédrique, Motteuse	Cunéiforme, Prismatique, Colonnaire		
≤ 1	≤ 5	≤ 10	Très fine	VF
> 1 – 2	> 5 – 10	> 10 – 20	Fine	FI
> 2 – 5	> 10 – 20	> 20 – 50	Moyenne	ME
> 5 – 10	> 20 – 50	> 50 – 100	Grossière	CO
> 10 – 20	> 50 – 100	> 100 – 300	Très grossière	VC
> 20	> 100	> 300	Extrêmement grossière	EC

Inclinaison des agrégats cunéiformes

Si des agrégats cunéiformes sont présents, reportez le volume en pourcentage occupé par ceux inclinés de $\geq 10^\circ$ à $\leq 60^\circ$ par rapport à l'horizontale.

8.4.11 Pores et fentes (aperçu)

Des vides sont présents dans le sol ; ils sont remplis d'air ou d'eau et sont :

- Interstitiels (vides d'entassement primaires)
- Pores non matriciels (tubulaires, tubulaires dendritiques, vésiculaires, irréguliers)
- Interstructuraux (fissures entre agrégats, déduites de la description de la structure pédologique)
- Fentes (fissures autres que celles attribuées à la structure pédologique).

Seuls les pores non matriciels et les fentes sont reportés.

8.4.12 Pores non matriciels (m)

Type

Tableau 8.46 : Types de pores non matriciels, Schoeneberger et al. (2012), 2-73, modifié

Critère	Type	Code
Vides cylindriques et allongés ; ex. galeries de vers	Tubulaire	TU
Vides cylindriques, allongés, ramifiés ; ex. chenaux racinaires vides	Tubulaire dendritique	DT
Vides ovoïdes à sphériques ; ex. pseudomorphes solidifiés de bulles de gaz piégées et concentrées sous une croûte ; le plus fréquent dans des environnements arides et semi-arides ainsi que dans des sols à permagel	Vésiculaire	VE
Cavités et chambres non connectées ; ex. vacuoles ; formes variées	Irrégulier	IG
Pas de pores non matriciels		NO

Les pores tubulaires et tubulaires dendritiques sont communément appelés **biopores**.

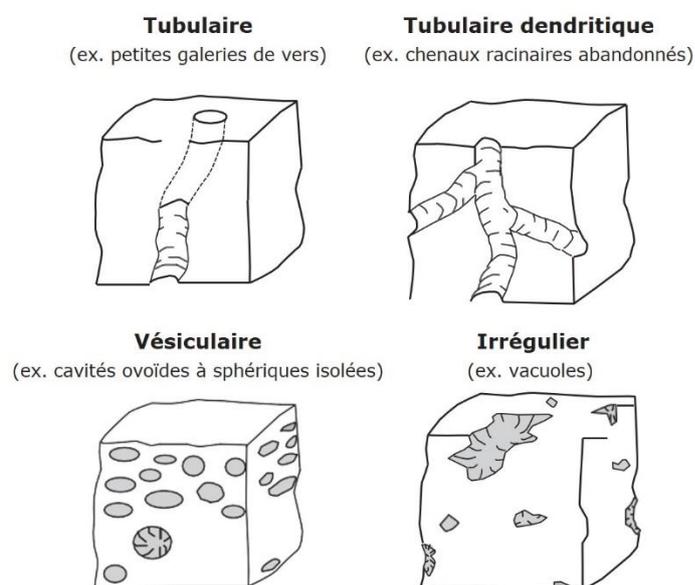


Figure 8.16 : Types de pores non matriciels, Schoeneberger et al. (2012), 2-74

Taille et abondance

Tableau 8.47 : Taille des pores, Schoeneberger et al. (2012), 2-70

Diamètre (mm)	Surface de sol à évaluer	Classe de taille	Code
≤ 1	1 cm ²	Très fins	VF
> 1 – 2	1 cm ²	Fins	FI
> 2 – 5	1 dm ²	Moyens	ME
> 5 – 10	1 dm ²	Grossiers	CO
> 10	1 m ²	Très grossiers	VC

Tableau 8.48 : Abondance des pores, Schoeneberger et al. (2012), 2-70, modifié

Nombre	Classe d'abondance	Code
≤ 1	Très peu	V
> 1 – 3	Peu	F
> 3 – 5	Communs	C
> 5	Nombreux	M

Reportez tous les pores non matriciels qui s'appliquent. Pour chaque type et chaque classe de taille, comptez le nombre de pores au niveau de la surface évaluée. Pour chaque type, reportez la classe de taille dominante (la classe de taille ayant le nombre de pores le plus élevé). Pour chaque type, calculez la somme des pores de toutes classes de taille et reportez la classe d'abondance.

Exemple :

Très fins : 0

Fins : 2

Moyens : 2

Grossiers : 1

Très grossiers : 0

La somme est 5 et la classe d'abondance est Communs.

8.4.13 Fentes (o, m)

Reportez la persistance et la continuité

Persistance

Tableau 8.49 : Persistance des fentes, Schoeneberger et al. (2012), 2-76

Critère	Code
Réversible (s'ouvre et se ferme au gré de l'humidité du sol)	RT
Irréversible (subsiste toute l'année)	IT
Pas de fentes	NO

Continuité

Tableau 8.50 : Continuité des fentes

Critère	Code
Toutes les fentes se prolongent dans la couche sous-jacente	AC
Au moins la moitié, mais pas toutes les fentes se prolongent dans la couche sous-jacente	HC
Au moins une, mais moins de la moitié des fentes se prolongent dans la couche sous-jacente	SC
Aucune fente ne se prolonge dans la couche sous-jacente	NC

Largeur et abondance

Reportez la largeur moyenne en mm et le nombre de fentes. Comptez les fentes sur 1 m à l'horizontale ; utilisez le centre vertical de la couche.

8.4.14 Marques de contrainte (m)

Les marques de contrainte résultent de la pression des agrégats les uns contre les autres par l'action des argiles gonflantes. Les faces des agrégats peuvent être luisantes. Deux types existent : les faces de pression ne coulissent pas l'une contre l'autre et ne présentent pas de stries, tandis que les faces de glissement coulissent et sont marquées de stries. Des stries se forment si des grains de sable (ou de limon) se déplacent sous fortes pressions le long des faces des agrégats. La couleur des marques de contrainte n'est pas différente de celle de la matrice (voir Chapitre 8.4.17). Une loupe (max. 10x) peut être utile. Reportez l'abondance des

- faces de pression en % des surfaces des agrégats
- faces de glissement en % des surfaces des agrégats.

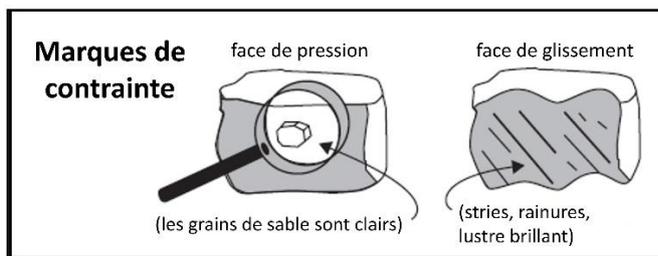


Figure 8.17 : Types de marques de contrainte, Schoeneberger et al. (2012), 2-34

8.4.15 Concentrations (aperçu)

Les définitions suivantes s'appliquent aux concentrations ; ex. concentrations redox, carbonates secondaires (il est possible que certaines concentrations ne soient pas reprises dans la liste ci-dessous). Pour les classes de cimentation, voir le Chapitre 8.4.30.

Tableau 8.51 : Types de concentrations (aperçu). Soil Science Division Staff (2017), page 174f

Description	Dénomination
Corps arrondi, au moins très faiblement cimenté, qui peut être isolé sous forme d'entité discrète, à organisation interne concentrique visible à l'œil nu	Concrétion
Corps arrondi, au moins très faiblement cimenté, qui peut être isolé sous forme d'entité discrète, sans organisation interne claire	Nodule
Corps filiforme de toutes classes de cimentation	Filament
Corps non ou extrêmement faiblement cimenté, de forme variable, qui ne peut être isolé sous forme d'entité discrète	Masse

8.4.16 Couleur du sol (aperçu)

En général, la couleur du sol peut être une propriété des quatre caractéristiques du sol suivantes :

- Matrice (voir Chapitres 8.4.17 et 8.4.18)
- Lithochromie, colorations d'origine lithologique (voir Chapitre 8.4.19)
- Traits rédoximorphiques, résultant de processus redox (voir Chapitre 8.4.20)
- Traits non rédoximorphiques, résultant d'autres processus de pédogenèse :
 - altération débutante (voir Chapitre 8.4.22)
 - revêtements et ponts argileux (voir Chapitre 8.4.23)
 - grains de sable et/ou de limon grossier non revêtus (voir Chapitre 8.4.23)
 - accumulations en bandes (voir Chapitre 8.4.24)
 - carbonates secondaires (voir Chapitre 8.4.25)
 - gypse secondaire (voir Chapitre 8.4.26)
 - silice secondaire (voir Chapitre 8.4.27)
 - sels facilement solubles (voir Chapitre 8.4.28)
 - accumulations de matière organique (voir Chapitre 8.4.36)

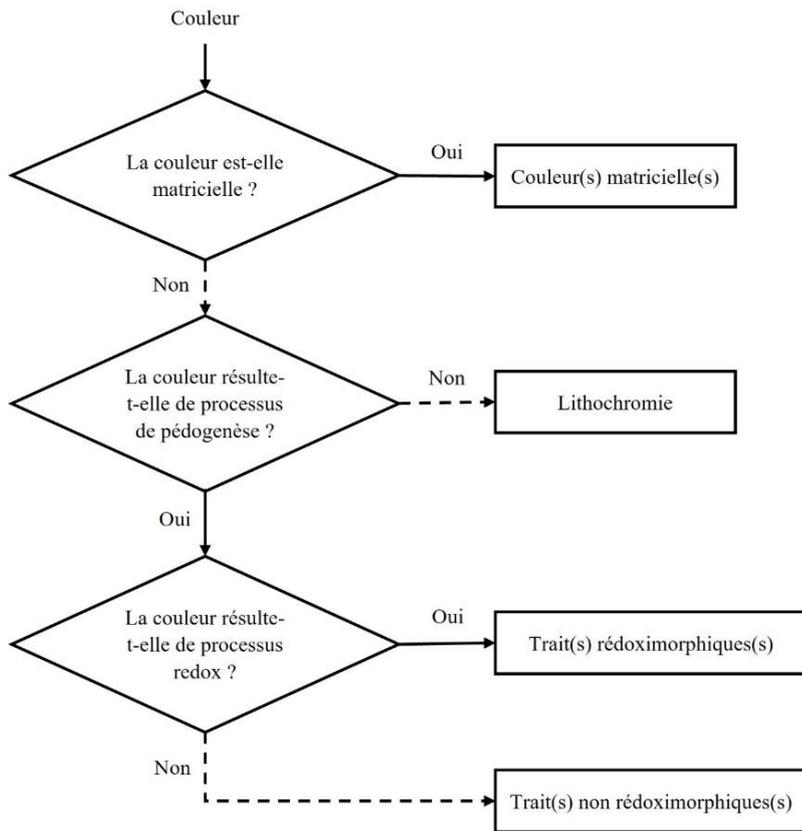


Figure 8.18 : Logigramme des couleurs, Schoeneberger et al. (2012), 2-8, modifié

Utilisez la Charte Munsell de Couleurs des Sols. Prenez un échantillon frais, écrasez-le légèrement et observez la couleur à l'ombre (vos yeux et la charte couleur doivent être à l'ombre) et pas au crépuscule. Reportez le hue, la valeur et le chroma. La couleur de la matrice et des traits réductimorphiques est prise deux fois, humide et (si possible) à sec ; les autres couleurs ne sont relevées qu'à l'état humide. L'état humide correspond à la capacité au champ, qui est atteinte avec une précision suffisante en humidifiant l'échantillon et en relevant la couleur dès que les pellicules d'eau ont disparu.

8.4.17 Couleur de matrice (m) (*)

Reportez la couleur de la matrice du sol. S'il y a plus d'une couleur de matrice, reportez-en maximum trois, la dominante en premier, et donnez le pourcentage de la surface exposée.

Une forte altération chimique sans altération physique, surtout sans mélange, donne un saprolite (voir Chapitre 8.4.10). En fonction des minéraux présents, une gamme de couleurs peut en résulter. Ces couleurs sont reportées en tant que couleurs de matrice.

8.4.18 Combinaison de plages plus foncées de texture plus fine et de plages plus claires de texture plus grossière (m)

Si une couche est constituée de plages plus foncées de texture plus fine et de plages plus claires de texture plus grossière, qui ne forment pas des couches horizontales mais qui peuvent être facilement distinguées, décrivez-les séparément. Utilisez des lignes séparées dans la fiche de description de sol (Annexe 4, Chapitre 11) et procédez à une description complète. Les couleurs principales sont considérées comme des couleurs de matrice.

Pour les plages de texture plus grossière, reportez également les caractéristiques suivantes :

- le pourcentage de la surface exposée occupé par les plages de texture plus grossière de toutes orientations (verticale, horizontale, inclinée) d'au moins 0,5 cm de largeur
- le pourcentage de la surface exposée occupé par des langues verticales continues de texture plus grossière d'au moins 1 cm d'extension horizontale (si ces langues ne sont pas présentes, reportez 0 %)
- la plage de profondeur en cm où ces langues couvrent ≥ 10 % de la surface exposée (si elles s'étendent dans plusieurs couches, leur longueur n'est reportée que dans la description de la couche où elles débutent, à sa limite supérieure).

Au milieu de la couche, préparez une surface horizontale de 50 cm x 50 cm et reportez le pourcentage (par rapport à la surface horizontale) des plages de texture plus grossière.

8.4.19 Lithochromie (m)

Reportez la couleur, la classe de taille et l'abondance. S'il y a plus d'une couleur, reportez-en maximum trois, la plus abondante en premier, et donnez la classe de taille et l'abondance de chacune séparément.

Couleur

Reportez la couleur d'après la Charte Munsell de Couleurs des Sols. Ecrivez « aucun » s'il n'y a pas de lithochromie.

Taille

Le Tableau donne la longueur moyenne de la plus grande dimension.

Tableau 8.52 : Taille des taches d'origine lithologique, FAO (2006), Tableau 33

Taille (mm)	Classe de taille	Code
≤ 2	Très fines	V
$> 2 - 6$	Fines	F
$> 6 - 20$	Moyennes	M
> 20	Grossières	C

Abondance (surface exposée)

Reportez l'abondance en pourcentage.

8.4.20 Traits rédoximorphiques (m)

Les traits rédoximorphiques (traits oximorphiques plus traits réductimorphiques) sont le résultat de processus redox. Les traits oximorphiques révèlent l'accumulation de substances à l'état oxydé et exhibent généralement un hue plus rouge, un chroma plus élevé et une valeur plus faible que le matériau environnant, tandis que les traits réductimorphiques montrent des caractéristiques opposées. Les parties du sol présentant des traits réductimorphiques peuvent soit contenir des substances à l'état réduit, soit les avoir perdues.

Reportez la substance, la localisation, la classe de taille (maximum deux, la dominante en premier), la classe de cimentation et l'abondance de chaque couleur séparément, pour maximum trois couleurs, la dominante en premier. La substance associée aux traits oximorphiques est toujours reportée, celle associée aux traits réductimorphiques ne l'est que dans certains cas. La classe de taille n'est reportée que pour les traits oximorphiques situés au sein des agrégats. La cimentation n'est reportée que pour les traits oximorphiques. L'abondance est reportée en pourcentage de la surface exposée.

Couleur (*)

Reportez la couleur d'après la Charte Munsell de Couleurs des Sols. Ecrivez « aucun » s'il n'y a pas de traits rédoximorphiques.

Substance (*)

Tableau 8.53 : Substance des traits oximorphiques

Substance	Code
Oxydes de Fe	FE
Oxydes de Mn	MN
Oxydes de Fe et de Mn	FM
Jarosite	JA
Schwertmannite	SM
Sulfates de Fe et d'Al (non spécifiés)	AS

Le terme « oxydes », tel qu'employé ici, comprend les hydroxydes et les oxy-hydroxydes. Le terme « sulfates » comprend les hydroxysulfates.

Tableau 8.54 : Substance des traits réductimorphiques

Substance	Code
Sulfures de Fe	FS
Pas d'accumulation visible	NV

Localisation (*)

Tableau 8.55 : Localisation des traits oximorphiques

Localisation		Code
Parties internes	Au sein des agrégats : masses	OIM
	Au sein des agrégats : concrétions	OIC
	Au sein des agrégats : nodules	OIN
	Au sein des agrégats : concrétions et/ou nodules (impossible à distinguer)	OIB
Parties externes	Sur les faces des agrégats	OOA
	Près des faces des agrégats, infusés dans la matrice (hyporevêtements)	OOH
	Sur les parois des biopores, recouvrant l'entièreté des parois	OOE
	Sur les parois des biopores, ne recouvrant pas l'entièreté des parois	OON
	Près des biopores, infusés dans la matrice (hyporevêtements)	OOI
Aléatoire (non associée aux faces des agrégats ou aux pores)	Répartis dans la couche, sans ordre apparent	ORN
	Répartis dans la couche, entourant les zones avec traits réductimorphiques	ORS
	Généralisés	ORT

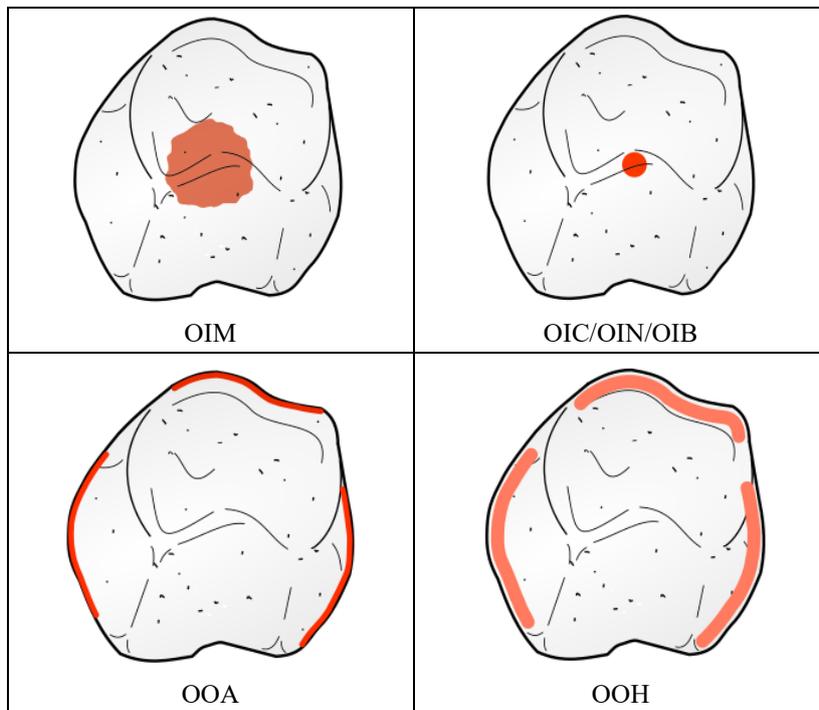


Figure 8.19 : Localisation de quelques traits oximorphiques

Tableau 8.56 : Localisation des traits réductimorphiques

Localisation		Code
Parties internes	Au sein des agrégats	RIA
Parties externes	Dans les parties externes des agrégats	ROA
	Autour des biopores, entourant les pores en entier	ROE
	Autour des biopores, n'entourant pas les pores en entier	RON
Aléatoire (non associée aux faces des agrégats ou aux pores)	Répartis dans la couche, sans ordre apparent	RRN
	Répartis dans la couche, entourant les zones avec traits oximorphiques	RRS
	Généralisés	RRT

Taille des traits oximorphiques (*)

Le Tableau donne la longueur moyenne de la plus grande dimension.

Tableau 8.57 : Taille des traits oximorphiques, FAO (2006), Tableau 33

Taille (mm)	Classe de taille	Code
≤ 2	Très fins	VF
> 2 – 6	Fins	FI
> 6 – 20	Moyens	ME
> 20 – 60	Grossiers	CO
> 60	Très grossiers	VC

Classe de cimentation des traits oximorphiques (*)

S'il n'est pas possible d'extraire un échantillon intact, le trait oximorphique n'est pas cimenté. Autrement, prélevez un échantillon, appliquez une force perpendiculaire à sa plus grande dimension, estimez la force nécessaire pour le rompre et reportez la classe de cimentation.

Tableau 8.58 : Consistance des traits oximorphiques, Schoeneberger et al. (2012), 2-63

Critère	Classe	Code
Impossible d'extraire un échantillon intact ou force très faible entre les doigts (< 8 N)	Non cimenté	NC
Force faible entre les doigts (8 – < 20 N)	Extrêmement faiblement cimenté	EWC
Force modérée entre les doigts (20 – < 40 N)	Très faiblement cimenté	VWC
Force élevée entre les doigts (40 – < 80 N)	Faiblement cimenté	WEC
Ne se rompt pas en appliquant une force entre les doigts (≥ 80 N)	Au moins modérément cimenté	MOC

Abondance (surface exposée)

Reportez l'abondance totale des parties avec traits oximorphiques ainsi que l'abondance totale des parties avec traits réductimorphiques, séparément pour les localisations internes, externes et aléatoires. Reportez-les en pourcentage de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus les traits oximorphiques de toutes tailles et classes de cimentation).

Abondance des traits oximorphiques cimentés (en volume)

Ce paragraphe se rapporte aux traits oximorphiques cimentés avec une classe de cimentation au moins modérée et un diamètre > 2 mm. Ils comprennent les concrétions et nodules (voir plus haut) et les fragments d'une couche démantelée ayant été cimentée par des oxydes de Fe. Reportez l'abondance en pourcentage du volume (sol entier).

8.4.21 Potentiel redox et conditions réductrices (o, m)

Le potentiel redox du sol (Eh) donne le rapport entre les concentrations de substances oxydées et réduites ; il s'exprime en millivolts (mV). Dans les sols, les potentiels redox varient de +800 mV à -350 mV. Un potentiel redox faible est signe de conditions fortement réductrices. Quand un profil est creusé, l'oxygène peut accéder à ses parois, ce qui mène à une oxydation rapide des substances réduites exposées et en conséquence, le potentiel redox est modifié sur les parois du profil.

Mesure du potentiel redox et calcul de la valeur rH

Le matériel ci-dessous est nécessaire à la mesure du potentiel redox (Blume et al., 2011 ; FAO, 2006) :

- une tige pointue en acier inox de 4-5 mm de diamètre, suffisamment longue pour atteindre la profondeur de sol désirée
- un tube en plastique perforé de 15-20 mm de diamètre et d'une longueur correspondant à la profondeur de la mesure
- une solution de KCl concentré, fixée à l'agar
- une électrode de platine
- une électrode de référence, par ex. Ag/AgCl dans KCl 1 M, ou au calomel (telle qu'utilisée pour la mesure du pH)
- un potentiomètre.

Procédure : Positionnez-vous 1 à 2 m à côté du profil et enfoncez la tige dans le sol jusqu'à la profondeur désirée, abrasez au papier de verre fin l'électrode de platine, introduisez-la rapidement dans le trou et pressez-la contre le sol. Creusez un autre trou à 10-20 cm de distance, d'un diamètre et d'une profondeur suffisantes pour y introduire un tube en plastique plus long de quelques cm que la profondeur de l'électrode en platine. Remplissez le tube de la solution KCl fixée, placez-le dans le trou et fixez-le avec du matériau de sol. Ensuite, placez l'électrode de référence dans la solution KCl. Connectez les électrodes avec le potentiomètre et lisez le voltage après 30 minutes. Répétez les lectures toutes les 10 minutes, jusqu'à ce que les valeurs se stabilisent.

Cela peut prendre plusieurs heures dans certains cas. Il est recommandé de dupliquer la mesure. (Si vous disposez de plus d'un équipement, vous pouvez mesurer le potentiel redox simultanément à différentes profondeurs.) Le voltage obtenu doit être ajusté au voltage de l'électrode standard à hydrogène : pour Ag/AgCl dans KCl 1 M, ajoutez +244 mV ; pour le calomel, ajoutez +287 mV. En même temps, mesurez à la même profondeur sur la paroi du sol le pH dans l'eau distillée (sol:eau = 1:5) (voir Chapitre 8.4.29). Reportez la valeur rH, calculée en appliquant l'équation suivante :

$$rH = (2 \times Eh / 59) + 2 \times pH$$

Note : si le profil a été creusé récemment et qu'il n'est pas trop sableux, vous pouvez aussi enfoncer les électrodes horizontalement à au moins 15 cm dans la paroi du profil.

Estimer la valeur rH (*)

La preuve de conditions réductrices peut être apportée via les tests de terrain suivants :

- du méthane peut être enflammé par une allumette.
- du H₂S se forme lorsqu'on vaporise de l'HCl 10 % sur un échantillon de sol ; une odeur d'œuf pourri se dégage.
- La présence de Fe²⁺ peut être démontrée par oxydation à l'aide d'une solution de α,α'-dipyridyl dissout dans de l'acétate d'ammonium 1N (NH₄OAc) à pH 7. Vaporisez cette solution sur un échantillon de sol. Si du Fe²⁺ est présent, une forte coloration rouge apparaît. Le test doit être pratiqué sur un échantillon fraîchement brisé qui n'a pas déjà été oxydé lors du creusement du profil. Dans les sols neutres à alcalins, la couleur est difficile à percevoir. Attention, la solution est légèrement toxique.

Le Tableau ci-dessous explique comment estimer la valeur rH au moyen de ces tests de terrain et de l'observation des traits rédoximorphiques (voir Chapitre 8.4.20). Reportez la gamme de rH. Remarque : les traits oximorphiques peuvent être reliques. Les traits réductimorphiques peuvent également être reliques si Fe et Mn ont été évacués sous forme réduite, laissant une couche dont le Fe et le Mn sont pratiquement absents.

Tableau 8.59 : Gammes de valeurs rH et processus de pédogenèse associés, déduits des traits rédoximorphiques et des tests de terrain pour les conditions réductrices, Blume et al. (2011), page 24 ; FAO (2006), Tableau 36, modifié

Critère	Processus	Valeur rH	Code
Pas de traits rédoximorphiques	Fortement aéré	> 33	R6
	Dénitrification	29 – 33	
Traits oximorphiques de Mn ; pas d'oxygène libre temporairement	Réactions redox de Mn	Temporairement 20 – 29	R5
Traits oximorphiques de Fe	Réactions redox de Fe	Temporairement < 20	R4
Couleur bleu-vert à gris, ions Fe ²⁺ toujours présents (les plages réduites montrent une réaction positive au test α,α'-dipyridyl)	Formation d'oxydes de Fe ^{II} /Fe ^{III} (rouille verte)	13 – 20	R3
Couleur noire due aux sulfures métalliques (une vaporisation d'HCl 10 % génère la formation de H ₂ S)	Formation de sulfures	10 – 13	R2
Présence de méthane inflammable	Formation de méthane	< 10	R1

8.4.22 Altération débutante (m)

Un processus majeur de l'altération chimique est la formation d'oxydes de Fe (incluant les hydroxydes et les oxy-hydroxydes). Si l'altération est débutante, les oxydes de Fe peuvent être concentrés dans les parties du sol

que l'oxygène peut atteindre facilement, comme le long des pores. Ces zones montrent un hue nettement plus rouge ou un chroma plus élevé. Reportez l'abondance en pourcentage de la surface exposée.

8.4.23 Revêtements et ponts (m)

Revêtements et ponts d'argile

L'argile illuviée est constituée de minéraux argileux, souvent associés à des oxydes et dans de nombreux cas à de la matière organique. Elle couvre les faces des agrégats, les éléments grossiers et les parois des biopores sous forme de revêtements (argilanes), ou elle forme des ponts entre les grains de sable. Les minéraux argileux donnent aux revêtements un aspect brillant. Les oxydes apportent une couleur plus intense (généralement un chroma Munsell plus élevé) que la couleur de la matrice ; la matière organique apporte une couleur plus sombre (généralement une valeur Munsell plus faible) que la couleur de la matrice (voir Chapitre 8.4.17). Une loupe (max. 10x) peut être utile.

Reportez l'abondance

- des revêtements argileux en % des faces des agrégats, des éléments grossiers et/ou des parois des biopores
- des ponts d'argile entre les grains de sable en % des grains de sable concernés.

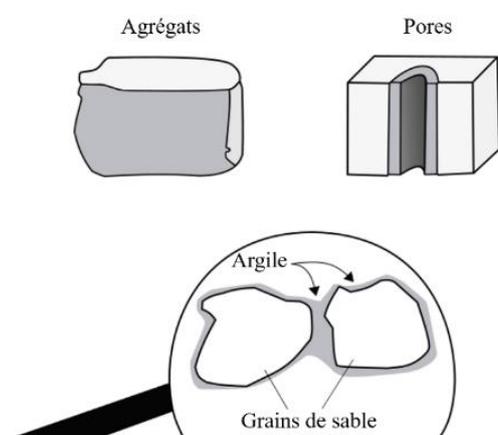


Figure 8.20 : Revêtements argileux et ponts d'argile, Schoeneberger et al. (2012), 2-34

Revêtements de matière organique et d'oxydes sur les grains de sable et de limon grossier

Les grains de sable et de limon grossier sont principalement revêtus de matière organique et/ou d'oxydes. Dans certaines couches, ces revêtements peuvent être craquelés. Dans d'autres couches, ils peuvent être absents.

Tableau 8.60 : Revêtements de matière organique et d'oxydes sur les grains de sable et/ou de limon grossier

Critère	Code
Revêtements craquelés sur les grains de sable	C
Grains de sable et/ou de limon grossier non revêtus	U
Tous les grains de sable et de limon grossier sont revêtus et sans craquelures	A

Pour C, reportez le pourcentage lié au nombre estimé de grains de sable. Pour U, reportez le pourcentage lié au nombre estimé de grains de sable et de limon grossier.

8.4.24 Accumulations en bandes (m) (*)

Les accumulations en bandes sont des accumulations minces, continues horizontalement, au sein de la matrice d'une autre couche. Reportez la/les substances accumulées.

Tableau 8.61 : Substances des accumulations en bandes

Substance	Code
Minéraux argileux	CC
Oxydes de Fe et/ou oxydes de Mn	OO
Matière organique	HH
Minéraux argileux et oxydes de Fe et/ou oxydes de Mn	CO
Minéraux argileux et matière organique	CH
Oxydes de Fe et/ou oxydes de Mn et matière organique	OH
Minéraux argileux, oxydes de Fe et/ou oxydes de Mn et matière organique	TO
Pas d'accumulations en bandes	NO

Le terme « oxydes » tel qu'employé ici inclut les hydroxydes et les oxy-hydroxydes. Une accumulation en bandes a une épaisseur < 7,5 cm s'il s'agit de minéraux argileux, < 2,5 cm dans tous les autres cas. S'il y a au moins 2 accumulations en bandes dans une couche, reportez le nombre d'accumulations et leur épaisseur combinée en cm. Si des minéraux argileux sont concernés (CC, CO, CH, TO), les accumulations en bandes prennent le nom de **lamelles**.

8.4.25 Carbonates (o, m)

Prenez un échantillon de sol, ajoutez-lui quelques gouttes d'HCl 1 M et observez la réaction. Cette technique permet de détecter les carbonates de calcium primaires et secondaires. Contrairement aux carbonates de calcium, la dolomite (carbonate de calcium et de magnésium) ne réagit que faiblement à l'HCl froid. Pour reconnaître de la dolomite, prenez un peu de matériau dans une cuillère, ajoutez-lui quelques gouttes d'HCl 1 M et chauffez-le par en dessous avec un briquet. Si une effervescence ne se produit qu'après chauffage, la présence de dolomite est attestée.

Teneur (*)

Reportez la teneur en carbonates dans la matrice du sol et indiquez si la réaction est immédiate ou ne se produit qu'après chauffage.

Tableau 8.62 : Teneur en carbonates, FAO (2006), Tableau 38

Critère	Teneur	% (en masse)	Code
Pas d'effervescence visible ou audible	Non calcaire	0	NC
Effervescence audible mais non visible	Légèrement calcaire	> 0 – 2	SL
Effervescence visible	Modérément calcaire	> 2 – 10	MO
Forte effervescence, bulles formant un peu de mousse	Fortement calcaire	> 10 – 25	ST
Réaction extrêmement forte, une mousse épaisse se forme rapidement	Extrêmement calcaire	> 25	EX

Tableau 8.63 : Réaction à l'HCl retardée

Critère	Code
Réaction immédiate à l'HCl 1 M	I
Réaction à l'HCl 1 M seulement après chauffage	H

Carbonates secondaires

Reportez le type de carbonates secondaires. S'il y a plusieurs types, reportez-en maximum quatre, le dominant en premier. Ne reportez les carbonates secondaires que s'ils sont **visibles à l'état humide**. Vérifiez toujours à l'HCl s'il s'agit bien de carbonates. Reportez l'abondance en pourcentage pour chaque type en se référant aux indications du Tableau 8.65.

Tableau 8.64 : Types de carbonates secondaires

Type	Code
Masses (y compris agrégats sphéroïdaux de type yeux blancs (byeloglaska))	MA
Nodules et/ou concrétions	NC
Filaments (y compris filaments continus de type pseudo-mycélium)	FI
Revêtements sur les faces des agrégats ou sur les parois des biopores	AS
Revêtements sur les faces inférieures des éléments grossiers et des fragments de couches cimentées démantelées	UR
Pas de carbonates secondaires	NO

Tableau 8.65 : Référence pour l'estimation du pourcentage de carbonates secondaires

Code	Référence pour l'estimation du pourcentage
MA, NC, FI	Surface exposée (rapporté à la terre fine plus les accumulations de carbonates secondaires de toutes tailles et classes de cimentation)
AS	Surfaces des agrégats et des parois des biopores
UR	Surfaces inférieures

8.4.26 Gypse (m)

Teneur

Reportez la teneur en gypse dans la matrice du sol. Si des sels facilement solubles sont absents ou sont présents en faible quantité, le gypse peut être estimé en mesurant la conductivité électrique dans des suspensions de sols de divers rapports sol:eau après 30 minutes (pour du gypse en grains fins). Cette méthode détecte le gypse primaire et secondaire. Remarque : une teneur plus élevée en gypse peut être reconnue par l'abondance de pseudo-mycélium et/ou de cristaux solubles dans l'eau ainsi que par une couleur de sol à valeur élevée et chroma faible.

Tableau 8.66 : Teneur en gypse dans des couches avec peu de sels facilement solubles, FAO (2006), Tableau 40

Conductivité électrique (EC)	Teneur	% (en masse)	Code
$\leq 1,8 \text{ dS m}^{-1}$ dans 10 g de sol / 25 ml H ₂ O ou $\leq 0,18 \text{ dS m}^{-1}$ dans 10 g de sol / 250 ml H ₂ O	Non gypseux	0	NG
$> 0,18 - \leq 1,8 \text{ dS m}^{-1}$ dans 10 g de sol / 250 ml H ₂ O	Légèrement gypseux	$> 0 - 5$	SL
$> 1,8 \text{ dS m}^{-1}$ dans 10 g de sol / 250 ml H ₂ O	Moyennement gypseux	$> 5 - 15$	MO
	Très gypseux	$> 15 - 60$	ST
	Extrêmement gypseux	> 60	EX

Gypse secondaire

Du gypse secondaire peut se trouver sous forme de

- filaments (gypse vermiforme, pseudo-mycélium)
- cristaux de gypse buissonnants ou en nodules (roses)
- barbes hypophysées (normalement fibreuses) sous des éléments grossiers ou des fragments de couches cimentées démantelées
- agrégats fibreux
- gypse farineux.

Le gypse est doux et peut facilement être rayé au couteau ou brisé entre le pouce et l'index. Le gypse est très soluble et son origine secondaire peut être supposée la plupart des fois où on en trouve dans des sols situés en dehors de zones très arides. A l'inverse, les roches gypseuses et leurs fragments sont primaires. Le gypse fibreux, lorsqu'il se trouve le long de veines dans des calcaires ou des grès, est également primaire. Reportez l'abondance totale (en pourcentage de la surface exposée, rapporté à la terre fine plus les accumulations de gypse secondaire de toutes tailles et classes de cimentation) de tous les types de gypse secondaire.

8.4.27 Silice secondaire (m)

Forme

La silice secondaire (SiO_2) est de couleur blanc cassé et est constituée principalement d'opale et de formes microcristallines. Elle prend la forme de capsules laminaires, de lentilles, d'interstices (partiellement) remplis, de ponts entre les grains de sable et de revêtements sur les faces des agrégats, sur les parois des biopores, sur les éléments grossiers et sur les fragments de couches cimentées démantelées.

Reportez le type de silice secondaire. S'il y en a plus d'un, reportez-en maximum deux, le dominant en premier.

Note : les durinodes sont souvent recouverts de carbonates secondaires.

Tableau 8.67 : Types de silice secondaire

Type	Code
Nodules (durinodes)	DN
Accumulations dans une couche, cimentée par de la silice secondaire	CH
Fragments d'une couche ayant été cimentée par de la silice secondaire	FC
Autres accumulations	OT
Pas de silice secondaire	NO

Taille

Si une couche présente des durinodes et/ou des fragments d'une couche ayant été cimentée par de la silice secondaire, reportez leur classe de taille. Le Tableau donne la longueur moyenne de la plus grande dimension.

Tableau 8.68 : Taille des durinodes et/ou des fragments d'une couche ayant été cimentée par de la silice secondaire

Taille (cm)	Classe de taille	Code
$\leq 0,5$	Très fine	VF
$> 0,5 - 1$	Fine	FI
$> 1 - 2$	Moyenne	ME
$> 2 - 6$	Grossière	CO
> 6	Très grossière	VC

Abondance

Reportez le pourcentage total (surface exposée) de silice secondaire. Pour une couche cimentée, ce pourcentage se rapporte à la terre fine plus les accumulations de silice secondaire de toutes tailles et classes de cimentation. Pour les durinodes et les fragments d'une couche ayant été cimentée, ce pourcentage comprend la silice secondaire visible à leur surface. Si une couche a des durinodes et/ou des fragments de couche ayant été cimentée, reportez en plus le pourcentage (en volume) de durinodes et de fragments d'un diamètre ≥ 1 cm.

8.4.28 Sels facilement solubles (o, m)

Les sels facilement solubles se trouvent à l'état précipité dans un sol sec et à l'état dissout dans un sol humide. Ils sont plus solubles que le gypse. La présence de sels facilement solubles se détecte par mesure de la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée (EC_e). Dans cet état, le sol est complètement humide, mais ne montre pas d'eau en surplus. Il n'est pas aisé d'atteindre ce stade.

Une autre possibilité est de mesurer la conductivité électrique dans l'extrait d'un mélange de 10 g de sol avec 25 ml d'eau distillée ($EC_{2.5}$). Mélangez délicatement le sol et l'eau, laissez reposer au moins 30 minutes et mesurez la conductivité électrique en dS m^{-1} dans la solution surnageante. La conversion en EC_e s'effectue selon l'équation suivante : $EC_e = 250 \times EC_{2.5} \times (WC_e)^{-1}$.

WC_e est la teneur en eau de l'extrait de pâte saturée. Dans les sols minéraux, elle peut être estimée à partir de la texture (voir Chapitre 8.4.9) et de la teneur en C_{org} (voir Chapitre 8.4.36) et, dans les sols tourbeux, à partir du degré de décomposition (voir Chapitre 8.4.41), à l'aide des Tableaux suivants. Une quantité importante d'éléments grossiers diminue la teneur en eau.

Reportez la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée en dS m⁻¹.

Tableau 8.69 : Estimation de la teneur en eau de l'extrait de pâte saturée des couches minérales, DVWK (1995) ; FAO (2006), Tableau 43

Classe texturale	Teneur en eau de l'extrait de pâte saturée (WC _e) (g eau / 100 g sol)					
	Teneur en C _{org} (%)					
	< 0,25	0,25 – < 0,5	0,5 – < 1	1 – < 2	2 – < 4	4 – < 20
CS	5	6	8	13	21	35
MS	8	9	11	16	24	38
FS, VFS	10	11	13	18	26	40
LS, SL (< 10 % argile)	14	15	17	22	30	45
SiL (< 10 % argile)	17	18	20	25	34	49
Si	19	20	22	27	36	51
SL (≥ 10 % argile)	22	23	26	31	39	55
L	25	26	29	34	42	58
SiL (≥ 10 % argile)	28	29	32	37	46	62
SCL	32	33	36	41	50	67
CL, SiCL	44	46	48	53	63	80
SC	51	53	55	60	70	88
SiC, C (< 60 % argile)	63	65	68	73	83	102
C (≥ 60 % argile)	105	107	110	116	126	147

Tableau 8.70 : Estimation de la teneur en eau de l'extrait de pâte saturée des couches organiques, DVWK (1995) ; FAO (2006), Tableau 43

Degré de décomposition (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes)	Teneur en eau de l'extrait à saturation (WC _e) (g eau / 100 g sol)
Matériau organique constitué seulement de tissus reconnaissables de plantes mortes	80
Après pétrissage, > 3/4 et < 100 %	120
Après pétrissage, ≤ 3/4 et > 2/3	170
Après pétrissage, ≤ 2/3 et > 1/6	240
Après pétrissage, ≤ 1/6	300

8.4.29 pH de terrain (o, m)

Reportez le pH de terrain. Pour le déterminer, deux méthodes différentes sont recommandées : la méthode colorimétrique et la méthode potentiométrique. La méthode colorimétrique ne permet de mesurer le pH qu'avec de l'eau distillée, tandis que la méthode potentiométrique permet de le mesurer dans diverses solutions.

Méthode colorimétrique

Mélangez le sol et l'eau distillée dans un rapport 1:1 (volume:volume) et agitez soigneusement.

Laissez le mélange reposer jusqu'à formation d'un surnageant. Immergez un papier indicateur dans le surnageant et reportez le résultat.

Méthode potentiométrique

Le Tableau 8.71 montre les solutions habituelles et les ratios du mélange. Mélangez soigneusement le sol séché à l'air et la solution. Laissez le mélange reposer jusqu'à formation d'un surnageant. Mesurez la valeur de pH au pH-mètre, si possible à l'aide d'un trépied. Attendez que la mesure se stabilise. Reportez le résultat, ainsi que le code indiquant la solution et le ratio du mélange.

Tableau 8.71 : Mesure potentiométrique du pH

Solution	Ratio du mélange (volume:volume)	Code
Eau distillée (H ₂ O)	1:1	W11
Eau distillée (H ₂ O)	1:5	W15
CaCl ₂ 0,01 M	1:5	C15
KCl 1 M	1:5	K15

8.4.30 Consistance (m)

La consistance exprime le degré et le type de cohésion et d'adhésion que le sol présente. Ce Chapitre se rapporte à la consistance de la matrice du sol et aux caractéristiques non rédoximorphiques. Pour la consistance des traits rédoximorphiques, voir le Chapitre 8.4.20. La consistance est reportée séparément pour les (parties de) couches cimentées et non cimentées. Si un échantillon de sol ne se brise pas en morceaux après application d'une faible pression, sa cimentation doit être vérifiée.

Présence et volume de cimentation

Pour vérifier la cimentation, plusieurs échantillons doivent être prélevés, selon les caractéristiques du sol. Les croûtes de surface et les agrégats lamellaires nécessitent un échantillon d'environ 1 à 1,5 cm de long et 0,5 cm d'épaisseur (ou l'épaisseur de l'échantillon s'il a < 0,5 cm). Dans tous les autres cas, un échantillon d'environ 2,6 à 3 cm dans toutes ses dimensions conviendra. Après séchage à l'air, plongez l'échantillon dans de l'eau durant au moins 1 heure. S'il se désagrège et forme une sorte de soupe, il n'est pas cimenté ; autrement, il l'est. Reportez le pourcentage (en volume du sol entier) de la couche qui est cimenté.

Agents de cimentation (sol cimenté)

Reportez les agents de cimentation. S'il y en a plus d'un, reportez-en maximum trois, le dominant en premier. Le terme « oxydes » tel qu'utilisé ici inclut les hydroxydes et les oxy-hydroxydes.

Tableau 8.72 : Agents de cimentation, Schoeneberger et al. (2012), 2-64

Agent de cimentation	Code
Carbonates	CA
Gypse	GY
Sels facilement solubles	RS
Silice	SI
Matière organique	OM
Oxydes de Fe	FE
Oxydes de Mn	MN
Al	AL
Glace, < 75 % (en volume)	IA
Glace, ≥ 75 % (en volume)	IM

Cimentation (sol cimenté) et résistance à la rupture (sol non cimenté)

Pour vérifier cette caractéristique, plusieurs échantillons doivent être prélevés, selon les caractéristiques du sol. Les croûtes de surface et les agrégats lamellaires nécessitent un échantillon d'environ 1 à 1,5 cm de long et 0,5 cm d'épaisseur (ou l'épaisseur de l'échantillon s'il a < 0,5 cm) et il faut lui appliquer une force perpendiculaire à sa plus grande dimension. Dans tous les autres cas, prenez un échantillon d'environ 2,6 à 3 cm de longueur dans toutes ses dimensions et appliquez-lui une force. Relevez la force nécessaire pour le fracturer et reportez la classe de cimentation (sol cimenté) ou la classe de résistance à la rupture (sol non cimenté). La résistance à la rupture se détermine sur sol humide et, si possible, sur sol sec également. S'il n'est pas possible de prélever des échantillons ayant la taille requise, utilisez l'équation suivante pour calculer la contrainte de rupture (Tableau 8.73 et

Tableau 8.74) (Schoeneberger et al., 2012) :

$(2,8 \text{ cm} / \text{longueur du cube en cm})^2 \times (\text{contrainte de rupture estimée (N)})$

ex. pour un cube de 5,6 cm : $[(2,8 / 5,6)^2 \times 20 \text{ N}] = 5 \text{ N} \rightarrow$ Très friable (état humide).

Tableau 8.73 : Cimentation, Schoeneberger et al. (2012), 2-63

Critère	Classe	Code
Prélèvement d'échantillon intact impossible, ou très faible force entre les doigts, < 8 N	Non cimenté	NOC
Force légère entre les doigts, 8 – < 20 N	Extrêmement faiblement cimenté	EWC
Force modérée entre les doigts, 20 – < 40 N	Très faiblement cimenté	VWC
Force importante entre les doigts, 40 – < 80 N	Faiblement cimenté	WEC
Force modérée entre les mains, 80 – < 160 N	Modérément cimenté	MOC
Pression du pied, avec masse du corps entier, 160 – < 800 N	Fortement cimenté	STC
Choc < 3 J (3 J = 2 kg lâchés à 15 cm) et ne se brise pas sous pression du pied, avec masse du corps entier (800 N)	Très fortement cimenté	VSC
Choc $\geq 3 \text{ J}$ (3 J = 2 kg lâchés à 15 cm)	Extrêmement fortement cimenté	EXC

Tableau 8.74 : Résistance à la rupture, sol non cimenté, Schoeneberger et al. (2012), 2-63

Critère	Résistance à la rupture, humide		Résistance à la rupture, sec	
	Classe	Code	Classe	Code
Prélèvement d'échantillon intact impossible	Meuble	LO	Meuble	LO
Force très légère entre les doigts, < 8 N	Très friable	VF	Tendre	SO
Force légère entre les doigts, 8 – < 20 N	Friable	FR	Légèrement dur	SH
Force modérée entre les doigts, 20 – < 40 N	Ferme	FI	Modérément dur	MH
Force importante entre les doigts, 40 – < 80 N	Très ferme	VI	Dur	HA
Force modérée entre les mains, 80 – < 160 N	Extrêmement ferme	EI	Très dur	VH
Pression au pied, avec masse du corps entier, 160 – < 800 N	Légèrement rigide	SR	Extrêmement dur	EH
Choc < 3 J (3 J = 2 kg lâchés à 15 cm) et ne se brise pas sous pression du pied, avec masse du corps entier (800 N)	Rigide	RI	Rigide	RI
Choc $\geq 3 \text{ J}$ (3 J = 2 kg lâchés à 15 cm)	Très rigide	VR	Très rigide	VR

Disposition à la cimentation (sol non cimenté)

Certaines couches ont tendance à se cimenter après alternance d'humectations et de dessiccations. Reportez cette disposition.

Tableau 8.75 : Disposition à la cimentation

Critère	Code
Cimentation après alternance d'humectations et de dessiccations	CW
Pas de cimentation après alternance d'humectations et de dessiccations	NO

Mode de cassure (sol non à faiblement cimenté)

Reportez le mode de cassure (fragilité). Prélevez un échantillon d'environ 3 cm de longueur dans toutes ses dimensions, pressez-le entre le pouce et l'index et observez comment il se rompt.

Tableau 8.76 : Mode de cassure (fragilité), Schoeneberger et al. (2012), 2-65

Critère	Type	Code
De manière abrupte (éclate ou vole en éclat)	Cassant	BR
Avant compression jusqu'à la moitié de l'épaisseur initiale	Semi-déformable	SD
Après compression jusqu'à la moitié de l'épaisseur initiale	Déformable	DF

Plasticité (sol non cimenté)

La plasticité est le degré auquel un sol remanié peut être déformé de façon permanente sans se rompre. Il est observé à la teneur en eau à laquelle s'exprime sa plasticité maximale (généralement à l'état humide). Roulez un échantillon de sol de 4 cm de longueur (boudin, fil) pour l'amener à un diamètre plus fin et reportez sa plasticité.

Tableau 8.77 : Types de plasticité, Schoeneberger et al. (2012), 2-66

Critère	Type	Code
Ne forme pas de boudin de 6 mm de diamètre, ou un boudin se forme mais ne se maintient pas en forme quand il est tenu par un bout.	Non plastique	NP
Boudin de 6 mm de diamètre se maintient ; 4 mm ne se maintient pas.	Légèrement plastique	SP
Boudin de 4 mm de diamètre se maintient ; 2 mm ne se maintient pas.	Modérément plastique	MP
Boudin de 2 mm de diamètre se maintient.	Très plastique	VP

Résistance à la pénétration

Il est recommandé de mesurer la résistance à la pénétration pour les couches qui sont cimentées ou qui ont une classe de résistance à la rupture au moins ferme (humide). Pour la mesure, un sol non cimenté devrait être à la capacité au champ. Utilisez un pénétromètre et reportez la résistance à la pénétration en MPa. La mesure doit être effectuée au moins cinq fois pour calculer une valeur moyenne fiable.

8.4.31 Croûtes de surface (m)

Une croûte est une fine couche de constituants de sol liés entre eux en un tapis horizontal ou en petites plaques polygonales (voir Schoeneberger et al., 2012). Des croûtes de sol se forment dans la/les premières couches minérales via un agent de cimentation d'origine physique, chimique et/ou biologique. Les caractéristiques d'une croûte sont différentes de celles des couches sous-jacentes. Habituellement, les croûtes modifient le taux d'infiltration et stabilisent les agrégats lâches. Elles peuvent être présentes en permanence ou seulement quand le sol est sec. La zone couverte est reportée au Chapitre 8.3.7. Elles peuvent être cimentées ou non, ce qui est reporté au Chapitre 8.4.30.

Reportez l'agent de cimentation. S'il y en a plus d'un, reportez-en maximum trois, le dominant en premier.

Tableau 8.78 : Agent de cimentation des croûtes de surface

Type	Code
Physique, permanent	PP
Physique, seulement lorsque sec	PD
Chimique, par des carbonates	CC
Chimique, par du gypse	CG
Chimique, par des sels facilement solubles	CR
Chimique, par de la silice	CS
Biologique, par des cyanobactéries	BC
Biologique, par des algues	BA
Biologique, par des champignons	BF
Biologique, par des lichens	BL
Biologique, par des mousses	BM
Pas de croûte	NO

8.4.32 Continuité des matériaux durs et des couches cimentées (m)

Une roche continue, du matériau technique dur et des couches cimentées peuvent présenter des fentes qui se remplissent de matériau de sol non cimenté. Reportez le pourcentage total (en volume du sol entier) occupé par les fentes, et la distance moyenne entre les fentes en cm. Reportez également si le matériau dur ou cimenté commence dès la surface. Si une couche cimentée n'est pas seulement fracturée mais démantelée, les fragments sont reportés avec les éléments grossiers (voir Chapitre 8.4.7).

8.4.33 Verres volcaniques et caractéristiques andiques (o, m)

Verres volcaniques dans les fractions sable et limon grossier

Reportez le pourcentage des particules, dans les fractions sable et limon grossier ($> 20 \mu\text{m} - \leq 2 \text{mm}$), constituées de verres volcaniques. Utilisez une loupe ou un microscope.

Tableau 8.79 : Abondance des particules constituées de verres volcaniques dans la fraction sable et limon grossier

% de particules	Classe d'abondance	Code
0	Aucune	N
> 0 – 5	Peu	F
> 5 – 30	Communes	C
> 30	Nombreuses	M

Si le pourcentage est proche d'une valeur limite, prélevez un échantillon de sol et sélectionnez par tamisage les fractions sable et limon grossier ; déposez ces particules sur une feuille et dénombrez les particules de verres et celles qui ne le sont pas.

Caractéristiques andiques

Les *propriétés andiques* sont identifiées sur base d'analyses au laboratoire. Sur le terrain, on peut percevoir une densité apparente faible, une couleur sombre et une teneur élevée en matière organique. En complément, deux tests spécifiques de terrain sont révélateurs de *propriétés andiques*.

Thixotropie : Les couches avec des *propriétés andiques* ont une charge variable élevée permettant l'absorption d'une quantité d'eau élevée qui peut être facilement extraite par agitation, mais qui sera réabsorbée après quelque temps. Procédure : Prélevez un échantillon de sol et faites-en une sphère d'environ 2,5 cm de diamètre. Attendez que tout film d'eau ait disparu. Placez la sphère dans le creux des mains et secouez-la. Si des films

d'eau apparaissent à la surface de la sphère, l'échantillon est thixotrope. Après quelque temps, les films d'eau disparaissent à nouveau.

Test au NaF d'après Fieldes & Perrott (1966), d'après la FAO (2006) : Un $\text{pH}_{\text{NaF}} \geq 9,5$ révèle la présence importante d'allophanes et d'imogolites et/ou de complexes organo-aluminiques. L'Al adsorbe les ions F^- tout en relâchant des ions OH^- . Le test est valable pour la plupart des couches avec des *propriétés andiques*, sauf pour celles qui sont très riches en matière organique. Cependant, la même réaction se produit dans les *horizons spodiques* ainsi que dans les sols riches en minéraux argileux interstratifiés aluminiques ; les sols avec carbonates libres réagissent aussi. Avant d'appliquer le test NaF, vérifiez le pH du sol dans l'eau ou dans le KCl (le test NaF n'est pas approprié pour les sols alcalins) et la présence de carbonates libres (en pratiquant le test HCl). Procédure : Placez une petite quantité de sol sur un papier filtre préalablement imprégné de phénolphthaléine et ajoutez quelques gouttes de NaF 1 M (ajusté à pH 7,5). Une réaction positive se manifeste par une coloration rapide en rouge intense. Une alternative consiste à mesurer après 2 minutes le pH d'une suspension de 1 g de sol dans 50 ml de NaF 1 M (ajusté à pH 7,5). Un $\text{pH} \geq 9,5$ est révélateur de *propriétés andiques*.

Reportez les résultats.

Tableau 8.80 : Thixotropie et test NaF de terrain

Critère	Code
Test NaF positif	NF
Thixotropie	TH
Test NaF positif et thixotropie	NT
Aucun des cas ci-dessus	NO

8.4.34 Traits dus au permagel (o, m)

Altération cryogénique

Estimez le pourcentage total (surface exposée, rapporté au sol entier) affecté par de l'altération cryogénique. Reportez maximum trois traits, le dominant en premier, et reportez le pourcentage de chaque trait séparément.

Tableau 8.81 : Altération cryogénique

Trait	Code
Coin de glace	IW
Lentille de glace	IL
Limite inférieure de la couche interrompue	DB
Involutions organiques dans une couche minérale	OI
Involutions minérales dans une couche organique	MI
Tri entre les matériaux fin et grossier	CF
Autre	OT
Aucun	NO

Couches avec permagel

Une couche avec permagel montre durant ≥ 2 années consécutives une des caractéristiques suivantes :

- de la glace massive, une cimentation par de la glace ou des cristaux de glace bien visibles, ou
- une température du sol $< 0^\circ \text{C}$ et trop peu d'eau pour former des cristaux de glace bien visibles.

Reportez les couches avec permagel.

Tableau 8.82 : Couches avec permagel

Critère	Code
Glace massive, cimentation par de la glace ou cristaux de glace bien visibles	I
Température du sol < 0° C et trop peu d'eau pour former des cristaux de glace bien visibles	T
Pas de permagel	N

8.4.35 Densité apparente (m) (*)

Estimez la densité de tassement avec un couteau muni d'une lame d'environ 10 cm de long.

Tableau 8.83 : Densité de tassement

Critère	Classe	Code
Le couteau pénètre complètement, même avec une force appliquée faible	Très meuble	VL
Le couteau pénètre complètement lorsqu'une force est appliquée	Meuble	LO
Le couteau pénètre à moitié lorsqu'une force est appliquée	Intermédiaire	IN
Seule la pointe du couteau pénètre lorsqu'une force est appliquée	Ferme	FR
Le couteau ne pénètre pas (ou très peu) lorsqu'une force est appliquée	Très ferme	VR

A l'aide de la Figure ci-dessous, il est possible de déterminer la densité apparente à partir de la densité de tassement et de la texture du sol (voir Chapitre 8.4.9). Si la teneur en C_{org} est > 1 %, la densité apparente doit être réduite de $0,03 \text{ kg dm}^{-3}$ pour chaque augmentation de 0,5 % de la teneur en C_{org} . Reportez la densité apparente avec une précision d'une décimale.

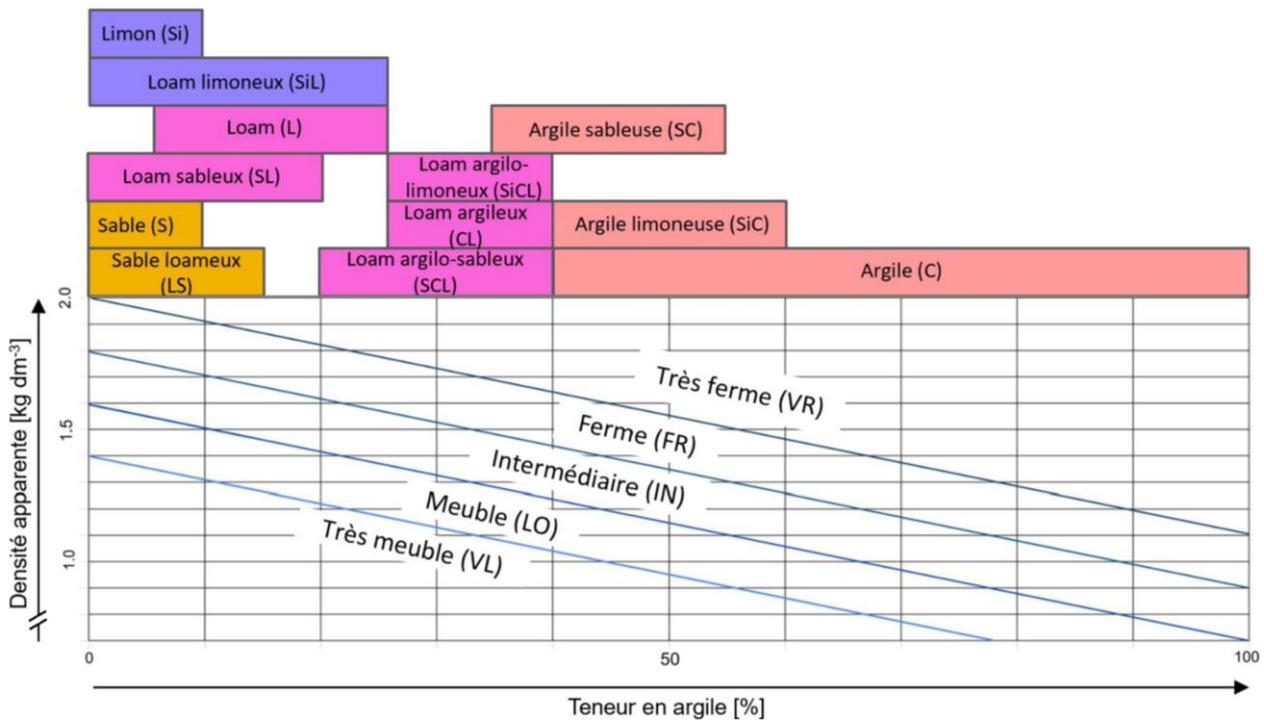


Figure 8.21 : Estimation de la densité apparente à partir de la densité de tassement et de la texture, FAO (2006), Figure 7, modifiée

8.4.36 Carbone organique du sol (C_{org}) (m)

Estimation de la teneur (*)

Reportez la teneur estimée en carbone organique. Elle est inférée de la valeur Munsell à l'état humide et de la texture. Si le chroma va de 3.5 à 6, ajoutez 0.5 unités à la valeur (ex. si vous avez reporté une couleur Munsell de 10YR3/4, comptez une valeur de 3.5 pour estimer le carbone organique du sol). Si le chroma est > 6, ajoutez 1 unité à la valeur.

Attention : la valeur Munsell est également influencée par le matériau parental, les carbonates et les conditions redox.

Tableau 8.84 : Estimation de la teneur en carbone organique dans un échantillon humide, Blume et al. (2011), modifié

Value Munsell	Teneur en carbone organique (%) selon la classe texturale		
	S	LS, SL, L	SiL, Si, SiCL, CL, SCL, SC, SiC, C
≥ 6	< 0,2	< 0,2	< 0,2
5.5	< 0,2	< 0,2	0,2 – < 0,5
5	0,2 – < 0,5	0,2 – < 0,5	0,2 – < 0,5
4.5	0,2 – < 0,5	0,2 – < 0,5	0,2 – < 0,5
4	0,2 – < 0,5	0,2 – < 0,5	0,2 – < 1,0
3.5	0,2 – < 1,0	0,5 – < 1,0	0,5 – < 2,5
3	0,5 – < 2,5	1,0 – < 2,5	1,0 – < 5,0
2.5	1,0 – < 5,0	≥ 2,5	≥ 2,5
≤ 2	≥ 2,5		

Accumulations naturelles de matière organique

Ce Chapitre se rapporte aux accumulations de matière organique sous forme de corps distincts. Habituellement, ils présentent une valeur plus faible que celle du matériau environnant. Reportez ici toutes les accumulations qui sont naturelles ou qui sont un effet secondaire d'activités humaines. Pour les *artéfacts*, voir le Chapitre 8.4.8 et pour les matériaux transportés par l'homme, voir le Chapitre 8.4.39. Si du black carbon a été intentionnellement fabriqué par l'homme, il est considéré comme *artéfact*. Les accumulations de matière organique dues aux animaux sont reportées deux fois, ici et au Chapitre 8.4.38.

Tableau 8.85 : Types d'accumulations de matière organique

Type	Code
Galleries de vers de terre remplies	BU
Paléoterriers (krotovinas) remplis	KR
Revêtements de matière organique sur les faces des agrégats et sur les parois des biopores (pas d'autre matériau visible sur les revêtements)	CO
Black carbon (ex. charbon de bois, particules partiellement carbonisées, suie)	BC
Aucune accumulation visible de matière organique	NO

Reportez maximum trois types, le dominant en premier, et reportez le pourcentage (surface exposée) de chaque type séparément. Le black carbon doit également être reporté en pourcentage de la surface exposée (rapporté à la terre fine plus le black carbon de toutes tailles).

8.4.37 Racines (o, m)

Comptez le nombre de racines par dm^2 , séparément pour les deux classes de diamètre, et reportez les classes d'abondance.

Tableau 8.86 : Abondance des racines, FAO (2006), Tableau 80

Nombre \leq 2 mm	Nombre $>$ 2 mm	Classe d'abondance	Code
0	0	Aucune	N
1 – 5	1 – 2	Très peu	V
6 – 10	3 – 5	Peu	F
11 – 20	6 – 10	Communes	C
21 – 50	11 – 20	Nombreuses	M
$>$ 50	$>$ 20	Abondantes	A

8.4.38 Traces d'activité animale (o, m)

Reportez l'activité animale ayant visiblement modifié les caractéristiques de la couche. Si nécessaire, reportez maximum cinq types, le dominant en premier. Reportez le pourcentage (surface exposée) séparément pour l'activité des mammifères, l'activité des oiseaux, l'activité des vers, l'activité des insectes et toute activité d'origine indéterminée.

Tableau 8.87 : Types d'activité animale, FAO (2006), Tableau 82, modifié

Type	Code
Activité des mammifères	
Grands terriers ouverts	MO
Grands terriers remplis (krotovinas)	MI
Activité des oiseaux	
Os, plumes, gravier trié de même taille	BA
Activité des vers	
Galeries de vers de terre	WE
Turricules de vers	WC
Activité des insectes	
Galeries et nids de termites	IT
Galeries et nids de fourmis	IA
Autre activité d'insectes	IO
Terriers (non spécifiés)	BU
Pas de traces visibles d'activité animale	NO

8.4.39 Altérations anthropiques (o, m)

Apports de matériau naturel transporté par l'homme

Un matériau naturel est tout matériau ne remplissant pas les critères des *artéfacts* (voir Chapitre 8.4.8). Pour chaque apport séparément, reportez le pourcentage (en volume du sol entier), qui peut varier de très peu à 100 %. Si plus d'un apport se présente, reportez-en maximum trois, le dominant en premier. Pour les apports minéraux \leq 2 mm, reportez également, si possible, la classe texturale (voir Chapitre 8.4.9), la teneur en carbonates (voir Chapitre 8.4.25) et la teneur en C_{org} (voir Chapitre 8.4.36).

Tableau 8.88 : Apports artificiels de matériau naturel

Matériau	Code
Organique	OR
Minéral, $>$ 2 mm	ML
Minéral, \leq 2 mm	MS
Pas d'apports	NO

Altérations in situ

Reportez les altérations in situ. S'il y en a plus d'une, reportez-en maximum deux, la dominante en premier.

Tableau 8.89 : Altérations in situ

Type	Code
Labour annuel	PA
Labour, au moins tous les 5 ans	PO
Labour dans le passé, non labouré depuis > 5 ans	PP
Labour, non déterminé	PU
Remaniement (ex. labour unique)	RM
Ameublement	LO
Compaction autre qu'une semelle de labour	CP
Détérioration de la structure autrement que par labour ou remaniement	SD
Autre	OT
Pas d'altération in situ	NO

Formation d'agrégats après apports ou après altérations in situ

Des apports ou des mélanges peuvent combiner des matériaux plus riches et plus pauvres en C_{org} .

Une nouvelle structure grumeleuse peut se former en combinant les deux. Reportez dans quelle mesure ce processus a eu lieu. Utilisez une loupe.

Tableau 8.90 : Formation d'agrégats après apports ou après altérations in situ

Critère	Code
Nouvelle structure grumeleuse présente dans toute la couche	T
Nouvelle structure grumeleuse présente par endroits, mais à d'autres endroits, les matériaux ajoutés ou mélangés et les matériaux présents auparavant sont séparés les uns des autres	P
Absence de nouvelle structure grumeleuse	N

8.4.40 Matériau parental (m)

Reportez le matériau parental. Aidez-vous d'une carte géologique.

Tableau 8.91 : Types de matériaux parentaux, FAO (2006), Tableau 12, modifié

Classe majeure	Groupe	Code	Type	Code	
Roches ignées	Ignées felsiques	IF	Granite	IF1	
			Quartzo-diorite	IF2	
			Grano-diorite	IF3	
			Diorite	IF4	
			Rhyolite	IF5	
	Ignées intermédiaires	II	Andésite, trachyte, phonolite	II1	
			Diorite-syérite	II2	
	Ignées mafiques	IM	Gabbro	IM1	
			Basalte	IM2	
			Dolérite	IM3	
	Ignées ultramafiques	IU	Péridotite	IU1	
			Pyroxénite	IU2	
			Serpentinite	IU3	
	Pyroclastiques	IP	Tuf, tuffite	IP1	
			Scorie/brèche volcanique	IP2	
			Cendre volcanique	IP3	
Ignimbrite			IP4		
Roches métamorphiques	Métamorphiques felsiques	MF	Quartzite	MF1	
			Gneiss, migmatite	MF2	
			Ardoise, phyllade (roches pélitiques)	MF3	
			Schiste	MF4	
	Métamorphiques mafiques	MM	Ardoise, phyllade (roches pélitiques)	MM1	
			Schiste (vert)	MM2	
			Gneiss riche en minéraux Fe-Mg	MM3	
			Calcaire métamorphique (marbre)	MM4	
			Amphibolite	MM5	
			Eclogite	MM6	
	Métamorphiques ultramafiques	MU	Serpentinite, roche verte	MU1	
	Roches sédimentaires (consolidées)	Sédiments clastiques	SC	Conglomérat, brèche	SC1
				Grès, grauwacke, arkose	SC2
Siltite, mudstone, argilite				SC3	
Shale				SC4	
Roche ferrugineuse				SC5	
Carbonatées, organiques		SO	Calcaire, autre roche carbonatée	SO1	
			Marne et autres mélanges	SO2	
			Charbons, bitumes et roches apparentées	SO3	
Évaporites		SE	Anhydrite, gypse	SE1	
			Halite	SE2	

Roches sédimentaires (non consolidées)	Altérite	UR	Bauxite, latérite	UR1
	Fluviales	UF	Sable et gravier	UF1
			Argile, limon et loam	UF2
	Lacustres	UL	Sable	UL1
			Limon et argile, < 20 % équivalent CaCO ₃ , pas ou peu de diatomées	UL2
			Limon et argile, < 20 % équivalent CaCO ₃ , nombreuses diatomées	UL3
			Limon et argile, ≥ 20 % équivalent CaCO ₃ , (marne)	UL4
	Marines, estuariennes	UM	Sable	UM1
			Argile et limon	UM2
	Colluviales	UC	Dépôts de pente	UC1
			Lahar	UC2
			Dépôts de matériau de sol	UC3
	Eoliennes	UE	Lœss	UE1
			Sable	UE2
	Glaciaires	UG	Moraine	UG1
			Sable fluvio-glaciaire	UG2
			Gravier fluvio-glaciaire	UG3
	Cryogéniques	UK	Débris rocheux périglaciaires	UK1
			Couche de solifluxion périglaciaire	UK2
	Organiques	UO	Tourbe issue de tourbière ombrotrophe (<i>bog</i>)	UO1
			Tourbe issue de tourbière minérotrophe (<i>fen</i>)	UO2
			Sédiments limniques	UO3
	Anthropiques / technogéniques	UA	Matériau naturel redéposé	UA1
			Dépôts industriels/artisanaux	UA2
	Dépôts non précisés	UU	Argile	UU1
			Loam et limon	UU2
			Sable	UU3
			Sable graveleux	UU4
			Gravier, roche brisée	UU5

Si le type de matériau parental est inconnu, reportez simplement le groupe.

Note : les anciens termes de roches « acides » et « basiques » ont été remplacés par « felsiques » et « mafiques ».

8.4.41 Degré de décomposition dans les couches organiques et présence de résidus de plantes mortes (o) (*)

Degré de décomposition

Ce Chapitre se rapporte à la transformation de tissus de plantes visibles en matière organique visiblement homogène. Pétrissez le matériau de sol et reportez le pourcentage de tissus de plantes reconnaissables (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes).

Subdivisions de l'horizon Oa

Si un horizon Oa (voir Annexe 3, Chapitre 10.2) est présent, reportez ses subdivisions.

Tableau 8.92 : Subdivisions de l'horizon Oa

Critère	Type	Code
Se brise en morceaux longitudinaux aux bords nets	A bordures nettes	SE
Se brise en morceaux longitudinaux aux bords flous	Compact	CO
Se brise en morceaux friables ou se pulvérise	Friable	CR

Résidus de plantes mortes naturelles

Ce Chapitre se rapporte aux résidus de plantes mortes naturelles. Pour les restes de plantes traitées, voir les *artéfacts* (Chapitre 8.4.8). Reportez maximum deux types de résidus de plantes, le dominant en premier, et donnez le pourcentage (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) de chaque type séparément.

Tableau 8.93 : Résidus morts de plantes spécifiques

Type de résidus de plantes	Code
Bois	W
Fibres de mousses	S
Autres plantes	O
Pas de résidus de plantes mortes	N

8.5 Echantillonnage

Ce Chapitre décrit l'échantillonnage des couches organiques terrestres de surface ainsi que l'échantillonnage conventionnel et volumétrique des couches minérales, toutes en vue de procéder aux analyses standard décrites en Annexe 2 (Chapitre 9). L'échantillonnage d'autres types de couches demande des techniques spéciales qui ne sont pas décrites ici.

8.5.1 Préparation des sachets d'échantillonnage

Pour l'échantillonnage, utilisez des sachets solides, résistants à l'humidité (et si possible transparents). Ecrivez les données d'identification de l'échantillonnage deux fois : une première fois sur le sachet et une seconde fois sur un morceau de papier à placer dans le sachet. Si vous voulez rapporter au laboratoire des anneaux, écrivez les données d'identification sur l'anneau. Employez toujours un feutre indélébile.

Ecrivez les données d'identification suivantes :

- Nom du profil
- Conventionnel (C) / Volumétrique (V)
- Profondeur supérieure et inférieure de la couche
- Dénomination de la couche (voir Annexe 3, Chapitre 10).

Exemple : *Gombori Pass I – V – 0-10 cm – Ah*

Assurez-vous de bien fermer les sachets après le placement de l'échantillon.

8.5.2 Echantillonnage des couches organiques

Généralement, la terre fine et tous les résidus de plantes mortes sont échantillonnés. Afin de décider si une couche consiste en matériau organique, le carbone organique est mesuré dans un échantillon contenant la terre fine plus les résidus de plantes mortes de toutes longueurs et d'un diamètre ≤ 5 mm (*artéfacts* exclus).

Pour échantillonner les couches organiques terrestres de surface, utilisez un cadre carré en acier, de 30 cm de côté, par exemple. Employez un maillet en caoutchouc pour faire pénétrer le cadre quelques centimètres au-delà des couches organiques de surface, dans le sol minéral. Le cadre doit pénétrer dans le sol de manière

égale ; ne poussez pas un côté d'abord et un autre ensuite. Recueillez le matériau organique de surface à la main ; échantillonnez séparément la litière et chaque horizon O. Soyez bien attentifs à échantillonner toutes les couches organiques de surface et à exclure les couches minérales.

8.5.3 Echantillonnage conventionnel des couches minérales

Employez un grattoir pour recueillir chaque couche séparément, tout au long de sa hauteur et de sa largeur. Commencez par la couche la plus basse. Assurez-vous de n'échantillonner qu'une seule couche à la fois et évitez que du matériau d'une couche tombe sur une autre.

8.5.4 Echantillonnage volumétrique des couches minérales

A la surface du sol, déterminez une surface suffisamment grande pour accueillir le nombre approprié d'anneaux d'échantillonnage (ex. 3 anneaux). La zone doit être contiguë à la paroi du profil et proche du mètre pliant. Dans cette zone, ôtez les couches organiques de surface et commencez à échantillonner couche par couche de haut en bas. L'épaisseur d'une couche minérale peut être plus grande, égale ou plus petite que la hauteur de l'anneau d'échantillonnage (Figure 8.22).

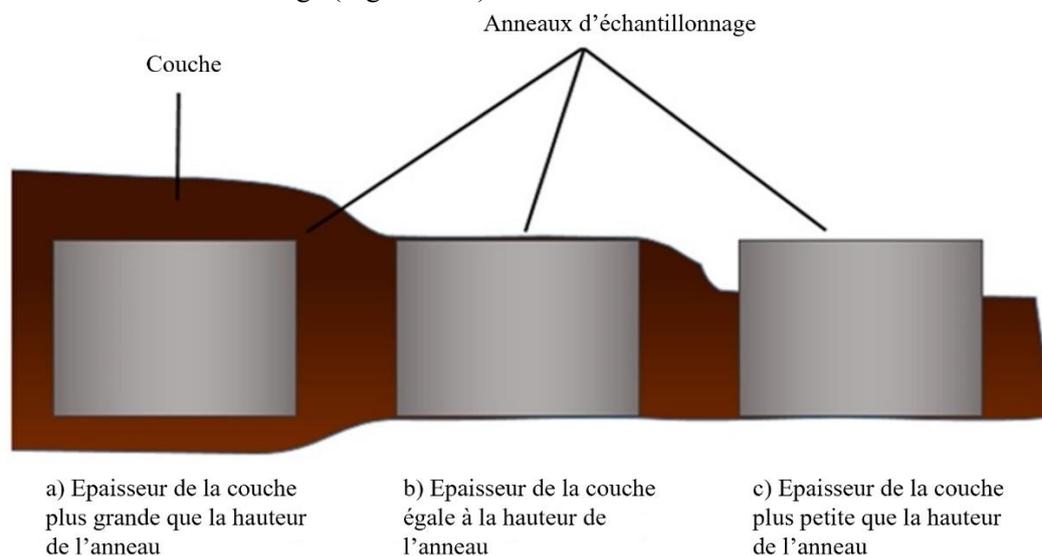


Figure 8.22 : Echantillonnage volumétrique

- Si l'épaisseur de la couche est plus grande, soustrayez la hauteur de l'anneau de l'épaisseur de la couche et divisez la différence par 2. Ce résultat équivaut à l'épaisseur du matériau de sol qui doit être enlevé en partant de la limite supérieure de la couche.
- Si l'épaisseur de la couche est égale, il est très important que la surface soit plane.
- Si l'épaisseur de la couche est plus petite, vous devrez connaître l'épaisseur de la couche par rapport à la hauteur de l'anneau pour calculer le volume échantillonné.

Pour chaque couche, dégagez une surface plane. Si le sol est plus sec que la capacité au champ, humidifiez lentement la surface en l'aspergeant à l'aide d'un vaporisateur. Attendez que le sol soit mouillé tout en évitant un surplus d'eau. Ensuite enfoncez lentement et complètement les anneaux d'échantillonnage sans tasser le matériau de sol. Pour enfoncer les anneaux, utilisez un maillet et une planche de bois solide, aux surfaces planes et suffisamment grande pour recouvrir un anneau. Si l'anneau ne pénètre pas sans se déformer, arrêtez l'échantillonnage et essayez de trouver un endroit plus adapté.

Pour extraire les anneaux d'échantillonnage, creusez avec une spatule juste sous l'anneau et prélevez-le. Si le

sol est dur à pénétrer, utilisez un couteau à lame dentelée (couteau à pain). Au besoin, coupez les racines. Lors du prélèvement des anneaux, assurez-vous qu'aucun matériau de sol ne se perde de l'intérieur de l'anneau. Posez un couvercle sur la face supérieure et retournez l'anneau, puis aplanissez la face inférieure et placez-y également un couvercle.

Si vous désirez réaliser davantage d'analyses physiques, rappez l'anneau au laboratoire. Si l'épaisseur de la couche est plus petite que la hauteur de l'anneau (point c, supra), remplissez le volume vide avec de la résine. Si vous souhaitez uniquement déterminer la masse du sol, vous pouvez vider l'anneau du matériau de sol dans un sachet dédié et réutiliser l'anneau.

Pour déterminer la masse de sol d'un échantillon d'un certain volume, vous pouvez aussi employer des mottes enrobées (voir Annexe 2, Chapitre 9.5).

8.6 Bibliographie

- Blum, W.E.H., Schad, P. & Nortcliff, S.** 2018. *Essentials of soil science. Soil formation, functions, use and classification (World Reference Base, WRB)*. Borntraeger Science Publishers, Stuttgart.
- Blume, H.-P., Stahr, K. & Leinweber, P.** 2011. *Bodenkundliches Praktikum. Eine Einführung in pedologische Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaftler*. 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- DVWK.** 1995. *Bodenkundliche Untersuchungen im Felde zur Ermittlung von Kennwerten zu Standortscharakterisierung. Teil I: Ansprache von Böden*. DVWK Regeln 129. Bonn, Germany, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser.
- FAO.** 2006. *Guidelines for soil description*. Prepared by Jahn, R., Blume, H.-P., Asio, V.B., Spaargaren, O., Schad, P. 4th ed. FAO, Rome.
- International Organization for Standardization.** 2015. *Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation*. ISO 11277:2009. <https://www.iso.org/standard/54151.html>, retrieved 13.04.2020.
- Köppen, W. & Geiger, R.** 1936. *Das geographische System der Klimate*. In: Köppen W, Geiger R (1930-1943): *Handbuch der Klimatologie*. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- National Committee on Soil and Terrain.** 2009. *Australian soil and land survey field handbook*. 3rd ed. CSIRO Publishing, Melbourne.
- Natural England.** 2008. *Technical Information Note TIN037*.
- Prietzl, J. & Wiesmeier, M.** 2019. A concept to optimize the accuracy of soil surface area and SOC stock quantification in mountainous landscapes. *Geoderma*, 356:113922.
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C. & Soil Survey Staff.** 2012. *Field Book for describing and sampling soils*. Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln.
- Schultz, J.** 2005. *The ecozones of the world*. Springer, Heidelberg.
- Soil Science Division Staff.** 2017. *Soil survey manual*. Agriculture Handbook No. 18. United States Department of Agriculture, Washington.
- Thien, S.J.** 1979. A flow diagram for teaching texture by feel analysis. *Journal of Agronomic Education*, 8: 54-55, downloaded from NRCS.

9 Annexe 2 : Abrégé des méthodes d'analyses pour la caractérisation des sols

Cette annexe donne un abrégé des méthodes d'analyses recommandées pour la caractérisation des sols dans la Base de référence mondiale pour les ressources en sols. Les manuels *Procedures for soil analysis* (Van Reeuwijk, 2002) et *Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual* de l'USDA (Soil Survey Staff, 2014) en donnent la description complète.

9.1 Préparation de l'échantillon

Les échantillons sont séchés à l'air ou à l'étuve à 40 °C maximum. La terre fine est obtenue par tamisage à 2 mm de l'échantillon séché. Les mottes du refus sont émietées (pas broyées) et sont tamisées à nouveau. Les racines et les éléments grossiers du refus sont traités séparément.

Des cas particuliers se présentent lorsque le séchage à l'air provoque des modifications irréversibles de certaines propriétés du sol (comme dans les tourbes ou dans les sols avec des *propriétés andiques*) ; les échantillons sont alors conservés et traités dans un état d'humidité correspondant à la capacité au champ. Ces échantillons doivent être conservés dans un endroit frais et analysés quelques semaines au plus tard après échantillonnage.

9.2 Teneur en eau

Le calcul de la teneur en eau se fait sur base de la masse de sol séchée à l'étuve (105 °C).

9.3 Analyse granulométrique

La fraction minérale du sol est séparée en fractions de tailles différentes et la proportion de ces fractions est déterminée. La détermination comprend tout le matériau, y compris les éléments grossiers, mais la procédure elle-même ne s'applique qu'à la terre fine (≤ 2 mm). Les classes granulométriques d'après la norme ISO 11277:2009 sont données dans le Tableau ci-dessous :

Tableau 9.1 : Classes granulométriques

Classe granulométrique	Diamètre des particules
Terre fine	Toutes les particules ≤ 2 mm
Sable	$> 63 \mu\text{m} - \leq 2$ mm
Sable très grossier	$> 1250 \mu\text{m} - \leq 2$ mm
Sable grossier	$> 630 \mu\text{m} - \leq 1250 \mu\text{m}$
Sable moyen	$> 200 \mu\text{m} - \leq 630 \mu\text{m}$
Sable fin	$> 125 \mu\text{m} - \leq 200 \mu\text{m}$
Sable très fin	$> 63 \mu\text{m} - \leq 125 \mu\text{m}$
Limon	$> 2 \mu\text{m} - \leq 63 \mu\text{m}$
Limon grossier	$> 20 \mu\text{m} - \leq 63 \mu\text{m}$
Limon fin	$> 2 \mu\text{m} - \leq 20 \mu\text{m}$
Argile	$\leq 2 \mu\text{m}$
Argile grossière	$> 0,2 \mu\text{m} - \leq 2 \mu\text{m}$
Argile fine	$\leq 0,2 \mu\text{m}$

Le prétraitement de l'échantillon vise à une dispersion complète des particules primaires. C'est pourquoi les matériaux de cimentation (généralement d'origine secondaire) comme la matière organique et le carbonate de calcium doivent pouvoir être détruits. Dans certains cas, une déferrification doit aussi être appliquée. Mais en fonction de l'objectif de l'étude, cette destruction des matériaux de cimentation peut être totalement inappropriée. Tous les prétraitements sont donc optionnels. Cependant les analyses de routine de caractérisation des sols impliquent la destruction de la matière organique par H_2O_2 et des carbonates par HCl. Après ces prétraitements, l'échantillon est agité en présence d'un agent dispersant et le sable est séparé de l'argile et du limon par tamisage à 63 μm . Le sable est fractionné par tamisage à sec ; les fractions argile et limon sont déterminées par la méthode de la pipette ou de l'hydromètre.

9.4 Argile dispersable à l'eau

Ceci correspond à la teneur en argile résultant d'une dispersion à l'eau de l'échantillon sans aucun prétraitement de destruction des agents de cimentation et sans ajout d'agent dispersant. La proportion d'argile dispersable à l'eau rapportée à l'argile totale peut servir d'indicateur de stabilité structurale.

9.5 Densité apparente

La densité est définie en masse par unité de volume. La densité apparente du sol est le rapport entre la masse des solides, à l'état sec, et le volume total ou apparent, incluant le volume des solides et de l'espace poral. Le volume et donc la densité apparente changent avec les gonflements-retraits, qui sont liés à la teneur en eau ; pour cette raison, le statut hydrique de l'échantillon avant séchage doit être spécifié.

Deux procédures différentes peuvent être employées :

- *Carotte de sol non perturbé* : un cylindre de métal d'un volume connu est enfoncé dans le sol. L'échantillon humide est pesé. Il peut s'agir de l'humidité à la capacité au champ ou après avoir équilibré l'échantillon à une tension hydrique spécifiée. L'échantillon est ensuite séché à 105 °C et pesé à nouveau. La densité apparente est le rapport entre la masse à l'état sec et le volume (mesuré à la teneur en eau déterminée et/ou à la tension hydrique spécifiée).
- *Mottes enrobées* : les mottes échantillonnées sur le terrain sont enrobées avec une laque plastique (ex. Saran dissous dans de la méthyl éthyl cétone) afin de permettre la mesure sous eau, ce qui donne leur volume. L'échantillon humide est pesé. Il peut s'agir de l'humidité à la capacité au champ ou après avoir équilibré la motte à une tension hydrique spécifiée. L'échantillon est ensuite séché à 105 °C et pesé à nouveau. La densité apparente est le rapport entre la masse à l'état sec et le volume (mesuré à la teneur en eau déterminée et/ou à la tension hydrique spécifiée).

Si l'échantillon contient de nombreux éléments grossiers, ces derniers sont récupérés après séchage et tamisage et leurs masse et volume sont mesurés séparément. Il est alors possible de calculer la densité apparente de la terre fine. La détermination de la densité apparente est très sensible à la variabilité naturelle, ce qui amène régulièrement à une faible représentativité des échantillons (présence d'éléments grossiers, de cimentation, de fentes, de racines, etc.). Les déterminations devraient donc toujours être effectuées sur un minimum de trois répliqués.

9.6 Coefficient d'extensibilité linéaire (COLE)

Le COLE donne une indication de la capacité de gonflement-retrait réversible d'un sol. Il est calculé comme le rapport de la différence entre la longueur à l'état humide et la longueur à l'état sec d'une motte par sa longueur à l'état sec : $(L_h - L_s) / L_s$, où L_h est la longueur à une tension hydrique de 33 kPa et L_s est la longueur après séchage à 105 °C.

9.7 pH

Le pH du sol est mesuré par potentiométrie dans la suspension surnageante d'un mélange sol:liquide. Si non spécifié, le rapport sol:liquide est de 1:5 (volume:volume) (selon standards ISO). Le liquide est soit de l'eau distillée (pH_{eau}), soit une solution de KCl 1 M (pH_{KCl}). Attention, dans certaines définitions, un rapport sol:eau de 1:1 est utilisé.

9.8 Carbone organique

De nombreux laboratoires utilisent des auto-analyseurs (ex. combustion sèche). Dans ces cas, un test qualitatif de détection des carbonates par effervescence à l'HCl est recommandé, et si nécessaire, une correction est appliquée pour le C inorganique (voir Chapitre 9.9).

Autrement, la méthode appliquée est celle de *Walkley-Black*. Elle implique une combustion humide de la matière organique avec un mélange bichromate de potassium – acide sulfurique à environ 125 °C. Le bichromate résiduel est titré en retour avec du sulfate de fer. Pour compenser une destruction incomplète, un facteur correctif empirique de 1,3 est appliqué dans le calcul des résultats.

9.9 Carbonates

La *méthode de titration rapide* de Piper (appelée aussi *méthode de neutralisation acide*) est employée. L'échantillon est traité à l'HCl dilué et l'acide résiduel est titré. Les résultats sont exprimés en *équivalent carbonate de calcium* car la dissolution ne vise pas spécifiquement la calcite et d'autres carbonates comme la dolomite sont dissous également.

Note : D'autres procédures comme la *méthode volumétrique de Scheibler* ou le *calcimètre de Bernard* peuvent également être employées.

9.10 Gypse

Le gypse est dissous par agitation de l'échantillon dans l'eau. Il est ensuite précipité sélectivement de l'extrait par ajout d'acétone. Ce précipité est redissous dans l'eau et le gypse est déterminé via la concentration en Ca. Cette méthode extrait également l'anhydrite.

9.11 Capacité d'échange cationique (CEC) et cations basiques échangeables

La méthode à l'acétate d'ammonium à pH 7 est utilisée. Dans les sols salins, les sels facilement solubles doivent d'abord être évacués avant d'entamer la procédure. L'échantillon est soumis à une percolation d'acétate d'ammonium (pH 7) et les cations basiques sont mesurés dans le percolat. L'échantillon est ensuite

soumis à une percolation d'acétate de sodium (pH 7) ; les sels en excès sont évacués et le Na adsorbé est échangé par percolation d'acétate d'ammonium (pH 7) ; le Na de ce percolat donne une mesure de la CEC.

Une autre procédure consiste après la percolation à l'acétate d'ammonium, à lessiver l'échantillon des sels en excès, puis à distiller tout l'échantillon et à déterminer la perte en ammoniac.

L'agitation en flacons peut remplacer la percolation en colonnes. Chaque extraction doit être répétée trois fois et les trois extraits seront combinés pour l'analyse.

Note 1 : D'autres méthodes peuvent être employées pour la CEC à condition que l'analyse soit faite à pH 7.

Note 2 : Dans des cas particuliers où la CEC n'est pas un critère diagnostique, comme dans les sols salins et alcalins, la CEC peut être déterminée à pH 8,2.

Note 3 : Le taux de saturation en bases des sols salins, calcaires et gypseux peut être considéré comme égal à 100 %.

9.12 Aluminium échangeable et acidité d'échange

L'Al échangeable est relargué par échange avec une solution de KCl 1 M non tamponnée.

L'acidité d'échange est extraite par une solution de chlorure de barium – triéthanolamine, tamponnée à pH 8,2. L'extrait est titré en retour avec HCl.

9.13 Calculs de la CEC et des cations échangeables

Ces calculs sont généralement uniquement effectués sur du *matériau minéral*.

CEC

La CEC est exprimée en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de sol. La CEC kg^{-1} d'argile est calculée en divisant la CEC kg^{-1} de sol par la teneur en argile. En principe, ce calcul n'est correct que si, au préalable, est soustraite la part de la CEC kg^{-1} de sol due à la matière organique. Mais il n'existe pour l'instant aucune méthode fiable permettant d'estimer la contribution de la matière organique à la CEC. Il est recommandé, dès lors, d'effectuer ce calcul comme si l'entièreté de la CEC était due à l'argile. Si la teneur en matière organique est faible, l'erreur est négligeable.

Saturations à pH 7

Le taux de saturation en bases (BS) se rapporte aux cations basiques échangeables et est calculé ainsi :
 $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ échangeables} \times 100 / \text{CEC}$.

Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) est calculé ainsi :
 $\text{Na échangeable} \times 100 / \text{CEC}$.

Les données introduites sont exprimées en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ et les résultats en %.

Si les données concernant le taux de saturation en bases ne sont pas disponibles, le pH_{eau} peut être utilisé à la place. Si celui-ci n'est pas non plus disponible, c'est le pH_{KCl} que l'on utilisera. Les corrélations entre taux de saturation en bases et pH dépendent de la teneur en matière organique et présentent une variance extrêmement haute. Les valeurs de pH suivantes sont recommandées, en relation avec un taux de saturation en bases de 50 % :

Tableau 9.2 : Valeurs de pH correspondant à un taux de saturation en bases de 50 %

C _{org} (%)	pH _{eau}	pH _{KCl}
< 2	5,0	4,0
≥ 2 – < 7,5	5,3	4,5
≥ 7,5 – < 20	5,7	5,0

Relations entre cations

Les ions échangeables sont exprimés en cmol_c kg⁻¹. Pour certains sols, la relation entre somme des cations basiques échangeables et aluminium échangeable est exigée. Si les données concernant les ions échangeables ne sont pas disponibles, le pH_{eau} peut être utilisé à la place. Si celui-ci n'est pas non plus disponible, c'est le pH_{KCl} que l'on utilisera. Les corrélations entre ions échangeables et pH dépendent de la teneur en matière organique et présentent une variance extrêmement haute. Les valeurs de pH suivantes sont recommandées :

Tableau 9.3 : Valeurs de pH correspondant aux relations entre cations

C _{org} (%)	(Ca+Mg+K+Na) échangeables = Al échangeable		(Ca+Mg+K+Na) échangeables ≥ 4 fois Al échangeable		Al échangeable > 4 fois (Ca+Mg+K+Na) échangeables	
	pH _{eau}	pH _{KCl}	pH _{eau}	pH _{KCl}	pH _{eau}	pH _{KCl}
< 2	4,6	3,8	5,5	4,7	3,9	3,2
≥ 2 – < 7,5	4,9	4,1	5,9	5,0	4,2	3,4
≥ 7,5 – < 20	5,4	4,6	6,3	5,5	4,5	3,7

9.14 Fer, aluminium, manganèse et silicium extractibles

Ces analyses comprennent :

- Fe_{dith}, Al_{dith}, Mn_{dith} : le dithionite-citrate-bicarbonate dissout :
 - le Fe, en particulier des oxydes, hydroxydes et oxy-hydroxydes de Fe(III) ;
 - l'Al des oxydes de Fe, où il s'est substitué au Fe, et l'Al associé aux oxydes réductibles ;
 - le Mn, en particulier des oxydes, hydroxydes et oxy-hydroxydes de Mn(IV).
- Fe_{ox}, Al_{ox}, Si_{ox}, Mn_{ox} : l'oxalate (oxalate d'ammonium 0,2 M tamponné à pH 3 avec de l'acide oxalique 0,2 M) dissout :
 - le Fe des oxydes, hydroxydes et oxy-hydroxydes (comme la ferrihydrite) peu cristallisés, et en partie le Fe de la goethite, de la lépidocrocite, de la maghémite et de la magnétite, ainsi qu'une partie du Fe associé à la matière organique ;
 - l'Al des oxydes de Fe, où il s'est substitué au Fe, l'Al des phyllosilicates hydroxy-interstratifiés, et en partie l'Al des alumino-silicates paracristallins (comme l'allophane et l'imogolite), ainsi qu'une partie de l'Al associé à la matière organique ;
 - une partie du Si des alumino-silicates paracristallins (comme l'allophane et l'imogolite) ;
 - la totalité du Mn des oxydes, hydroxydes et oxy-hydroxydes.

La méthode de Blakemore et al. (1987) peut être utilisée, avec membrane de filtration (0,45 µm).

Note : Al_{dith} et Mn_{ox} n'interviennent pas dans les définitions de la WRB. Pour un examen plus approfondi des méthodes, voir Rennert (2019).

9.15 Salinité

Les caractéristiques liées à la salinité dans les sols sont mesurées dans l'*extrait de pâte saturée*. Ces caractéristiques comprennent : le pH, la conductivité électrique (EC_e), le rapport d'adsorption du sodium (SAR) et les cations et anions des sels dissous, qui comprennent Ca, Mg, Na, K, carbonates et bicarbonates,

chlorures, nitrates et sulfates. Le SAR et le pourcentage de sodium échangeable (ESP) peuvent être estimés à partir des concentrations en cations dissous.

La mesure dans l'extrait de pâte saturée est souvent difficile. Il est possible, le cas échéant, de mesurer la conductivité ainsi que les cations et les anions dans une solution 1:2,5 et de convertir ensuite pour obtenir un résultat équivalent à l'extrait de pâte saturée (voir Chapitre 8.4.28).

9.16 Phosphates et rétention des phosphates

Ces analyses comprennent :

- la *méthode Mehlich-3* : extraction avec une solution d'acide acétique 0,2 M glacial, de nitrate d'ammonium 0,25 M, de fluorure d'ammonium 0,015 M, d'acide nitrique 0,013 M et d'acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) (Mehlich, 1984).
- pour la rétention des phosphates, la *méthode Blakemore* est employée. L'échantillon est mis à l'équilibre avec une solution de phosphates à pH 4,6 et la proportion de phosphates retirés de la solution est déterminée (Blakemore et al., 1987).

9.17 Analyse minéralogique de la fraction sableuse

Après élimination des matériaux de cimentation et des revêtements, le sable est séparé de l'argile et du limon par tamisage sous eau. La fraction 63 – 420 µm est séparée des autres fractions sableuses par tamisage à sec. Cette fraction est divisée en *fraction lourde* et *fraction légère* au moyen d'un liquide de densité élevée : une solution de polytungstate de sodium avec une densité spécifique de 2,85 kg dm⁻³. Une lame microscopique est préparée à partir de la *fraction lourde* ; la *fraction légère* est teintée sélectivement pour l'identification microscopique des feldspaths et des quartz. L'analyse nécessite un microscope pétrographique.

Les verres volcaniques peuvent généralement être reconnus en tant que grains isotropes avec vésicules.

9.18 Diffraction aux rayons X

La terre fine réduite en poudre ou la fraction argileuse séparée du sol peuvent être analysées par diffraction aux rayons X (XRD).

9.19 Réserve totale en bases

Deux méthodes peuvent être utilisées pour analyser la teneur totale en éléments : la XRD (voir Chapitre 9.18) et un extrait à l'HF et au HClO₄. Les valeurs obtenues pour Ca, Mg, K et Na permettent de calculer la réserve totale en bases.

9.20 Sulfures

Le S inorganique réduit est converti en H₂S par une solution acide de CrCl₂ à chaud. Le H₂S émis est piégé quantitativement dans une solution d'acétate de Zn, sous forme de ZnS solide. Le ZnS est ensuite traité à l'HCl pour relarguer en solution le H₂S, qui est rapidement titré avec une solution de I₂ jusqu'à virage au bleu amené par la réaction de I₂ avec l'amidon (Sullivan et al., 2000). Attention, les résidus toxiques doivent être traités avec précaution.

9.21 Bibliographie

- Blakemore, L.C., Searle, P.L. & Daly, B.K.** 1987. *Soil Bureau analytical methods. A method for chemical analysis of soils*. NZ Soil Bureau Sci. Report 80. DSIRO.
- Holmgren, G.** 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 31 (2): 210-211.
- Mehlich, A.** 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 15 (12): 1409-1416.
- Mehra, O.P. & Jackson, M.L.** 1958. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals*, 7: 317-327.
- Rennert, T.** 2019. Wet-chemical extractions to characterise pedogenic Al and Fe species – a critical review. *Soil Research* 57: 1-16.
- Soil Survey Staff.** 2014. *Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5.0. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Sullivan, L.A., Bush, R.T. & McConchie, D.** 2000. A modified chromium reducible sulfur method for reduced inorganic sulfur: optimum reaction time in acid sulfate soil. *Australian Journal of Soil Research*, 38: 729-734.
- Van Reeuwijk, L.P.** 2002. *Procedures for soil analysis*. 6th Edition. Technical Papers 9. Wageningen, Netherlands, ISRIC – World Soil Information.

10 Annexe 3 : Dénominations des horizons et des couches

Cette annexe présente les symboles des horizons et des couches à utiliser lors de la description des sols. Les dénominations sont basées sur des caractéristiques de terrain (Annexe 1, Chapitre 8) et de laboratoire (Annexe 2, Chapitre 9). Dans certains cas, les processus à l'origine de ces caractéristiques ne sont plus actifs. **Seules de brèves descriptions sont données ici ; elles ne sont pas destinées à être des définitions comme les éléments diagnostiques de la WRB.** Dans la plupart des cas, aucun critère quantitatif n'est avancé.

La **terre fine** comprend les constituants du sol ≤ 2 mm. Le **sol entier** comprend la terre fine, les éléments grossiers, les *artéfacts*, les parties cimentées et les résidus de plantes mortes de toutes tailles. (voir Chapitre 2.1, Règles générales, et Annexe 1, Chapitres 8.3.1 et 8.3.2).

Une **litière** est une couche meuble contenant > 90 % (en volume, rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) de tissus reconnaissables de plantes mortes (ex. feuilles non décomposées). Du matériau végétal mort encore lié à des plantes vivantes (ex. parties mortes de mousses de type *Sphagnum*) n'est pas considéré comme faisant partie d'une litière. Par convention, la **surface du sol** (0 cm) se situe sous la litière et la couche des plantes vivantes (ex. mousses vivantes), si présentes. La **surface du sol minéral** est la limite supérieure de la première couche constituée de *matériau minéral* (voir Chapitre 2.1, Règles générales, et Annexe 1, Chapitres 8.3.1).

Une **couche de sol** est une zone du sol, plus ou moins parallèle à la surface du sol, présentant des propriétés différentes de celles des couches sus- et/ou sous-jacentes. Si au moins une de ces propriétés résulte de processus de pédogenèse, la couche est appelée un **horizon de sol**. Le terme « couche » est employé ici pour indiquer la possibilité qu'aucun processus de pédogenèse n'ait eu lieu. Une **strate** (voir Chapitre 10.4) est le résultat de processus géologiques ; elle peut présenter plus d'une couche.

On distingue les couches suivantes (voir Chapitre 3.3) :

- Les **couches organiques** consistent en matériau organique.
- Les **couches organotechniques** consistent en matériau organotechnique.
- Les **couches minérales** sont toutes les autres couches.

Elles sont dénommées par une lettre capitale (symbole principal), suivie la plupart du temps par au moins une lettre minuscule (suffixes). La combinaison de symboles pour une couche ou une séquence de couches respecte des règles.

Le mot **roche** concerne à la fois du matériau consolidé et non consolidé.

Le mot **oxydes** inclut ici les oxydes, les hydroxydes et les oxy-hydroxydes.

10.1 Symboles principaux

Tableau 10.1 : Symboles principaux

Symbole	Critères
H	<p>Couche organique ou organotechnique, ne faisant pas partie d'une litière ; saturée en eau > 30 jours consécutifs la plupart des années, ou drainée ; généralement considérée comme couche tourbeuse ou couche limnique organique.</p> <p>N.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> • sous saturation en eau, peuvent se trouver des couches organiques non décomposées, constituées à 100 % (en volume, rapporté à tous les résidus de plantes mortes) de tissus reconnaissables de plantes mortes. Cependant, la plupart des couches H ont subi au moins un début de décomposition et présentent < 100 % (en volume) de tissus reconnaissables de plantes mortes et sont considérées comme horizons de sol. • Si symbole H employé pour des couches organotechniques, suffixe u obligatoire.
O	<p>Horizon organique ou couche organotechnique, ne faisant pas partie d'une litière ; saturé(e) en eau ≤ 30 jours consécutifs la plupart des années et non drainé(e) ; généralement considéré comme horizon non tourbeux et non limnique.</p> <p>N.B. : Si symbole O employé pour des couches organotechniques, suffixe u obligatoire.</p>
A	<p>Horizon minéral situé à la surface du sol minéral ou enfoui ; contient de la matière organique qui a été modifiée au moins partiellement in situ ; structure pédologique et/ou éléments structuraux créés par des pratiques agricoles dans ≥ 50 % (en volume de terre fine), c-à-d structure lithologique, si présente, dans < 50 % (en volume) ; les couches minérales cultivées sont dénommées A, même si elles appartiennent à une autre couche avant mise en culture.</p>
E	<p>Horizon minéral ; a perdu par mouvement descendant au sein du sol (vertical ou latéral) au moins un des constituants suivants : formes de Fe, Al et/ou Mn, minéraux argileux, matière organique.</p>
B	<p>Horizon minéral formé (au moins au départ) sous un horizon A ou E ; structure lithologique, si présente, dans < 50 % (en volume de terre fine) ; au moins un des processus de pédogenèse suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • formation de structure à agrégats • formation de minéraux argileux et/ou d'oxydes • accumulation par illuviation d'au moins un des constituants suivants : formes de Fe, Al et/ou Mn, minéraux argileux, matière organique, silice, carbonates, gypse • élimination des carbonates ou du gypse. <p>N.B. : Les horizons B peuvent présenter d'autres types d'accumulation.</p>
C	<p>Couche minérale ; non consolidée (à l'état humide, peut être creusée à la bêche), ou consolidée et plus fracturée que la couche R ; pas de pédogenèse ou pédogenèse ne remplissant pas les critères des horizons A, E et B.</p>
R	<p>Roche consolidée ; des échantillons séchés à l'air ou plus secs ne se désagrègent pas après 24 heures d'immersion dans l'eau ; les fentes, si présentes, occupent < 10 % (en volume du sol entier) ; n'est pas le résultat de la cimentation d'un horizon de sol.</p>
I	<p>≥ 75 % (en volume du sol entier) de glace permanente, sous une couche H, O, A, E, B ou C.</p>
W	<p>Eau en permanence au-dessus de la surface du sol ou entre les couches ; peut être gelée de manière saisonnière.</p>

10.2 Suffixes

Sauf indication contraire, les descriptions se rapportent à la **terre fine** (voir Chapitre 2.1).

Tableau 10.2 : Suffixes

Symbole	Critères	Combinaison avec
a	Matériau organique à un stade avancé de décomposition ; après pétrissage, $\leq 1/6$ du volume (rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) est constitué de tissus reconnaissables de plantes mortes [a comme avancé].	H, O
b	Horizon enfoui ; l'horizon s'est formé dans un premier stade puis a été enfoui sous du matériau minéral [b comme l'anglais <i>buried</i> , enfoui].	H, O, A, E, B
c	Concrétions et/ou nodules (employé seulement après un autre suffixe (k, q, v, y) indicatif de la substance accumulée) [c comme concrétion].	
d	Drainé [d comme drainé].	H
e	Matériau organique à un stade de décomposition intermédiaire ; après pétrissage, $\leq 2/3$ et $> 1/6$ du volume (rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) est constitué de tissus reconnaissables de plantes mortes [e comme intermédiaire].	H, O
	Saprolite [e comme saprolite].	C
f	Permagel [f comme l'anglais <i>frost</i> , gel].	H, O, A, E, B, C
g	Accumulation d'oxydes de Fe et/ou Mn (rapporté à la terre fine plus les accumulations d'oxydes de Fe et/ou Mn de toutes tailles et classes de cimentation) principalement au sein des agrégats, si présents, et disparition de ces oxydes sur leur pourtour (horizons A, B et C), ou disparition de Fe et/ou Mn par ruissellement hypodermique (couleurs pâles sur ≥ 50 % de la surface exposée ; horizons E) ; transport sous forme réduite [g comme stagnique].	A, B, C E
	Quantité significative de matière organique ; dans les horizons A, au moins partiellement modifiée in situ ; dans les horizons B, principalement par illuviation ; dans les horizons C, constitutive du matériau parental [h comme humus].	A, B, C
i	Matériau organique à un stade de décomposition initial ; après pétrissage, $> 2/3$ du volume (rapporté à la terre fine plus tous les résidus de plantes mortes) est constitué de tissus reconnaissables de plantes mortes [i comme initial].	H, O
	Faces de glissement et/ou agrégats cunéiformes [i comme l'anglais <i>slickenside</i> , face de glissement].	B
j	Accumulation de jarosite et/ou de schwertmannite (rapporté à la terre fine plus les accumulations de jarosite et/ou de schwertmannite de toutes tailles et classes de cimentation) [j comme jarosite].	H, O, A, E, B, C

k	Accumulation de carbonates secondaires (rapporté à la terre fine plus les accumulations de carbonates secondaires de toutes tailles et classes de cimentation) reconnaissables par au moins une des caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • visible même à l'état humide • a un équivalent carbonate de calcium $\geq 5\%$ plus élevé (en absolu, rapporté à la terre fine plus les accumulations de carbonates secondaires de toutes tailles et classes de cimentation) que celui d'une couche sous-jacente, sans <i>discontinuité lithique</i> entre les deux couches [k comme l'allemand <i>Karbonat</i>, carbonate]. 	H, O, A, E, B, C
l	Accumulation de Fe et/ou Mn sous forme réduite par remontée d'eau capillaire suivie d'oxydation (rapporté à la terre fine plus les accumulations d'oxydes de Fe et/ou Mn de toutes tailles et classes de cimentation) ; accumulations principalement sur les faces des agrégats, si présents, et réduction de ces oxydes au sein des agrégats [l comme capillarité].	H, A, B, C
m	Cimentation pédogénétique dans $\geq 50\%$ du volume (sol entier) ; classe de cimentation au moins modérée (employé seulement après un autre suffixe (k, l, q, s, v, y, z) indicatif de l'agent de cimentation) [m comme cimenté].	
n	Pourcentage de sodium échangeable $\geq 6\%$ [n comme natrium].	E, B, C
o	Accumulation résiduelle de grandes quantités d'oxydes pédogénétiques dans des horizons fortement altérés [o comme oxyde].	B
p	Modifications par façons culturales (ex. labour) ; les couches minérales sont dénommées A même si elles faisaient partie d'une autre couche avant mise en culture [p comme l'anglais <i>plough</i> , labour].	H, O, A
q	Accumulation de silice secondaire (rapporté à la terre fine plus les accumulations de silice secondaire de toutes tailles et classes de cimentation) [q comme quartz].	A, E, B, C
r	Forte réduction [r comme réduction].	A, E, B, C
s	Accumulation d'oxydes de Fe, d'oxydes de Mn et/ou d'Al (rapporté à la terre fine plus les accumulations d'oxydes de Fe, d'oxydes de Mn et/ou d'Al de toutes tailles et classes de cimentation) par illuviation verticale de haut en bas [s comme sesquioxyde].	B, C
t	Accumulation de minéraux argileux par illuviation [t comme l'allemand <i>Ton</i> , argile].	B, C
u	Contenant ou constitué d' <i>artéfacts</i> (sol entier) [u comme urbain].	H, O, A, E, B, C, R
v	Plinthite (rapporté à la terre fine plus les accumulations d'oxydes de Fe et/ou Mn de toutes tailles et classes de cimentation) [le suffixe v n'a pas de connotations].	B, C
w	Formation de structure à agrégats et/ou d'oxydes et/ou de minéraux argileux (phyllosilicates, allophanes et/ou imogolites) [w comme l'anglais <i>weathered</i> , altéré].	B

x	Caractéristiques fragiques (agrégats avec classe de résistance à la rupture au moins ferme, se brisant de manière cassante, ne permettant pas la pénétration des racines) [le x se réfère à l'impossibilité de pénétrer les agrégats].	E, B, C
y	Accumulation de gypse secondaire (rapporté à la terre fine plus les accumulations de gypse secondaire de toutes tailles et classes de cimentation) [y comme l'anglais <i>gypsum</i> ou l'espagnol <i>yeso</i> , gypse].	A, E, B, C
z	Présence de sels facilement solubles [z comme le néerlandais <i>zout</i> , sel].	H, O, A, E, B, C
@	Altération cryogénique	H, O, A, E, B, C
α	Présence de carbonates primaires (rapporté à la roche dans les couches R, à la terre fine dans toutes les autres couches) [α comme carbonate].	H, A, E, B, C, R
β	Densité apparente $\leq 0,9 \text{ kg dm}^{-3}$ [β comme l'anglais <i>bulk density</i> , densité apparente].	B
γ	Contenant $\geq 5 \%$ (par comptage de grains) de verres volcaniques dans la fraction $> 0,02$ et $\leq 2 \text{ mm}$ [γ comme l'anglais <i>glass</i> , verre].	H, O, A, E, B, C
δ	Densité apparente élevée (naturelle ou anthropique – non due à la cimentation (symbole .m), ni à un <i>horizon fragique</i> (symbole x), ni à des couches avec des <i>propriétés rétiques</i> (symbole Bt/E)), telle que les racines ne peuvent y pénétrer, sauf le long de fentes [δ comme dense].	A, E, B, C
λ	Déposé dans une masse d'eau [λ comme limnique].	H, A, C
ρ	Caractéristiques reliques (employé seulement après un autre suffixe (g, k, l, p, r, @) indicatif du type de caractéristique relique) [ρ comme relique].	
σ	Saturation permanente en eau sans traits rédoximorphiques [σ comme saturation].	A, E, B, C
τ	Matériau naturel transporté par l'homme (sol entier) [τ comme transporté].	H, O, A, B, C
φ	Accumulation de Fe et/ou Mn sous forme réduite par ruissellement hypodermique suivie d'oxydation (rapporté à la terre fine plus les accumulations d'oxydes de Fe et/ou Mn de toutes tailles et classes de cimentation) [φ comme flux].	A, B, C

Les couches I et W n'ont pas de suffixes.

Combinaison de suffixes :

1. Le suffixe c suit le suffixe indicatif de la substance formant les concrétions ou nodules ; si c'est le cas pour plus d'un suffixe, chacun est suivi du suffixe c.
2. Le suffixe m suit le suffixe indicatif de l'agent de cimentation ; si c'est le cas pour plus d'un suffixe, chacun est suivi du suffixe m.
3. le suffixe ρ suit le suffixe indicatif des caractéristiques reliques ; si c'est le cas pour plus d'un suffixe, chacun est suivi du suffixe ρ.
4. Si deux suffixes font référence au même processus de pédogenèse, ils se suivent directement ; quand le suffixe t est combiné avec le suffixe n, t est mis en premier ; les règles 1, 2 et 3 restent applicables.
Exemples : Btn, Bhs, Bsh, Bhsm, Bsmh.
5. Dans un horizon B, si les caractéristiques des suffixes g, h, k, l, o, q, s, t, v ou y sont fortement exprimées, le suffixe w n'est pas repris, même si ses caractéristiques sont présentes : si les caractéristiques des suffixes mentionnés sont peu exprimées et que les caractéristiques du suffixe w sont également présentes, les suffixes sont combinés.

Exemples :

Bwt (accumulation illuviale de minéraux argileux faible + présence des caractéristiques w)

Btw (accumulation illuviale de minéraux argileux intermédiaire + présence des caractéristiques w)

Bt (accumulation illuviale de minéraux argileux nette + présence des caractéristiques w)

N.B. : Si les caractéristiques de l'horizon B sont absentes ($\geq 50\%$ de structure lithologique en volume de terre fine), l'horizon est dénommé Ct.

6. Dans les couches H et O, les suffixes i, e ou a sont écrits en premier.
7. Les suffixes @, f et b sont écrits en dernier si le suffixe b est présent avec les suffixes @ ou f (seulement si d'autres suffixes sont également présents) : @b, fb.
8. De manière générale, les séquences de suffixes doivent refléter l'importance des phénomènes, le dominant en premier. Exemples : Btng, Btgb, Bkyc.

10.3 Couches de transition

Si les caractéristiques d'au moins deux couches principales se surimposent l'une sur l'autre, les symboles principaux sont simplement accolés sans séparation, le dominant en premier, chacun suivi de ses suffixes. Exemples : AhBw, BwAh, AhE, EAh, EBg, BgE, BwC, CBw, BsC, CBs.

Si les caractéristiques d'au moins deux couches principales apparaissent dans la même plage de profondeur, mais en occupent des parties différentes et distinctes, les symboles principaux sont combinés, séparés par une barre oblique (/), le dominant en premier, chacun suivi de ses suffixes.

Exemples :

Bt/E (digitations de matériau E dans un horizon Bt),

C/Bt (horizon Bt formant des lamelles dans une couche C).

Si un suffixe s'applique à au moins deux symboles principaux, il ne sera pas répété et suivra le premier symbole principal.

Exemple : AhkBw (et non AhkBwk, ni AhBwk).

W n'est pas combinable avec un autre symbole principal. H, O, I et R ne peuvent être combinés qu'avec l'usage de la barre oblique.

10.4 Séquences de couches

La séquence de couches s'effectue de haut en bas avec trait d'union entre elles. Voir des exemples au Chapitre 10.5.

En présence de discontinuités lithiques, les strates sont indiquées par des préfixes numériques, débutant avec la deuxième strate. Les couches I et W ne sont pas considérées comme des strates. Toutes les couches d'une même strate sont indiquées par le même préfixe :

Exemple : Oi-Oe-Ah-E-2Bt-2C-3R.

Si le suffixe b est employé, le préfixe numérique et la lettre b sont combinés.

Exemple : Oi-Oe-Ah-E-Bt-2Ahb-2Eb-2Btb-2C-3R.

Si au moins deux couches avec la même dénomination sont présentes, les lettres sont suivies de chiffres. La séquence des chiffres n'est pas interrompue par un changement de strates.

Exemples :

Oi-Oe-Oa-Ah-Bw1-Bw2-2Bw3-3Ahb1-3Ab-3Eb-3Btb-4Ahb2-4C,
Oi-He-Ha-Cr1-2Heb-2Hab-2Cr2-3Cry.

10.5 Exemples de séquences de couches

Ce Chapitre donne des exemples de séquences de couches pour chaque RSG. Ce ne sont que des **exemples** parmi d'autres séquences possibles au sein de chaque RSG. Certaines séquences de couches peuvent se présenter dans plusieurs RSGs.

Histosols :

Hi-He-Ha-Haλ-Cr
Hi-Hef-Haf-Cf
Hi-Hay-Haβ-Cr
Oi-Hid-Hed-He-Ha-Haλ-Cr
W-Hiλ-Heλ-Haλ-Cr
Oi-W-Hiλ-Heλ-Haλ-Cr
Oi-I
Oi-Oe-Oa-R
Oi-Oe-Ru
Oi-Oe/C-Oa/C-R

Anthrosols :

Ap-Bw-C
Arp-Ardp-Bg-C

Technosols :

Aht-2Bwu-2Cu
Ah-2Our-3C
Ru-2Cu-3Bw-3C
Aht-2Ru

Cryosols :

Oi-Ah-Bw@-Bwf-Cf
Oi-Oe-Ah-Cf

Leptosols :

Oi-Oe-Ah-R
Oi-Ah-CBw-C

Solonetz :

Ah-E-Btn-C

Vertisols :

Ah-Bw-Bi-C

Solonchaks :

Ah-Bz-Cz

Gleysols :

Ah-Bl-Br-Cr
Ah-Br-Cr
Ah-Bl-C
Ah-Cσ
He-Cr
W-Heλ-Cr
W-Ahr-Cr

Andosols :

Ah-Bw γ -C γ

Ah-Bw β -C γ

Podzols :

Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bhs-Bs-C

Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bhs-BsC-C

Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bh-C

Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bs-C

Plinthosols :

Ah-Eg-Bvg-C

Ah-Bv-Bo-C

Ah-Bvc-Bo-C

Ah-Bvm-Bo-C

Ah-Bvm-Ce-C

Planosols :

Oi-Oe-Ah-Eg-2Bg-2C

Ah-Eg-Btg-C

Stagnosols :

Ah-Bg-C

Oi-Ah-Eg-Btg-C

Nitisols :

Ah-Bo-C

Ferralsols :

Ah-Bo-C

Ah-Bo-Ce-C

Ah-Bw-Bo-Ce-C

Chernozems :

Ah-Ck

Ah-Bwk-C

Ah-Bw-Bwk-C

Kastanozems :

Ah-Ck

Ah-Bwk-C

Ah-Bk-C

Phaeozems :

Ah-C

Ah-Bw-C

Ah-Bw-Bwk-C

Ah-E-Bt-C

Umbrisols :

Ah-C

Oi-Ah-Bw-C

Durisols :

Ah-Bqc-C

A-Bqc-C

A-Bqm-C

A-Bw-Bqm-C

A-Bk-Bqm-C

Gypsisols :

Ah-Cy
A-By-C
A-Bk-By-C
A-By-Bk-C
A-Bym-C

Calcisols :

Ah-Ck
Ah-Bk-C α
A-Bkc-C
A-Bkm-C
A-Bw-Bk-C α
Ah-E-Btk-Bk-C

Retisols :

Ah-E-Bt/E-Bt-C

Acrisols, Lixisols, Alisols, Luvisols :

Ah-E-Bt-C

Cambisols :

Ah-Bw-C
Oi-Oe-Ah-Bw-C
Ah-Bw ϕ -C

Fluvisols :

Ah-C1-2C2-3C3

Arenosols :

A-C
Ah-C

Regosols :

A-C
Ah-C
Ah τ -C
Ah-C γ

10.6 Bibliographie

FAO. 2006. *Guidelines for soil description*. Prepared by Jahn, R, Blume, H.-P., Asio, V.B., Spaargaren, O, Schad, P. 4th ed. FAO, Rome.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C. & Soil Survey Staff. 2012. *Field Book for describing and sampling soils*. Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln.

11 Annexe 4 : Fiche de description de sol

La fiche de description de sol est proposée sous forme de fichier Excel en open access sur la page d'accueil de la WRB. Les cellules en brun sont destinées à du code. Les cellules en vert sont destinées à du texte libre ou des chiffres. Le fichier Excel est assez long ; il reprend l'entièreté des Annexes 1 (Chapitre 8) et 3 (Chapitre 10).

Vous pouvez aussi préparer votre version courte personnelle. Si vous êtes certain que certaines caractéristiques ne peuvent être présentes dans la zone que vous prospectez, vous pouvez supprimer les colonnes correspondantes. (Exemple : Si votre prospection ne se déroule pas dans un désert, vous pouvez supprimer les colonnes se rapportant aux traits désertiques.)

12 Annexe 5 : Conseils pour la configuration d'une base de données

Configurer une base de données pour la description et la classification des sols selon la WRB n'est pas chose aisée en raison d'exigences souvent contradictoires concernant des questions telles que

- les objectifs et besoins en termes d'évaluation des données
- les possibilités de réutilisation des données
- la qualité des données
- la sécurité des données et du système
- la performance des opérations sur la base de données
- l'expérience des administrateurs et des utilisateurs de la base de données

et enfin et surtout, la structure complexe des données nécessaire pour englober les paramètres avec leurs données auxiliaires et la complexité de la syntaxe associée aux noms de sols dans la WRB. Une collecte de données pour un seul utilisateur et pour un seul projet peut se faire via un tableur ; cette approche ne sera par contre pas appropriée pour des systèmes d'information multi-utilisateurs qui nécessitera la sécurisation des données pendant de nombreuses années. Introduire WRB 2022 dans un système existant d'information sur les sols ou les terres exige d'autres solutions que celles d'une base de données à objectif unique nouvellement créée. Même en considérant l'approche relationnelle la plus large, tous les systèmes de gestion de bases de données ne fournissent pas les opérations logiques ni les autres possibilités prévues dans le langage de requête structuré (*SQL*), et ils diffèrent grandement en termes de performances et d'utilisation de programmation additionnelle.

La page d'accueil de la WRB fournit des conseils et des exemples pratiques pour des solutions de base de données adaptées à la quatrième édition de la WRB.

13 Annexe 6 : Codes de couleur pour des cartes de RSGs

Cette annexe donne des **suggestions** de couleurs pour des cartes représentant les RSGs. Ces suggestions suivent à peu près les choix de couleur des atlas édités par le Joint Research Center de la Commission Européenne.

Les règles pour élaborer des légendes de cartes pédologiques sont données au Chapitre 2.5. Une unité cartographique est constituée de

- un seul sol dominant
- un sol dominant plus un sol codominant et/ou un ou plusieurs sols associés
- un, deux ou trois sols codominants avec ou sans un ou plusieurs sols associés.

Il est fortement recommandé de mentionner plus d'un sol au sein des unités cartographiques, car la restriction à un seul sol ne donne souvent qu'une image incomplète voire trompeuse.

Il est recommandé d'employer des codes de couleur et des codes alphanumériques afin de permettre au lecteur de la carte d'identifier correctement l'unité cartographique de chaque polygone. (Pour les données au format raster, seules les couleurs peuvent être employées.) La couleur représente uniquement le sol dominant ou, s'il n'y en a pas, le principal sol codominant. Les autres sols sont signalés par addition de codes alphanumériques. Au premier niveau d'échelle, rien d'autre n'est requis. Si des qualificatifs optionnels sont ajoutés, ils seront signalés par des codes alphanumériques. Les qualificatifs principaux ajoutés au deuxième et troisième niveau d'échelle seront aussi signalés par des codes alphanumériques. Ils seront choisis par le pédologue en charge de la cartographie. Dans le cas d'unités cartographiques complexes, incluant plusieurs sols, les sols codominants et associés peuvent n'être mentionnés que dans la notice explicative de la carte.

Tableau 13.1 : Codes de couleurs pour les cartes de RSGs

RSG	R	G	B	RGB Hex
Acrisol (AC)	247	152	4	#F79804
Alisol (AL)	255	255	190	#FFFFBE
Andosol (AN)	254	0	0	#FE0000
Anthrosol (AT)	207	152	4	#CF9804
Arenosol (AR)	245	212	161	#F5D4A1
Calcisol (CL)	254	244	0	#FEF400
Cambisol (CM)	254	190	0	#FEBE00
Chernozem (CH)	145	77	53	#914D35
Cryosol (CR)	75	61	172	#4B3DAC
Durisol (DU)	239	228	190	#EFE4BE
Ferralsol (FR)	255	135	33	#FF8721
Fluvisol (FL)	0	254	253	#00FEFD
Gleysol (GL)	128	131	217	#8083D9
Gypsisol (GY)	254	246	164	#FEF6A4
Histosol (HS)	112	107	102	#706B66
Kastanozem (KS)	202	147	127	#CA937F
Leptosol (LP)	209	209	209	#D1D1D1
Lixisol (LX)	255	190	190	#FFBEBE
Luvisol (LV)	250	132	132	#FA8484
Nitisol (NT)	255	167	127	#FFA77F

Phaeozem (PH)	189	100	70	#BD6446
Planosol (PL)	247	125	58	#F77D3A
Plinthosol (PT)	115	0	0	#730000
Podzol (PZ)	12	217	0	#0CD900
Regosol (RG)	254	227	164	#FEE3A4
Retisol (RT)	254	194	194	#FEC2C2
Solonchak (SC)	254	0	250	#FE00FA
Solonetz (SN)	249	194	254	#F9C2FE
Stagnosol (ST)	64	192	233	#40C0E9
Technosol (TC)	145	0	157	#91009D
Umbrisol (UM)	115	142	127	#738E7F
Vertisol (VR)	197	0	255	#C500FF

Bibliographie

- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñoz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I. & Vargas, R. (eds.).** 2014. *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxembourg.
- Jones, A., Montanarella, L. & Jones, R. (eds.).** 2005. *Soil Atlas of Europe*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jones, A., Stolbovoy, V., Tarnocai, C., Broll, G., Spaargaren, O. & Montanarella, L. (eds.).** 2010. *Soil Atlas of the Northern Circumpolar Region*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M. & Zougmore, R. (eds.).** 2013. *Soil Atlas of Africa*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.