



Zürich-Reckenholz
Liebefeld-Bern

**Kartieranleitung
Manuel de cartographie**

Kartieren und Beurteilen von Landwirtschafts- böden

Cartographie et estimation des sols agricoles

Autorenteam:
Équipe des auteurs:
Johann Brunner
Friedrich Jäggli
Jakob Nievergelt
Karl Peyer

Bezugsquelle
A commander auprès de

Eidgenössische Forschungsanstalt
für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz
Station fédérale de recherches en agroécologie et
agriculture, Zurich-Reckenholz
<http://www.nabodat.ch>

Remerciements :

Nous remercions pour leur précieuse contribution tous les collaborateurs de l'équipe de cartographie des sols de la FAL, et en particulier Rudolf Hanic, Alex Lehmann, Albert Pazeller, Milan Petrasek, Peter Schwab, Peter Weisskopf et Urs Zihlmann

Impressum :

ISSN 1421-4393 Les cahiers de la FAL
ISBN 3-905608-14-8

Éditeur : Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture, FAL Zurich-Reckenholz, CH-8046 Zurich

Rédaction : Marianne Bodenmann, Albrecht Siegenthaler

Traduction: André Carruzzo, revu par Claude Kündig, Michel Gratier et Alexandre Barth

Graphisme, mise en page : Elsbeth Plüss, Katrin Zangger, Simon Kiener, Alexandre Barth

Prix Fr. 50.- TVA comprise

<http://www.nabodat.ch>

AVANT-PROPOS

Le présent manuel de cartographie se base sur des approches méthodologiques publiées par Erwin Frei, ancien directeur de la cartographie à la Station fédérale de recherches agronomiques (FAP) de Zurich-Reckenholz (anciennement : Station fédérale de recherches agronomiques d'Oerlikon), en collaboration avec divers collaborateurs. En raison de l'intensification des recherches pédologiques menées à la FAP Reckenholz, la station a élaboré en interne plusieurs éditions d'un manuel de cartographie associé à une classification des sols.

Face à l'intérêt croissant manifesté dans les années 1980 pour les analyses et les cartographies des sols, notamment dans le cadre de l'estimation, de l'amélioration et de la protection des sols, le besoin s'est fait sentir de faciliter et élargir l'accès aux méthodes de cartographie de la FAP. C'est dans ce contexte que la « Classification des sols de Suisse » a été publiée en 1992.

Notre station de recherches a été restructurée au début de cette année. La FAP est devenue la Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture (FAL) et a vu ses tâches modifiées. La cartographie des sols a été privatisée ou reprise par les cantons.

Ces changements nous ont amenés à élaborer le présent ouvrage « Cartographie et estimation des sols agricoles » et à le mettre ainsi à la disposition de tous les intéressés. Ce manuel témoigne également de l'intérêt de la Confédération à ce que des cartes des sols soient à l'avenir établies en Suisse selon des méthodes uniformisées et éprouvées, et utilisées à des fins pratiques dans le domaine de l'agriculture et de l'agro-écologie. Il existe des bases analogues pour la cartographie des sols forestiers qui ont été publiées en janvier 1996 en français et en allemand par la FAL dans la série « L'environnement pratique » de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage.

Le manuel de cartographie des sols s'adresse en premier lieu aux services cantonaux de la protection des sols et aux bureaux d'ingénieurs privés s'occupant d'études de sols et de sites. Ces mêmes services ainsi que d'autres cercles sont concernés par l'exploitation de ces études pour des questions de planification, de protection de l'environnement, etc. Les lectrices et lecteurs trouveront dans ce manuel de cartographie une présentation des méthodes actuelles utilisées dans les domaines « études du profil de sol et du site », « cartographie des sols » et « estimation des sites sur la base de l'interprétation des cartes des sols ».

Pour finir, nous tenons à remercier les spécialistes des services cantonaux, des universités et des bureaux d'ingénieurs privés qui, par leurs nombreuses suggestions et observations critiques, ont contribué à la qualité de la présente publication.

*Station fédérale de recherches en
agroécologie et agriculture
Zurich - Reckenholz*

Zurich, 5 mai 1997

Alfred Brönnimann, directeur

Table des matières, Zusammenfassung, Résumé

Introduction

Le profil de sol et son protocole

Étude du profil

Données sur le site et l'utilisation

Désignation du sol (classification)

Préparation du projet

Travaux de terrain

Présentation des résultats

Estimation de l'aptitude agricole d'un site

Évaluation du risque de pertes d'éléments nutritifs par lessivage et lixiviation

Estimation de sols agricoles

Indexes

Annexes

TABLE DES MATIÈRES

Zusammenfassung	5
Résumé	7
1 Introduction	1.1-1
1.1 But et conception du manuel de cartographie.....	1.1-1
1.2 Contenu et usages de la carte des sols	1.2-1
 Partie I ÉTUDE DU PROFIL DE SOL ET DU SITE	
2 Le profil de sol et son protocole	2.1-1
2.1 Le profil de sol	2.1-1
2.2 Fiche de description du profil	2.2-1
2.3 Identification du profil	2.3-1
2.3.1 Situation, topographie et géologie	2.3-1
2.3.2 Données du profil.....	2.3-1
3 Étude du profil	3.1-1
3.1 Horizons.....	3.1-1
3.1.1 Numérotation, profondeur, limites	3.1-1
3.1.2 Symboles des horizons principaux	3.1-2
3.2 Esquisse du profil et signes.....	3.2-1
3.3 Structure.....	3.3-1
3.3.1 Formes de structure.....	3.3-1
3.3.2 Détermination pratique	3.3-2
3.4 Matière organique	3.4-1
3.5 Terre fine.....	3.5-1
3.5.1 Fractions	3.5-1
3.5.2 Texture de la terre fine, nature du sol.....	3.5-1
3.5.3 Détermination de la texture par test tactile.....	3.5-3
3.6 Pierrosité	3.6-1
3.7 Teneur en carbonates	3.7-1
3.8 Valeurs pH	3.8-1
3.9 Couleur.....	3.9-1
3.10 Prélèvement d'échantillons	3.10-1

4 Données sur le site et l'utilisation	4.1-1
4.1 Données générales sur le site.....	4.1-1
4.1.1 Altitude et exposition.....	4.1-1
4.1.2 Climat	4.1-1
4.1.3 Utilisation, végétation.....	4.1-2
4.1.4 Matériau parental	4.1-2
4.1.5 Éléments paysagers	4.1-3
4.1.6 Régions d'utilisation.....	4.1-5
4.2 Restrictions à l'utilisation et aménagements	4.2-1
4.2.1 État de la structure	4.2-1
4.2.2 Limitations.....	4.2-1
4.2.3 Restrictions à l'utilisation	4.2-2
4.2.4 Aménagements.....	4.2-2
4.2.5 Utilisation d'engrais.....	4.2-3
4.3 Évaluation / Aptitude	4.3-1
5 Désignation du sol (classification).....	5.1-1
5.1 Types de sol.....	5.1-1
5.2 Sous-types	5.2-1
5.3 Régime hydrique / Profondeur utile	5.3-1
5.3.1 Genre et degré d'hydromorphie	5.3-1
5.3.2 Profondeur utile et capacité de rétention d'eau facilement disponible	5.3-2
5.3.3 Groupes de régime hydrique	5.3-3
Partie II CARTOGRAPHIE DU SOL	
6 Préparation du projet	6.1-1
6.1 Formulation et planification du projet.....	6.1-1
6.2 Collecte des documents de base	6.2-1
6.3 Parcours de reconnaissance	6.3-1
6.4 Exploitation des photographies aériennes	6.4-1
7 Travaux de terrain.....	7.1-1
7.1 Établissement de l'inventaire des sols.....	7.1-1
7.1.1 Profils de sol	7.1-1
7.1.2 Sondages	7.1-2
7.2 Légende de travail (clé cartographique)	7.2-1
7.2.1 Codage de la légende de travail	7.2-2
7.2.2 Fichier.....	7.2-4

7.3	Lever cartographique.....	7.3-1
7.3.1	Terminologie de base	7.3-1
7.3.2	Documents de travail et matériel.....	7.3-2
7.3.3	La carte de terrain	7.3-3
7.3.4	Délimitation des surfaces	7.3-3
7.3.5	Variabilité des formes de sol et de terrain	7.3-5
8	Présentation des résultats.....	8.1-1
8.1	Mise au net de la légende de travail et de la carte de terrain.....	8.1-1
8.2	Code cartographique	8.2-1
8.3	Légende de la carte des sols	8.3-1
8.4	Élaboration de la carte.....	8.4-1
8.4.1	Teintes	8.4-1
8.4.2	Élaboration conventionnelle.....	8.4-1
8.4.3	Le traitement électronique des données dans la confection de la carte	8.4-1
8.5	Exploitation des cartes des sols.....	8.5-1
8.6	Notice explicative.....	8.6-1
 Partie III ESTIMATION DES SITES SUR LA BASE DE L'INTERPÉTATION DES CARTES DES SOLS		
9	Estimation de l'aptitude agricole d'un site.....	9.1-1
9.1	Introduction	9.1-1
9.2	Principes de base de l'estimation de l'aptitude agricole	9.2-1
9.2.1	Critères d'évaluation d'un site.....	9.2-1
9.2.2	Subdivision de la Suisse en six régions d'utilisation sur la base des conditions climatiques	9.2-1
9.2.3	Description des dix classes d'aptitude (sous forme résumée)	9.2-4
9.2.4	Interactions entre plusieurs caractéristiques du site.....	9.2-6
9.3	Caractéristiques du site et aptitude à l'exploitation agricole.....	9.3-1
9.3.1	Cadre d'interprétation des relations entre les principales caractéristiques des sols et les classes d'aptitude : aperçu pour les régions d'utilisation 1 à 4.....	9.3-1
9.3.2	Description des dix classes d'aptitude sur la base des caractéristiques du site.....	9.3-6
9.3.3	Clé pour la détermination des classes d'aptitude dans les régions d'utilisation 1 à 4	9.3-11
9.4	Prise en compte des interactions	9.4-1
9.4.1	Interactions entre le régime hydrique et la pente dans les régions d'utilisation 1 à 4	9.4-1
9.4.2	Autres interactions	9.4-6

10 Évaluation du risque de pertes d'éléments nutritifs par lessivage et lixiviation...10.1-1

10.1 La carte des risques en tant qu'outil	10.1-1
10.1.1 But de la carte des risques	10.1-1
10.1.2 Paramètres ayant une influence sur les pertes de substances nutritives	10.1-1
10.1.3 Niveaux de risque	10.1-3
10.1.4 Niveaux de risque et climat	10.1-5
10.1.5 Attribution des niveaux de risque aux caractéristiques du site	10.1-5
10.2 Notice complétant la carte des risques	10.2-1

11 Estimation de sols agricoles.....11.1-1

11.1 Généralités	11.1-1
11.2 Les niveaux de fertilité en tant que base d'estimation	11.2-1
11.3 Les différentes étapes de l'estimation d'un sol	11.3-1
11.3.1 Aperçu	11.3-1
11.3.2 Estimation de la profondeur utile de sols à perméabilité normale	11.3-3
11.3.3 Estimation des sols à nappe permanente et à nappe perchée	11.3-4
11.3.4 Estimation de la terre fine, du taux de pierrosité et du degré d'acidité de la couche arable.....	11.3-5
11.3.5 Estimation de la pente et du relief.....	11.3-7
11.3.6 Estimation de l'influence du climat	11.3-8

Indexes

Index bibliographique	
Index des figures	
Index des tableaux.....	

Annexes

Annexe 1 - Exemple d'estimation d'un site par l'interprétation de ses propriétés	
Annexe 2 - Explication concernant l'attribution du niveau de risque aux caractéristiques du site	
Annexe 3 - Création d'une carte des risques pour l'utilisation pratique.....	
Annexe 4 – Échelle de teintes pour la représentation cartographique	
Annexe 5 - Pente, mécanisation et aptitude à l'exploitation.....	
Annexe 6 - Transformation de la valeur nette du sol en valeur de taxation.....	
Annexe 7 - Glossaire.....	

Zusammenfassung

Die vorliegende Schrift „Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden“ stellt den heutigen Stand einer 30 jährigen Methodenentwicklung zur Bodenkartierung in der Schweiz dar. Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Zürich-Reckenholz, schafft damit Voraussetzungen für ein einheitliches Vorgehen beim Kartieren der Landwirtschaftsböden und bei der Kartenauswertung für praktische landbauliche Zwecke, nachdem diese Art von Standortforschung privatisiert worden ist.

Entsprechend dem Ablauf eines Kartierungsprojektes ist das Dokument dreigeteilt:

Teil I: Untersuchungen am Bodenprofil und am Standort

Bevor die flächenhafte Verbreitung der unterschiedlich ausgeprägten Böden untersucht und schliesslich als Bodenkarte dargestellt werden kann, sind repräsentative punktförmige Untersuchungen des Bodens im Gelände nötig (Standard- oder Referenzprofile). Methoden zur Beschreibung des Standortes (Situation/Topographie, Klima, Geologie, Vegetation) und zur Analyse des Bodenprofils sind aufgeführt. Wo nötig wird auf weiterführende Fachliteratur verwiesen. Wesentlich ist die Erfassung der Horizontmerkmale bezüglich der Textur- und Gefügeklassen, des Chemismus sowie der Profilm Merkmale Wasser- und Lufthaushalt und der pflanzennutzbaren Gründigkeit. Die morphologische Kennzeichnung des Profils mit Symbolen, Signaturen und Farbcodes wird beschrieben.

In Beispielen wird gezeigt, wie solche Daten in übersichtlicher und EDV-kompatibler Struktur erfasst werden können. Dabei kommt ein Datenschlüssel und ein Formblatt zur Anwendung, die von der FAL entwickelt wurden. Der Datenschlüssel schafft die nötige Verbindung zur Klassifikation des untersuchten Bodenprofils.

Die Methoden zur profilumfassenden Bodenklassifikation und -Nomenklatur werden nur in den Grundzügen dargelegt. Es wird auf das 1992 publizierte Dokument „Klassifikation der Böden der Schweiz“ verwiesen. Zusätzlich werden hier jedoch die „Bodenwasserhaushaltsgruppen“ als Zusammenfassung der beiden Merkmale „Wasserhaushalt“ und „Pflanzennutzbare Gründigkeit“ definiert. Diese Gruppen bilden die Grundlage für eine anwenderfreundliche Interpretation der Bodenkarten im Hinblick auf pflanzenbauliche und ökologische Fragen. Als Ergänzung wird eine präzisierende Definition der verschiedenen Untertypen mit Fremd- oder Stauwasser aufgrund morphologischer Vernässungsmerkmale angegeben. Sie dient der gegenseitigen Abgrenzung der Wasserhaushaltsgruppen. Für praktische Empfehlungen zum bodenschonenden Anbau und zu Bodenmeliorationen ist eine Interpretation aufgrund des Untertyps angebracht.

Teil II: Bodenkartierung

Es werden die Methoden zum flächenmässigen Erheben der vielfältigen Böden im Gelände beschrieben, also zur Bodenkartierung im engeren Sinn. Hier ist eine wesentliche Methodenentwicklung im Gang mit dem Ziel, die zeit- und kostenaufwendige Feldarbeit zu reduzieren, ohne Aussagegenauigkeit einzubüssen.

Detaillierte Angaben über Hilfsmittel und Verfahren, die in der Projektvorbereitungsphase bereits zu sogenannten Konzept-Bodenkarten führen, werden dargelegt. Im Vordergrund stehen die Verwendung geeigneter, aktueller Grundlagendaten zu Klima, Geologie,

Vegetation und Relief sowie die Benützung von Luftphotos. Einzelheiten zum Vorgehen der Kartierung des Bodens in verschiedensten Projekten, wie zum Beispiel Detailkartierungen mit Darstellungsmassstab 1:5'000 oder halbdetaillierte Kartierungen für Landeskartenblätter im Massstab 1:25'000, werden aufgeführt und diskutiert. Dabei zeigt es sich, dass die Methodik der Kartierarbeit im Gelände nicht ganz einfach zu beschreiben ist. Wenn trotz meist grosser Bodenheterogenität gute Kartierarbeit erreicht werden will, braucht es nebst guten bodenkundlichen Kenntnissen auch genügend Kartiererfahrung.

In Ergänzung zu sorgfältiger und rationeller Geländearbeit kann das genannte Ziel auch mit leistungsfähigen Kartendarstellungsmethoden erreicht werden. Auf Weiterentwicklungen wird hingewiesen, vor allem auf dem Gebiet der automatischen Kartenerfassungs- und Druckverfahren, die auf geographischen Informationssystemen (GIS) basieren.

Teil III: Standortbeurteilung durch Interpretation von Bodenkarten

Dieser Teil beschreibt Anwendungen der Bodenkarten zur Lösung praktischer Landnutzungsprobleme. Im Vordergrund stehen die Beurteilung der landbaulichen Nutzungseignung, des Risikos für Sicker- und Abschwemmverluste von Nährstoffen und der Landbewertung. Die wichtigsten, an der FAL entwickelten und verbreitet angewendeten Verfahren werden dargestellt. Es wird auf Wechselwirkungen zwischen zwei verschiedenen Standortmerkmalen eingegangen. Die vorgestellten Entscheidungstabellen, mit denen im konkreten Fall die zutreffende Eignungsklasse, Risikostufe oder Bodenpunktzahl abgeleitet werden, sind immer als Rahmen zu verstehen. Sie können wohl in häufig vorkommenden Merkmalskombinationen die richtige Interpretation der Bodenkarte ergeben; in Einzelfällen und bei spezieller regionaler Bedingung muss der Kartierer jedoch kleine Anpassungen vornehmen.

Résumé

Ce manuel de cartographie et d'estimation des sols agricoles représente l'état actuel d'une méthode de cartographie développée en Suisse depuis une trentaine d'années. La FAL fournit ce faisant une marche à suivre devant permettre aux organismes privés chargés désormais des études de sol d'opérer de manière uniforme lors de l'élaboration des cartes des sols agricoles et lors de leur interprétation agronomique.

Les trois parties de ce manuel correspondent aux étapes de tout projet cartographique.

Partie I : étude du profil de sol et du site

La recherche de l'extension spatiale des divers sols d'une région et sa représentation finale sous forme d'une carte des sols doit être précédée d'observations ponctuelles à des sites admis comme représentatifs (profils-standards ou de référence). On décrit les méthodes de description du site (situation, topographie, climat, géologie, végétation) et de l'analyse du profil. Le cas échéant, le lecteur est renvoyé à la littérature spécifique. Une importance cruciale est accordée à la saisie des caractéristiques des horizons en ce qui concerne les classes de texture et de structure, le chimisme, ainsi que de celles de l'ensemble du profil pour le régime hydrique, l'aération et la profondeur utile. On décrit la représentation des caractéristiques du profil à l'aide de symboles, pictogrammes et code de couleurs.

Des exemples montrent comment ces informations peuvent être saisies selon une structure à la fois claire et compatible avec un traitement électronique des données. On présente à cet égard une formule ad hoc et une codification des données développées par la FAL. Le code choisi permet de classer et de dénommer le profil examiné. On se limite aux grandes lignes des méthodes de classification et de nomenclature des sols en se référant au document « Classification des sols de Suisse » paru en 1992 (respectivement en 2008 pour la traduction française). Seule est rajoutée ici la notion de « catégorie de régime hydrique » combinant les deux caractéristiques « d'économie en eau » et de « profondeur utile ». Cette notion est un outil commode pour résoudre des problèmes de production végétale et d'écologie. La distinction des sous-types selon l'eau de fond et l'eau de rétention se révèle particulièrement utile pour étayer des recommandations pratiques ayant surtout trait aux cultures ménageant le sol et aux améliorations foncières.

Partie II : cartographie des sols

On décrit les méthodes du relevé régional des sols, c'est-à-dire de la cartographie au sens propre. Des efforts sont actuellement tentés pour réduire, sans perte d'information, la phase d'arpentage longue et coûteuse.

Les méthodes et moyens utilisés lors de la phase préparatoire pour passer aux cartes des sols dites conceptuelles sont présentés en détail : exploitation des données actualisées pertinentes sur le climat, la géologie, la végétation et le relief, emploi des photographies aériennes. On présente et commente par le menu le déroulement des opérations cartographiques dans les projets les plus divers, allant des cartographies de détail au 1:5'000 aux feuilles de la Carte nationale au 1:25'000. On notera ici que la méthode de cartographie de terrain ne se décrit pas

de manière simple. Un bon travail de cartographie sur des sols généralement hétérogènes nécessite aussi bien de solides connaissances en pédologie qu'une bonne expérience de cartographe.

Un produit cartographique de qualité peut être obtenu par le recours, en complément aux campagnes de terrain, à des procédés de restitution cartographique basés sur les systèmes d'informations géographiques (SIG).

Partie III : appréciation du site par interprétation des cartes des sols

Cette partie traite de l'utilisation des cartes des sols pour des questions touchant à l'exploitation des terres : aptitude agricole, risque de pertes de substances nutritives par infiltration et ruissellement, évaluation des terres. On présente les plus importantes méthodes développées et largement utilisées par la FAL. On présente également les interactions entre deux caractéristiques stationnelles. Les tableaux décisionnels destinés à déterminer, dans chaque cas concret, la classe d'aptitude, le degré de risque ou la cote, doivent toujours être pris comme des outils-cadres. Pour les caractéristiques pédologiques combinées usuelles, ces tableaux permettent l'interprétation correcte de la carte des sols; cependant, et dans des conditions régionales particulières, il incombe au cartographe de se livrer à de légers ajustements.

Traduction: Luc-François Bonnard

Introduction

1.1 But et conception du manuel de cartographie

1.2 Contenu et usages de la carte des sols

1. Introduction

1.1. But et conception du manuel de cartographie

La présente publication traite de la **méthode de cartographie** des sols développée à la FAL (avant 1996 : FAP) de Zurich-Reckenholz, en particulier pour les **sols agricoles**. Elle vise à uniformiser les critères et les directives dans le lever de la répartition des sols et à permettre la comparaison des résultats. Elle doit en outre faciliter l'utilisation et la compréhension de la carte des sols.

À l'instar du « Manuel de cartographie des sols forestiers » (OFEFP 1996), cette publication doit être comprise comme une incitation et un encouragement, selon une formule d'ouvrages analogues parus par exemple en Allemagne (Bodenkundliche Kartieranleitung, AG Boden 1994), en France (Cartographies des sols, Legros 1996) ou en Autriche (Bodenzustandsinventur, Blum et al. 1989).

Pour pouvoir effectuer des cartographies, une formation approfondie en pédologie (cf. bibliographie) est tout aussi nécessaire qu'un manuel, aussi complet soit-il. En outre, il est indispensable de faire appel aux conseils d'un cartographe expérimenté durant la phase plus ou moins longue d'initiation à cette tâche.

La « Classification des sols de Suisse » existante représente une importante référence pour la cartographie. Cette brochure publiée conjointement par la Société suisse de pédologie (SSP) et la FAL (FAP 1992a¹) constitue à la fois un préalable et un complément à ce manuel.

Le manuel comprend trois parties. La première décrit la façon dont on examine un profil. La seconde présente la méthode de cartographie, des préliminaires à l'achèvement de la carte. Ces deux parties ont dans l'ensemble un caractère général, à savoir qu'elles s'appliquent tant à la cartographie des terres agricoles qu'à celle des forêts. La troisième partie décrit les possibilités d'application des cartes des sols en agriculture, y compris l'estimation des sols.

Ces bases sont publiées dans un classeur, de manière à pouvoir être modifiées et complétées à tout moment par la suite.

¹ la troisième édition (2008) est parue en traduction française (NdT)

1.2. Contenu et usages de la carte des sols

Par ses propriétés de filtre, tampon, régénérateur et de phytosupport, le sol tient une place centrale dans un espace naturel. C'est pour cette raison que la carte des sols est un document de base de haute valeur informative.

Les cartes des sols renseignent sur la **répartition** et les **caractéristiques** des sols d'une région ou d'un paysage donné. Elles y ajoutent des informations sur le **matériau parental** (roche-mère, substrat), les **processus génétiques** ou la classification des sols. Elles trouvent des utilisations dans :

- **l'agriculture et la sylviculture** : conseils pour une utilisation adaptée au milieu, le choix des essences, le travail et l'amélioration du sol, le potentiel de rendement, etc.
- **la planification locale et régionale** : documents de travail pour la détermination des bonnes terres polyvalentes (surfaces d'assolement) ; plans d'utilisation, etc.
- **la protection de l'environnement** : base pour la protection du sol, des eaux, ainsi que document de travail pour les études d'impact, etc.
- **la recherche sur les espaces naturels** : aide en science du sol (recherche et enseignement), en botanique (phytosociologie), zoologie (pédobiologie), géographie (géomorphologie, écologie du paysage), géologie, géotechnique (substrat et matériau de construction), hydrologie etc.

Les cartes des sols, en fonction de leur **échelle**, donnent une vue d'ensemble régionale ou des informations utilisables au niveau de la parcelle.

Les cartes à **petite échelle**, comme la Carte des aptitudes des sols de la Suisse au 1:200'000 (DFJP, 1980), donnent une vue d'ensemble des conditions pédologiques sur le plan national.

Elles étayent des questions à caractère interrégional. On y représente non plus des sols uniques, mais seulement des associations de sols qui reflètent les propriétés essentielles respectivement des types paysagers, des roches de départ et du relief.

Les cartes des sols **mi-détaillées** à l'échelle du 1:25'000 donnent des indications au plan régional sur les sols et leurs aptitudes agricole et sylvicole. Elles sont souvent trop imprécises pour juger le sol au niveau de la parcelle. Elles constituent en revanche une base précieuse et utile pour des aménagements régionaux et écologiques touchant toute une région (fig. 1) (MÜLLER, ZIHLMANN, 1987).

Les cartes de détail à **grande échelle** 1:1'000 à 1:10'000 sont nécessaires pour l'estimation des parcelles, par exemple lors de remaniements, pour des gestions agricoles et sylvicoles, de même que pour des questions ayant trait à la fumure. A l'avenir enfin on fera de plus en plus appel à ce type de carte dans des études d'impact.

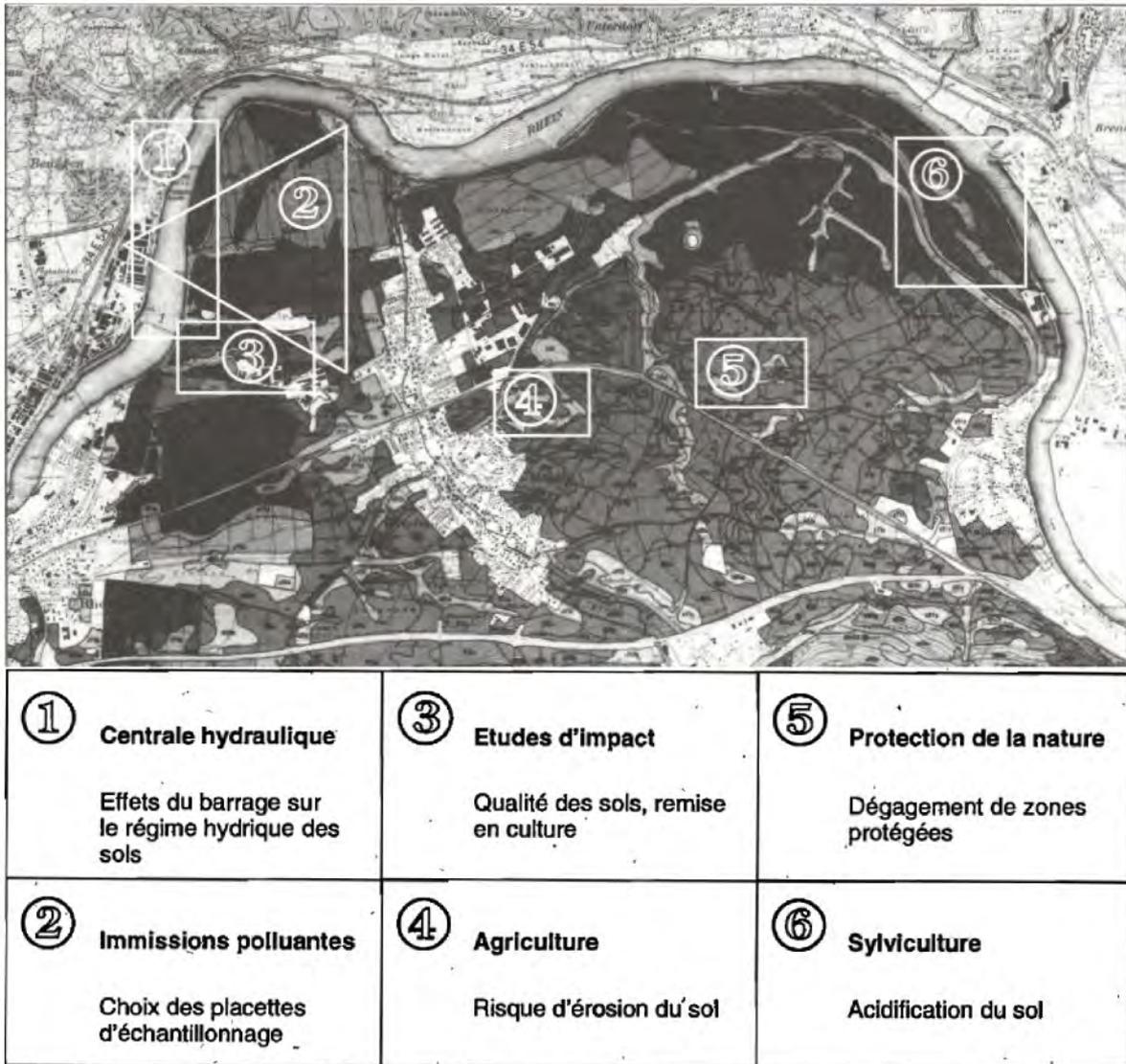


Figure 1.2a. Exemples d'utilisation d'une carte des sols au 1:25'000, feuille Rheinfelden (FAP 1993)

On constate que l'échelle d'une carte conditionne l'ouverture de la fourchette des unités cartographiques et l'étendue de leur contenu informatif. Il est important, en vue d'applications ultérieures, de délimiter des petites surfaces, lorsque la nature des sols varie rapidement et profondément. Les possibilités d'application spécifique d'une carte des sols dépendent donc de l'échelle choisie.

Partie I ÉTUDE DU PROFIL DE SOL ET DU SITE

Le profil de sol et son protocole

2.1 Le profil de sol

2.2 Fiche de description du profil

2.3 Identification du profil

2.3.1 Situation, topographie et géologie

2.3.2 Données du profil

Partie I ÉTUDE DU PROFIL DE SOL ET DU SITE

2. Le profil de sol et son protocole

Le levé cartographique de la répartition spatiale des sols est généralement précédé de la constitution de l'inventaire des sols (point 7.1) de la région considérée sur la base de l'examen d'un nombre approprié de profils. La FAL utilise à cet effet le formulaire « fiche de profil » (fig. 2.2a et annexe 1). Les diverses rubriques du relevé du profil sont présentées aux chapitres 2 à 5 dans leur ordre d'apparition sur ce formulaire.

2.1. Le profil de sol

On appelle profil de sol une mise à nu verticale du terrain qui présente tous les horizons jusqu'au matériau parental (fig. 2.1a). Les profils de sol servent au relevé détaillé des caractéristiques du sol de même qu'au jugement de son rôle vis-à-vis des plantes.

La profondeur de la mise à nu doit être au moins suffisante pour dégager tous les horizons constitutifs du sol pris en compte pour juger ce dernier en tant que facteur de site (fig. 2.1b). Dans le cas de fosses, le plancher de celles-ci peut être sondé pour atteindre des couches plus profondes. Une fosse doit avoir au moins 60 cm de large pour pouvoir y travailler confortablement. Sa longueur correspond à environ une fois et demie sa profondeur.

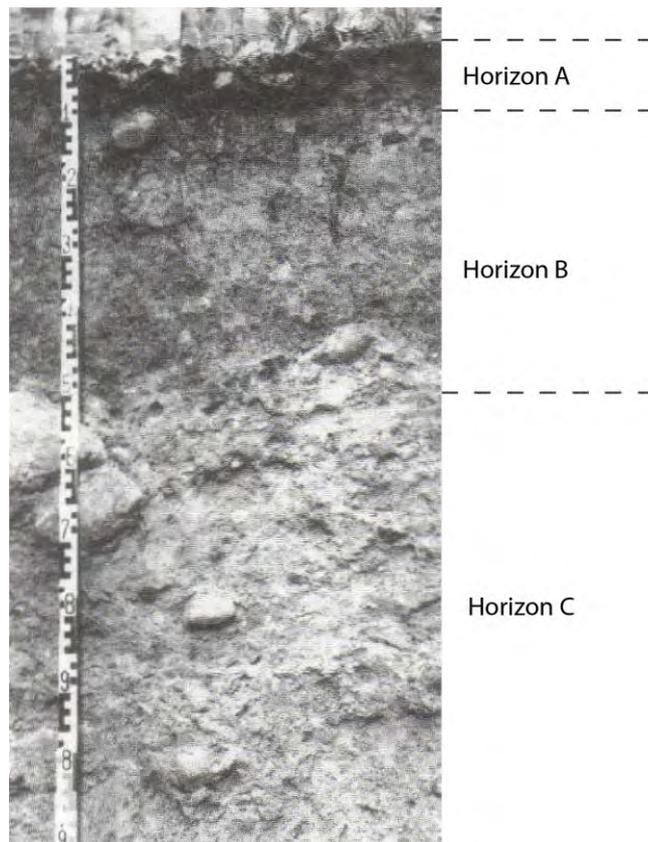


Fig. 2.1a. Profil de sol avec horizons

Lors de l'excavation, la couche supérieure et la couche sous-jacente du sol sont déposés séparément afin d'être replacés dans l'ordre originel au moment du rebouchage de la fosse. La partie située au-dessus de la paroi frontale de la fosse doit être gardée soigneusement intacte pour ne pas fausser les examens et la prise d'échantillon. Orienter chaque fois que c'est possible la fosse de telle sorte que la paroi examinée (paroi frontale) soit bien éclairée au moment de l'examen. Sur pente, la paroi frontale sera aménagée en amont.

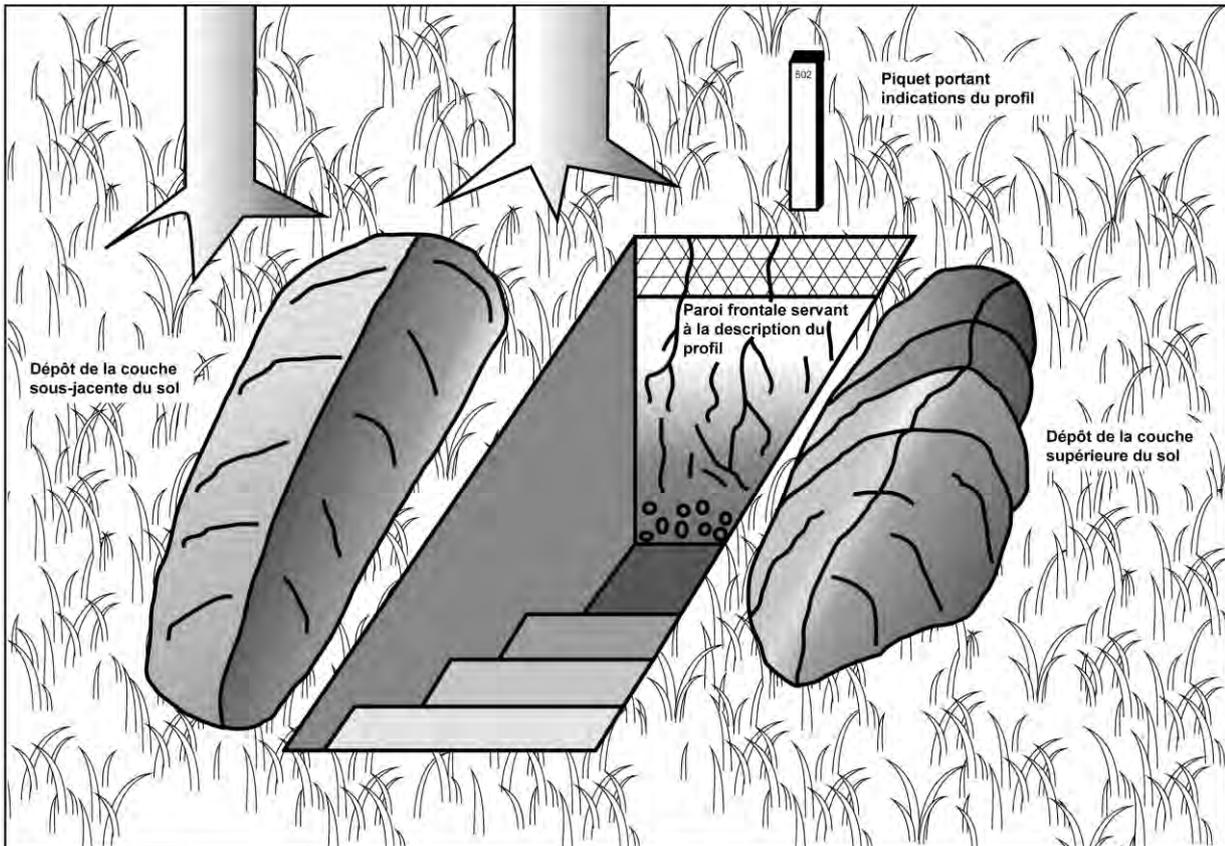


Fig. 2.1b. Schéma d'une fosse d'examen

Attention: Les fosses doivent être sécurisées

- clôturer les profils
- tenir compte du risque d'effondrement

2.2. Fiche de description du profil

L'examen du profil est consigné sur un formulaire imprimé (fiche de profil). Celui-ci doit comporter au moins les rubriques suivantes :

- désignation de l'emplacement et identification des alentours immédiats
- esquisse du profil et des examens à faire
- appréciation du point de vue pédologique, agronomique et, éventuellement, phytosociologique

La « fiche de profil » de la FAL peut servir de modèle (fig. 2.2a et annexe 1 17) ; elle peut être utilisée pour les champs comme pour les forêts. Un système de codage permet un traitement électronique ultérieur des résultats.

Situation		Topographie / Géologie		Données du profil												
				Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date		Désignation du profil						
				1	2	3	4	5		6			7			
				8 Commune						Comm. N°						10
				9 Canton												
				Localité												11
				Toponyme												
				12 N° feuille 1:25'000		Coordonnées		13					14			
													15			
				Code cartographique												
Remarques				Désignation du sol												
										Type de sol	16					17
										Sous-type					18	
										Pierrosité		19				20
										Texture de la terre fine		21				22
										Groupe du régime hydrique					23	
										Profondeur utile		cm				24
										Pente		25 %		Forme du terrain		26
Relevé du profil																
27	28	29/30		31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	41	(43)	42	44/45	46/47	48 - 55		56
Horizon		Croquis du profil		Structure	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0-2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)		Echantillons remarques	
N°	Profondeur	Description														
		0														
		10														
		20														
		30														
		40														
		50														
		60														
		70														
		80														
		90														
		100														
		120														
		140														
		160														
		180														
Profondeur du profil		57														
Site				Evaluation / Aptitude												
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Elément du paysage		Zone du cadastre agricole		Classe d'aptitude	Fonilage du sol	Catégorie d'exploitation		Classe d'exploitation			
58	59	60	61	62/63	64	65	60 b		73	74	75		76			
Restrictions à l'utilisation / Aménagements																
Etat de la structure		Limitations		Restrictions à l'utilisation				Aménagements constatés		Aménagements recommandés		Utilisation d'engrais solides		Utilisation d'engrais liquides		
66		67		68				69		70		71		72		
Forêt																
Forme d'humus	Peuplement	Hauteur arbres, m estim.		Réserves, m ³ /ha mes. / estim.		Age (ans) mes. / estim.		Association	Espèces d'arbres adaptées				Capacité production Classe / Points			
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109				110	111		

Fig. 2.2a. « Fiche de profil » de la station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture de Zurich-Reckenholz (FAL) (cf. annexe 1).

La **description du profil débute** par un examen global de la paroi frontale de la fosse où sont relevées des caractéristiques visibles (litière, racines, galeries de vers de terre, pierres, signes d'hydromorphie, etc.) Puis les horizons sont délimités et leurs propriétés notées (structure, matière organique, texture, etc.). L'expérience a montré que cette opération est facilitée par un alignement dans l'ordre de fragments de sol issus des horizons successifs sur une planchette.

Les caractéristiques sont soit estimées (texture, matière organique), soit mesurées avec une instrumentation simple (pH). Les résultats sont inscrits dans la fiche de profil et selon les cas doublés de données mesurées en laboratoire sur des échantillons prélevés.

Les résultats consignés permettent de classer le sol par type, sous-type, forme, forme locale. L'évaluation de l'aptitude stationnelle se fait en tenant compte des limitations constatées au niveau du sol, du climat, de la topographie, etc. pour les cultures agricoles. Si nécessaire, le sol est aussi estimé par une cote.

Les diverses rubriques de la « fiche de profil » de la FAL sont passées en revue ci-après. Les aspects et interprétations relatifs à la sylviculture ne sont pas traités dans cette publication (voir Manuel Cartographie des sols forestiers, OFEFP 1996)

2.3. Identification du profil

Un système pour la désignation et l'identification des emplacements de profils est nécessaire pour l'étude et le classement de séries de profils d'une certaine importance. Il comprend les plans de la situation, la topographie et la géologie, ainsi que d'autres données générales (fig. 2.3a).

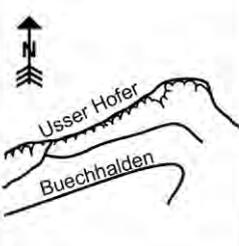
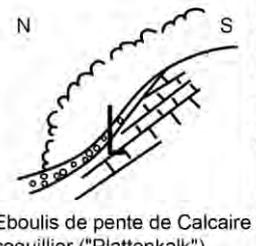
Situation	Topographie / Géologie	Données du profil									
	 <p>Eboulis de pente de Calcaire coquillier ("Plattenkalk")</p>	Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date		Désignation du profil			
		1	2	3	4	5		6	7		
		6	241	B	AR/TS	28	08	1987	WI	505	
		8	Commune Oberhofen						Comm. N°	261	10
		9	Canton AG						Localité Toponyme Buechhalden		11
12	N° feuille 1:25'000	1049	Coordonnées	13	651	350	267	840	14		
	Code cartographique	cK 3 12 -13 3							15		

Fig. 2.3a. Exemple d'esquisses de la situation, de la topographie, de la géologie, et autres données générales

2.3.1. Situation, topographie et géologie

Chaque emplacement doit être signalé sur une esquisse de situation (on peut utiliser aussi un extrait de la carte nationale au 1:25'000).

Le contexte géologique est indiqué avec une coupe topographique. Préciser sous forme d'esquisse l'orientation de la coupe.

2.3.2. Données du profil²

Les « données du profil » comprennent notamment les points suivants :

- Clé de données :** Version de la « fiche de profil » utilisée (des modifications sont apportées périodiquement). Actuellement, version n° 6.1 (=6^e version révisée)
- Type de profil :** Genre de coupe de terrain où est relevé le profil:
 - F fosse
 - T talus
 - C carottier hydraulique.
 - H tarière à main
 - U « Pürkhauer »
 - X autres

² Les codes et les types de profils ne correspondent plus à la fiche de profil FAL 2015 (NdT)

- **Pédologue :** Nom (initiales) de l'examineur

- **Désignation du profil :** La Station fédérale de recherche de Zurich-Reckenholz a attribué à chaque profil un code régional et un numéro.
 - code régional (sigle) : désigne un groupe régional de communes. Ce sont deux lettres (p.ex. ND =Nods, Prêles, Diesse, Lamboing)
 - numéro : en série continue par région, champs et forêts étant séparés. Débute avec 1 pour champs (ND 1, ND2, ...), avec 500 pour forêts (ND 500, ND 501).

Remarque : les codes régionaux ne sont pas publiés. Ils peuvent aussi être remplacés par le numéro ou le nom de la commune.

- **Coordonnées :** – Elles servent à identifier clairement l'emplacement du profil

- **Code cartographique :** – Code du profil de sol selon les critères de codage des légendes de travail (point 7.2.1).

Étude du profil

- 3.1 Horizons
 - 3.1.1 Numérotation, profondeur, limites
 - 3.1.2 Symboles des horizons principaux
- 3.2 Esquisse du profil et signes
- 3.3 Structure
 - 3.3.1 Formes de structure
 - 3.3.2 Détermination pratique
- 3.4 Matière organique
- 3.5 Terre fine
 - 3.5.1 Fractions
 - 3.5.2 Texture de la terre fine, nature du sol
 - 3.5.3 Détermination de la texture par test tactile
- 3.6 Pierrosité
- 3.7 Teneur en carbonates
- 3.8 Valeurs pH
- 3.9 Couleur
- 3.10 Prélèvement d'échantillons

3. Étude du profil

Ce chapitre contient les bases théoriques pour la description d'un profil de sol. Celles-ci sont tirées pour l'essentiel de la « Classification des sols de suisse » (SSP 2008).

Relevé du profil															
27	28	29/30		Croquis du profil	31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56
Horizon			Description		Struc-ture	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques
N°	Profondeur														
		Ol	0												
1	0	Ah	10		gr2-po3	9	40	44	16	10	25	+	6,7	10YR 2/2	a
2	20	(A) B	50		gr2-po3	3	18	52	30	10	30	++	7,2	7,5YR 4/4	b
3	70	Ck	90				12	55	33		80	+++	7,5	2,5YR 5/3	
Profondeur du profil		57													

Fig. 3.1a. Exemple de description de profil

3.1. Horizons

Les horizons sont des zones d'aspects variés, à peu près parallèles à la surface du sol et qui se sont différenciées les unes des autres lors de la formation et de l'évolution du sol (altération, formation de l'humus, migration de substances, développement de la structure).

Chaque horizon est désigné par un numéro, une profondeur et un symbole.

3.1.1. Numérotation, profondeur, limites

Les horizons sont numérotés de haut en bas. Une seule exception : la litière d'un an.

La profondeur de la limite supérieure de chaque horizon doit également être indiquée.

La netteté et le cheminement des limites sont indiqués (cf. 3.2, fig. 3.2a).

- tranchée : transition claire sur 3 cm
- nette : transition claire sur 5 cm
- diffuse : transition peu claire sur > 5 cm

3.1.2. Symboles des horizons principaux

Horizons principaux

Code	Description
O	Horizon d'accumulation organique contenant plus de 30 % de matière organique.
T	Tourbe avec plus de 30 % de matière organique formé en aérobie (eau de fond ou de nappe perchée).
A	Horizon de surface contenant moins de 30 % de matière organique dans la terre fine.
E	Horizon éluvial ou de lessivage ; appauvrissement en substances reconnaissable par exemple à une plus faible teneur en argile ou à une forte décoloration ; le résidu final de l'éluviation est souvent du sable de quartz.
I	Horizon illuvial ou d'enrichissement, placé au-dessous d'un horizon E ; les composés issus de la migration forment des revêtements, des pellicules, des concrétions, des croûtes et des concentrations de type colloïdal ou cristallin. Ce processus a pour effet d'accentuer l'intensité de la couleur ou de la rendre plus sombre.
B	Horizon sous-jacent, disposé au-dessous de l'horizon A ; caractérisé par une structure bien construite et la présence de minéraux secondaires, d'activité biologique et en général d'une colonisation par les racines ; la teneur en humus est inférieure à celle mesurée dans l'horizon A.
C	Roche-mère ou matériau parental, situé en règle générale au-dessous des horizons A ou B. De premiers signes d'altération peuvent être visibles, il n'y a pas ou peu de traces de formation de structure, d'activité biologique ou d'enracinement végétal.
R	Assise rocheuse dure.

Symboles complémentaires

Symbole	Signification
()	Horizon incomplètement exprimé. Par exemple « (A) » caractérise l'horizon de surface pauvre en humus d'un sol brut ou lithique.
[]	Horizon non continu. Par exemple « [A] » caractérise un matériau correspondant à celui de l'horizon A, dont la présence est limitée à des anfractuosités rocheuses ou se retrouve au sein d'un horizon plus profond.
1, 2, 3	Détail des sous-couches d'un même horizon, à mentionner seulement en conditions très particulières ; p.ex. pour caractérisent des états particuliers superposés de la matière organique de ces horizons (O11, O12 ; Of1 ; Of2 ; Tf1, Tf2, etc.) ; n'utiliser qu'exceptionnellement pour les horizons minéraux : (évent. Bw1, Bw2).
II, III	Couches géologiques différentes ; p.ex. horizon Ah dans loess sur horizon II Bw dans graviers, et plus bas, horizon III C dans moraine.
AB, BC	Horizon de transition ; a des caractéristiques de deux ou trois horizons.
A/E, B/C	Horizons complexes ; inclusions dans un autre horizon

Symboles de subdivision des horizons principaux

Minuscules servant à subdiviser et à préciser des horizons principaux ; elles sont adjointes aux majuscules. Combinaisons fréquentes.

Code	Signification
	État de la matière organique
l	Litière (angl. litter). Etat de décomposition des résidus végétaux peu avancé (plus de 90 % encore reconnaissable). Structure lâche ou feutrée. Les horizons Ol- sont très présents en forêt *).
f	Zone de fermentation (Förna) et de formation de moder. Peut contenir 30 – 90 % de résidus végétaux identifiables. Structure variable, fibreuse, floconneuse, feutrée, spongieuse ou même granuleuse. Codes combinés fréquents: Of, Tf *.
h	Zone de formation d'humus. Peut contenir un maximum de 30 % de résidus végétaux identifiables. L'humification est active, ce qui empêche l'accumulation de résidus. Dans un horizon Oh, la structure est colloïdale, spongieuse ou granuleuse. Dans un horizon minéral Ah, les substances humiques sont liées aux argiles, aux métaux ou aux ions alcalinoterreux *).
a	Zone hydromorphe de tourbière ou à anmoor, contenant 10 à 30 % de matière organique. Structure le plus souvent polyédrique à granuleuse. Il arrive parfois qu'un horizon Aa se développe en présence d'eau de fond ou de nappe perchée.
	*) Les sous-horizons Ol, Of et Oh sont parfois considérés comme des horizons principaux et désignés par les symboles L, F et H (RICHARD et al., 1978)
	Altération
ch	L'altération chimique totale du matériau parental est réalisée lorsque toutes les reliques rocheuses ont disparu et que le seul minéral primaire survivant est le quartz.
w	L'altération du matériau parental est en cours. De nombreux produits issus de l'altération et de néoformations sont visibles, les oxydes de fer liés aux argiles confèrent à l'horizon sa couleur uniforme brune typique (Bw). Il n'y a plus de calcaire dans la terre fine.
z	Désagrégation du matériau parental. L'altération physique prédomine, l'altération chimique se limite à la surface des pierres. Code combiné fréquent dans les sols bruts : Cz.
	Accumulation relative de constituants minéraux
fe	Teneur accrue en oxydes de fer, diffuse, sous formes de croûte, pellicule ou nodosité; Ifé dans un podzol.
ox	Enrichissement en oxydes de fer et d'aluminium sous formes séparées produisant une marmorisation. Structure en général poreuse.

Suite

Code	Signification
t	Relativement riche ou enrichi en argile ; horizon It d'un sol brun lessivé.
q	Enrichissement en résidus composée de quartz, p. ex. dans un horizon Eq.
État structural	
m	Massif. Zone indurée et cimentée par des carbonates, des oxydes de fer ou de l'acide silicique ; p.ex. horizon Ife,m (Ortstein) ou horizon lk,m (encroûtement calcaire).
p	Horizon de surface, labouré, p.ex. Ap ou Ahp.
st	Horizon structural ; structure agrégée nette, stable.
vt	Vertisolique (pélosolique) ; le sol, riche en argile, forme de profondes fissures lorsqu'il se dessèche ; les fissures peuvent contenir de la matière organique.
x	matériau compacté, tassé, mais non cimenté ; p.ex. horizon Bx ou horizon Bgg,x.
État des ions alcalins et alcalino-terreux	
k	Enrichissement en carbonates : p.ex. horizon Ik (efflorescences carbonatées) ou horizon Cz,k (altérations du calcaire).
na	Enrichissement en ions alcalins, attesté dès que la teneur en Na échangeable dépasse 15 % de la capacité d'échange de cations.
sa	Enrichissement en sels solubles ; horizon Isa (efflorescences salines).
Signes distinctifs d'anoxie (variations de potentiel redox)	
cn	Concrétion ou nodule de couleur foncée, à haute teneur en Fe ou Mn, indiquant de petites variations du potentiel redox. Code combiné fréquent: Bw,cn.
(g)	Taches de rouille peu exprimées, souvent visibles à l'intérieur des agrégats.
g	Taches de rouille d'intensité moyenne dans des horizons A-, B- ou C- de sols soumis à une hydromorphie temporaire ; taches nombreuses, petites et bien réparties, dont la surface totale ne dépasse pas 3 % de la coupe fraîche visible. Entre les taches, le couleur de la matrice reste brunâtre.
gg	Taches de rouille de forte intensité liées à une hydromorphie fréquente et une aération déficiente. De grosses taches occupent plus de 3% de la coupe fraîche visible. Entre les taches, la couleur de la matrice est grise.
r	Milieu en conditions réductrices durables, de couleur grise, gris-bleue ou noire. Lors de sa mise à l'air libre, ce milieu se réoxyde rapidement.
Signes de paléogénèse, comblements	
b	Horizon enfoui, recouvert de matériau quaternaire non altéré ou en cours de pédogénèse ; p.ex. horizon Ob, Ab, Bb.
fo	Horizon fossile, formé sous d'autres conditions de pédogénèse, souvent recouvert d'un sol jeune ou de matériau rocheux ; p.ex. horizons Ah,fo, Box,fo.
y	Dépôt d'origine étrangère, recouvrement, par exemple en cas d'inondation ou d'éboulement ³ .

³ „Aufschüttung“ traduit par: „décharge artificielle“ dans „Cartographie des sols forestiers“; „antropogène (dépôt artificiel)“ dans fiche FAL, „comblement, matériau étranger“ dans fiche traduction Neyroud (NdT)

3.2. Esquisse du profil et signes

Une esquisse graphique du profil est utile tant pour le classement du sol que pour son estimation. Des graphes sont prévus pour représenter les caractéristiques des sols (fig. 3.2a).

<p>Limite d'horizon</p> <ul style="list-style-type: none"> ----- diffuse - - - nette — tranchée V fissure ∩ poche == bas du profil 	<p>Matière organique (m.o.) Accumulation humifère aérobie</p> <ul style="list-style-type: none"> littière lâche littière en couche littière feutrée m.o. fibreuse m.o. granuleuse ou floconneuse matière humiques
<p>Pierrosité</p> <ul style="list-style-type: none"> (f) frais, non altéré (v) atlééré (+) calcaire (-) non-calcaire (H) bois (K) charbon 	<p>Substance organo-minérale</p> <ul style="list-style-type: none"> ////// neutre /x/x/x/ acide <p>Accumulation d'humus hydromorphe</p> <ul style="list-style-type: none"> tourbe peu décomposée tourbe assez décomposée tourbe trèsdécomposée
<p>Carbonates</p> <ul style="list-style-type: none"> ≈ efflorescence tuf ≈ limite 	<p>Matière illuvées et autres</p> <ul style="list-style-type: none"> /h Enveloppes d'humus ti humines te revêtements d'argiles pistes de ver escargots racines structure lâche compaction
<p>Hydromorphie</p> <ul style="list-style-type: none"> concrétions tache de rouille marmorisation anneaux de sesquioxydes r réduit 10.2.04 niveau d'eau (date) W sortie d'eau 	

Fig. 3.2a. Graphes courants (adapté d'après SSP 2008).

3.3. Structure

La structure est l'agencement spatial des constituants solides du sol et des espaces interstitiels. Elle conditionne l'enracinement des plantes et le régime en eau, en air et en chaleur.

3.3.1. Formes de structure

On distingue fondamentalement des formes non structurées et structurées.

Formes non structurées

Ce sont des formes dans lesquelles les particules de sol ne sont pas agrégées.

Structure particulaire, granulaire (gn) :	les particules de sol sont juxtaposées de façon lâche. Caractéristique des sols sablonneux.
Structure cohérente (ko) :	masse uniforme, non subdivisée. Fréquente dans des sous-sols non aérés, très fins, de sols à texture fine.

Formes structurées (agrégats)

Les processus de formation du sol rassemblent les particules du sol en agrégats de formes et grandeurs diverses.

Structure grumeleuse (gr) :	Les grumeaux sont des agrégats arrondis, généralement très poreux. Ils sont le signe d'une haute activité biologique et sont principalement présents dans l'horizon humifère A.
Structure subpolyédrique (sp) :	Les particules ont des formes polyédriques à arêtes émoussées, de surface rugueuse. Les polyèdres sont la plupart poreux. Cette structure est caractéristique des sols sableux et limoneux.
Structure polyédrique (po) :	Les agrégats sont anguleux, diversement poreux, parfois enveloppés d'une pellicule argileuse. On les trouve généralement dans les sols limoneux à argileux.
Structure prismatique (pr) :	Les prismes sont des agrégats allongés verticalement. Ils sont dus à l'alternance du gonflement et du retrait du sol. Pellicule argileuse fréquente à la surface des agrégats. Structure typique des sols argileux.
Structure squameuse, en plaquettes (pl) :	Elle est faite d'agrégats aplatis, disposés horizontalement, à surface généralement rugueuse, plus rarement lisse. Elle est due souvent à une compaction mécanique, p.ex. dans une semelle de labour.

Taille des agrégats :	1 :	Ø	<	2	mm
	2 :	Ø	2 -	5	mm
	3 :	Ø	5 -	20	mm
	4 :	Ø	20 -	50	mm
	5 :	Ø	50 -	100	mm
	6 :	Ø	>	100	mm

3.3.2. Détermination pratique

La taille dominante des agrégats peut être déterminée en fractionnant ces derniers le long de leurs brisures naturelles. On peut en même temps observer s'il y a des revêtements ou des dépôts (pellicule argileuse, efflorescence calcaire). On peut s'aider pour cela d'une planchette, éventuellement avec une échelle centimétrique, sur laquelle on aligne dans l'ordre les fragments de sol prélevés dans les divers horizons ; la comparaison des structures en est facilitée.

3.4. Matière organique

On peut se faire une idée de la teneur en matière organique à partir de la teinte du sol (tab. 3.4a) : plus celle-ci est sombre et plus le taux en matière organique est élevé (cf. 3.9).

Tab. 3.4a. Classement des sols d'après leur teneur en humus (= teneur en matière organique)

Taux en carbone organique (% org. C)	Teneur en matière organique dans la terre fine (% en poids)	Désignation
< 1,2	< 2	pauvre en humus
1,2 - 3,0	2 - 5	faiblement humifère
3,0 - 6,0	5 - 10	humifère
6,0 - 12,0	10 - 20	riche en humus
12,0 - 18,0	20 - 30	très riche en humus
> 18,0	> 30	organique

[% de matière organique = % de carbone organique (C) x 1,72]

3.5. Terre fine

La terre fine est l'ensemble des constituants d'un diamètre équivalent inférieur à 2 mm. Elle est constituée d'humus et de particules minérales en fonction des horizons.

3.5.1. Fractions

La terre fine minérale est constituée de trois fractions principales, argile, silt et sable, qui peuvent être à leur tour subdivisées selon les besoins (tab. 3.5a).

Tab. 3.5a. Fractions de la terre fine minérale

Fractions principales	Ø	Sous-fractions	Ø
Argile	< 0,002 mm	Argile fine	< 0,0002 mm
		Argile grossière	0,0002 - 0,002 mm
Silt	0,002 - 0,05 mm	Silt fin	0,002 - 0,02 mm
		Silt grossier	0,02 - 0,05 mm
Sable	0,05 - 2,0 mm	Sable fin	0,05 - 0,2 mm
		Sable moyen	0,2 - 0,5 mm
		Sable grossier	0,5 - 2,0 mm

3.5.2. Texture de la terre fine, nature du sol

La texture de la terre fine, aussi appelée nature du sol, exprime la répartition de l'argile et du silt en pourcent de l'ensemble de la terre fine.

Si les parts de fractions granulométriques en pourcent du poids se rapportent exclusivement à la terre fine minérale, cela est expressément indiqué.

Les classes texturales sont les diverses proportions (en poids) des fractions ci-dessus : elles ont divers effets sur la perméabilité, le travail du sol, la capacité à retenir les substances nutritives, etc. On distingue 13 classes texturales (tab. 3.5b ; fig. 3.5a).

3.5-2

Tab. 3.5b. Classes texturales

Code	Classes texturales ⁴	Abréviation	% en poids de la terre fine minérale	
			Argile	Silt
1	Sable	S	< 5	< 15
2	Sable silteux	uS	< 5	15 - 50
3	Sable limoneux	IS	5 - 10	< 50
4	Sable fortement limoneux	IrS	10 - 15	< 50
5	Limon sableux	sL	15 - 20	< 50
6	Limon	L	20 - 30	< 50
7	Limon argileux	tL	30 - 40	< 50
8	Argile limoneuse	IT	40 - 50	< 50
9	Argile	T	> 50	< 50
10	Silt sableux	sU	< 10	50 - 70
11	Silt	U	< 10	> 70
12	Silt limoneux	IU	10 - 30	> 50
13	Silt argileux	tU	30 - 50	> 50

On peut aussi représenter les classes texturales dans un diagramme triangulaire (fig. 3.5a).

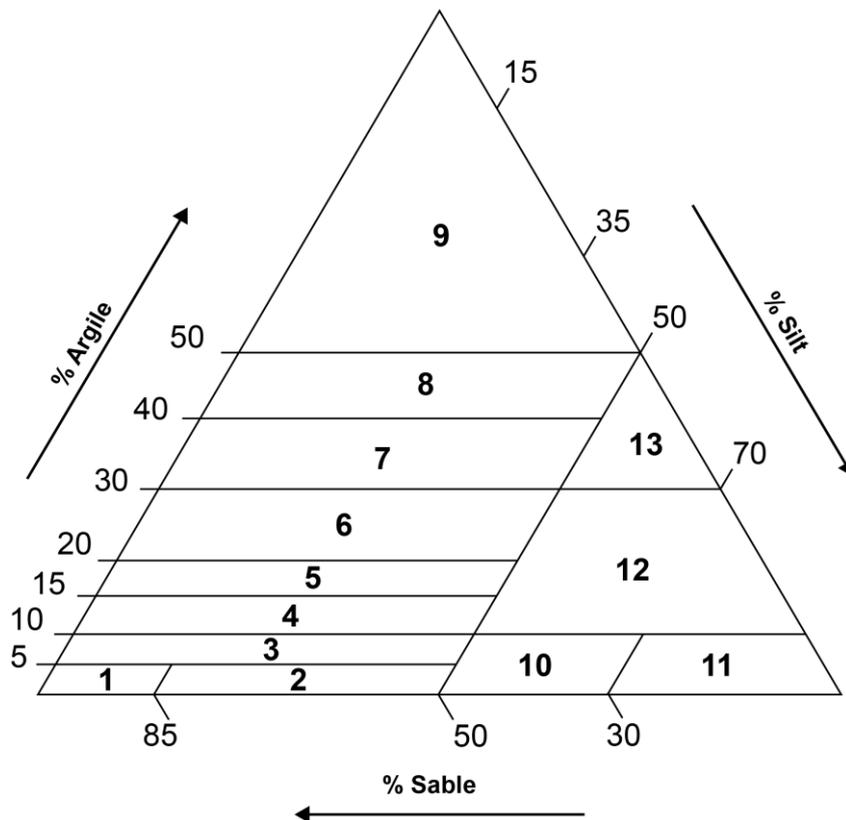


Fig. 3.5a. Diagramme des textures

⁴ Selon la Classification des sols suisses (désignations différentes dans la Cart. des sols forestiers et fiche de profil). (NdT)

3.5.3. Détermination de la texture par test tactile

Le test tactile permet avec un peu de routine et d'expérience de déterminer la texture avec assez de précision. Pour cela on triture et malaxe des morceaux de terre entre le pouce et l'index. On juge ainsi le grain, l'adhésivité et la malléabilité. Il faut pour cela que l'échantillon soit humide (humidifier si nécessaire). Les diverses fractions malaxées entre les doigts montrent les propriétés suivantes :

- argile : malléable, salissant, collant, lisse et surfaces de lissage luisantes
- silt : peu malléable, farineux, émiettable, non salissant, surfaces de lissage rugueuses
- sable : non malléable, non salissant, granuleux (perception des grains de sable)

Ces propriétés se mélangent selon les proportions des diverses fractions ; l'humus joue aussi un rôle (p.ex. dans l'horizon A) : il rend les sols riches en argile moins collants, ceux riches en sable plus cohérents.

On ne peut que recommander de comparer tout au long des travaux les estimations tactiles avec les données de laboratoire. Une série-étalon des classes les plus courantes peut aussi se révéler utile.

3.6. Pierrosité

La pierrosité est l'ensemble des constituants du sol plus gros que 2 mm. Les fractions définies sont elles-mêmes subdivisées en fractions fines et grossières (tab. 3.6a).

Tab. 3.6a. Fractions de la pierrosité

Désignation	Fraction	Ø
Pierrosité fine	gravier fin	0,2 - 2 cm
	gravier grossier	2 - 5 cm
Pierrosité grossière	petites pierres	5 - 10 cm
	grosses pierres	10 - 20 cm
	petits blocs	20 - 50 cm
	gros blocs	> 50 cm

Il y a 10 classes de pierrosité basées sur la fraction dominante et le pourcentage (en volume) des pierres dans le sol (tab. 3.6b).

Tab. 3.6b : Classes de pierrosité

Code	Désignation par fraction dominante	Abréviati on	Volume %	Désignation de la pierrosité totale	Abréviatio n
0	non pierreux, peu pierreux	skf, ska	< 5	non pierreux, peu pierreux	skf, ska
1	faiblement pierreux	sskh	5 - 10	faiblement pierreux	sskh
2	graveleux ¹	kh	10 - 20	pierreux	skh
3	caillouteux	sh			
4	très graveleux ¹	stkh	20 - 30	très pierreux	stskh
5	très caillouteux	stsh			
6	riche en gravier ¹	kr	30 - 50	riche en pierres	skr
7	riche en pierres	sr			
8	graviers ¹		> 50	extrêmement pierreux	eskr
9	éboulis, blocs				

¹ 1/3 au plus de pierrosité grossière

3.6-2

Pour les cartographies forestières et les cartes au 1:25'000 on se limite dans la règle à quatre classes de pierrosité (tab. 3.6c).

Tab. 3.6c. Classes de pierrosité pour cartographies forestières et cartographies du sol 1:25'000

Code	Désignation	Volume %
0	non pierreux	0
1	peu pierreux	< 10
2	pierreux	10 - 30
3	riche en pierre	> 30

L'estimation de la pierrosité est facilitée par la référence à des photos de profils ou d'horizons à pierrosité connue ou encore à des tabelles comparatives (fig. 3.6a).

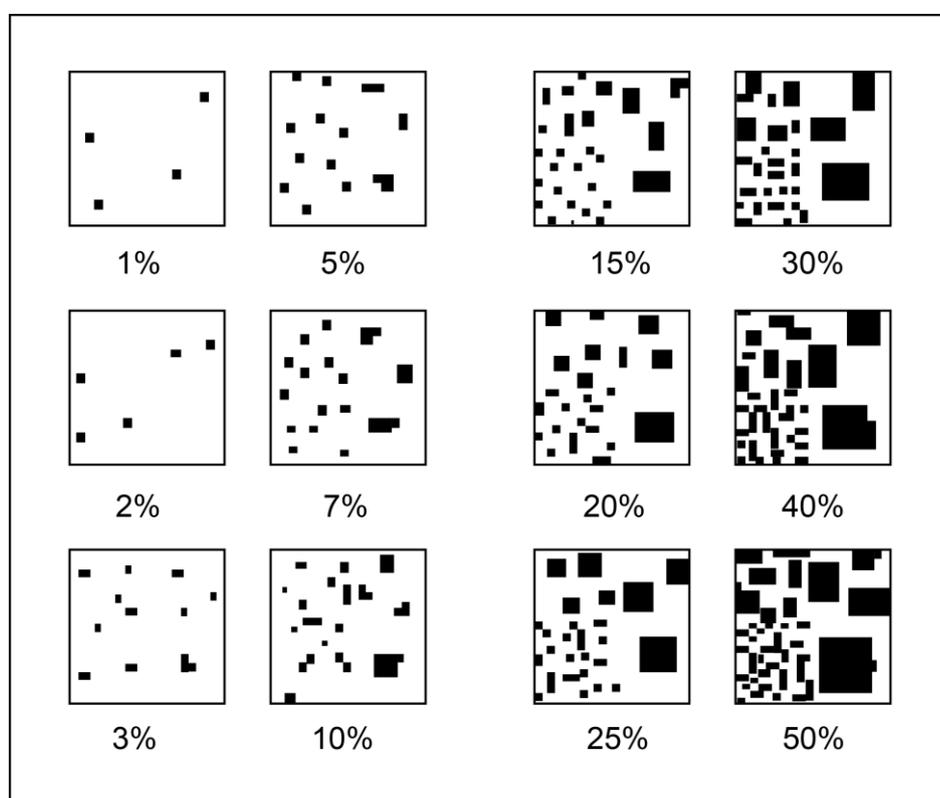


Fig. 3.6a. Tableau comparatif pour l'estimation des surfaces (d'après Oyama and Takehara 1967)

3.7. Teneur en carbonates

La répartition des carbonates dans les divers horizons du profil caractérise le degré de développement du sol. On peut estimer grossièrement la teneur en carbonates avec un acide dilué (tab. 3.7a).

Tab. 3.7a. Estimation de la teneur en carbonates avec un acide dilué (en. 10 - 20 % HCL)

Code	Réaction	Teneur en carbonates
0	pas de réaction, pas le moindre crépitement (terre fine et pierres)	pas de carbonates
1	réaction sur les seules pierres	pierrosité seule calcaire
2	légères effervescences ponctuelles	traces
3	faible effervescence	teneur < 2 %
4	effervescence modérée	teneur 2 - 10 %
5	effervescence marquée, durable	teneur > 10 %

3.8. Valeurs pH

Le pH exprime l'acidité de la solution du sol qui influence de diverses façons les propriétés du sol et les processus qui s'y déroulent (développement, disponibilité des substances nutritives etc.).

Il existe des pH-mètres portables de terrain pour la description de profils.

On peut obtenir des valeurs approchées avec des indicateurs de couleurs comme le pH-mètre par colorimétrie « Hellige ». Le tableau 3.8a donne les classes de valeurs pH et les correspondants approximatifs de la saturation en bases.

Tab 3.8a. Réaction du sol. Classement selon le pH.

Désignation	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	saturation en bases approximative (%)
très alcalin	> 8,2	> 8,2	100
alcalin	7,7 - 8,2	7,7 - 8,2	100
faiblement alcalin	7,3 - 7,6	6,8 - 7,6	100
neutre	6,8 - 7,2	6,2 - 6,7	> 80
faiblement acide	5,9 - 6,7	5,1 - 6,1	51 - 80
acide	5,3 - 5,8	4,3 - 5,0	15 - 50
très acide	3,9 - 5,2	3,3 - 4,2	< 15
très fortement acide	< 3,9	< 3,3	

3.9. Couleur

La couleur indique souvent le degré de développement d'un sol et peut beaucoup faciliter son classement. Par ailleurs, la couleur de l'horizon supérieur influence la température du sol.

La couleur se détermine à l'aide d'une table : MUNSELL-Standard Soil Color Charts. On procède avec ses trois composants : teinte, grisé et intensité.

• Teinte : (Hue)	gamme spectrale	10	YR	(orange-noir brunâtre)
		7,5	R	(rouge)
		5	Y	(jaune) (olive)
• Grisé : (Value)	mélange de noir et de blanc (9 mélanges) ; indication principalement du taux et de l'humification de la matière organique	1/., 2/.		sombre (noir)
		7/., 8/.		clair
		9/.		(blanc)
• Intensité : (Chroma)	est liée à la concentration, au degré de dispersion et au genre de coloris (8 niveaux)	. /1, . /2		pâle
		. /7, . /8		intense
Exemples:	horizon Ha d'un sol brun :	10	YR	4/2
	horizon It d'un sol brun lessivé :	7,5	YR	5/6
	horizon Cr d'un gley réduit :	5	Y	6/1

La couleur doit être mesurée sur échantillon humide (environ à la capacité au champ). Les échantillons trop secs doivent être humidifiés.

S'il y a plusieurs couleurs dans le même horizon (p. ex. taches de gleyification), on donne d'abord la teinte de la matrice, puis celle des inclusions ainsi que celles des concentrations de matière et des taches.

3.10. Prélèvement d'échantillons

Les relevés de profils sont régulièrement complétés par des analyses chimiques, physiques et minéralogiques en laboratoire. Il faut pour cela prélever des échantillons, soit perturbés (en sachets) soit, selon les cas, non perturbés (en cylindres). Il importe à chaque fois que l'échantillon soit représentatif de tout l'horizon. Les horizons échantillonnés sont marqués sur la fiche de profil par des lettres minuscules (de haut en bas).

Échantillons en sachet

Des échantillons sont ensachés pour déterminer les pH, les taux d'humus, les textures, les capacités d'échange cationique (CEC), etc. Quelques échantillons de terre fine sont prélevés pour cela sur la paroi propre et rafraîchie du profil, au milieu de la zone représentative à analyser (horizon) et transférées dans un sachet. Celui-ci est marqué du numéro du profil (code régional et numéro), de l'horizon échantillonné et de la profondeur (p.ex. Mi 92b 20 cm). Un kilogramme de terre fine suffit pour une série complète d'analyses de laboratoire. Il est recommandé de commencer les prélèvements au bas du profil.

Échantillons en cylindres rigides

Ce type d'échantillon est utilisé pour la détermination de la capacité de rétention en eau, de la porosité, de la densité apparente et du coefficient k (perméabilité). Un cylindre métallique inoxydable, de dimensions standardisées et pourvu d'un bord biseauté permet de prélever un volume précis de sol non perturbé. Le prélèvement est effectué par enfoncement vertical direct du cylindre ou par enfoncement du cylindre placé dans une douille à bord biseauté. Les appareils mobiles permettent de prélever des échantillons en cylindres sans devoir creuser de fosse. Cette opération doit être faite **avec le plus grand soin** car les résultats ultérieurs seront exprimés par rapport au volume du cylindre. Les horizons sont en général échantillonnés 5 fois (3 pour le coefficient k , 2 pour les porosités). Pour la recherche et la vulgarisation, il faut prélever de nombreux échantillons en cylindres afin de tenir compte avec une précision suffisante de la variabilité, qui est souvent très importante.

Données sur le site et l'utilisation

- 4.1 Données générales sur le site
 - 4.1.1 Altitude et exposition
 - 4.1.2 Climat
 - 4.1.3 Utilisation, végétation
 - 4.1.4 Matériau parental
 - 4.1.5 Éléments paysagers
 - 4.1.6 Régions d'utilisation

- 4.2 Restrictions à l'utilisation et aménagements
 - 4.2.1 État de la structure
 - 4.2.2 Limitations
 - 4.2.3 Restrictions à l'utilisation
 - 4.2.4 Aménagements
 - 4.2.5 Utilisation d'engrais

- 4.3 Évaluation / Aptitude

4. Données sur le site et l'utilisation

Pour pouvoir effectuer l'estimation d'un site, il faut disposer de données sur le climat, la topographie et le sol. Le climat détermine la diversité potentielle des cultures agricoles, la topographie joue un rôle important sur les possibilités d'exploitation effectives. Enfin, le sol en tant que facteur stationnel détermine la façon dont les plantes pourront exploiter le potentiel donné par le climat.

Pour les rubriques de la « Fiche de profil » ne concernant que la forêt, on se référera au Manuel Cartographie des sols forestiers » (OFEFP 1996).

Suivant la tâche à accomplir, il peut se révéler nécessaire de détailler les données indiquées ci-dessous (fig. 4.1a), par exemple si le relief est très irrégulier.

Site							Evaluation / Aptitude				
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Élément du paysage		Zone du cadastre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe d'exploitation
58	59	60	61	62/63	64	65	60 b	73	74	75	76
446	S	A3	KW	SC	a	1	1	3	76		2
Restrictions à l'utilisation / Aménagements											
Etat de la structure		Limitations		Restrictions à l'utilisation		Aménagements constatés		Aménagements recommandés		Utilisation d'engrais solides / liquides	
66		67		68		69		70		71 / 72	
1		G, S, U		B		-		-		2 / 2	

Fig. 4.1a. Données sur le site, l'évaluation/aptitude, les restrictions à l'utilisation et les aménagements (exemple).

4.1. Données générales sur le site

4.1.1. Altitude et exposition

L'altitude doit être donnée en mètres (sans les centimètres). Pour l'exposition, on utilise les huit abréviations internationales : N, NE, E, SE, S, SW, W, NW (0 = pas d'exposition).

4.1.2. Climat

Les deux facteurs climatiques les plus importants sont les précipitations et la température. Par leur influence sur la végétation, ils agissent directement et indirectement sur le développement du sol.

Le climat est caractérisé en considérant sur la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture de la Suisse, 1:200'000 (DFJP, 1977a) la zone climatique dans laquelle se situe le profil. Chaque zone est caractérisée par le régime pluviométrique (nombre) et la période de végétation (lettre), la durée de celle-ci correspondant à peu près aux conditions de chaleur selon les Niveaux thermiques de la Suisse, 1:200'000 (DFJP, 1977b). Le point 9.2.2 donne des précisions sur l'importance des zones climatiques pour l'estimation du site.

4.1.3. Utilisation, végétation

On indique l'utilisation ou la végétation au moment du relevé de profil. Les principales formes de végétation sont énumérées dans le tab. 4.1a.

Tab. 4.1a. Formes de végétation

Code	Végétation actuelle	Code	Végétation actuelle
TO	terre ouverte	PL	pelouse
PT	prairie temporaire	BU	buisson
PP	prairie permanente	FO	forêt
PA	pâturage	FR	friche
VE	verger	MA	marécage
VI	verger intensif	TB	tourbière
PO	potager	PN	prairie (naturelle)
PF	petit fruit	TA	terrain artificiel inculte
VI	vigne	XX	autres

4.1.4. Matériau parental⁵

On entend par matériau parental, dit aussi roche-mère ou substrat, le matériau résultant de processus géologiques à partir duquel le sol s'est formé. Le matériau parental influence beaucoup de propriétés du sol comme la texture, la structure, la porosité et la réaction. L'examen attentif du profil (pierres, texture, matière organique) permet de déterminer le matériau parental. Les cartes géologiques peuvent être utilement consultées (tab. 4.1b).

Tab. 4.1b. Matériau parental pour la formation du sol

Code	Matériau parental	Code	Matériau parental
TO	tourbe	MF	moraine de fond
TU	tuf	MA	marne
CL	craie lacustre	AR	argile
SA	sable	AT	argilite
LO	loess	GR	grès
EB	éboulement	CM	conglomérat
AL	alluvions	CA	calcaire (roche)
CO	colluvions	DO	dolomie
LP	limon de pente	GW	grauwacke ⁶
LL	limon lacustre	GT	granit
GV	gravier	GN	gneiss
MG	moraine graveleuse	SC	schiste
MO	moraine		

⁵ Selon „Classification des sols“, „Matériau de départ“ dans la Fiche de profil FAL (NdT)

⁶ Dans la fiche de profil FAL complété par „cornieule, dolomie vacuolaire“ (NdT)

4.1.5. Éléments paysagers⁷

Le relief est un facteur décisif du développement du sol. De lui dépend d'une part le régime hydrique (ruissellement, situation de l'eau phréatique), de l'autre, les processus d'érosion et d'accumulation.

On caractérise le macrorelief par l'élément paysager où se trouve le profil (fig. 4.1b). Puis on précise s'il s'agit d'une situation convexe (de perte), concave (de gain) ou équilibrée.

⁷ Selon „Classification des sols“. „Élément du paysage“ dans la Fiche de profil FAL (NdT)

4.1-4

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

Fig. 4.1b. Éléments paysagers

4.1.6. Régions d'utilisation⁸

Les zones climatiques de la Carte des aptitudes climatiques au 1:200'000 (Le délégué à l'aménagement du territoire 1977a) présentant des aptitudes équivalentes pour les cultures agricoles sont regroupées en six régions d'utilisation :

1. Région de grandes cultures avec assolements variés (zones climatiques A2, A3, B2, B3)
2. Région de transition à prédominance de grandes cultures (zones climatiques A4, B4, C3, C4)
3. Région de transition à prédominance de cultures fourragères (zones climatiques A5, B5, C5, D3, D4, E3)
4. Région de cultures fourragères (zones climatiques D5, E4, E5, F)
5. Région agricole avec utilisation spéciale (zones climatiques A1, B1, (A2, B2), C1, C2, D1, D2, E1, E2, E3, A6, B6, C6, D6, E6)
6. Alpagnes (zones climatiques G, (H))

Ces régions sont décrites en détail au point 9.2.2.

⁸ „Nutzungsgebiet“ : traduit par „zone du cadastre agricole“ dans la Fiche de profil FAL, „région d'utilisation“ dans la traduction de la Fiche FAL effectuée dans le cadre de la cartographie des sols de la plaine du Rhône, par „zone agroclimatique/utilisation“ dans une terminologie provisoire de l'OFEV sur fichier Excel. (NdT)

4.2. Restrictions à l'utilisation et aménagements

Sont notamment mentionnées sous ce point les mesures relevant de la technique culturale. Des informations plus détaillées sur leurs fondements théoriques peuvent être obtenues dans la littérature correspondante (par exemple Blume 1992, Blume et al. 1996, Kuntze et al. 1994, Scheffer/Schachtschabel 1992).

4.2.1. État de la structure

L'état actuel de la structure de la terre arable est étudié afin de relever la présence de dégâts éventuels causés par l'exploitation : compaction du sol au niveau des ornieres et de la semelle de labour, structures artificielles (blocs, mottes massives) résultant d'un travail du sol intensif et de la battance.

On distingue trois niveaux :

- 1 bon
- 2 modérément perturbé
- 3 très perturbé

L'état de la structure peut être évalué sur le terrain à l'aide des profils de sols, de carottes de terre ou du test à la bêche (p. ex. Hasinger et al. 1993).

4.2.2. Limitations

Les caractéristiques du sol, de la topographie et du climat ayant un effet limitatif sur l'exploitation doivent être mentionnées. Les plus fréquentes sont indiquées ci-dessous avec leur code.

Sol	Topographie	Climat
A Type de sol	L Position dans le relief	K Situation climatique
C Chimisme	N Pente du versant	H Altitude/étage de végétation
D Perméabilité	O Configuration de la surface	X Exposition
F Eau de fond		Y Précipitations
G Profondeur utile pour les racines		
I Eau de rétention		
S Squelette du sol		
U Sous-sol extrêmement perméable		
Z État de la structure		

4.2.3. Restrictions à l'utilisation

Les principales restrictions sont aussi codées. Pour éviter toute confusion, les abréviations utilisées sous les « limitations » (cf. 4.2.2) ne sont pas répétées. Seules les possibilités les plus fréquentes sont indiquées ci-dessous.

B	Exploitation mécanique	Q	Submersion, inondation
E	Érosion	R	Glissement de terrain
G	Profondeur	T	Portance ⁹
M	Microclimat (gel, vent, etc.)	V	Période de végétation
P	Recouvrement	W	Régime hydrique et aération

4.2.4. Aménagements

Des corrections de cours d'eau et des drainages de zones humides ont été effectuées au fil des siècles. Si l'influence de ces mesures peut encore être constatée à certains endroits, il faut le préciser.

La rubrique « Aménagements recommandés » permet d'indiquer les mesures d'amélioration foncière envisageables. La décision d'exécution relève de la compétence d'autres organes.

Pour que l'évaluation par différentes personnes soit la plus uniforme possible, les principales propositions sont désignées avec leur code.

Amélioration du régime hydrique et de Mesures de conservation du sol l'aération

WR	Conduites de drainage	EU	Épandage de sable
WM	Sous-solage au boulet	EH	Apports de terre végétale
WU	Ameublissement du sous-sol	ET	Labourage profond
WQ	Captage des sources	EB	Enherbement permanent
WG	Fossé de drainage	EF	Reboisement
WV	Réglage du cours d'eau évacuateur	EW	Protection contre le vent
WB	Irrigation	EG	Stabilisation de la structure

Aménagement de la surface

OE	Aplanissement
OS	Nettoyage
OT	Aménagement en terrasses
OR	Remise en culture

Correction du chimisme du sol

CK	Épandage de calcaire
CD	Complément de fumure
CS	Lessivage des sels
CA	Apport de supports absorbants

⁹ „Tragfähigkeit“ : Résistance dans fiche FAL (NdT)

4.2.5. Utilisation d'engrais

On distingue les niveaux de risques suivants pour une utilisation adaptée aux besoins des plantes et respectueuse de l'environnement :

1. risques faibles
2. risques moyens
3. risques élevés
4. risques très élevés

Pour plus de détails, cf. chap. 10 « Évaluation du risque de pertes d'éléments nutritifs par lessivage et lixiviation. »

4.3. Évaluation / Aptitude

L'estimation agricole d'un sol part d'une utilisation diversifiée et durable comme objectif idéal. Il faut pouvoir obtenir des rendements réguliers et élevés en limitant au maximum les frais et sans porter atteinte à l'environnement. En cas de restrictions de quelque nature que ce soit, il faut procéder à des déductions lors de l'évaluation.

Le niveau de fertilité¹⁰ et le pointage du sol en tant que grandeurs d'évaluation sont décrits en détail au **chapitre 11, Estimation de sols agricoles**. Les indications complémentaires à celles figurant sous les classes d'aptitude¹¹, comme les utilisations spéciales en grandes cultures, les données sur des cultures spéciales et des spécialités écologiques, sont à mentionner sont la rubrique « Aptitude¹² ».

¹⁰ „(Fruchtbarkeits)Stufe“ : traduction selon le classeur « Estimation des sols lors de remembrements » ; traduit par „classe d'aptitude“ dans la Fiche de profil ; „étage de fertilité/pointage“ dans traduction Neyroud. (NdT)

¹¹ „Eignungsklassen“, traduction selon la carte d'aptitude agricole du canton de Berne; terme traduit par „classes d'exploitation du sol“ dans la Fiche de profil, „classes de vocation du sol“ (trad. de la fiche par M. Neyroud), „classe d'aptitude agricole“ (terminologie provisoire de l'OFEV, fichier Excel.) (NdT)

¹² „(Nutzungs)Eignung“, traduit par „Catégorie d'exploitation du sol“ (fiche trad. FAL), „vocation du sol“ (fiche de profil trad. Neyroud), „catégorie d'utilisation“ dans terminologie provisoire de l'OFEV, fichier excel. (NdT)

Désignation du sol (classification)

- 5.1 Types de sol
- 5.2 Sous-types
- 5.3 Régime hydrique / Profondeur utile
 - 5.3.1 Genre et degré d'hydromorphie
 - 5.3.2 Profondeur utile et capacité de rétention d'eau facilement disponible
 - 5.3.3 Groupes de régime hydrique

5. Désignation du sol (classification)

Les sols sont classés à partir de la description du profil et du site et reçoivent une dénomination en fonction de leurs plus importantes caractéristiques.

Les bases utilisées sont la « Classification des sols de Suisse (SSP 2008), qui forme un tout avec la « Clé de classification des sols de Suisse (SSP 1996) et le présent « Manuel de cartographie ». Un bref aperçu de ces documents est reproduit dans ce chapitre. Le régime hydrique du sol et la profondeur utile sont toutefois traités de façon plus détaillée que dans les documents susmentionnés, car ils constituent les critères les plus importants pour la cartographie.

Remarques	Désignation du sol							
sol brun lessivé	Type de sol	16	T	1355	17			Point 5.1
typé	Sous-type	T2			18			Point 5.2
graveleux/riche en graviers	Pierrosité	19	2	6	20			Point 3.5
sable fortement limoneux/limon	Texture de la terre fine	21	4	6	22			Point 3.6
percolé	Groupe du régime hydrique				c	23		Tab. 5.3c
modérément profond	Profondeur utile	cm	69 cm	3	24			Tab. 5.3b
faiblement ondulé	Pente	25	2 %	Forme du terrain	e	26		Tab. 8.2b

Fig. 5.1a. Exemple de désignation du sol

5.1. Types de sol

Les sols dont l'origine, le régime hydrique, la constitution et les propriétés chimiques et minéralogiques sont similaires sont regroupés par types de sols. On trouvera ci-après un **aperçu du système de classification** avec une brève description des types de sol les plus fréquents :

I. CLASSE	1	2	3	4	5	6	7	8
Régime hydrique, structure, oxydo-réduction	percolé	rarement percolé	jamais percolé	à nappe perchée temporaire	à nappe perchée temp. + forte évaporation	à nappe permanente (hydromorphe)	à nappe permanente (hydromorphe), évaporation	périodiquement inondé

II. ORDRE	1	2	3	4	5
Éléments de la structure	reliques rocheuses	reliques + matière organique	min. sec. + reliques + mat. organique	min. sec. + mat. organique	matière organique

III. Famille	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Composants chimiques et minéralogiques	roche siliceuse domin.	roche silico-calcaire domin.	roche calcaire domin.	form. complexes d'argile + humus	format. complexes argiles + Fe-ox.	format. humates de Fe-Al	redox sur Fe + Mn	réduction du Fe dissolution perman.	mat. organique résiduelle	oxides de Fe- + Al résiduels

IV. TYPE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Substance : migration, lessivage, précipitation	ions Al actifs : lessivage	ions Ca : lessivage	bicarbonates Ca : lessivage	ions Na : migration	migration d'argile	Fe réduit dans la solution	Si : lessivage	humates de Al-Fe : migration	migration de Na et d'argile	lessivage de substances humiques

5.1-2

À partir de la classe, de l'ordre, de la famille et du type, on détermine la caractéristique dominante en notant le nombre correspondant. Les combinaisons fréquentes permettent de déterminer des types de sols avec leurs noms usuels.

Exemple :	classe +	ordre +	famille +	type	= type de sol
	1	3	5	2	sol brun
	6	3	7	6	gley oxydé
	6	5	9	2	moor

On trouvera ci-après une brève description des types de sols. Elles sont précédées du nom du type de sol, de l'abréviation utilisée sur les cartes (entre parenthèses), du code correspondant selon le système de classification et (si nécessaire) de l'abréviation du sous-type.

Sols percolés

Lithosol brut sur roche siliceuse (L) : 1112	Sol constitué d'éboulis rocheux siliceux avec début de pédogenèse. Pas encore d'horizon humifère.
Lithosol brut sur matériau parental silico-calcaire (U) : 1122, 1123	Sol constitué d'éboulis rocheux siliceux et carbonatés avec début de pédogenèse. Pas encore d'horizon humifère.
Lithosol brut sur calcaire (J) : 1133	Sol constitué d'éboulis rocheux carbonatés avec début de pédogenèse. Pas encore d'horizon humifère.
Sol humifère sur silicates (S) : 1211, 1212	Couche supérieure humifère ou avec matière organique brute sur matériau parental siliceux non altéré.
Lithosol humifère sur roche silico-calcaire (D) : 1222, 1223	Couche supérieure humifère ou avec matière organique brute sur roche silico-calcaire brute.
Lithosol humifère sur calcaire (C) : 1233	Couche supérieure humifère ou humus à mull sur roche calcaire brut.
Régosol (O) : 1322 ¹³	Sol peu développé, en général superficiel ; horizon humifère sur le matériau parental non ou peu altéré ; souvent riche en calcaire.
Fluvisol (F) : 1322, PA	Sol peu développé dans des alluvions fines.
Rendzine (R) : 1323 ¹⁴ , MM	Comme le régosol, sauf issu de roches calcaires ; couche de surface à mull (souvent très épais), gris-noir, sur un matériau parental non à peu altéré.
Sol brun calcaire (K) : 1353	Sol à horizons humifère et d'altération ; calcaire dès la surface.

¹³ Selon Manuel Cart. Sols forestiers et fiche FAL ; 1323 dans « Classification des sols Suisse »

¹⁴ Selon Manuel Cart. Sols forestiers;1333 dans « Classification des sols Suisse »

Sol brun (B) : 1352	horizons humifère et d'altération partiellement ou complètement dépourvus de calcaire ; neutre à faiblement acide, haute saturation en bases ; tire son nom de sa couleur brune.
Sol brun lessivé (T) : 1355	Semblable au sol brun, mis à part un déplacement d'argile de la couche supérieure du sol dans la couche sous-jacente ; d'où l'existence dans le haut du profil d'un horizon de lessivage d'argile, décoloré et en-dessous d'un horizon d'enrichissement d'argile brun rougeâtre ; non calcaire ; neutre à acide.
Sol brun acide (E) : 1351	Se différencie du sol brun par un pH plus bas ($\text{pH CaCl}_2 \leq 5$) et une moindre saturation en bases, respectivement une activité en Al plus élevée dans l'horizon B.
Podzol humo-ferrugineux (P) : 1368 ¹⁵	Sol acide à très acide ; lessivage du fer et de substances humiques : d'où un horizon de lessivage décoloré, cendreau dans le haut du profil et en dessous un horizon d'enrichissement de teinte rouille à brun-noir ; fréquente formation d'humus brut.
Podzol humique (H) : 136015	Sol très acide présentant des migrations de substances humiques issues de la couche d'humus brut à travers l'horizon de lessivage cendreau vers l'horizon de lessivage de matières humiques de couleur brun foncé. Horizon de lessivage de Fe absent ou peu marqué.
Sol ocre podzologique (Q) : 1361	Comme le podzol humo-ferrugineux mais avec un horizon lessivé peu marqué ; couche sous-jacente du sol semblable à celle du sol brun acide.
Phaeozem (Z) : 2342	Sol de couleur noirâtre se trouvant dans des régions au bilan hydrique climatique très négatif. Couche supérieure gris foncé, à mull, bien structurée. Couche sous-jacente avec une structure en agrégats. Classe « rarement percolé ».

¹⁵ Les dénominations et les numérotations de ces deux podzols diffèrent de celles de la Classification des sols

Sols hydromorphes à nappe perchée¹⁶

Sol brun - pseudogley (Y) : Les 40 premiers cm depuis la surface semblables au sol brun ; entre 4352¹⁷ 40 et 60 cm, signes marqués de nappe perchée (fortes taches de rouille).

Pseudogley (I) : Sol parfois souvent mouillé par la nappe perchée, y compris dans 4376 les 40 premiers cm (fortes taches de rouille).

Sols à nappe de fond ou de pente et périodiquement inondés

Sol brun-gley (V) : Les 40 premiers cm depuis la surface semblables au sol brun ; 6352 entre 40 et 60 cm commencent à apparaître de signes marqués d'hydromorphie (fortes taches de rouille).

Gley oxydé (W) : Sol périodiquement mouillé par la nappe de fond ou de pente de 6376 sorte que les fortes taches de rouille commencent à moins de 40 cm de profondeur et sont présentes jusqu'à au moins 60 cm de profondeur.

Gley réduit (G) : Hydromorphie permanente commençant au dessus de 60 cm de 6386 profondeur. Généralement avec enrichissement en humus, par exemple anmoorique, paratourbeux ou à mull.

Semi-moor¹⁸ (N) : Sol hydromorphe organique avec un couche supérieure très 6582 minéralisée et/ou des couches intermédiaires minérales ; degré d'hydromorphie dépendant du niveau de la nappe.

Moor¹⁹(M) : Sol hydromorphe organique avec très peu de composants 6592 minéraux.

Sol d'inondation (A) : Sol périodiquement inondé ; profil stratifié par divers dépôts 8322 successifs ; degré d'hydromorphie dépendant du niveau de la nappe de fond. Classe « périodiquement inondé ».

¹⁶ Traduction de « Stauwassergeprägte Böden » selon fiche FAL, traduit par « sols engorgés » dans Cart. sols forestiers; seulement « Sols à nappe perchée » dans Classification des sols (NdT)

¹⁷ Selon Classification des sols des Suisse (4356 dans Manuel Cart. sols forestiers)

¹⁸ Sol semi-tourbeux dans Cart. sols forestiers et fiche de profil

¹⁹ Sol tourbeux dans Cart. sols forestiers et fiche de profil

5.2. Sous-types

Les sous-types servent à préciser les types et à faire ressortir certaines propriétés du sol (tabl. 5.2a). Les désignations des sous-types portent surtout sur le régime hydrique (pour autant qu'il ne détermine pas déjà le type), la réaction, la structure, la structure du profil de même que la nature et le taux de la matière organique. Un même type de sol peut contenir plusieurs sous-types de sol.

Tab. 5.2a²⁰. Sous-types de sols et leurs abréviations (description complète voir SSP 2008)

Code	Signification	Code	Signification	Code	Signification
P	Discontinuités lithologiques	F	Distribution des oxydes de Fe	R	Nappe permanente stable
PE	érodé	FB	brunifié	R1	faiblement mouillé
PK	colluvial	FP	podzolique	R2	mouillé
PM	anthropogène	FE	enveloppes ferrugineuses	R3	fortement mouillé
PA	alluvial	FQ	à grains de quartz	R4	très fortement mouillé
PU	recouvert	FM	marmorisé	R5	détrempé
PS	sur marne de marais	FK	concrétions	D	Drainage
PP	polygénétique	FG	à taches grises	DD	drainé
PL	éolique	FR	rubéfié	M	Mat. organiques en milieu aérobie
PT	avec intercalation(s) de tourbe	Z	Structure, état	ML	à humus brut
PD	sous-sol très perméable	ZS	grumeleux, motteux (stable)	MF	à moder
V	Degré d'altération extrême	ZK	en mottes	MA	pauvre en humus
VL	lithosolique (< 10 cm de profondeur)	ZT	à recouvrements argileux	MM	à mull
VF	sur roc (10 - 60 cm de profondeur)	ZV	vertisolique	MH	riche en matières humiques
VU	crevassé	ZL	labile	O	Mat. organiques en milieu anaérobie
VA	karstique	ZP	pélosolique	OM	anmoorique
VB	en bloc	L	Assemblage des composants	OS	sapro-organique
VK	pséphitique (extrêmement graveleux)	L1	meuble	OA	para-tourbeux
VS	psammitique (extr. sa blonneux)	L2	compacté	OF	tourbeux superficiel
VT	pélitique (extrêmement fin)	L3	compact	OT	tourbeux profond
E	Degré d'acidité pH	L4	induré	T	Expression du type
E0	alcalin >	I	Nappe perchée	T1	peu typé
E1	neutre 6,2 -	I1	faiblement pseudogleyifié	T2	typé
E2	faiblement acide	I2	pseudogleyifié	T3	atteint/dégradé
E3	acide 4,3 -	I3	fortement pseudogleyifié	H	Netteté des horizons
E4	très acide 3,3	I4	très fort. pseudogleyifié	HD	diffus
E5	extrêmement acide	G	Nappe permanente à battements	HA	nettement délimité/transition abrupte
K	Teneur en carbonates	G1	humide en profondeur	HU	à horizons irréguliers
KE	partiellement décarbonaté	G2	faiblement gleyifié	HB	bioturbation, mélangé biologiquement
KH	carbonaté	G3	gleyifié	HT	labour profond, défoncé
KR	riche en calcaire	G4	fortement gleyifié		
KF	à efflorescences carbonates	G5	très fortement gleyifié		
KT	à tuf calcaire	G6	extrêmement gleyifié		
KA	sodique				

²⁰ basé sur „Fiche de profil“ et „Class. des sols“, différences par rapport à Cart. sols forestiers

5.2-2

Outre la pente, le facteur qui limite le plus fréquemment l'utilisation du sol est la hydromorphie. C'est pourquoi les tableaux ci-dessous (5.2b à 5.2d) présentent **un cadre élargi par rapport à celui de la « Classification des sols de Suisse » (SSP 2008) sur la façon de délimiter les différents sous-types d'hydromorphie** dans la pratique cartographique. Les critères de distinction sont les signes morphologiques d'anoxie (variations de potentiel redox) observables sur les profils de sol dans les fosses ou les carottes de terre. Les mesures du niveau de la nappe peuvent aussi se révéler utiles. Ce sont ces sous-types qui, avec la profondeur, permettent de déterminer le groupe de régime hydrique d'un site dans le cadre de projets de cartographique de sols (cf. 5.3). Le groupe de régime hydrique constitue le critère le plus important pour l'estimation des sites (chap. 9, 10 et 11).

Dans les sols drainés, l'évaluation de l'état actuel d'hydromorphie basée sur la seule morphologie se révèle souvent insuffisante. Dans ce cas, l'observation des puits de drainage, les mesures du niveau d'eau (par exemple dans des trous de forage) et l'observation de la végétation fournissent des indications supplémentaires.

Tab. 5.2b. Sous-types de sols mouillés par nappe perchée (I), caractérisés par l'intensité et l'emplacement des signes distinctifs d'anoxie dans le profil du sol ou par l'épaisseur (P) et la limite supérieure (L) des horizons hydromorphes

Sous-type		cn ou (g)		g		gg	
		P	L	P	L	P	L
I1	faiblement pseudogleyifié	> 20 cm	0 - 60 cm	> 20 cm ou ≤ 20 cm	60 - 90 cm ou 0 - 60 cm	> 20 cm ou ≤ 20 cm	en dessous de 90 cm ou 60 - 90 cm
I2	pseudogleyifié			> 20 cm	0 - 60 cm	> 20 cm ou ≤ 20 cm	60 - 90 cm ou 0 - 60 cm
I3	fortement pseudogleyifié					> 20 cm	40 - 60 cm
I4	très fortement pseudogleyifié					> 20 cm	0 - 40 cm

Lorsque les signes d'hydromorphie d'un profil de sol correspondent à différents sous-types, il faut retenir le sous-type le plus bas. Pour I1 et I2, il suffit qu'une condition sur deux indiquées pour P et L soit remplie.

La plus grande partie des sols du sous-type « fortement pseudogleyifiés » sont des sols bruns-pseudogleys. Les sols du sous-type « très fortement pseudogleyifiés » sont principalement constitués de pseudogleys.

Tab. 5.2c. Sous-types de sols en cas d'hydromorphie par nappe permanente à battement (G), caractérisés par l'intensité et l'emplacement des signes d'anoxie dans le profil du sol.

Sous-type	Limite supérieure horizon g	Limite supérieure horizon gg
G1 humide en profondeur	90 - 120 cm et	en dessous de 120 cm (si existant)
G2 faiblement gleyifié	60 - 90 cm ou	90 - 120 cm
G3 gleyifié	0 - 60 cm ou	60 - 90 cm
G4 fortement gleyifié		40 - 60 cm
G5 très fortement gleyifié		20 - 40 cm
G6 extrêmement gleyifié		0 - 20 cm

Lorsque les signes d'hydromorphie d'un profil de sol correspondent à différents sous-types, il faut retenir le sous-type le plus bas. Pour G2 et G3, il suffit qu'une des conditions soit remplie.

La plus grande partie des sols du sous-type « fortement gleyifié » sont des sols bruns-gleys. Les sols du sous-type « très fortement gleyifié » sont principalement constitués de gleys oxydés, ceux du sous-type « extrêmement gleyifié » de gley réduit.

Tab. 5.2d. Sous-types de sols en cas d'hydromorphie par nappe permanente stable (R), caractérisés par la limite supérieure de l'horizon r et / ou le niveau de nappe correspondant (les sols organiques à nappe permanente sont classés dans le degré R).

Sous-type	Limite supérieure de l'horizon r	niveau correspondant de la nappe de fond
R1 faiblement mouillé	90 - 120 cm	rarement en dessous de 120 cm
R2 mouillé	60 - 90 cm	rarement en dessous de 90 cm
R3 fortement mouillé	30 - 60 cm	rarement en dessous de 60 cm
R4 très fortement mouillé	10 - 30 cm	rarement en dessous de 30 cm
R5 détrempe	moins de 10 cm	rarement en dessous de 10 cm

Pour les nappes de fond, le sous-type est fonction du niveau maximal de la nappe.

5.3. Régime hydrique / Profondeur utile

5.3.1. Genre et degré d'hydromorphie

On appelle l'hydromorphie d'une part l'invasion du sol par l'eau de fond venant du bas (all. Grundwasser) ou latéralement en situation de pente (all. Hangwasser), dans les deux cas la hydromorphie étant d'origine « étrangère » au profil (all. Fremdnässe), d'autre part la hydromorphie générée par la rétention de l'eau de pluie retenue dans le profil par une perméabilité ralentie (nappe perchée ; all. Staunasse), a contrario d'origine « indigène ». Dans tous les cas, la saturation hydrique du sol accompagnée de carence en air, peut être un inconvénient pour la croissance des plantes comme pour le travail agricole (viabilité, portance, travail du sol). Par ailleurs, genre et degré d'hydromorphie sont les critères cardinaux de la classification des sols (SSP 2010). D'où l'importance de les déterminer avec précision lors de l'examen du profil. On s'appuie pour cela principalement sur les signes hydromorphiques des horizons, le relief topographique et (selon les cas) sur les plantes indicatrices.

Hydromorphie par l'eau de fond/de pente et inondations

L'eau de fond sature le sol (le plus souvent dans le sous-sol) ; sa limite supérieure peut être permanente ou temporaire. Le niveau de la nappe de fond peut être mesuré dans la fosse d'examen ou dans les traces de carottage. Il faut à cette occasion prendre le niveau moyen ; ce dernier se trouve le plus souvent dans l'horizon B_{gg}. Mais il faut savoir que les signes hydromorphiques ne sont pas toujours bien visibles dans les sols (p.ex., dans les sols tourbeux). Leur interprétation est par ailleurs difficile dans les sols drainés où n'existe plus de relation entre la morphologie hydrique et le niveau actuel de la nappe de fond. Des mesures répétées de la profondeur de l'eau de fond sont alors nécessaires (on peut éventuellement aussi rechercher des informations dans les plantes indicatrices).

Hydromorphie par une nappe perchée

Ici, l'eau de pluie percolant verticalement dans le profil est retenue momentanément par une couche peu perméable du sol, sans pouvoir s'écouler latéralement. Le degré de hydromorphie dépend du régime pluviométrique, de la perméabilité et de la profondeur de la couche freinante ainsi que de la consommation hydrique de la végétation. Ces facteurs conditionnent la hauteur d'imbibition et la durée du séjour de l'eau de rétention. L'alternance assèchement / hydromorphie est caractéristique des sols engorgés. Si la phase sèche domine durant la période de végétation on dit alternativement sec, dans le cas contraire alternativement mouillé.

Remarque:

La distinction entre les deux types d'hydromorphie n'est pas toujours facile, car ils peuvent coexister dans un même sol. Ainsi des gleys argileux, compacts sont des formes intermédiaires entre les gleys et les pseudogleys ; et des pseudogleys à longue phase humide passent à des gleys. Les sols mouillés par l'eau de pente doivent être classés en gleys. En simplifiant on peut dire que les gleys sont des sols de bas-fond avec une hydromorphie permanente de la couche sous-jacente du sol, alors que les pseudogleys sont des sols de plateau avec une hydromorphie temporaire.

5.3.2. Profondeur utile et capacité de rétention d'eau facilement disponible

La capacité de rétention d'eau d'un sol revêt une grande importance dans la production agricole et sylvicole. La capacité de rétention d'eau facilement disponible (100 - 1000 hPa de force de succion) en particulier est un paramètre important pour les sols normalement perméables. La profondeur utile fournit une mesure approximative de la capacité de rétention d'eau facilement utilisable par les plantes. Par profondeur utile, on entend la profondeur exploitable par les racines. Elle est déterminée en déduisant de la profondeur d'enracinement la pierrosité et les zones compactées ou engorgées en permanence (tab. 5.3a). Ainsi, un sol profond (70 à 100 cm) présente une capacité de rétention d'eau facilement disponible d'environ 70 à 100 mm, respectivement de 70 à 100 l / m² (tab. 5.3b). Des valeurs précises peuvent être obtenues par analyse de la porosité en laboratoire (Méthodes de référence suisses vol. 2, FAL 1996)

Tab. 5.3a. Fourchettes d'estimation de la profondeur utile d'horizons engorgés.

degré de hydromorphie de l'horizon	Facteur de correction de la profondeur pour déterminer la profondeur utile
cn ou (g)	0,8 à 1,0
g	0,5 à 0,8
gg	0,1 à 0,5
r	0,0 à 0,1

La valeur exacte du facteur de correction dans la fourchette de valeurs indiquée est déterminée par la qualité de la structure et / ou la densité apparente des horizons.

Tab. 5.3b. Profondeur utile et capacité de rétention d'eau facilement disponible (approximation)

Profondeur utile				Capacité de rétention d'eau facilement disponible pour un sol moyennement lourd (10 - 30 % argile)			
Code	Signification	Abréviation	cm	Code	Signification	Abréviation	mm ou litres / m ²
0	Extrêmement profond	ep	> 150	0	Extrêmement grand	eg	> 150
1	Très profond	tp	100 - 150	1	Très grand	tg	100 - 150
2	Profond	p	70 - 100	2	Grand	g	70 - 100
3	Modérément profond	mp	50 - 70	3	Moyenne	m	50 - 70
4	Assez superficiel	as	30 - 50	4	Petite	p	30 - 50
5	Superficiel	s	10 - 30	5	Très petite	tp	10 - 30
6	Très superficiel	ts	< 10	6	Extrêmement petite	ep	- 10

5.3.3. Groupes de régime hydrique

Tout comme la profondeur utile, le type et le degré d'hydromorphie sont des facteurs déterminants pour l'aptitude agricole. Le système de classes et groupes de régimes hydriques présenté ci-dessous a fait ses preuves dans la pratique cartographique de la FAP / FAL. Il complète le système de classification (SSP 2008) en tenant compte des besoins spécifiques de la cartographie des sols axés sur la pratique (pour l'agriculture et la sylviculture, l'aménagement du territoire, etc.).

On distingue **trois classes de régime hydrique**²¹ :

- Sols percolés
- Sols hydromorphes à nappe perchée
- Sols hydromorphes à nappe permanente de bas-fond ou de pente

Les trois classes de régime hydrique sont subdivisées en **neuf groupes** ; cette subdivision repose principalement sur la présence, la profondeur et l'intensité des signes d'hydromorphie dans le profil (tab. 5.3c).

Les groupes de régime hydrique sont subdivisés à leur tour en fonction de la profondeur utile. Il en résulte au total **25 sous-groupes**, désignés par des lettres a à z. Chaque sous-groupe ne comprend alors plus que des formes de sols à évaluer de façon similaire par rapport à une utilisation durable (dans l'hypothèse d'un relief identique).

²¹ selon fiche de profil FAL; sols percolés/engorgés/à nappe de fond dans Cart. des sols forestiers. (NdT)

Tab. 5.3c. Aperçu des (sous-)groupes de régime hydrique en fonction du degré d'hydromorphie (sous-type) et de la profondeur utile (tab 5.2b à 5.2d, 5.3a à 5.3b)

Sous-types	Profondeur utile						Classe de régime hydrique	Groupe de régime hydrique
	tp	p	mp	as	s	ts		
-, I1, G1, G2	a	b	c	d	e		sols percolé	perméable
I2	f		g	h	l			influence de la nappe perchée temporaire ²²
G3, R1	k		l	m	n			influence de la nappe de bas-fond ou de pente ²³
I3, I4	-	o		p		-	sols hydromorphes à nappe perchée	rarement engorgés jusqu'en surface
I4	-	-	-	q	r			souvent engorgés jusqu'en surface
R2, R1 G4, G5	-	s	t	u		-	sols hydromorphes à nappe permanente de bas-fond ou de pente	rarement engorgés jusqu'en surface
R3, R2 G5, G6, G4	-	-	v	w		-		souvent engorgés jusqu'en en surface
G5, G6 R4, R2, R3	-	-	-	x	y			la plupart du temps engorgés jusqu'en surface
R5, R4	-	-	-	-	-	z		sols en permanence engorgés jusqu'en surface

- gras** : classement typique de régime hydrique du sous-type
normal : autres possibilités de classement du sous-type
- : combinaison de sous-type et de profondeur rare voire inexistante

²² selon fiche de profil FAL ; « sol à drainage ralenti » dans Cart. sols forestiers et classeur Estimation des sols

²³ selon fiche de profil FAL ; « sols à humidité capillaire » dans Cart. sols forestiers et classeur Estimation (NdT)

SOLS PERCOLÉS

L'eau de pluie qui n'est pas stockée dans le sol percole (pratiquement) sans obstacles : ces sols n'ont pas ou que très peu d'hydromorphie de fond ou de pente ou de rétention. Il peut exister un déplacement de matière de haut en bas.

Types fréquents: sol brun, sol brun lessivé, sol brun acide, sol brun calcaire, régosol, rendzine, fluvisol et podzol.

La classe des sols percolés est à son tour subdivisée en trois groupes :

Sols perméables

L'eau excédentaire peut, grâce à la bonne perméabilité, s'écouler régulièrement dans le sous-sol. Ces sols sont bien aérés. Il n'y a pas, sinon de très faibles signes d'hydromorphie de rétention (sous-type **faiblement pseudogleyifié**) ou de fond/de pente (sous-types **à humidité de fond, faiblement gleyifié**).

Les subdivisions se font selon la profondeur utile, facteur important pour les capacités de rétention en eau et en substances nutritives (cf. 5.3.2).

- a très profond
- b profond
- c modérément profond
- d assez superficiel
- e superficiel et très superficiel

Influence de la nappe perchée temporaire

La couche sous-jacente du sol, dans son entier ou certaines de ses parties, généralement dans la zone d'enracinement inférieure, a une perméabilité ralentie (compaction, structure défavorable, taux d'argile élevé, etc.), qui conduit à une saturation périodique par l'eau de percolation et à son corolaire, un manque d'oxygène. Ces sols sont dits **pseudogleyifiés**.

- f profond et très profond
- g modérément profond
- h assez superficiel
- i superficiel et très superficiel

Influence de la nappe de bas-fond ou de pente

Des venues ou la présence d'eau de fond amène une infiltration capillaire temporaire dans la couche sous-jacente du sol et dans la zone inférieure d'enracinement. On parle de sols **gleyifiés**.

- k profond et très profond
- l modérément profond
- m assez superficiel
- n superficiel et très superficiel

SOLS HYDROMORPHES À NAPPE PERCHÉE

L'influence de l'eau de nappe perchée est dominante dans ces sols. La perméabilité est sensiblement réduite par une forte compaction, une structure défavorable, un taux d'argile élevé ou une solution de continuité dans le matériau géologique. Ces sols restent mouillés après de fortes pluies. Le gros de l'eau de pluie excédentaire s'écoule latéralement au-dessus de la zone de rétention ou ruisselle souvent superficiellement. De profondes fentes de retrait et de dessiccation se développent durant les périodes de sécheresse dans les matériaux parentaux argilo-marneux qui donnent naissance à des structures prismatiques grossières.

Les traces d'hydromorphie et les taches de gley (horizon gg) sont au-dessus de 60 cm (sous-types fortement pseudogleyifiés, très fortement pseudogleyifiés). Types de sol fréquents : pseudogley-sol brun et pseudogley.

La classe des sols à nappe perchée est divisée en **deux groupes** :

Sols rarement engorgés jusqu'en surface

La hydromorphie n'affecte que la couche sous-jacente du sol. La couche supérieure est semblable à celle des sols percolés ; il n'y a pas de trace d'hydromorphie. Ces sols appartiennent généralement au sous-type **fortement pseudogleyifié**, et rarement à celui de : **très fortement pseudogleyifié**.

- o modérément profond à profond
- p assez superficiel et superficiel

Sols souvent engorgés jusqu'en surface

Les traces d'hydromorphie apparaissent aussi dans la couche supérieure du sol (symbole d'horizon Ahg ou Ahgg). Ces sols appartiennent généralement au sous-type **très fortement pseudogleyifié**.

- q assez superficiel
- r superficiel et très superficiel

SOLS HYDROMORPHES À NAPPE PERMANENTE DE BAS-FOND OU DE PENTE

L'influence de l'eau de fond ou de pente est prédominante dans ces sols. Cette influence est l'expression d'une saturation hydrique périodique à permanente dans la couche sous-jacente et la couche supérieure du sol. L'absence d'air dans les secteurs périodiquement drainés conduit à la formation d'horizons très rouillés (zone d'oxydation) ; la saturation permanente des pores provoque le développement d'horizons gris pâle (zone de réduction). Ces sols ont souvent des humus de type anmoor.

La limite supérieure respectivement des signes d'hydromorphie et des taches de gley (symbole d'horizon gg) se situe à moins de 60 cm de profondeur (sous-types : **fortement gleyifié à détrempe**). Types fréquents : gley-sol brun, gley oxydé, gley réduit, semi-moor, moor.

La classe des sols à nappe de fond / de pente est subdivisée selon la hydromorphie de la couche supérieure du sol en **quatre groupes** (dans les cartes et les légendes, on fait en plus une distinction entre les sols minéraux et organiques) :

Sols rarement engorgés²⁴ jusqu'en surface

La hydromorphie se limite à la couche sous-jacente du sol. La couche supérieure est semblable à celle des sols normalement perméables et présente au plus des signes d'hydromorphie insignifiants.

- s profond
- t modérément profond
- u assez superficiel et superficiel

Sols souvent engorgés jusqu'en surface

La couche supérieure du sol est souvent saturée et montre de faibles signes d'hydromorphie (symbole d'horizon Ahg).

- v modérément profond
- w assez superficiel et superficiel

Sols la plupart du temps engorgés jusqu'en surface

Seuls les pores grossiers échappent à la saturation. Une partie des pores moyens se vide en période sèche. Cet état s'exprime par des signes marqués d'hydromorphie (symbole d'horizon Ahgg).

- x assez superficiel
- y superficiel et très superficiel

Sols en permanence engorgés jusqu'en surface

La couche supérieure du sol est saturée toute l'année. Seuls les pores grossiers sont très momentanément drainés. Les restes de plantes sont à peine détruits (symboles d'horizon Ar, Tl, Tf).

- z très superficiel

Remarque

Dans les zones climatiques très sèches et modérément sèches de la Suisse (fig. 9.2a), il faut ajouter aux trois classes de régime hydrique susmentionnées celle de « rarement percolé ».

²⁴ „mouillés“ dans la Cart. sols forestiers (NdT)

Partie II CARTOGRAPHIE DU SOL

Préparation du projet

- 6.1 Formulation et planification du projet
- 6.2 Collecte des documents de base
- 6.3 Parcours de reconnaissance
- 6.4 Exploitation des photographies aériennes

Partie II CARTOGRAPHIE DU SOL

6. Préparation du projet**6.1. Formulation et planification du projet****Schéma du déroulement d'une cartographie**

Le schéma ci-dessous d'une cartographie vaut pour les études de détail et celles au 1:25'000. Les éventuelles différences dans l'importance et l'exécution des diverses étapes sont signalées dans les paragraphes correspondants. Les étapes mentionnées dans le schéma sont décrites ci-après.

Préparation du projet	But	Formulation du projet
	Compilation des documents de base	Cartes topographiques, géologiques, plans divers, cartes des sols existantes, photos aériennes, littérature, etc,
	Reconnaissance	Inventaire pédologique grossier (sondages de reconnaissance)
Travaux de terrain	Examen de profils	Choix des emplacements, description et prise d'échantillons, analyses de laboratoire
	Légende de travail	Liste des sols inventoriés
	Cartographie	Délimitation des unités cartographiques élargissement de la légende si nécessaire
	Carte de terrain	
Représentation des résultats	Apurements	Limites des unités cartographiques et de la légende
	Carte des sols	Avec commentaires, interprétations et exploitations

Fig. 6.1a. Schéma du déroulement d'une cartographie

Tous les points importants doivent être discutés et au besoin fixés par contrat (spécifications) entre le mandant et le mandataire avant l'exécution d'un projet de cartographie. Il faut en particulier déterminer les besoins du mandant en ce qui concerne l'exploitation de l'étude et la forme sous laquelle les résultats doivent être présentés.

Spécifications

- périmètre de cartographie : surface en ha
- documents de travail : plans
photographies aériennes
plans de conduites et câbles souterrains
- finances : devis pour le mandat
- échéances travaux préparatoires
travaux de terrain
carte de terrain p. ex. pour taxation
rapport final y compris cartes des sols et cartes dérivées
- forme de représentation des résultats : échelle
conventionnelle ou électronique (SIG)
nombre d'exemplaires ; en couleurs ou noir/blanc
exploitation statistique des cartes
- besoins en informations : public
propriétaires fonciers
intéressés

Exploitations possibles

- aptitude agricole
- estimation des sols (pointage des sols)
- propositions d'amélioration
- risque de pertes de substances nutritives par percolation et ruissellement
- risque de compaction
- délimitation de secteurs agricoles préférentiels (p.ex. surfaces d'assolement)

Points de la planification du mandataire

- nombre approximatif de profils et de sondages
- nombre d'échantillons de sol pour laboratoire
- plan de travail pour la cartographie
- plan de travail pour l'infrastructure (laboratoire, salle de dessin)
- besoins en matériel (piquets, outils de sondage)
- autres spécifications contractuelles (essais sur champ, recherches particulières en laboratoire, etc.)
- et autres

Mandant

La majeure partie des mandats de cartographie des sols viennent des pouvoirs publics. Souvent, ce sont des collectivités de droit public qui souhaitent des cartes de sol détaillées dans le cadre d'améliorations foncières (remaniements parcellaires), ou des communes politiques qui doivent exécuter des dispositions légales découlant d'une loi cantonale sur l'aménagement du territoire. Les cartographies régionales à l'échelle du 1:25'000 sont plutôt demandées par les offices cantonaux. Des bureaux privés peuvent aussi commander des cartographies (par exemple pour des études d'impact), lorsqu'ils ne les exécutent pas eux-mêmes.

Les mandants qui sont peu familiarisés avec le sol et la cartographie doivent assister au moins une fois au travail de terrain et recevoir le plus tôt possible une ébauche de carte avec interprétation pour prendre position.

Mandataire

À partir de la fin des années 1960, la Station fédérale de recherches agronomiques de Reckenholz (FAP) et quelques bureaux d'ingénieurs privés ont procédé à des cartographies des sols dans la plupart des cantons. La FAP a également assuré des mandats pour le compte de collectivités de droit public. Elle a mis à profit la réalisation de ces projets pour développer la méthodologie de la cartographie des sols et l'adapter aux conditions prévalant en Suisse. La Station fédérale de Changins - Nyon (RAC) a soutenu la FAP pour le suivi du projet en Suisse romande.

En 1996, la FAP a été restructurée et est devenue la Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture (FAL), qui a été chargée en partie de nouvelles tâches. Le développement des méthodes de cartographie des sols a été provisoirement achevé. Les stations n'exécutent plus de projets sur la base de mandats, à l'exception de projets d'experts de niveau supérieur (expertises). Ce sont exclusivement des bureaux d'ingénieurs privés, parfois avec un soutien technique renforcé des cantons, qui accomplissent désormais ces tâches à titre de mandataires. La FAL poursuivra de manière appropriée le développement méthodologique des cartographies des sols.

6.2. Collecte des documents de base

Toutes les cartes, tous les plans, rapports ou livres qui contiennent des données sur les facteurs de formation et les caractéristiques des sols dans la région à cartographier et ses environs peuvent être utiles (tab. 6.2a).

Tab. 6.2a. Informations de base importantes pour un projet de cartographie des sols

Documents	Facteurs de formation du sol	Utilité pour la cartographie
Atlas de la Suisse	divers	vue d'ensemble
cartes géologiques cartes géotechniques cartes hydrogéologiques	matériau parental	<ul style="list-style-type: none"> attribution des unités de sol aux substrats (légende) emplacements des profils
séries de températures précipitations Carte d'aptitude climatique 1:200'000 Carte des niveaux thermiques 1:200'000	climat	caractéristiques climatiques
Carte nationale de la Suisse 1:25'000 photographies aériennes cartes des pentes cartes géomorphologiques modèles numériques de terrain	relief	délimitation des éléments physiographiques emplacements des profils
anciennes cartes topographiques 1:25'000 « Carte Siegfried » 1:50'000 plans de câbles et conduites souterraines	homme	modifications par l'intervention humaine
statistique des surfaces	homme	utilisation du sol
cartes de la végétation	végétation	limites provisoires
cartes des eaux souterraines	eau	délimitation des secteurs à eau de fond
Carte des aptitudes des sols 1:200'000, cartes des sols des régions avoisinantes et fiches de profil correspondantes	tous	limites provisoires reprises d'unités de sol dans la légende

Le résultat de l'exploitation des documents de base peut être représenté sous la forme d'une ou plusieurs esquisses cartographiques (p.ex. superposables). Elles servent à obtenir une vue d'ensemble de la région et à comprendre la formation (genèse) du paysage, ou bien peuvent être retravaillées en une carte conceptuelle en s'aidant des connaissances acquises lors de la reconnaissance (cf. 6.3). Une carte conceptuelle contient déjà des données sur l'origine des sols (genèse) et leurs propriétés importantes ; le travail de terrain peut bien s'appuyer sur elle. L'exploitation des documents trouve également sa place lors de l'inventaire des sols.

6.3. Parcours de reconnaissance

Un parcours dans le terrain, en même temps et peu après l'exploitation des documents de base (6.2a), permet de se faire une idée du rôle et de la fourchette de variation des facteurs de formation des sols. On se sert pour cela des :

- observations phytosociologiques, utilisation du terrain
- entailles dans le terrain : carrières, gravières, talus, excavations, fosses, paquets racinaires renversés
- aspects particuliers de la surface du sol : zones mouillées, d'érosion, glissements, taux d'humus élevé, tassement dans la tourbe (regards de drainages), forte pierrosité, etc.

Il est recommandé d'exécuter des sondages bien placés le long d'un transect pour rechercher les relations entre les propriétés du sol et ses facteurs de formation. On entend par là une série de sondages tels qu'au moins l'un d'entre eux soit placé dans chaque élément physiographique (fig. 6.3a).

Tous les levés et observations doivent être portés sur la carte de terrain (cf. 7.3.3).

Lors d'études sur de grandes surfaces, une cartographie-test d'une portion limitée peut donner une vue d'ensemble. La région-test doit être géologiquement et morphologiquement représentative du périmètre à cartographier.

À la fin de cette étape « vue d'ensemble », les relations locales entre les facteurs de formation du sol et les caractéristiques du profil de sol dans les éléments paysagers typiques du domaine à cartographier doivent être connues (fig. 6.3a). L'inventaire des sols par fosses et carottage repose sur cette condition.

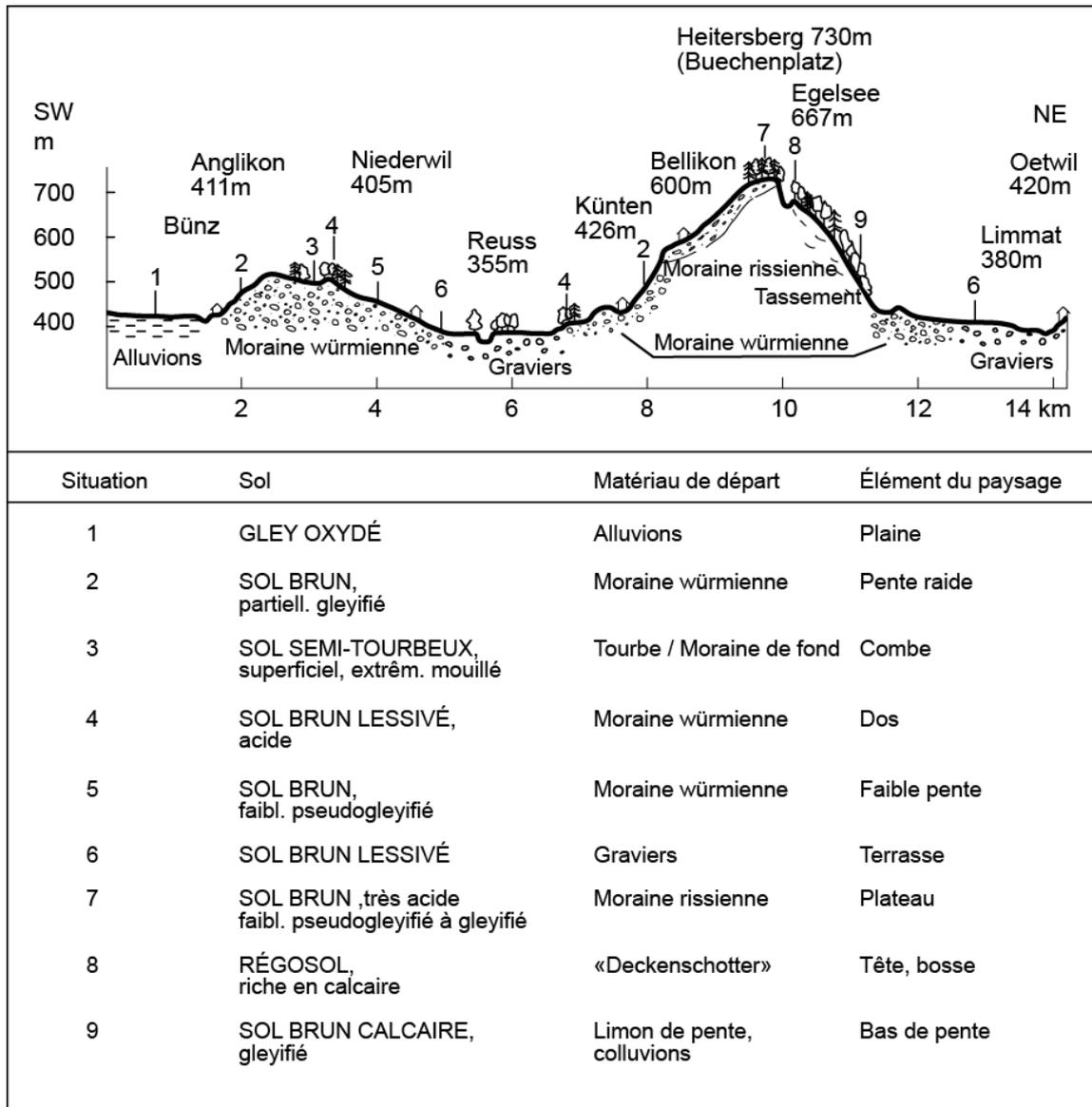


Fig. 6.3a. Exemple d'une succession de sols le long d'un transect du Bünztal au Limmattal (d'après FAP, 1986)

6.4. Exploitation des photographies aériennes

Les photographies aériennes aident l'observateur exercé à délimiter des surfaces se distinguant par leurs facteurs de formation et leurs propriétés. Mais il n'est pas possible d'en tirer des informations qualitatives fiables comme la granulométrie, l'hydrologie, le chimisme ou encore la détermination du type de sol. Pour cela, il est indispensable de prélever des échantillons (carottages) dans le terrain. La photographie aérienne est par ailleurs un instantané, contrairement à un profil de sol qui montre son comportement à long terme dans sa morphologie.

L'interprétation des photographies aériennes consiste avant tout dans l'analyse respectivement du grisé et de la couleur (contrastes) ainsi que du relief dans les séries stéréoscopiques.

Analyse de la couleur et du grisé

Les contrastes dans la couleur et le grisé facilitent avant tout le repérage et la délimitation des sols humides et des sols superficiels (tabl. 6.4a). Lorsque, dans une région-test choisie, on a clarifié la relation liant les couleurs/grisé à la forme du sol, on peut établir une **clé d'interprétation des photographies** aériennes pour la dénomination du sol. L'attribution correcte d'une plage cartographique à une unité de sol de la légende (cf. 7.2) implique une solide expérience de terrain. L'exactitude doit impérativement en être vérifiée par le cartographe au moyen d'un échantillonnage ponctuel sur le terrain.

Tab. 6.4a. Clé d'interprétation des photos aériennes pour le grisé

Grisé par rapport aux environs	Propriétés corrélées (du sol)
sur une surface	
– clair	surface rugueuse (pierres, sable) emplacements secs, sols superficiels
– moyen	sols profonds à hydrologie équilibrée
– foncé	zones humides
en point, en ligne	
– clair	lentille pierreuse, arête d'érosion, emplacements superficiels
– foncé	conduits de drainage, émergence de sources, emplacements humides

Analyse du relief

Le facteur de formation du sol varie très fortement dans la plupart des paysages de Suisse et influence les délimitations sur la carte ainsi que les interprétations subséquentes. Le relief devient visible sous le stéréoscope (bien que de façon accentuée), et des plages cartographiques peuvent être délimitées et attribuées à des éléments physiographiques (cf. 4.1b).

Sur les cartes à petite échelle (1:25'000 et plus petites), les limites de ces éléments correspondent bien aux limites des sols. On constate par ailleurs une étroite relation entre le genre des éléments physiographiques et les caractéristiques du sol.

Dans les cartographies de détail (1:10'000 et plus grand), l'analyse du relief ne suffit plus pour fixer les limites des sols. De petites différences de relief ne peuvent pas toujours être détectées au stéréoscope ; or sur le terrain elles correspondent souvent à des différences importantes au niveau des sols.

Travaux de terrain

- 7.1 Établissement de l'inventaire des sols
 - 7.1.1 Profils de sol
 - 7.1.2 Sondages
- 7.2 Légende de travail (clé cartographique)
 - 7.2.1 Codage de la légende de travail
 - 7.2.2 Fichier
- 7.3 Lever cartographique
 - 7.3.1 Terminologie de base
 - 7.3.2 Documents de travail et matériel
 - 7.3.3 La carte de terrain
 - 7.3.4 Délimitation des surfaces
 - 7.3.5 Variabilité des formes de sol et de terrain

7. Travaux de terrain

Ils consistent dans le choix et la description des profils de sol et des sondages ainsi que dans le travail de lever de carte proprement dit.

7.1. Établissement de l'inventaire des sols

Il s'agit d'une **liste aussi complète que possible de toutes les formes de sol** apparaissant dans un périmètre de cartographie. L'inventaire se compose de la description des profils et sondages aménagés pour l'étude en question et de celle de profils, sondages et unités de sol d'études préexistantes touchant au périmètre et aux régions voisines présentant de mêmes conditions pédologiques.

Dans des projets cartographiques d'une certaine étendue, il est judicieux d'établir tout d'abord un inventaire provisoire en cartographiant une région-test représentative. Des cartes détaillées préexistantes dans des zones à cartographier au 1:25'000 pourront remplir ce rôle.

7.1.1. Profils de sol

Voici les critères importants pour le choix définitif des profils :

- Emplacement :**
- tenir compte du plus grand nombre possible de facteurs de formation du sol - relief, matériau parental, végétation (champs et forêt) et climat
 - centrer le plus possible dans l'élément physiographique à caractériser
 - éviter les emplacements profondément modifiés par l'homme, sauf si leur étendue les rend cartographiables (p.ex. gravières recultivées)
 - garder une distance suffisante des routes, chemins, talus ferroviaires, fossés, cours d'eau, etc. (en général 5 m)
 - rester en bordure de parcelle cultivée pour limiter les dégâts
 - en cas de creusage mécanisé tenir compte des voies d'accès
 - ATTENTION aux conduites et câbles souterrains (électricité, téléphone, eau) ; consulter les plans y relatifs !
- Dimensions :**
- largeur : 60 - 100 cm
 - longueur : 200 cm
 - profondeur : jusqu'à l'horizon C, max. 200 cm
 - adapté aux conditions et besoins spécifiques
- Situation :**
- le profil face au sud ; sur pente, contre l'amont

- Distribution :**
- régulière dans le périmètre à cartographier (mais pas systématique)
 - cartographie de détail :
 - env. 1 profil par 10 - 15 ha
 - selon mandat
 - carte au 1:25'000 :
 - env. 1 profil par 100 - 150 ha
 - soit 100 - 150 profils par feuille
- Périodes :**
- terres assolées : entre la récolte et le nouveau semis
 - herbages : au printemps ou à la fin de l'automne
- Examen :** voir point 2.2 Fiche de description de profil

À la place des fosses d'examen on peut utiliser toutes sortes de saignées naturelles et artificielles :

- talus
- excavations
- tranchées pour conduites d'eau, drains, canalisations
- gravières, sablières, marnières
- arbres renversés, etc.

Important : n'utiliser que des coupes fraîches, préparées à l'avance si nécessaire (rafraîchies, humidifiées) ; prendre garde à toute perturbation.

Les coupes de sol qui représentent bien une unité de sol significative de la région cartographiée, sont désignées comme **profils-standard**. Ceux-ci sont portés sur la carte, et décrits, avec les données de laboratoire, dans un rapport.

7.1.2. Sondages

Des sondages (surtout avec un véhicule-sonde) peuvent remplacer des fosses pour compléter et parachever l'inventaire des sols.

- Emplacement :**
- mêmes critères que pour les fossés
- Profondeur :**
- aussi profond que possible
- Outils :**
- sonde hydraulique (sur véhicule), Ø du carottier env. 8 cm ; sonde à main (aussi appelée Edelmann ou hollandaise), Ø du carottier 3 - 10 cm
 - exceptionnellement sonde à percussion (« Pürckhauer »)
- Distribution :**
- selon les besoins, en complément et/ou à la place de profils
- Périodes :**
- sondages avec véhicule, sur terre assolée : après récolte ; sur prairie : en terrains fraîchement fauchés
 - sondages à main : presque toujours possibles en faisant attention aux cultures.

7.2. Légende de travail (clé cartographique)

La légende de travail (établie à partir de l'inventaire des sols) est une liste des unités de sol, **codée** et **ordonnée** selon certains critères (tab 7.2a).

Les divers emplacements représentatifs de l'inventaire des sols sont directement intégrés à la légende sous forme d'unités de sol.

D'autres unités de sol sont adjointes à la légende de travail durant le lever cartographique. Un profil ou un sondage de référence doit être décrit (protocole) pour les principales d'entre elles.

Il faut toujours donner pour chaque unité de sol : hydrologie/profondeur, type de sol, sous-type(s), pierrosité et granulométrie de la fraction fine (fig. 7.2). Selon les cas, surtout dans les cartographies de détail, on peut ajouter la cote du sol, le substrat, etc. (tab. 7.2a).

La légende de travail est construite et ordonnée comme la future légende définitive. Le **régime hydrique** est le premier critère de subdivision pour répondre aux nécessités agricoles.

7.2.1. Codage de la légende de travail

Les propriétés décrivant les unités de sol sont codées dans la légende de travail. Le codage doit porter au moins sur les éléments de la figure 7.2a. Le même code est utilisé pour la notation des unités de sol sur la carte de terrain.

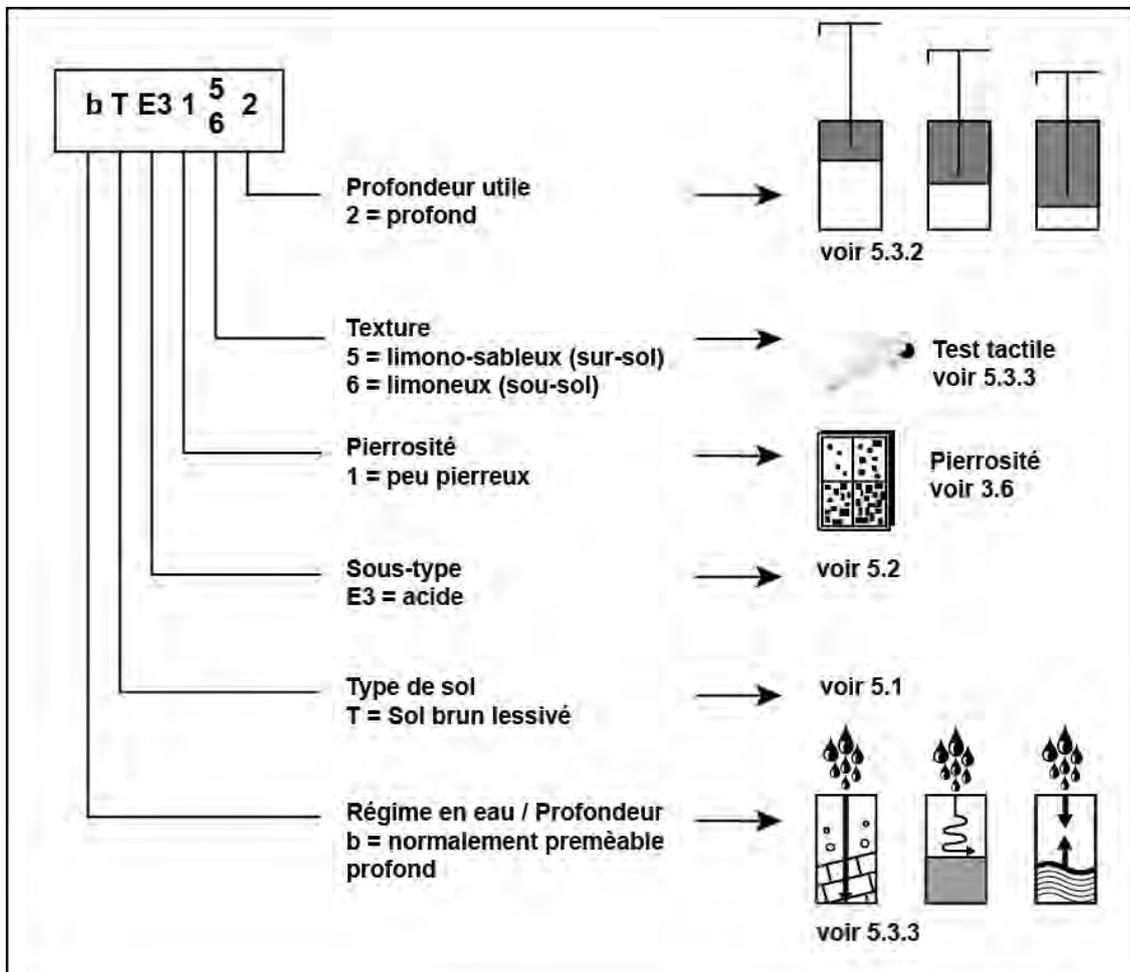


Fig. 7.2a. Codage de la légende de travail

Tab. 7.2a. Exemple d'une légende de travail élargie au substrat (cf. 4.1.4)

Régime hydrique/profondeur	Type de sol	Substrat	Sous-type	Pierrosité	Texture	Profondeur	Profil de référence
Unités pures							
a	E	MO	G1 - G2	0	5 - 12	1	WB516
a	T	MO	E3 - E4	1	5/6	1 - 2	
b	B	KO (SC)		1 - 2	5	2 - 1	WB507
b	B	HL (SC)	ZT	2	6	2	
b	E	SA	E3 - E4	0	5	2	
b	E	KO	G2	1	5 - 12	2 - 1	
b	K	AL	G1	1 - 2	5	2	
b	T	SW	E3	1/2	5/6	2	
c	B	ME	I1	0 - 1	6 - 7	3	Hw501
c	B	HS	ZT	3	5 - 6	3	WB505
c	E	SA	E3 - E4	0 - 1	5	3	
c	E	ME	I1	0 - 1	6 - 7	3	
c	T	SC	E3	2/3	5/6	3	
d	B	SC	VF	3	5 - 6	4	
d	K	SA	KF	0	5	4	
f	E	ME	I2	0	6/7 - 13	2	Hw503
g	E	LO	E4,I2,ZT	0 - 1	5 - 12	3	
h	O	ME	I2,KR,FB	0	6 - 12	4	
k	B	HL	G3	1 - 2	6	2	Hw511
k	K	HL	G3	0 - 1	5 - 6	2	
o	Y	ME	E3	0 - 1	6/7 - 8	3	
t	W	KO	E1 - E2	0	5	3	
x	G	HL	OM,R3,	0	5	4	
Unités composées (complexes)							
c	T	SC	E3	2 - 3	5/6	3	EB501
d	O	SC	KR	3	5	4 - 5	
t	W	KO	E1	1 - 2	5	3	
x	G	KO	OM	0 - 1	5	4	

Il est judicieux, lors de projets qui durent longtemps, d'établir au bout d'un certain temps et si la région cartographiée peut être considérée comme représentative, une légende provisoirement mise au net qu'on utilisera pour la suite du travail de terrain. Il est possible ce faisant d'établir par étapes les cartes définitives.

7.2.2. Fichier

Un fichier sur papier ou informatisé (fig. 7.2b) peut être utile pour des cartographies d'une certaine importance. Il donne au cartographe, par ses informations sur la topographie (esquisse), le matériau parental et les sols apparentés, une meilleure vue qu'une légende au code abstrait. Il peut présenter un avantage en particulier lorsque plusieurs personnes travaillent sur le même projet.

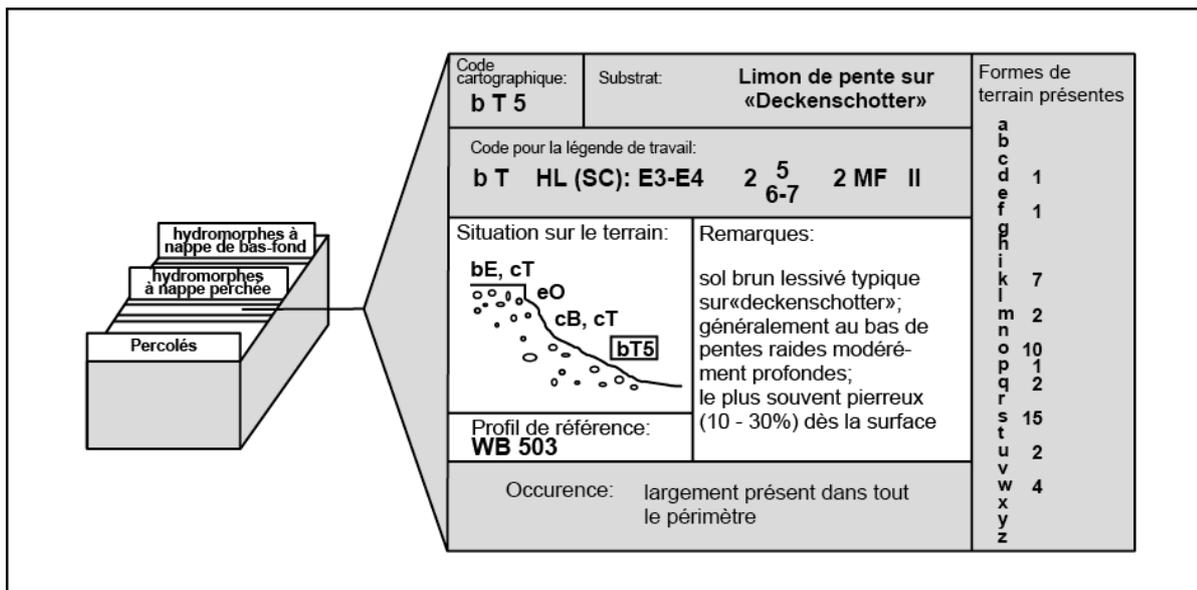


Fig. 7.2b. Structure d'un fichier et des données

7.3. Lever cartographique

Le lever cartographique dans le terrain consiste à délimiter des surfaces (plages), à en rechercher les caractéristiques pédologiques et stationnelles, à les attribuer à une unité respectivement de l'inventaire et de la légende, et à les noter sur la carte de terrain.

7.3.1. Terminologie de base (fig. 7.3a)

plage	Surface délimitée par le cartographe sur les cartes ou les photos aériennes (et surfaces correspondantes sur le terrain). Les <i>plages pures</i> constituent des pédotopes, les <i>plages composées</i> des complexes. Les propriétés du sol des plages sont décrites par l' <i>unité de sol</i> correspondante.
plage pure	Surface dont les propriétés ne varient pas ou que de façon limitée (p. ex. épaisseur des horizons). Des plages pures peuvent toutefois contenir <i>in natura</i> de petites surfaces de sols étrangers (<i>inclusions</i>).
plage complexe	Ensemble de <i>plages pures</i> différentes par leur genèse et leurs propriétés, mais trop petites pour être graphiquement distinguées les unes des autres.
inclusion	Petite surface d'une <i>plage pure</i> à propriétés différentes. Elle n'est pas citée dans la désignation de l' <i>unité de sol</i> . L'échelle et le degré d'exactitude visé d'une cartographie conditionnent le taux autorisé d'inclusions (cf. 7.3.5).
fourchette de variation	Intervalle dans lequel varient latéralement les caractéristiques et propriétés du sol. Cela concerne surtout la pierrosité, la texture et la profondeur auxquelles on accorde une certaine fourchette (v. 7.3.5). On ne considère pas ici les variations à l'intérieur des horizons d'un profil.
forme de sol	Classification dans la systématique des sols. Elle comporte le type de sol, le sous-type, la pierrosité, la texture, le régime hydrique et la profondeur utile.
unité de sol	Réunion de sols similaires nécessitée par la représentation et la désignation sur cartes. Les unités de sol sont décrites dans la légende par leur(s) <i>forme(s) de sol</i> et les <i>fourchettes de variation</i> de leurs diverses propriétés et caractéristiques. Le code des unités de sol sert à noter les plages de la carte. On distingue des <i>unités pures</i> et <i>complexes</i> .

unité cartographique Notion générale désignant des unités de toutes sortes servant au but de la cartographie :

- unités de sol
- unités de sol et éléments paysagers
- unités de végétation
- unités géomorphologiques
- etc.

couche supérieure du sol²⁵ Zone d'enracinement principale de la strate herbacée. Il s'agit généralement de l'horizon Ah, et là où ils existent, aussi des horizons Oh et Of. En champs, l'horizon labouré.

couche sous-jacente du sol²⁶ Couche structurée et biologiquement active sous le couche supérieure du sol.

roche-mère Matériau parental non ou peu structuré ou matériau continuellement mouillé.

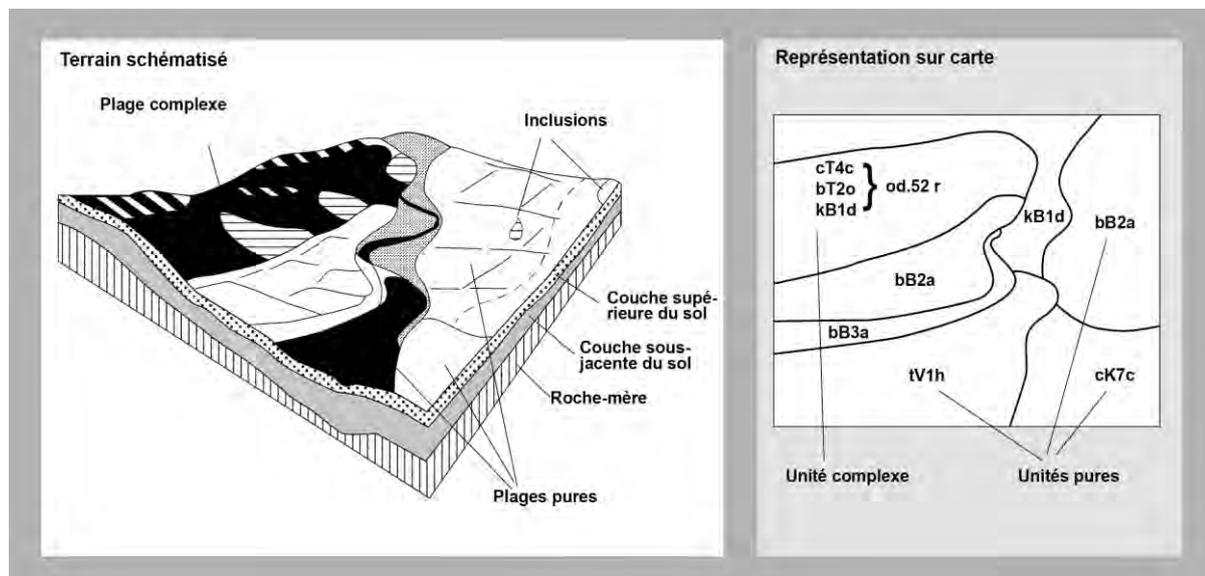


Fig. 7.3a. Terrain ; carte des sols et terminologie de base de la cartographie des sols

7.3.2. Documents de travail et matériel

- Documents de travail :**
- carte de terrain
 - légende de travail (clé cartographique)
 - autres cartes (p.ex. géologiques) et éventuellement photographies aériennes pour le repérage sur le terrain
- Matériel :**
- tarière à main (burin)
 - tarière « Purckhauer » avec masette
 - carottier (« hollandaise », « Edlmann »)
 - clinomètre

²⁵ „sur-sol“ dans la Cart. des sols forestiers (NdT)

²⁶ „sous-sol“ dans la Cart. des sols forestiers (NdT)

- pH-mètre de terrain
- acide dilué
- ruban métrique
- planchette
- boussole
- altimètre
- bouteille d'eau (pour humidifier les échantillons secs)
- charte des couleurs (Oyama and Takehara 1967)

7.3.3. La carte de terrain

La carte de terrain est un document sur lequel on reporte les limites et la description des plages, les points de sondage, éventuellement les cotes et autres observations. Les unités de sol y sont codées selon la légende (v. 7.2.1). On donne en plus à chaque fois la topographie (modèle du terrain et pente ; cf. tab. 8.2). Le tout constitue le code cartographique.

La carte de terrain est normalement une carte topographique avec courbes de niveau. Selon les cas elle peut être aussi un plan parcellaire, des photographies aériennes normales ou orthophotos. L'échelle y est en général plus grande que celle de la carte définitive (tab. 8.1a). Il peut être utile d'en tenir simultanément une copie (mesure de sécurité).

7.3.4. Délimitation des surfaces

La délimitation des plages se fait à partir des propriétés des sols reconnues (par profils et sondages). Une limite est tracée dès qu'une propriété se modifie notablement. Également lorsque le relief change. En effet la règle vaut que les modifications du sol soient liées à celles de la topographie. Les plages sont donc dessinées selon un point de vue pédologique et topographique !

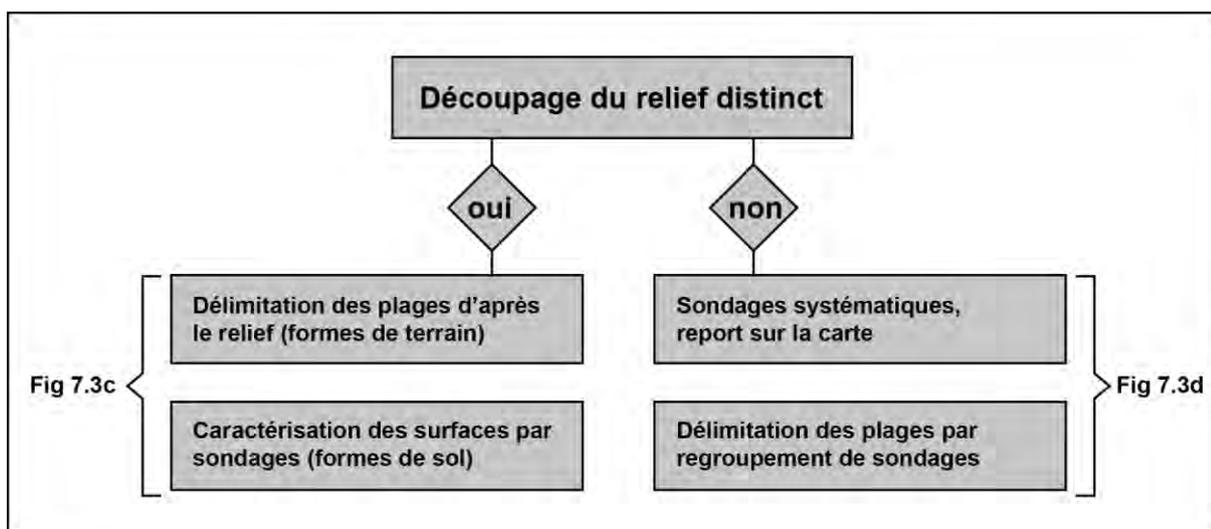


Fig. 7.3b. Marche à suivre pour la délimitation des plages

Dans le cas d'un territoire topographiquement bien différencié, les plages sont d'abord découpées selon la forme du terrain, c'est-à-dire selon les **courbes de niveau** (fig. 7.3c). Puis elles sont équipées de leur contenu pédologique en investiguant le sol avec une sonde ou un carottier. Le résultat est consigné sur la carte en utilisant le code cartographique. Un prédécoupage du relief par analyse des photographies aériennes ou de cartes topographiques peut ici se révéler avantageux.

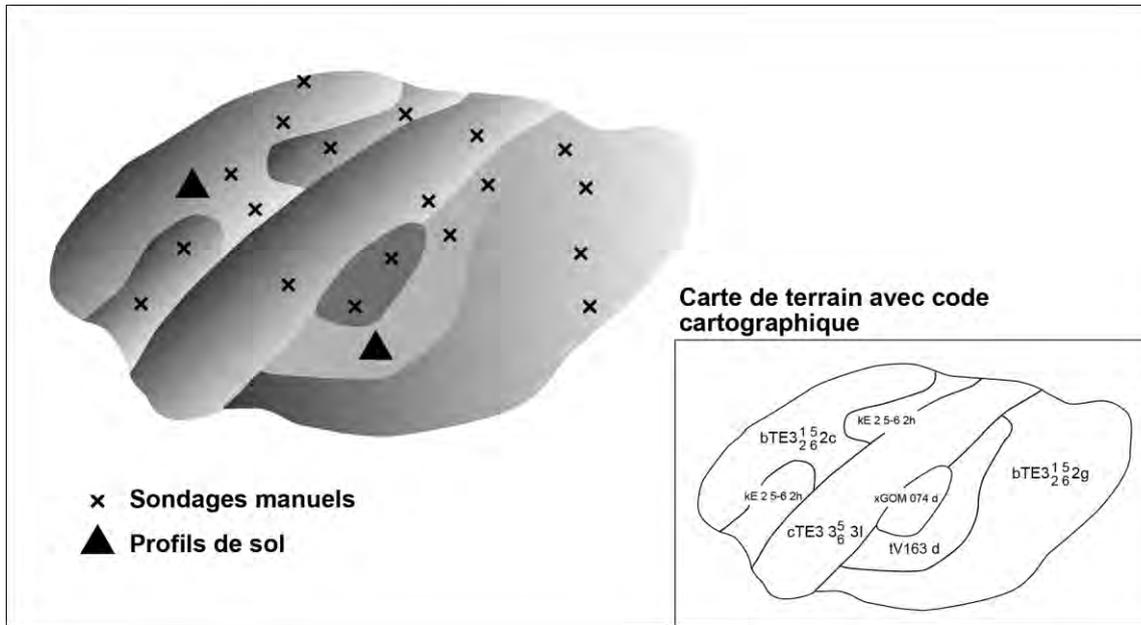


Fig. 7.3c. Cartographie d'après les formes de terrain (exemple dans les collines morainiques)

Chaque plage doit être testée à divers endroits (selon sa taille). Ainsi un vallum morainique à son sommet, sur son flanc et à son pied. Si on constate des différences, il faut décider s'il s'agit d'une fourchette de variation normale, d'inclusions, s'il faut subdiviser la plage ou en faire un complexe.

Si le relief n'offre pas de repères pour tracer les limites (p.ex. dans une plaine alluviale), le terrain doit être systématiquement arpenté et le sol régulièrement testé. Chaque sondage est noté sur la carte, permettant par la suite de regrouper des observations identiques ou voisines (fig. 7.3d).

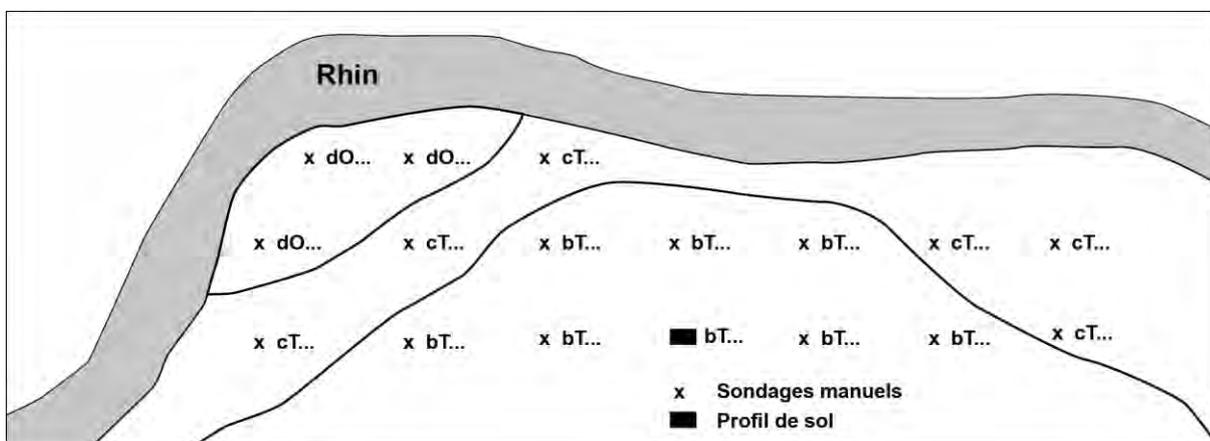


Fig. 7.3d. Cartographie par sondages systématiques (exemple : plaine graveleuse)

Chaque unité, comme dans la légende de travail, doit comporter au moins le **régime hydrique, le type de sol, le sous-type, la pierrosité, la texture fine et la profondeur utile** ; les **formes de terrain** sont aussi déterminées (cf. tab. 8.2b) et portées sur la carte. D'autres données peuvent être aussi consignées, qui varient en fonction du but poursuivi.

Il faut attribuer si possible le contenu d'une plage à une unité préexistante de la légende. Si ce n'est pas le cas, la légende est élargie d'un « nouveau sol ».

Le cartographe sera de plus en plus amené à travailler par analogie au fur et à mesure qu'il connaîtra les rapports liant le relief, le matériau-mère, les propriétés et la caractérisation des sols.

Les **périodes** les plus favorables à la cartographie sont le printemps et l'automne : à cette époque, beaucoup de terres cultivées sont « à nu ». Par contre en hiver la neige et le manque de lumière (difficulté de reconnaître les traces de présence d'eau) restreignent le travail de cartographie, même si la pénétration du carottier est plus facile dans un terrain humide dépourvu de neige et non gelé.

La cartographie est également déterminée par l'**échelle** de travail. Le terrain doit être quadrillé de façon plus serrée en cartographie de détail qu'au 1:25'000. Les objectifs concrets toujours propres aux cartographies de détail nécessitent plus de temps pour les réaliser (p.ex. détermination des cotes, des aptitudes, etc.).

7.3.5. Variabilité des formes de sol et de terrain

Il est rare de trouver dans la nature des surfaces d'une certaine importance avec des caractéristiques uniformes de sol. Chaque sondage ou presque révèle de petites différences, même à quelques mètres de distance.

Les limites tracées sur la carte ne sont pas aussi nettes dans la nature où il s'agit souvent de zones de transition plus ou moins larges. Pour obtenir des plages suffisamment grandes et des formes relativement simples, il faut accepter de s'écarter quelque peu des contours naturels et traiter les inclusions éventuelles dans l'intérêt de la lisibilité de la carte. On ne « recherche » pas les limites du sol, on les fixe. Aussi ne doit-on pas s'attendre en lisant la carte à trouver en chaque point une concordance complète entre le document et la nature.

Le cartographe s'efforce normalement de délimiter des plages pures, c'est-à-dire des formes de sol où les propriétés varient dans des limites étroites. Mais les variations souvent rapides des sols et du relief ne le permettent pas toujours et il faut alors délimiter des plages complexes (cf. 7.3.1).

Plages pures

Il faut tolérer dans les unités de sol pures, une certaine fourchette de variation pour la pierrosité, la texture fine et la profondeur, ce qui correspond aux conditions naturelles. Cette fourchette est plus ouverte dans les cartographies générales que dans celles de détail.

Notation pour désigner la fourchette de variation :

pp - p peu pierreux à pierreux

Ls - L limono-sableux à limoneux

p - mp profond à modérément profond

Les *plages pures* peuvent contenir une certaine quantité d'*inclusions* étrangères, de deux catégories :

- inclusions qui diffèrent de l'unité les contenant par leur classification et leur interprétation. Leur tolérance est de 10 % max. en cartographie de détail et de 20 % max. en cartographie au 1:25'000.
- inclusions différentes par la classification mais non par l'interprétation. La tolérance est de 20 % max. en cartographie de détail, de 40 % max. en cartographie au 1:25'000.

La tolérance se réduit avec un degré croissant de différenciation des propriétés de l'inclusion par rapport à celles de l'unité principale.

Plages complexes

Il arrive souvent que les sols varient successivement sur de courtes distances et qu'on ne peut, à l'échelle choisie, les distinguer les uns des autres ; ils doivent être traités en *complexes*.

Les constituants d'un *complexe* doivent être énumérés dans **l'ordre de leur importance**, normalement d'après leur surface. Celle-ci peut être précisée en cartographie de détail. La coloration du complexe doit être celle du sol dominant.

Critères de décision

Le découpage de la configuration du terrain est une des tâches les plus ardues de la cartographie. Le choix des limites et du contenu des plages doit se faire en tenant compte de deux aspects :

- tenir toujours compte de **l'application pratique** qui sera faite de la carte et de sa lisibilité. Si, par exemple, à l'intérieur d'une plage délimitée par la topographie, on trouve des sols de types divers, mais de même interprétation, il convient de les regrouper dans cette plage en donnant leur fourchette de variation (fig. 7.3e). Penser aussi au rôle que jouent la grandeur de la plage et les surfaces voisines. Penser, en cartographiant, à « généraliser ».

Il est important de reconnaître **ce qui règle les rapports entre matériau parental, relief et sol et de travailler par analogies** (fig. 7.3f). Le cartographe doit s'efforcer de placer les mêmes sols dans les mêmes situations et sur les mêmes matériaux parentaux sans se laisser troubler par de petites différences de sol ou des sondages effectués dans des zones de transition.

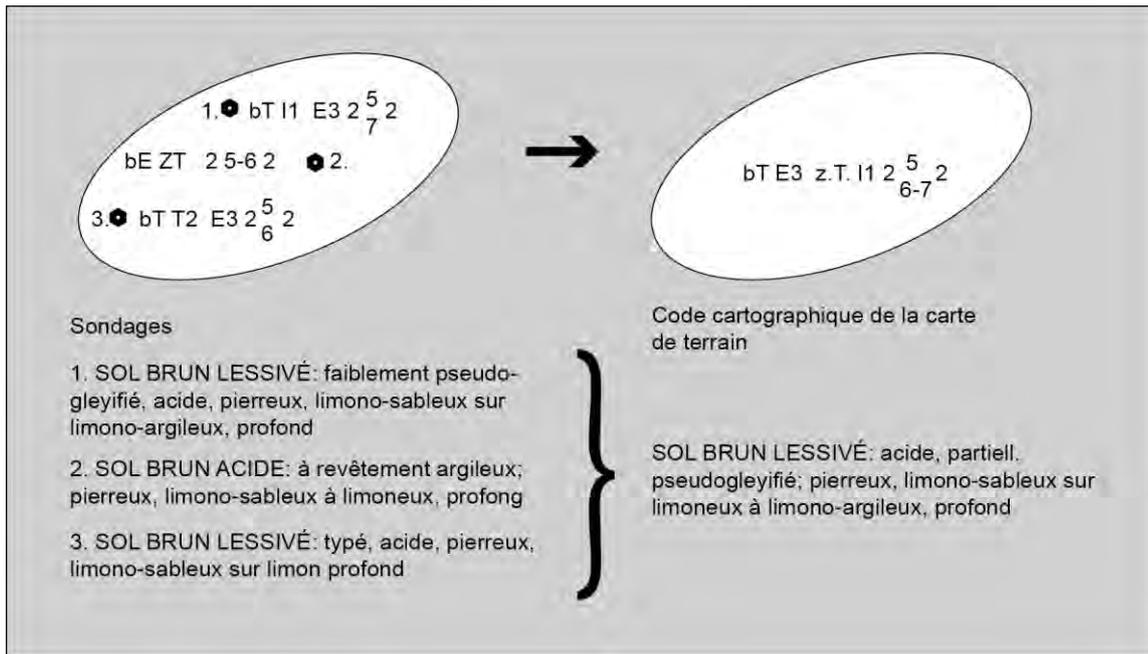


Fig 7.3e. Regroupement de sols semblables (exemple : plage de moraine)

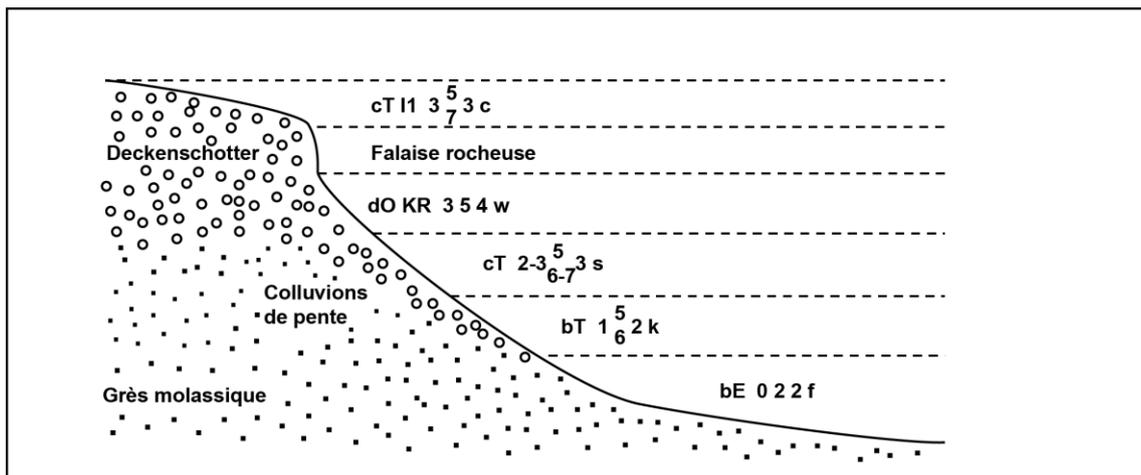


Fig 7.3f. Relations substrat-relief-sol (exemple: « Deckenschotter » - éboulis de pente- grès molassique)

Connaît-on ce qui règle la séquence cT- dO -cT- bT- bE (fig. 7.3f), on peut l'appliquer à une pente présentant les mêmes conditions géologiques, ou élargir les définitions.

Couche supérieure du sol, couche sous-jacente

Il faut distinguer des fourchettes de variation ci-dessus, celles propres aux divers horizons d'un profil. La pierrosité et la texture fine sont, si nécessaire, indiquées séparément pour la couche supérieure du sol et la couche sous-jacente :

Notation : np/p non pierreux sur pierreux
 Ls/L-La limon-sableux sur limon à limon argileu

Présentation des résultats

- 8.1 Mise au net de la légende de travail et de la carte de terrain
- 8.2 Code cartographique
- 8.3 Légende de la carte des sols
- 8.4 Élaboration de la carte
 - 8.4.1 Teintes
 - 8.4.2 Élaboration conventionnelle
 - 8.4.3 Le traitement électronique des données dans la confection de la carte
- 8.5 Exploitation des cartes des sols
- 8.6 Notice explicative

8. Présentation des résultats

8.1. Mise au net de la légende de travail et de la carte de terrain

- Buts principaux:
- attribution de chaque plage à une unité de la légende.
 - les plages ne doivent pas avoir moins de 1 cm² sur la carte définitive (tab. 8.1a)
 - la mise au net de la carte de terrain et de la légende doit être telle qu'elle permette un traitement par une tierce personne.

Tab. 8.1a. Surface minimale d'une plage et son correspondant sur le terrain à différentes échelles

Carte des sols		1 cm ² sur la carte des sols correspond sur le terrain à		Carte de terrain	
Échelle	Surface minimale	Surface	Longueur du côté d'une forme carrée	Échelle ¹⁾	Surface minimale
1: 1'000	1 cm ²	1 a	10 m	1: 500	4 cm ²
1: 5'000	1 cm ²	25 a	50 m	1: 1'000	25 cm ²
1: 10'000	1 cm ²	1 ha	100 m	1: 5'000	4 cm ²
1: 25'000	1 cm ²	6,25 ha	250 m	1: 10'000	6,25 cm ²
1: 50'000	1 cm ²	25 ha	500 m	1: 25'000	4 cm ²
1: 100'000	1 cm ²	100 ha	1 km	1: 50'000	4 cm ²
1: 200'000	1 cm ²	4 km ²	2 km	1: 100'000	4 cm ²

1) peut varier

Le travail nécessité pour la mise au net dépend de la façon dont on a procédé durant le travail de terrain. Si dès le départ une légende de travail a été bien établie, il suffit à la fin d'en contrôler les erreurs. On peut alors donner à chaque plage son code définitif. Mais si on procède sans clé cartographique (légende de travail), il faut compter, notamment dans des projets d'une certaine importance, avec une longue mise au net au bureau parce qu'il faut rassembler beaucoup de formes semblables dans une unité de sol. En pratique les façons de faire sont intermédiaires. Pour les projets d'une certaine importance, il est recommandé de traiter les légendes de travail avec un système de traitement de texte et/ou des tableurs.

Voici les principales étapes de la mise au net :

Légende de travail

- Inventaire respectivement de toutes les unités et formes de sol ; statistique des fréquences.
- Regroupement d'unités (formes) de sol semblables en une seule ; intégrer une unité peu utilisée en une autre semblable ; fixer les sous-types.
- Compléter la légende avec les unités complexes ; fixer la succession des composants des complexes.
- Attribution du code cartographique définitif à chaque unité de sol.
- Description définitive des unités de sol en tant que légende de la carte des sols (cf. 8.3).
- Intégrer définitivement les profils de référence d'unités de sol importantes.

Cartes de terrain

- Corriger les fautes : plages sans code ou code incomplet, limites incomplètes ou ambiguës.
- Caractériser les surfaces non cartographiées : p.ex. zones construites.
- Opérer les raccords entre plans adjacents.
- pour les plages qui n'ont pas la surface nécessaire : intégration dans la plage voisine ou création d'un complexe.
- Noter les emplacements des profils avec leur désignation.
- Accorder les composants des complexes avec les unités pures voisines.
- Complexes : indiquer éventuellement le pourcentage des surfaces respectives (surtout importantes pour l'estimation des sols).
- Introduction du code cartographique définitif.

8.2. Code cartographique

La description codée d'une unité de sol dans la légende de travail contient généralement trop de positions pour la présentation définitive de la carte. Pour assurer à celle-ci une bonne lisibilité, il faut raccourcir le code. Celui-ci contient dans la règle quatre positions (fig. 8.2a). Il est en même temps le point d'entrée dans la légende détaillée.

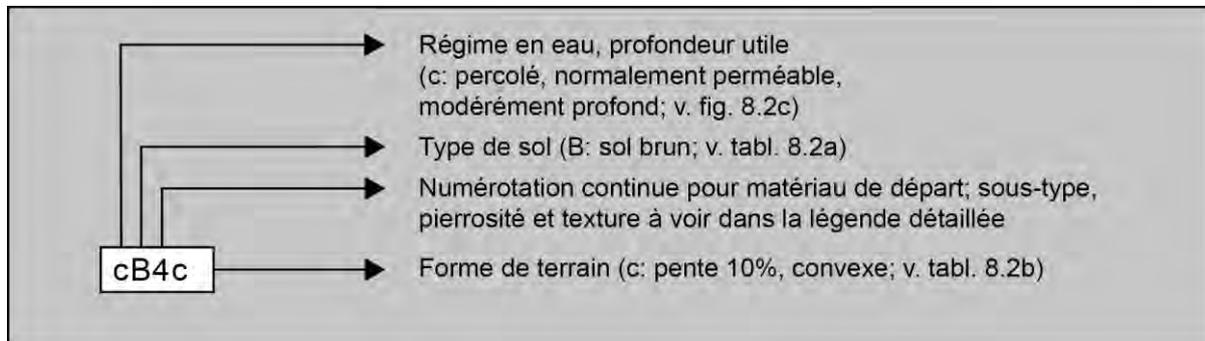


Fig. 8.2a. Constitution du code pour *plages pures*

La désignation des complexes dépend de la place disponible dans la plage : si elle est suffisante, chaque composant du complexe peut être indiqué ; sinon on utilise des **numéros** (cf. fig. 8.2b), le système opté devant être **uniforme** pour toute l'étude.

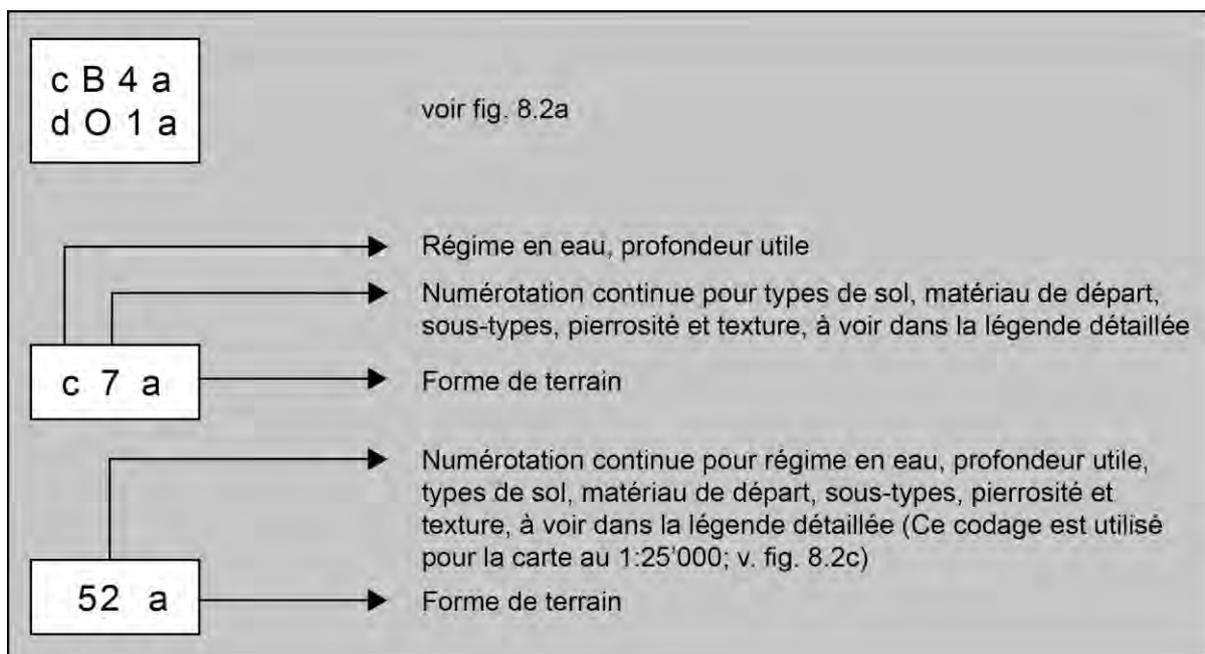


Fig. 8.2b. Trois types de codes cartographiques possibles pour *complexes*

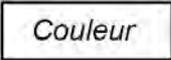
Remarque :

Des codes analogues attribués à des unités de sols n'ont pas la même signification d'un projet à l'autre. L'unité au sein du code est un chiffre énuméré dans l'ordre croissant, dont la définition change d'une carte à l'autre (fig. 8.2a, 8.2b).

Il a y donc une légende propre à chaque carte.

Sols percolés

Perméable

	a	très profonds	Complexe no	1 - 49
	b	profonds		
	c	modérément profonds		50 - 99
	d	assez superficiels		100 - 199
	e	superficiels		
Influence de la nappe perchée temporaire				
	f	profonds		200 - 249
	g	modérément profonds		
	h	assez superficiels		250 - 299
	i	superficiels		
Influence de la nappe de bas-fond ou de pente				
	k	profonds		300 - 349
	l	modérément profonds		
	m	assez superficiels		350 - 399
	n	superficiels		

Sols hydromorphes à nappe perchée

Rarement engorgés jusqu'en surface

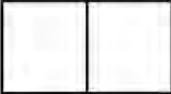
	o	modérément profond à profonds		400 - 449
	p	assez superficiels		

Souvent engorgés jusqu'en surface

	q	assez superficiels		450 - 499
	r	superficiels		

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

Rarement engorgés jusqu'en surface

			minéral	organique
	s	profonds	500 - 549	550 - 599
	t	modérément profonds		
	u	assez superficiels		

Souvent engorgés jusqu'en surface

	v	modérément profonds	600 - 649	650 - 699
	w	assez superficiel à superficiels		

La plupart du temps engorgés jusqu'en surface

	x	assez superficiels	700 - 749	750 - 799
	y	superficiel à très superficiels		

Engorgés en permanence jusqu'en surface

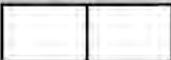
	z	très superficiels	800 - 849	850 - 899
---	---	-------------------	-----------	-----------

Fig 8.2c. Exemple d'utilisation de numéros par ordre croissant pour des unités de sol de complexes par rapport au régime hydrique (5.3), à la profondeur utile et à la coloration (légende abrégée de l'inventaire national pédologique de la Suisse au 1:25'000.

Tab. 8.2a. Codage des principaux types de sol

Code	Type de sol	Code	Type de sol
A	Sol alluvial d'inondation	N	Semi-moor
B	Sol brun	O	Régosol
C	Sol humo-lithique carbonaté	P	Podzol humo-ferrugineux
D	Sol humo-lithique carco-silicaté	Q	Sol ocre podzolique
E	Sol brun acide	R	Rendzine
F	Fluvisol	S	Sol humo-lithique silicaté
G	Gley réduit	T	Sol brun lessivé
H	Podzol humique	U	Sol lithique calco-silicaté
I	Pseudogley	V	Gley-sol brun
J	Sol lithique carbonaté	W	Gley oxydé
K	Sol brun calcaire	X	Remblais
L	Sol lithique silicaté	Y	Pseudogley-sol brun
M	Moor ²⁷	Z	Phaeozem

Tab. 8.2b. Codage des formes de terrain (configuration de la surface et pente)

Code ²⁸	Type de pente	Pente en %	Élément paysager typique
a	plat	0 - 5 %	plaine, plateau
b	régulièrement incliné	5 - 10 %	terrasse, plateau
c	convexe	- 10 %	légère bosse
d	concave	- 10 %	léger creux
e	irrégulier	0 - 10 %	faiblement ondulé
f	régulièrement incliné	10 - 15 %	faible pente
g	convexe	- 15 %	dos, bosse, haut de pente
h	concave	- 15 %	creux, bas de pente
i	irrégulier	0 - 15 %	ondulé
* j	régulièrement incliné	15 - 20 %	faible pente
* k	régulièrement incliné	20 - 25 %	faible pente
l	convexe	- 25 %	bosse, dos, haut de pente
m	concave	- 25 %	creux, combe perchée, bas de pente très
n	irrégulier	0 - 25 %	ondulé, bosselé
o	régulièrement incliné	25 - 35 %	forte pente
p	convexe	- 35 %	bosse, haut de pente, dos, arête
q	concave	- 35 %	combe perchée
r	irrégulier	0 - 35 %	faiblement accidenté
s	régulièrement incliné	35 - 50 %	forte pente
t	convexe	- 50 %	haut de pente, bosse, arête
u	concave	- 50 %	combe perchée, bas de pente
v	irrégulier	0 - 50 %	accidenté
w	régulier	50 - 75 %	pente raide
x	irrégulier	0 - 75 %	tourmenté
y	régulier	> 75 %	pente extrêmement raide
z	irrégulier	0 - > 75 %	déchiqueté

* sur la carte au 1:25'000, les classes j et k sont réunies en : k = 15-25 %

²⁷ selon Classification des sols; „tourbe“ dans Fiche de profil

²⁸ Les codes et désignations diffèrent partiellement de la Fiche de profil
Schriftenreihe der FAL (24), 1997

8.3. Légende de la carte des sols

La mise au net de la légende de travail débouche sur la légende définitive. Celle-ci décrit en toutes lettres les types et les propriétés des sols qui sont marqués en code sur la légende de travail et sur la carte. La légende définitive est en règle générale ordonnée de même façon que la légende de travail (cf. 7.2a). La légende est construite en premier lieu sur le régime hydrique et la profondeur, plus précisément sur un accroissement de la hydromorphie et une diminution de la profondeur utile en utilisant les groupes de régime hydrique (cf. 5.3.2). À l'intérieur des classes de même régime hydrique/profondeur, les unités sont énumérées selon le type de sol (si possible avec le matériau parental) puis le sous-type, la pierrosité et la texture (cf. points 3.5 et 5.2). D'autres informations peuvent venir compléter la légende selon l'échelle et le but du projet. Une subdivision supérieure d'après d'autres niveaux, p. ex. classe et type de sol, est également possible. Dans ce cas, la profondeur utile relève d'un niveau inférieur.

Tab. 8.3a. Légende de travail - code de la carte -légende de la carte (cas d'unités pures)
(cf. tab. 8.3.b et c)

Ordonnan ce	Caractéristique	Légende de travail	Code de la carte	Légende de la carte
1	régime hydrique, profondeur utile	a - z	a - z	titres des divisions et subdivisions de la légende
2	type de sol (y compris matériau parental)	A - Z (code pour matériau parental)	A - Z	type de sol et matériau parental en toutes lettres
3	sous-type	selon choix du cartographe	suite numérique à l'intérieur de la combinaison régime hydrique/profondeur utile	en toutes lettres, selon l'ordre choisi
	pierrosité texture profondeur	0 - 3 resp. 9 1 - 13 0 - 6		en toutes lettres ou abréviations
4	forme du terrain	(a - z)	a - z	(a - z)

Tab. 8.3b. Exemple de légende de travail - code de la carte - légende de la carte

Légende de travail	Code de la carte	Légende de la carte
bB (SA) KE 0 5 2	b B 1 c	<u>normalement perméable</u> SOL BRUN sur molasse sableuse, partiellement calcaire, non pierreux, limono-sableux, profond

Tab. 8.3c. Extrait de la légende Laufenburg 1:25'000 (FAP 1992b)

Unité de sol	Type de sol, matériau parental * avec profil-type	Pierrosité	Texture fine	Profondeur utile
SOLS PERCOLÉS				
Normalement perméable : très profond et profond				
bK9	SOL BRUN CALCAIRE dans limon de pente, localement sur cône d'alluvions (calcaire coquillier)	p	L-IU	p-mp
bK10	SOL BRUN CALCAIRE dans moraine rissienne : faiblement pseudogleyifié	pp-p	Ua-La	p
bK11	SOL BRUN CALCAIRE dans limon de pente (Dogger) : en partie faiblement pseudogleyifié, faiblement gleyifié en combe	pp-p	La	p
bK12	SOL BRUN CALCAIRE dans limon de pente (Dogger) sur argile et marne (lias, argiles à opalines) : faiblement pseudogleyifié à gleyifié	np-pp	La/Al	p
bK13	SOL BRUN CALCAIRE dans alluvions sableuses : humide en profondeur, diffus	np-pp	Ls-Ui	p
bT1	SOL BRUN LESSIVÉ dans gravier wurmien : forêt : acide	pp-p	Ls / L	p
bT2	SOL BRUN LESSIVÉ dans alluvions sableuses : forêt : acide	np-pp	Ls / Ls-L	p
bT3	SOL BRUN LESSIVÉ dans alluvions fluvio-glacières anciennes : en partie faiblement pseudogleyifié et compact, neutre à faiblement acide, forêt : acide	pp-p	Ls / L	p
bT4	SOL BRUN LESSIVÉ dans limon de pente sableux (grès à roseaux) : acide, avec vieille carrière	pp-np	Ls / L	p
bT5	*SOL BRUN LESSIVÉ dans loess: sur Terra fusca (sur Dolomite à Trigodonus) : polygénétique, acide (Profil WI507, p. 51)	np	UI/Al-T	p
1	*SOL BRUN LESSIVÉ, dans loess : meuble, diffus, en partie colluvial, acide (profil W1 504. p. 49)	np	UI	tp
	SOL BRUN dans colluvions (avant tout Loess) : diffus	np-pp	UI	tp-p

Remarque :

Quand la numération du code cartographique sous lequel sont résumées les différentes propriétés du sol (fig. 8.2a, 8.2b) recommence à **1** dans chaque projet, la signification change selon le projet. **Il y a donc une légende propre à chaque carte au 1:25'000.**

8.4. Élaboration de la carte

8.4.1. Teintes

Les cartes thématiques ne sont bien lisibles qu'avec un nombre restreint de teintes et de signes (env. 5- 15).

Une coloration selon le **régime hydrique** et la **profondeur utile** s'est montrée adaptée à des cartes de sols destinées à l'interprétation agricole (fig. 8.2c). Les teintes de la carte n'expriment pas des types de sol, mais des groupes de sols de mêmes régime hydrique et profondeur. Ainsi le brun désigne tous les sols percolés, normalement perméables, profonds. Les bleus et verts indiquent des sols mouillés. Ce système rend les cartes faciles à utiliser sans grande connaissance des sols. Des tableaux éprouvés d'attribution des couleurs pour les cartes des sols et cartes dérivées sont présentés à l'annexe 4.

Les complexes sont teintés d'après le régime hydrique dominant.

Les surfaces non cartographiées ne sont pas coloriées (zones construites, gravières, dépôts, installations sportives etc.)

8.4.2. Élaboration conventionnelle

L'élaboration technique de la carte dépend des bases mises à disposition par le mandant (plans photographiques, contre-calques du cadastre, copies de cartes topographiques).

Plan de travail :

- report des limites et des codes (y compris emplacement des profils) et inscriptions sur un contre-calque
- reproduction à l'échelle voulue
- adjonction d'un transparent portant la légende
- coloration des tirages sur papier (héliocopies)
- polycopiage des cartes

Un processus spécial est utilisé pour l'impression de cartes des sols (p. ex. cartes des sols au 1:25'000 de la FAP/FAL).

8.4.3. Le traitement électronique des données dans la confection de la carte

Le traitement électronique des données (TED) peut être engagé pour la gestion des unités de sol et le montage de la légende (traitement de texte). Les possibilités du TED peuvent être bien exploitées dans la fabrication des cartes des sols et des cartes thématiques.

Plan de travail :

- digitalisation des limites de sol à partir de la carte de terrain complétée
- introduction des données dans toutes les plages et dans la légende
- opérations graphiques et rédactionnelles à l'écran
- exploitation thématique des informations (p.ex. en vue de l'aptitude agricole) par programme choisi et rédaction des cartes d'exploitation
- dessin des cartes thématiques avec plotter sur bases topographiques (situation)
- polycopiage des cartes par copie-plotter (petit nombre) ou photocopie ou impression de l'original.

Ces différentes étapes sont soutenues par un logiciel. Il existe aujourd'hui des programmes qui permettent le développement et le suivi de systèmes d'informations géographiques (GIS), dans lesquels les informations géométriques et thématiques sont intégrées de façon optimale.

Les principaux avantages de la confection de cartes assistée par TED dans un programme GIS sont de permettre des exploitations rapides selon divers critères, des superpositions à d'autres cartes thématiques, les modifications de l'échelle, des traitements statistiques, et plus simplement le contrôle et la correction des informations saisies. L'inconvénient est le temps consacré à la saisie des informations. Par ailleurs des plotters onéreux sont nécessaires pour des cartes de qualité.

8.5. Exploitation des cartes des sols

La carte des sols est en fait une carte de base thématique dont on peut tirer d'autres cartes à thème selon les besoins. Les cartes dérivées sont surtout établies lors de cartographies de détail.

Quelques exemples :

- aptitude à l'exploitation agricole
- surfaces agricoles de qualité, surfaces d'assolement
- qualité agricole du sol (cote du sol)
- propositions d'amélioration (drainage)
- aptitude à l'irrigation
- praticabilité
- risque de compaction
- risque de perte de substances nutritives (par infiltration ou ruissellement)
- risque d'érosion
- autres.

Les possibilités d'interprétation et d'exploitation des cartes des sols dans le domaine agricole sont décrites aux chapitres 9 à 11.

L'aménagement du territoire utilise la carte des sols pour délimiter les terres arables et les surfaces d'assolement.

La carte des sols est aussi une des principales bases pour l'étude intégrée de problèmes écologiques, tels les études d'impact, les concepts de protection des sols ou de développements paysagers. Dans le cas des constructions linéaires comme les conduites souterraines, la carte des sols sert à choisir l'itinéraire et à planifier les échéances de manière à protéger les sols lors de l'exécution des travaux.

Les exemples cités plus haut font ressortir la place centrale qu'occupe une carte des sols pour les recherches sur les « écosystèmes paysagers » et leur interprétation du point de vue des risques et de la capacité productive.

L'élaboration de cartes thématiques dérivées d'une carte des sols ou l'interprétation de ces dernières à des fins d'expertises se fait selon des critères objectifs ; mais chaque interprétation comporte un certain « flou » dû à la complexité des processus dans le sol et à sa surface. C'est pourquoi de bonnes connaissances de la région étudiée sont indispensables.

Certaines interprétations ne nécessitent pas de représentation cartographique ; ainsi, les cotes pour les estimations de sols peuvent être directement reportées des documents de terrain sur la carte des sols ou être adjointes à la description des unités de sol dans la légende.

Les **données statistiques** font également partie des avantages qu'on tire des cartes des sols et de leurs cartes dérivées. On s'intéresse ici principalement aux plages dont les sols présentent certaines propriétés ou aptitudes déterminées. La répartition géographique, p.ex. par communes, régions, cantons, altitudes, unités climatiques, etc., peuvent aussi être des informations complémentaires utiles.

8.6. Notice explicative

Cartes et légendes contiennent l'essentiel des résultats et des informations. L'emploi correct des cartes nécessite une notice explicative. Celle-ci devrait contenir les points suivants :

- table des matières
- résumé
- mandat
- région étudiée
- marche suivie
- sols, carte des sols
- produits dérivés (marche suivie, cartes)
- statistiques des surfaces
- conséquences, possibilités d'application
- littérature
- annexes (notions et abréviations pédologiques, légende détaillée, etc.)

La notice des cartes au 1:25'000 contient toujours trois parties :

- une partie générale invariable
- une partie propre à la carte
- une légende détaillée

Partie III ESTIMATION DES SITES SUR LA BASE DE L'INTERPÉTATION DES CARTES DES SOLS

Estimation de l'aptitude agricole d'un site

- 9.1 Introduction
- 9.2 Principes de base de l'estimation de l'aptitude agricole
 - 9.2.1 Critères d'évaluation d'un site
 - 9.2.2 Subdivision de la Suisse en six régions d'utilisation sur la base des conditions climatiques
 - 9.2.3 Description des dix classes d'aptitude (sous forme résumée)
 - 9.2.4 Interactions entre plusieurs caractéristiques du site
- 9.3 Caractéristiques du site et aptitude à l'exploitation agricole
 - 9.3.1 Cadre d'interprétation des relations entre les principales caractéristiques des sols et les classes d'aptitude : aperçu pour les régions d'utilisation 1 à 4.
 - 9.3.2 Description des dix classes d'aptitude sur la base des caractéristiques du site
 - 9.3.3 Clé pour la détermination des classes d'aptitude dans les régions d'utilisation 1 à 4
- 9.4 Prise en compte des interactions
 - 9.4.1 Interactions entre le régime hydrique et la pente dans les régions d'utilisation 1 à 4
 - 9.4.2 Autres interactions

Partie III ESTIMATION DES SITES SUR LA BASE DE L'INTERPRÉTATION DES CARTES DES SOLS

9. Estimation de l'aptitude agricole d'un site

9.1. Introduction

L'un des principaux objectifs des cartes des sols est de permettre une estimation objective de l'aptitude d'un sol à l'exploitation agricole. Le critère déterminant est en l'occurrence la durabilité : chaque site doit être utilisé de telle sorte que son potentiel de production soit au moins conservé. L'estimation des sites se fait par rapport à la surface ; en principe, chaque plage de la carte des sols (présentant des caractéristiques stationnelles plus ou moins homogènes) est évaluée séparément.

Les cartes des sols sont un outil indispensable pour l'aménagement du territoire : en général, les planificateurs doivent pouvoir s'appuyer sur des bases pédologiques, par exemple pour délimiter des surfaces d'assolement. Quant aux agriculteurs, qui connaissent bien les conditions stationnelles de leur région, l'interprétation de la carte de sols sous forme d'une carte de l'aptitude agricole peut leur montrer où se situent les risques cultureux.

Les classes d'aptitude (cf. 9.2) et les clés d'interprétation (cf. 9.3, 9.4) visent à garantir une estimation uniforme des sites. Il est signalé comment tenir compte des interactions, notamment entre le sol et le climat. Par exemple, l'aptitude à la culture fourragère d'un sol relativement plat est totalement différente selon qu'il se trouve dans un climat très pluvieux ou peu pluvieux. Les clés d'interprétation fournissent un cadre qui facilite au cartographe l'interprétation de l'aptitude. Les légendes des aptitudes peuvent être modifiées et adaptées au cas par cas au niveau régional. Il va de soi que ces clés sous forme de tableau ne permettent pas toujours une interprétation définitive. Il faut tenir compte au besoin des conditions locales particulières, comme l'ombre de forêts, l'exposition, le degré d'acidité de la couche supérieure du sol, ou encore les irrégularités du relief. Dans de tels cas, une **estimation du site sur le terrain** pendant la cartographie se révèle indispensable ; elle permet d'obtenir une évaluation plus fiable qu'une simple interprétation des cartes des sols au bureau.

L'annexe 1 montre un exemple d'utilisation des clés d'interprétation.

9.2. Principes de base de l'estimation de l'aptitude agricole

9.2.1. Critères d'évaluation d'un site

Exigences spécifiques des cultures : la formulation des exigences culturales représente la première étape de l'évaluation de l'aptitude à l'exploitation. Quelle culture peut être cultivée à quel endroit, avec quelle qualité et fiabilité ? Les questions relatives aux exigences climatiques et pédologiques des différentes cultures en Suisse sont traitées dans l'ouvrage « Der landwirtschaftliche Pflanzenbau » (Koblet 1965). Ce n'est qu'après avoir établi le lien entre les différentes caractéristiques du site et son aptitude à l'exploitation de toutes les cultures habituelles, que l'on peut passer à l'étape suivante.

Forme d'exploitation ou type d'assolement : il convient de fixer pour chaque forme d'exploitation la qualité minimale requise par rapport aux propriétés du sol, au climat et à la pente.

L'aptitude en tant que grandeur composée : les plantes cultivées ont des exigences par rapport au climat et au sol, les agriculteurs en ont aussi par rapport à la mécanisation des travaux des champs. Il s'ensuit que l'évaluation de l'aptitude repose principalement sur l'observation du sol, du climat et de la pente. Ces trois caractéristiques sont d'une importance égale ; l'aptitude d'un site est déterminée par la caractéristique qui limite le plus les possibilités d'exploitation ou le choix des cultures ; les interactions entre plusieurs caractéristiques doivent aussi être prises en considération (cf. 9.2.4).

Le rapport explicatif de la « Carte des aptitudes des sols de la Suisse » au 1:200'000 (Office fédéral de l'aménagement du territoire 1980) présente le lien entre l'expression d'une caractéristique du sol et son aptitude agricole. Les interactions mentionnées ci-dessus y sont décrites de façon détaillée.

L'aptitude agricole en Suisse étant principalement déterminée par le climat, le pays est subdivisé en plusieurs régions définies d'après leurs caractéristiques climatiques (cf. 9.2.2). Les formes d'exploitation appropriées sont regroupées en classes d'aptitude (cf. 9.2.3).

9.2.2. Subdivision de la Suisse en six régions d'utilisation²⁹ sur la base des conditions climatiques

L'aptitude climatique est définie d'après la « Carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse » à l'échelle 1:200'000 (Le délégué à l'aménagement du territoire 1977a). Ses zones climatiques permettent de saisir et représenter de façon détaillée les conditions climatiques pour l'agriculture. Pour pouvoir tenir compte de façon adéquate de l'influence de la pluviométrie sur l'aptitude agronomique, les zones climatiques qui sont regroupées dans les cartes (p. ex. D 1 - 4) ont à nouveau été subdivisées en leurs éléments de base (D1, D2, D3, D4). Pour obtenir un cadre d'interprétation des possibilités d'exploitation agricole du point de vue du climat, les zones climatiques sont regroupées à leur tour en plus grandes unités au sein desquelles l'exploitation agricole connaît des restrictions similaires. Ces unités sont désignées sous le terme de régions d'utilisation agroclimatiques.

²⁹ „Nutzungsgebiete“, cf. notes chapitre 4.1.6 (NdT)

9.2-2

Le rapport entre les grandeurs climatiques déterminantes (régime pluviométrique, période de végétation, altitude) et les régions d'utilisation est représenté dans la figure 9.2a. Les six régions d'utilisation sont décrites sous forme résumée dans le tableau 9.2a.

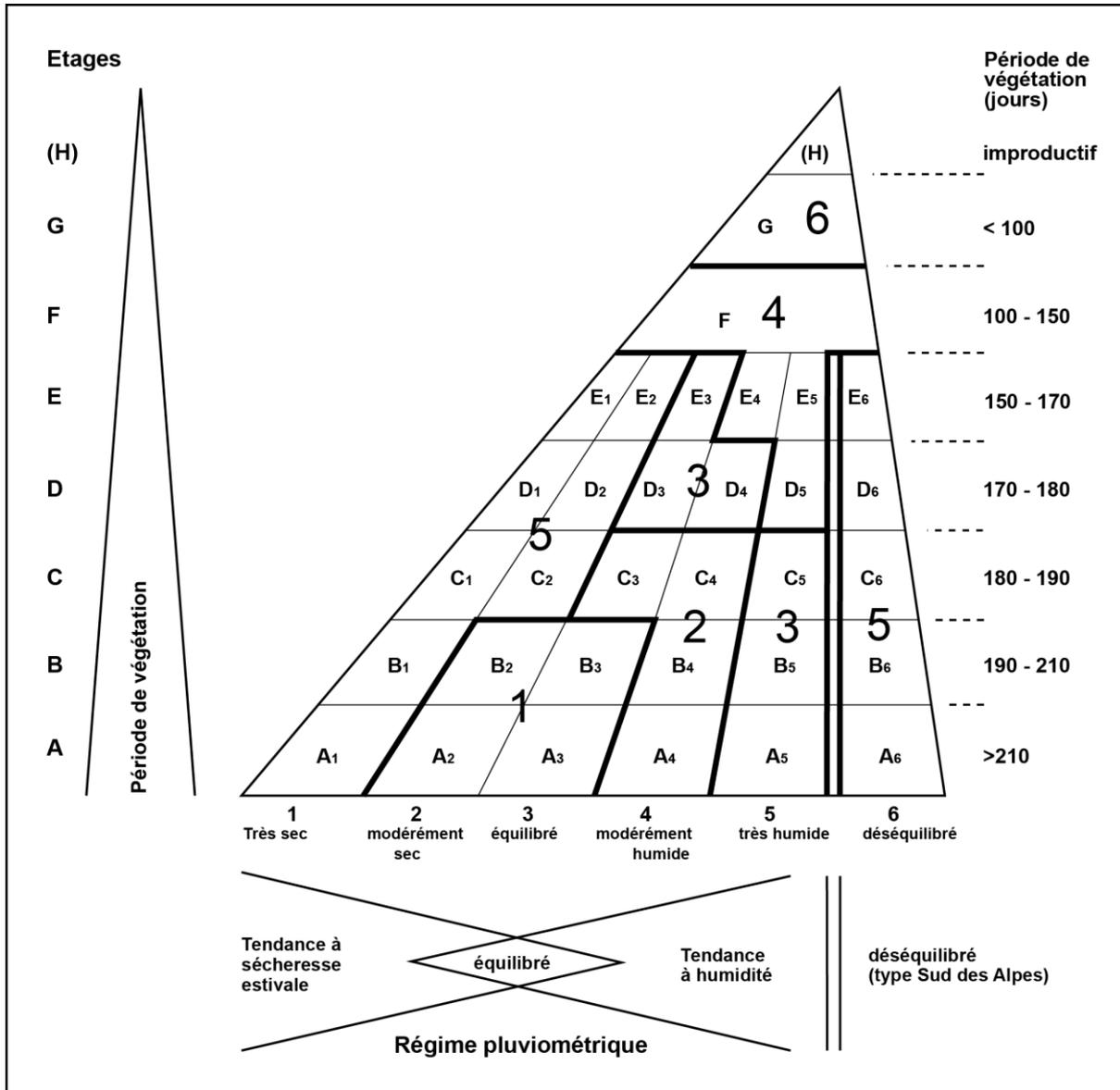


Fig. 9.2a. Regroupement des zones climatiques en six régions d'utilisation

[Source : Carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse à l'échelle 1: 200'000 (Le délégué à l'aménagement du territoire 1977a), modifiée]

Tableau 9.2a. Description des six régions d'utilisation (fig. 9.2a)

Code	Désignation de la région d'utilisation	Zones climatiques	Appréciation selon les cultures	Classes d'aptitude ³⁰ possibles (tab. 9.2b)
1	Région de grandes cultures avec rotations diversifiées	A2, A3, B2, B3	favorable à très favorable à toutes les cultures	1 - 10
2	Région de transition avec grandes cultures prédominantes	A4, B4, C3, C4	restrictions pour cultures céréalières en raison du risque d'hydromorphie; favorable aux cultures fourragères ; apte aux les cultures sarclées	2 - 10
3	Région de transition avec cultures fourragères prédominantes	A5, B5, C5, D3, D4, E3	favorable aux cultures fourragères ; peu à pas du apte aux cultures céréalières et sarclées	5 - 10
4	Région de cultures fourragères	D5, E4, E5, F	apte aux prairies et pâturages	6 - 10
5	Région agricole avec utilisation spéciale	A1, B1, (A2, B2), C1, C2, D1, D2, E1, E2, A6 - E6	variable en raison des conditions climatiques très différentes	1 - 10
6	Alpages	G, (H)	apte aux alpages	9 et 10

(...): les zones climatiques se recouvrent partiellement avec la région d'utilisation

La région d'utilisation 5 «région agricole avec utilisation spéciale» constitue un cas particulier. Dans ce groupe sont réunies les zones climatiques particulièrement influencées par le régime pluviométrique : d'une part celles présentant une tendance marquée à la sécheresse estivale (A1 à E1, en partie A2 et B2), d'autre part celles offrant des conditions pluviométriques irrégulières, sud-alpines (A6 à E6).

Les limitations climatiques dans une région d'utilisation signifient que les formes d'exploitation possibles dans cette région sont limitées. Par conséquent, le choix des classes d'aptitude (définition : cf. 9.2.3) y est lui aussi limité.

³⁰ „Eignungsklasse“ cf. note chap. 4.3 (NdT)

9.2.3. Description des dix classes d'aptitude (sous forme résumée)

Dans une optique d'uniformisation des légendes des cartes de l'aptitude agricole, les classes d'aptitude sont brièvement décrites ci-dessous, indépendamment des régions d'utilisation. Elles devraient constituer sous cette forme la base des légendes des cartes de l'aptitude agricole pour tous les projets de cartographie des sols. Elles peuvent être complétées selon les besoins régionaux. Par exemple, dans les régions où, pour des raisons climatiques, seule une exploitation fourragère est envisageable (régions d'utilisation 4 et 6), les classes d'aptitude 7 à 10 peuvent encore être subdivisées.

Tableau 9.2b. Les dix classes d'aptitude et leur description

Code	Classe d'aptitude
1	<p><u>Assolement sans restriction 1^{er} type</u></p> <p>Choix cultural illimité avec rendements sûrs.</p> <p>Toutes cultures possibles sans restriction, y compris cultures sarclées et légumières ; peu de travail pour la préparation du sol, les travaux culturaux et la récolte.</p>
2	<p><u>Assolement sans restriction 2^e type</u></p> <p>Choix cultural illimité avec des conditions culturales légèrement plus difficiles.</p> <p>Toutes cultures possibles, sécurité du rendement légèrement réduite, légèrement plus de travail pour la préparation du sol, les travaux culturaux et la récolte.</p>
3	<p><u>Assolement à prédominance de céréales 1^{er} type</u></p> <p>Grandes cultures diversifiées, restrictions pour les cultures sarclées.</p> <p>Choix diversifié de grandes cultures avec prédominances de céréales ; toutes cultures possibles ; cultures sarclées : sécurité du rendement légèrement réduite les années extrêmes, et plus de travail pour la préparation du sol, les travaux culturaux et la récolte.</p>
4	<p><u>Assolement à prédominance de céréales 2^e type</u></p> <p>Grandes cultures limitées, préférence aux cultures céréalières.</p> <p>Aptitude suffisante pour les cultures céréalières ; grandes cultures diversifiées impossibles en raison d'un manque de sécurité du rendement (sécheresse estivale) et/ou d'un travail excessif pour la préparation du sol, les travaux culturaux et la récolte ; possibilités de cultures sarclées généralement très restreintes, faible sécurité du rendement en production fourragère.</p>
5	<p><u>Prédominance de cultures fourragères</u></p> <p>Cultures fourragères, choix limité de grandes cultures possibles.</p> <p>Culture fourragères avec rendements sûrs ; grandes cultures limitées en raison d'une forte pente, risque d'érosion et/ou risque de compaction ; cultures céréalières possibles avec suffisamment de sécurité de rendement, cultures sarclées généralement très limitées.</p>

Code	Classe d'aptitude
6	<p><u>Assolement à prédominance de cultures fourragères, grandes cultures fortement limitées³¹</u></p> <p>Cultures fourragères, assolement très fortement limité</p> <p>Cultures fourragères avec rendements sûrs, grandes cultures limitées en raison d'une forte pente, de la hydromorphie et/ou d'une pierrosité importante ; cultures céréalières possibles.</p>
7	<p><u>Prairies et pâturages</u></p> <p>Exploitation diversifiée comme pâturages et prairies de fauche.</p> <p>Intensité d'exploitation moyenne avec sécurité de rendement suffisante ; pâturage de gros bétail et récolte avec autochargeuse possible.</p>
8	<p><u>Prairie humide, à faucher uniquement</u></p> <p>Exploitation limitée à la fauche.</p> <p>Intensité d'exploitation réduite avec sécurité de rendement suffisante ; fortes restrictions au niveau de la praticabilité et de l'utilisation comme pâturages.</p>
9	<p><u>Prairies et pâturages extensifs</u></p> <p>Exploitation de fauche extensive (fourrages secs) ou pâturage extensif.</p> <p>Mode d'utilisation approprié déterminé par la pente et le régime hydrique.</p>
10	<p><u>Surfaces à litière</u></p> <p>Utilisation comme surface à litière.</p> <p>Utilisable seulement comme surface à litière en raison de la hydromorphie permanente.</p>

Les principales caractéristiques de site correspondant aux différentes classes d'aptitude sont présentées sous forme de tableaux sous le point 9.3, et complétées par une description détaillée des dix classes d'aptitude. On trouvera par ailleurs à l'annexe 4 un système de classement éprouvé par couleurs des classes d'aptitude en vue de leur représentation cartographique.

³¹ „cultures céréalières possibles“ dans fiche de profil FAL

9.2.4. Interactions entre plusieurs caractéristiques du site

Les éléments climatiques, les caractéristiques du relief et les propriétés du sol peuvent se compenser ou au contraire se renforcer réciproquement par rapport à leurs effets sur la production végétale. En raison de ces interactions, l'aptitude est évaluée en fonction de la région d'exploitation climatique (cf. 9.3 et 9.4). Voici quelques remarques générales sur certaines de ces interactions.

Interaction entre le climat et la hydromorphie:

L'évaluation d'une hydromorphie par l'eau de fond ou de pente sera d'autant moins défavorable que le climat est sec. Dans les cas extrêmes, la présence d'une (légère) hydromorphie peut même être considérée comme plus favorable que l'absence d'hydromorphie. L'interaction entre climat sec et hydromorphie conduit ainsi à une correction positive. Inversement, l'effet conjoint de la hydromorphie et d'un climat pluvieux entraîne dans la plupart des cas une diminution de l'aptitude culturale.

Interaction entre climat et profondeur / capacité de rétention d'eau :

Les profondeurs importantes sont un avantage aussi bien sous un climat sec que sous un climat humide (capacité de rétention et de restitution accrue), raison pour laquelle il n'y a pas d'interaction à prendre en compte. Une interaction positive s'observe uniquement avec des sols à profondeur réduite dans des régions au bilan hydrique climatique positif, autrement dit lorsque les précipitations pendant la période de végétation sont supérieures à l'évapotranspiration.

Des sols peu profonds situés dans des zones climatiques sèches sont en revanche un désavantage pour la plupart des cultures (interaction négative).

Interaction entre le climat et la perméabilité :

Dans un climat sec au bilan hydrique climatique négatif (précipitations inférieures à l'évapotranspiration pendant la période de végétation), une perméabilité supérieure à la moyenne doit être considérée comme négative, alors que les couches engorgées sont en général jugées plutôt positives. Dans un climat pluvieux, une perméabilité supérieure à la moyenne doit être évaluée de façon positive, alors que la pseudogleyification causée par des couches peu perméables limite au contraire l'aptitude culturale et la sécurité du rendement.

9.3. Caractéristiques du site et aptitude à l'exploitation agricole

9.3.1. Cadre d'interprétation des relations entre les principales caractéristiques des sols et les classes d'aptitude : aperçu pour les régions d'utilisation 1 à 4.

Le classement d'un site dans une classe d'aptitude donnée est déterminé par la caractéristique la plus limitative. Outre le climat, il peut s'agir :

- du régime hydrique du sol,
- de la profondeur utile,
- de la composition de la couche arable (pierrosité, texture, humus),
- de la configuration du terrain.

Les conditions de classement ou de délimitation des régions d'utilisation 1 à 4 (9.2.2) sont présentées sous forme synthétique dans les tableaux 9.3a à 9.3d. L'objectif est d'avoir une vue d'ensemble du classement dans les différentes classes d'aptitude. Pour une meilleure visibilité, les caractéristiques typiques des classes sont signalées par des caractères gras, les autres caractéristiques possibles des propriétés stationnelles par des caractères normaux.

La relation entre les différentes caractéristiques du site et le classement dans les classes d'aptitude est présentée au chapitre 9.3.3.

Il n'est pas possible de fournir de présentation synoptique pour la région d'utilisation 5, en raison d'une part du manque d'expérience pratique dans l'interprétation de l'exploitation, d'autre part de l'hétérogénéité de cette région où dominent partiellement les cultures spéciales (le Tessin et la Valais sont très différents au plan climatique).

Dans la région d'utilisation 6 n'entrent en ligne de compte que les différentes formes d'exploitation fourragère et pacagère ; en général, celles-ci doivent être déterminées sur la base de la cartographie de la végétation.

Tab. 9.3a. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « régions de grandes cultures » (zones climatiques A2, A3, B2, B3 = région d'utilisation 1)

en gras = expression typique d'une caractéristique entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (sols avec max. une caractéristique limitative*)

Caractères normaux = (autres) expressions possibles entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (généralement en raison d'interactions entre différentes caractéristiques du sol, le relief et le climat)

Régime hydrique (sur l'ensemble du profil)			Constitution de la couche supérieure du sol (0-25 cm)			Relief	Aptitude	
Profondeur utile	Degré de hydromorphie		Groupe de régime hydrique	Classe de pierrosité	Classe de texture	Humus %	Forme du terrain (pente)	Classe d'aptitude
	Nappe perchée	Nappe permanente						
> 70 cm	- , I1	- , G1, G2 G3, R1	a, b k	0, 1	5, 6 12	2-5 5-10	a-d e (jusqu'à max. 10 %)	1
50-70 cm > 70 cm	I2 -, I1	G3, R1 -,G1, G2	c, f, g, k, l a, b	2 0, 1	3, 4, 12 5, 6, 7	jusqu'à 2, 5-10 2-5	e, f, g, h a-d, i (jusqu'à max. 15 %)	2
> 50 cm	-, I1- I3	-, G1-G4, R1-R2	a-c, f, g, k, l, o, s, t	3, 4 0-2	7 2, 3, 4, 5, 12	jusqu'à 10	j a-h (jusqu'à max. 20 %)	3
30-50 cm > 50 cm	I3 -, I1, I2, I4	-, G1-G4	d, h, m, o a-c, f, g, k, l, s, t	5, 6 0-4	2, 8, 9, 10, 11, 13 toutes les autres	jusqu'à 10	k, l, m a-j (jusqu'à max. 25 %)	4
> 50 cm	-, I1-I4	G4, R2 -, G1-G5, R1	s, t a-c, f, g, k, l, o	0-4	2-13	10 jusqu'à 30 toutes les autres	a-m (jusqu'à max. 25 %)	5
> 30 cm	I4 -, I1-I3	G5, R3 -, G1-G4, R1, R2	p, q, u, v a-o, s, t, sans e, i, n	0-6	toutes	> = 30 < 30	a-m (jusqu'à max. 25 %)	6
> 30 cm	-, I1-I4	G6 -, G1-G5, R1-R3	w a-v, sans e, i, n, r	7, 8 0-6	toutes	toutes	n-r a-q (jusqu'à max. 35 %)	7
toutes		G4-G6, R3-R4	w, x u, v	toutes	toutes	toutes	a-n (jusqu'à max. 25 %)	8
< 30 cm > 30 cm	-, I1-I4	-, G1- G6, R1-R4	r, e, i, n a-y	9 0-8	1 2-13	toutes	s-z a-r (toutes)	9
< 30 cm		R4, R5	y, z	toutes	toutes	toutes	(toutes)	10

- = pas de hydromorphie

* = un sol ne présente aucune limitation lorsqu'il possède les caractéristiques suivantes :

profondeur > = 100 cm, pas de hydromorphie, classes de pierrosité 0 ou 1, classes de texture 5 ou 6, humus 2-5 %, pente 0-5 %

Le classement des caractéristiques du régime hydrique et de la couche supérieure du sol ainsi que de la forme du terrain est décrit dans les parties I et II.

Tab. 9.3b. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « Régions de transition à prédominance de grandes cultures » (zones climatiques A4, B4, C3, C4 = région d'utilisation 2)

en gras = expression typique d'une caractéristique entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (sols avec max. une caractéristique limitative*)

Caractères normaux = (autres) expressions possibles entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (généralement en raison d'interactions entre différentes caractéristiques du sol, le relief et le climat)

Régime hydrique (sur l'ensemble du profil)			Constitution de la couche supérieure du sol (0-25 cm)			Relief	Aptitude	
Profondeur utile	Degré de hydromorphie		Groupe de régime hydrique	Classe de pierrosité	Classe de texture	Humus %	Forme du terrain (pente)	Classe d'aptitude
	Nappe perchée	Nappe permanente						
> 50 cm	- , I1 I2	- , G1, G2, R1 G3	a, b, c f, g, k, l	0, 1, 2	5, 6 3, 4, 12, 7	jusqu'à 10	a-e (jusqu'à max. 10 %)	2
> 50 cm	I2 -, I1	G3 -, R1, R2	f, g, k, l a, b, c,	3, 4 0-2	4 3, 5-7, 12	jusqu'à 10	f-i a-e (jusqu'à max. 15 %)	3
30-50 cm > 50 cm	I3 -, I1, I2	- , G1-G4	d, h, m, o a-c, f, g, k, l, s, t	5, 6 0-4	3, 7, 12 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13	jusqu'à 10	j a-i (jusqu'à max. 20 %)	4
> 50 cm	-, I1-I3	G4, R2 -, G1-G5, R1	s, t f, g, k, l, a-c, o	0-4	2, 10, 11 3-13, sans 9	10 jusqu'à 30 toutes les autres	a-j (jusqu'à max. 20 %)	5
> 30 cm	I4 -, I1-I3	G5 -, G1-G4, R1-R2	p, q, u, v a-o, q-t, sans e, i, n	0-6	1, 8 2-13	> = 30 < 30	k-m a-j (jusqu'à max. 25 %)	6
> 30 cm	-, I1-I4	G6, R3 -, G1-G5, R1-R2	w a-v, sans e, i, n, r	7, 8 toutes	9, 13 toutes les autres	toutes	n-r a-q (jusqu'à max. 35 %)	7
toutes		G4-G6, R1-R4	x u, v, w	toutes	toutes	toutes	a-n (jusqu'à max. 25 %)	8
< 30 cm > 30 cm	-, I1-I4	-, G1-G6, R1-R4	r, e, i, n a-y	9 0-8	toutes	toutes	s-z a-r (toutes)	9
< 30 cm		R4, R5	y, z	toutes	toutes	toutes	toutes (toutes)	10

- = pas de hydromorphie

* = un sol ne présente aucune limitation lorsqu'il possède les caractéristiques suivantes :

profondeur > = 100 cm, pas de hydromorphie, classes de pierrosité 0 ou 1, classes de texture 5 ou 6, humus 2-5 %, pente 0-5 %

La classification des caractéristiques du régime hydrique, de la couche supérieure du sol et de la forme du terrain est décrite dans les parties I et II.

Tab. 9.3c. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « régions de transition à prédominance de cultures fourragères » (zones climatiques A5, B5, C5, D3, D4, E3 = région d'utilisation 3)

en gras = expression typique d'une caractéristique entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (sols avec max. une caractéristique limitative*)

Caractères normaux = (autres) expressions possibles entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (généralement en raison d'interactions entre différentes caractéristiques du sol, le relief et le climat)

Régime hydrique (sur l'ensemble du profil)			Constitution de la couche supérieure du sol (0-25 cm)			Relief	Aptitude	
Profondeur utile	Degré de hydromorphie		Groupe de régime hydrique	Classe de pierrosité	Classe de texture	Humus %	Forme du terrain (pente)	Classe d'aptitude
	Nappe perchée	Nappe permanente						
> 50 cm	- , I1-I2	- , G1-G4, R1	a, b, c, f, g, k, l, s, t	0-4	2-6 7, 10-12	jusqu'à 30 > 30	a-j (jusqu'à max. 20 %)	5
30-50 cm > 50 cm	I3 -, I1, I2	G5, R2 -, G1-G4, R1	d, h, m, u, v o, s, t, q-t, sans e, i, n, r	5, 6 0-4	1, 7, 10-12 2-6, 8, 13	> = 30 < 30	k-m a-j (jusqu'à max. 25 %)	6
> 30 cm	-, I1-I4	G6 -, G1-G5, R1-R3	o-q, w a-v, sans e, i, n, r	7, 8 toutes les autresn	8, 9, 13 toutes les autresn	toutes	n-r a-q (jusqu'à max. 35 %)	7
toutes		R3 G4-G6, R1-R4	w, x u, v, w	toutes	toutes	toutes	a-n (jusqu'à max. 25 %)	8
< 30 cm > 30 cm	I4 -, I1-I4	-, G1- G6, R1-R4	r, e, i, n a-y	9 0-8	toutes	toutes	s-z a-r (toutes)	9
< 30 cm		R4, R5	y, z	toutes	toutes	toutes	toutes (toutes)	10

- = pas de hydromorphie

* = un sol ne présente aucune limitation lorsqu'il possède les caractéristiques suivantes :

profondeur > = 100 cm, pas de hydromorphie, classes de pierrosité 0 ou 1, classes de texture 5 ou 6, humus 2-5 %, pente 0-5 %

La classification des caractéristiques du régime hydrique, de la couche supérieure du sol et de la forme du terrain est décrite dans les parties I et II.

Tab. 9.3d. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « régions de cultures fourragères »
(zones climatiques D5, E4, E5, F = région d'utilisation 4)

en gras = expression typique d'une caractéristique entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (sols avec max. une caractéristique limitative*)

Caractères normaux = (autres) expressions possibles entraînant le classement d'un sol dans la classe d'aptitude correspondante (généralement en raison d'interactions entre différentes caractéristiques du sol, le relief et le climat)

Régime hydrique (sur l'ensemble du profil)			Constitution de la couche supérieure du sol (0-25 cm)			Relief	Aptitude	
Profondeur utile	Degré de hydromorphie		Groupe de régime hydrique	Classe de pierrosité	Classe de texture	Humus %	Forme du terrain (pente)	Classe d'aptitude
	Nappe perchée	Nappe permanente						
> 30 cm	- , I1-I2	- , G1-G4 -, R1	a-d, f, g, h, k, l, m, s, t, u	0- 6	2-7, 10-12	toutes	a-n (jusqu'à max. 25 %)	6
> 30 cm	I3 -, I1-I4	G5 -, R1-R3	o, p, q, v, w a-v, sans e, i, n, r	7- 8 1-6, 9	1, 8, 9, 13 toutes les autres	toutes	o-r a-n (jusqu'à max. 35 %)	7
toutes		G6, R3 G1-G5, R1-R4	x u, v, w	toutes	toutes	toutes	a-n (jusqu'à max. 25 %)	8
< 30 cm > 30 cm	I4 -, I1-I3	-, G1- G5, R1-R4	r, e, i, n a-y	9 1-8	toutes	toutes	s-z a-r (toutes)	9
< 30 cm		R4, R5	y, z	toutes	toutes	toutes	toutes (toutes)	10

- = pas de hydromorphie

* = un sol ne présente aucune limitation lorsqu'il possède les caractéristiques suivantes :

profondeur > = 100 cm, pas de hydromorphie, classes de pierrosité 0 ou 1, classes de texture 5 ou 6, humus 2-5 %, pente 0-5 %

La classification des caractéristiques du régime hydrique, de la couche supérieure du sol et de la forme du terrain est décrite dans les parties I et II.

9.3.2. Description des dix classes d'aptitude sur la base des caractéristiques du site

Comme nous l'avons signalé au point 9.2.3, les classes d'aptitude sont décrites indépendamment des facteurs climatiques. Le climat est pris en compte à deux niveaux dans l'évaluation de l'aptitude. Tout d'abord, les classes d'aptitude proposées sont définies par la région d'utilisation (climat régional) (tab. 9.2a). Ensuite, le climat local (exposition, ombre projetée par la forêt, etc.) est pris en considération dans la détermination de la classe d'aptitude pour une plage donnée. Les dix classes d'aptitude ci-après sont décrites sur la base des caractéristiques des principales propriétés pédologiques ainsi que de la pente des sites considérés (sans limitation climatique). L'annexe 5 propose un aperçu général sur la thématique « pente et possibilité d'exploitation et d'utilisation des machines ».

Classe d'aptitude 1. Assolement sans restriction³², 1^{er} type

Site possédant les meilleures caractéristiques. La capacité de rétention en eau et en substances nutritives garantit une grande sécurité des rendements. L'exploitation (en particulier travail du sol, semis et récolte) n'est limitée ni par la composition du sol, ni par sa structure, ni par sa perméabilité, ni par la pente, et cela quelle que soit la culture.

Profondeur	Au moins profond
Régime hydrique	Sols perméables et sols influencés par la nappe de fond ou de pente
Couche supérieure du sol	Jusqu'à « faiblement pierreux », limon sableux et limon avec une bonne structure naturelle et une teneur en humus située entre 2 - 10 %. Pas de risque de battance ni d'érosion.
Aspect général du sol	Sols profonds, présentant une bonne composition de la terre fine, faiblement acides à calcaires avec une bioactivité très importante (enracinement, galeries de vers de terre, transformation de la matière organique).
Pente	Jusqu'à 10 % et sans limitation pour les cultures sarclées.

Classe d'aptitude 2. Assolement sans restrictions, 2^e type

Site possédant de bonnes, voire les meilleures caractéristiques. La capacité de rétention en eau et en substances nutritives n'est parfois pas optimale (mais normalement suffisante), ou l'exploitation est légèrement limitée par une ou plusieurs caractéristiques du site.

Profondeur	Au moins modérément profond
Régime hydrique	Sols perméables et sols influencés par de la nappe de bas-fond ou de pente ou la nappe perchée temporaire
Couche supérieure du sol	Jusqu'à graveleux, sable limoneux à limon argileux et silt limoneux.
Aspect général du sol	Les sols peuvent être limités par l'acidification (sol brun acide avec couche supérieure faiblement acide) et / ou une faible intensité

³² terminologie de la Fiche de profil FAL; mais classes d'aptitude (Eignungsklassen) désignées comme „classes d'exploitation“ („classe de vocation du sol“ dans trad. Neyroud); dans la fiche FAL, le terme „classes d'aptitude“ désigne les „Fruchtbarkeitsstufe“. cf. commentaire chap. 4.3 (NdT)

	d'enracinement de la couche sous-jacente (structure, porosité, pierrosité).
Pente	Jusqu'à 15 %, utilisation de récolteuses intégrales possible dans les cultures sarclées

Classe d'aptitude 3. Assolement avec prédominance de céréales, 1^{er} type

Site possédant de bonnes caractéristiques. La capacité de rétention en eau et en substances nutritives est bonne. Cette classe comprend surtout les sites où les cultures sarclées sont limitées par la pierrosité.

Profondeur	Au moins modérément profond ; pas de perméabilité extrêmement élevée dans la couche sous-jacente.
Régime hydrique	Sols perméables, sols influencés par la nappe de bas-fond ou de pente ou la nappe perchée temporaire, et sols hydromorphes à nappe permanente de bas-fond ou de pente et à nappe perchée rarement engorgés jusqu'en surface.
Couche supérieure du sol	Jusqu'à « très graveleux », sable limoneux jusqu'à limon argileux et silt limoneux.
Aspect général du sol	Les sols peuvent être limités par l'acidification (sol brun acide avec couche supérieure faiblement acide) et / ou une faible intensité d'enracinement de la couche sous-jacente (assemblage des composants, porosité, pierrosité, engorgement).
Pente	Jusqu'à 20 %

Classe d'aptitude 4. Assolement avec prédominance de céréales, 2^e type

Sites dont certaines caractéristiques entraînent une limitation significative du rendement et/ou de l'exploitation. Le potentiel de rendement et/ou l'exploitation (en particulier le travail du sol) sont limités par une faible capacité de rétention en eau facilement disponible, une forte pierrosité et/ou une texture extrême. Pour ces raisons, les cultures sarclées en général ainsi que la sécurité des rendements dans la production céréalière sont limitées.

Profondeur	Modérément profond ou assez superficiel
Régime hydrique	Sols perméables, sols influencés par la nappe de bas-fond ou de pente ou la nappe perchée temporaire, ainsi que sols hydromorphes à nappe permanente de bas-fond ou de pente et à nappe perchée rarement engorgés jusqu'en surface.
Couche supérieure du sol	Jusqu'à « très graveleux », toutes les classes texturales. Sols labiles seulement jusqu'à une pente de 10 %. Couche supérieure acide à riche en calcaire.
Aspect général du sol	La profondeur et/ou l'intensité d'enracinement est fortement limitée par la profondeur utile, la structure, la porosité ou la pierrosité.
Pente	Jusqu'à 25 %, récolte avec moissonneuse-batteuse possible

Classe d'aptitude 5. Assolement avec prédominance de cultures fourragères

Site présentant de bonnes caractéristiques en terme de capacité de rendement, mais avec des limitations au niveau l'exploitation. L'exploitation est empêchée ou limitée principalement par la hydromorphie (eau de fond/de pente ou de nappe perchée). La capacité de rétention d'eau et de substances nutritives est bonne.

Profondeur	Profond à modérément profond
Régime hydrique	Sols perméables, sols influencés par la nappe de bas-fond ou de pente ou la nappe perchée temporaire, ainsi que sols hydromorphes à nappe permanente de bas-fond ou de pente et à nappe perchée (seulement ceux rarement engorgés jusqu'en surface).
Couche supérieure du sol	jusqu'à « très graveleux », toutes les classes texturales
Aspect général du sol	Les sols présentent une forte capacité de rétention d'eau utilisable. L'exploitation agricole est limitée par les difficultés du travail de la couche supérieure du sol, les risques de compaction et d'érosion liés à l'engorgement, une acidité élevée ou une texture critique. Dans ces sites, la limitation ne provient pas du potentiel de rendement, mais des mesures de préservation du sol qui doivent être observées pour maintenir ce potentiel.
Pente	jusqu'à 25 % et bonnes possibilités de mécanisation des cultures sarclées

Classe d'aptitude 6. Assolement à prédominance de cultures fourragères, grandes cultures fortement limitées³³

Site avec des caractéristiques très limitatives pour les cultures sarclées. Les cultures fourragères et, dans certains conditions, les cultures céréalières (par exemple suivies d'un semis de prairie artificielle) peuvent être considérées comme des formes d'exploitation adaptées au site. La capacité de rétention d'eau est bonne, ou l'approvisionnement en eau utilisable est suffisant grâce aux apports d'eau extérieure.

Profondeur	Sols au moins modérément profonds, ou sols assez superficiels influencés par la nappe de bas-fond ou de pente, et sols hydromorphes à nappe permanente de bas-fond ou de pente.
Régime hydrique	Sols perméables avec une capacité de rétention d'eau utilisable bonne à suffisante, sols influencés par la nappe de bas-fond ou de pente ou la nappe perchée, et sols hydromorphes à nappe de bas-fond ou de pente et à nappe perchée (jusqu'à « souvent engorgé jusqu'en surface »).

³³ formulation Fiche de profil FAL: „...cultures céréalières possibles“ (NdT)

Couche supérieure du sol	Jusqu'à « très pierreux », toutes les classes texturales
Aspect général du sol	L'exploitation en grandes cultures est fortement limitée par la composition du matériel de la couche supérieure du sol (pierrosité, texture et/ou teneur en humus), ou par les propriétés d'agrégation du matériel de la couche supérieure du sol. L'engorgement de la couche sous-jacente peut aussi justifier le classement dans cette classe. L'approvisionnement en eau des cultures suffit à assurer la sécurité des rendements. Pour des raisons de praticabilité, la pratique de grandes cultures diversifiées n'est pas recommandée dans ces sols.
Pente	Jusqu'à 25 %, récolte avec autochargeuses ou moissonneuse-batteuse possible.

Classe d'aptitude 7. Prairies et pâturages

Sites se prêtant exclusivement à l'exploitation fourragère avec une sécurité des rendements suffisante à élevée. Suivant la pente, la priorité est donnée à la fauche ou à la pâture. La capacité de rétention en eau et en substances nutritives assure une sécurité des rendements suffisante pour une intensité d'utilisation moyenne. Pour des raisons d'exploitabilité, les sites avec une sécurité des rendements élevée mais une pente de plus de 25 % sont également classées dans cette classe.

Profondeur	Au moins assez superficiels, ou sols superficiels influencés par la nappe de bas-fond ou de pente ou la nappe perchée, et sols hydromorphes à nappe permanente de bas-fond ou de pente et à nappe perchée.
Régime hydrique	Tous les groupes de régime hydrique hormis sols fréquemment ou en permanence engorgés jusqu'en surface.
Couche supérieure du sol	Toutes les classes de pierrosité et de texture, toutes les formes d'humus.
Aspect général du sol	Les sols sont très différents les uns des autres en raison des différentes caractéristiques qui peuvent conduire à ce classement.
Pente	Jusqu'à 35 % et possibilité d'utilisation de tracteurs tout terrain avec autochargeuse et pâturage de gros bétail.

Classe d'aptitude 8. Prairie humide, à faucher uniquement en raison de l'humidité

Sites se prêtant exclusivement à l'exploitation comme prairies de fauche. Les sols assurent généralement une sécurité des rendements élevée, mais en raison de l'engorgement, leurs possibilités d'utilisation sont limitées à la fauche.

Profondeur	Toutes les classes
Régime hydrique	Sols hydromorphes à nappe perchée et à nappe de bas-fond ou de pente avec couche supérieure souvent ou en permanence engorgée jusqu'en surface

9.3-10

Couche supérieure du sol	Toutes les classes de pierrosité et de texture, toutes les formes d'humus.
Aspect général du sol	De nombreux sols à nappe permanente appartiennent à cette classe (gley oxydé, gley réduit et sols semi-tourbeux).
Pente	Jusqu'à 25 % et possibilité d'utilisation d'un tracteur normal avec remorque

Classe d'aptitude 9. Prairies et pâturages extensifs³⁴

Sites se prêtant à l'exploitation comme prairies extensives. Les sols présentent un faible potentiel de rendement en raison d'une faible capacité de rétention en eau facilement disponible, ou le site ne se prête qu'à une exploitation extensive en raison de sa pente.

Profondeur	Superficiel
Couche supérieure du sol	Il s'agit généralement de sols avec des caractéristiques de pierrosité et de texture extrêmes.
Aspect général du sol	Les sols sont très marqués par le matériau parental brut.
Pente	À partir d'une pente de 35 %, tous les sites (indépendamment de leur profondeur) sont classés dans cette classe d'aptitude à l'exception des sols qui justifient un classement dans la classe d'aptitude 10.

Classe d'aptitude 10. Surfaces à litière

Sites ne permettant qu'une exploitation de prairies à litière. Cette classe comprend tous les sites très fortement influencés par la nappe de fond ou de pente et dont la couche supérieure du sol est pour cette raison fréquemment ou en permanence engorgée jusqu'en surface.

³⁴ „Prairies extensives (pâturage et fauche)“ Fiche de profil

9.3.3. Clé pour la détermination des classes d'aptitude dans les régions d'utilisation 1 à 4

Le classement dans les classes d'aptitude repose principalement sur les caractéristiques suivantes du site :

- (a) Profondeur utile (capacité de rétention en eau du sol)
- (b) Influence de l'eau d'une nappe perchée (drainage ralenti)
- (c) Influence d'une nappe permanente (nappe de fond ou de pente)
- (d) Teneur en pierres dans la couche travaillée
- (e) Caractéristiques de la couche travaillée (texture, teneur en humus)
- (f) Configuration de la surface et pente

Les caractéristiques d'un site donné peuvent être déduites d'après la carte des sols et la légende qui l'accompagne.

En principe, le classement dans une classe d'aptitude est déterminé par le facteur le plus limitatif du site. Les six tableaux 9.3e à 9.3j présentent les critères de classement d'après une seule caractéristique du site pour les régions d'utilisation³⁵ suivantes :

- 1 Région de grandes cultures
- 2 Région de transition à prédominance de grandes cultures
- 3 Région de transition à prédominance de cultures fourragères
- 4 Région de cultures fourragères

Dans les cartes d'aptitude agricole dérivées des cartes des sols, la caractéristique la plus limitative d'un site est indiquée sous forme de code à côté du numéro de la classe d'aptitude. Ainsi, 4G signifie que la classe d'aptitude 4 a été attribuée en raison de la profondeur (code de facteur limitatif : G), qui constitue la caractéristique la plus limitative du site.

Une liste de caractéristiques (avec leur code) limitant fréquemment l'aptitude agricole est reproduite au point 4.2.2.

La marche à suivre en cas d'interaction entre deux ou plusieurs caractéristiques de site est expliquée au point 9.4.

³⁵ cf. note ch. 4.1.6 (NdT)

9.3-12

Tab. 9.3e. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de la profondeur utile (caractéristique limitative : G).

Profondeur, G		Classe d'aptitude			
Classe de profondeur (tab. 5.3b)	Code	Région de grandes cultures	Région de transition à prédominance de grandes cultures	Région de transition à prédominance de cultures fourragères	Région de cultures fourragères
extrêmement profond > 150 cm	0	1	2	5	6
très profond 100 - 150 cm	1	1	2	5	6
profond 70 - 100 cm	2	1	2	5	6
modérément profond 50 - 70 cm	3	2	2	5	6
assez superficiel 30 - 50 cm	4	4	4	6	6
superficiel 10 - 30 cm	5	9	9	9	9
très superficiel < 10 cm	6	9	9	9	9

Tab. 9.3f. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de l'influence d'une nappe perchée³⁶ (caractéristiques limitative : I).

Nappe perchée, I		Classe d'aptitude			
Sous-type (tab. 5.2b)	Code	Région de grandes cultures	Région de transition à prédominance de grandes cultures	Région de transition à prédominance de cultures fourragères	Région de cultures fourragères
faiblement pseudogleyifié	I 1	1	2	5	6
pseudogleyifié	I 2	2	2	5	6
fortement pseudogleyifié	I 3	4	4	7	7
très fortement pseudogleyifié	I 4	6	6	7	9

³⁶ „eau de rétention“ dans fiche de profil (NdT)

Tab. 9.3g. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de l'influence d'une nappe de fond ou de pente (caractéristique limitative : F).

Nappe permanente à battement, F		Classe d'aptitude			
Sous-type (tab. 5.2c)	Code	Région de grandes cultures	Région de transition à prédominance de grandes cultures	Région de transition à prédominance de cultures fourragères	Région de cultures fourragères
humide en profondeur	G 1	1	2	5	6
faiblement gleyifié	G 2	1	2	5	6
gleyifié	G 3	2	3	5	6
fortement gleyifié	G 4	5	5	5	7
très fortement gleyifié	G 5	6	6	6	7
extrêmement gleyifié	G 6	7	7	7	8
Nappe permanente stable, F					
faiblement mouillé	R 1	2	2	5	6
mouillé	R 2	5	5	5	6
fortement mouillé	R 3	6	7	8	8
très fortement mouillé	R 4	10	10	10	10
détrempé	R 5	10	10	10	10

9.3-14

Tab. 9.3h. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de la pierrosité de la couche supérieure du sol (caractéristique limitative : S).

Pierrosité, S			Classe d'aptitude			
Classe de pierrosité (tab. 3.6b)	de Volume %	Code	Région de grandes cultures	Région de transition à prédominance de grandes cultures	Région de transition à prédominance de cultures fourragères	Région de cultures fourragères
non pierreux peu pierreux	0 % < 5 %	0	1	2	5	6
faiblement pierreux	5 - 10 %	1	1	2	5	6
graveleux	10 - 20 % ¹⁾	2	2	2	5	6
caillouteux	10 - 20 %	3	3	3	5	6
très graveleux	20 - 30 % ¹⁾	4	3	3	5	6
très caillouteux	20 - 30 %	5	4	4	6	6
riche en gravier	30 - 50 % ¹⁾	6	4	4	6	6
riche en pierres	30 - 50 %	7	7	7	7	7
graviers	> 50 % ¹⁾	8	7	7	7	7
blocs	> 50 %	9	9	9	9	9

1) 1/3 au plus de pierrosité grossière, pierrosité grossière d'un diamètre > 5 cm

Tab. 9.3i. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de sa granulométrie (texture), de la couche supérieure du sol (0 - 25 cm) (caractéristique limitative: A)

Texture de la terre fine, A			Classe d'aptitude			
Classe texturale (tab. 3.5b)	% Ton	Code	Région de grandes cultures	Région de trans. à prédominance de gdes cultures	Région de trans. à prédominance de cult. fourragères	Région de cultures fourragères
Sable	< 5 %	1	9	6	6	7
Sable silteux	< 5 %	2	4	5	5	6
Sable limoneux	5 - 10 %	3	2	4	5	6
Sable fort. limon.	10 - 15 %	4	2	4	5	6
Limon sableux	15 - 20 %	5	1	2	5	6
Limon	20 - 30 %	6	1	2	5	6
Limon argileux	30 - 40 %	7	3	4	6	6
Argile limoneuse	40 - 50 %	8	4	6	7	7
Argile	> 50 %	9	4	7	7	7
Silt sableux	< 10 % ¹⁾	10	4	5	6	6
Silt	< 10 % ²⁾	11	4	5	6	6
Silt limoneux	10 - 30 % ¹⁾	12	2	4	6	6
Silt argileux	30 - 40 % ¹⁾	13	4	7	7	7

1) > 50 % silt

2) > 75 % silt

Tab. 9.3j. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de la pente, resp. des éléments paysagers (caractéristique limitative : N). Cf. annexe 5.

Pente, N		Classe d'aptitude			
Pente	Code (tab. 8.2b)	Région de grandes cultures	Région de trans. à prédominance de grandes cultures	Région de trans. à prédominance de cult. fourragères	Région de cultures fourragères
0 - 10 %	a-e	1	2	5	6
10 - 15 %	f-i	2	3	5	6
15 - 20 %	j	3	4	5	6
20 - 25 %	k-n	4	6	6	6
25 - 35 %	o-r	7	7	7	7
35 - 50 %	s-v	9	9	9	9
> 50 %	w-z	9	9	9	9

9.4. Prise en compte des interactions

9.4.1. Interactions entre le régime hydrique et la pente dans les régions d'utilisation 1 à 4

Comme mentionné au point 9.2.4, les interactions entre deux caractéristiques du site voire davantage sont très nombreuses. Dans la quasi totalité des projets, la pente et la hydromorphie par une nappe permanente ou une nappe perchée exercent conjointement une influence considérable sur l'aptitude à l'exploitation de nombreux sites. C'est pourquoi quatre clés d'interprétation sont présentées ci-après de façon détaillée pour ce cas le plus fréquent de deux caractéristiques limitatives simultanées (tab. 9.4a à 9.4d pour les régions d'utilisation 1 à 4).

Lorsque les éléments paysagers et la nappe permanente/perchée ont toutes deux une influence déterminante sur l'aptitude du site, les **deux** caractéristiques limitatives sont indiquées dans le code cartographique à côté du chiffre de la classe d'aptitude : p. ex. 6FN.

L'annexe 5 présente une vue d'ensemble de la thématique « pente et possibilités d'exploitation et d'utilisation de machines ». Cependant, cet aperçu se base sur un sol dont la portance, etc. n'est pas affectée par une nappe permanente ou perchée. Les clés d'interprétation ci-après (tab. 9.4a à 9.4d) offrent une présentation plus détaillée de cet aperçu, tenant compte des interactions entre le climat, le régime hydrique du sol et la pente.

9.4-2

Tab. 9.4a. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en

région de grandes cultures

Groupe de régime hydrique	Pente						
	0 - 10 %	10 - 15 %	15 - 20 %	20 - 25 %	25 - 35 %	35 - 50 %	> 50 %
a	1	2N	3N	4N, 5N	7N	9N	9N
b	1	2N	3N	4N, 5N	7N	9N	9N
c	2G	2G	3N	4N, 5N	7N	9N	9N
d	4G	4G	4G	6GN	7N	9N	9N
e	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9GN	9GN
f	2I	2I	3IN	5IN	7N	9N	9N
g	2I	2I	3IN	5IN	7N	9N	9N
h	4G	4G	4G	6GN	7N	9N	9N
i	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9GN	9GN
k	2F (1)	2F	3FN	5FN	7N	9N	9N
l	2F	2F	3FN	5FN	7N	9N	9N
m	4G	4G	4G	6GN	7N	9N	9N
n	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9G (7G)	9GN	9GN
o	4I	4I	4IN	6IN	7N	9N	9N
p	6I	6I	6IN	7IN	7N	9N	9N
q	6I	6I	6IN	7IN	7N	9N	9N
r	9G	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN
s	3F, 5F	3F, 5F	5FN	6FN	7N	9N	9N
t	3F, 5F	3F, 5F	5FN	6FN	7N	9N	9N
u	6F	6F	7FN	7FN	7N	9N	9N
v	6F	7FN	7FN	7FN	7N	9FN	9FN
w	7F (8F)	7F (8F)	7F (8F)	7F (8F)	7F (9FN)	9FN	9FN
x	8F	8F	8F	8F	9FN	9FN	9FN
y	10F (8F)	10F (8F)	10F (8F)	10F (8F)	10F (9FN)	10FN (9FN)	10FN (9FN)
z	10F	10F	10F	10F	10F	10FN	10FN

À partir d'une pente de 5 %, les sols à structure labile (risques accrus de compaction et d'érosion) doivent être traités comme ceux de la classe de déclivité suivante, et il faut ajouter le code de la caractéristique limitative (Z).

Si des interactions entre le groupe de régime hydrique et la pente sont prises en considération ou que les deux caractéristiques sont pareillement limitatives, il faut indiquer les codes des deux caractéristiques.

Si, dans une minorité de cas, un deuxième type de classement se révèle nécessaire, celui-ci est indiqué entre parenthèses « () ».

Tab. 9.4b. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en

région de transition à prédominance de grandes cultures

Groupe de régime hydrique	Pente						
	0 - 10 %	10 - 15 %	15 - 20 %	20 - 25 %	25 - 35 %	35 - 50 %	> 50 %
a	2	3N	4N	6N	7N	9N	9N
b	2	3N	4N	6N	7N	9N	9N
c	2	3N	4N	6N	7N	9N	9N
d	4G	4G	4G	6G	7N	9N	9N
e	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN	9GN
f	4I	4I	4IN	6IN	7N	9N	9N
g	4I	4I	4IN	6IN	7N	9N	9N
h	4I	4I	4IN	6IN	7N	9N	9N
i	9G	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN
k	2F	3F	4FN	6FN	7N	9N	9N
l	2F	3F	4FN	6FN	7N	9N	9N
m	4GF	4GF	4FN	6FN	7N	9N	9N
n	9G	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN
o	6I	6IN	6IN	7IN	7IN	9N	9N
p	6I	6IN	6IN	7IN	7IN	9N	9N
q	7I	7I	7IN	7IN	7IN	9N	9N
r	9I	9I	9IN	9IN	9IN	9N	9N
s	5F	5F	5FN	6FN	7N	9N	9N
t	5F	5F	5FN	6FN	7N	9N	9N
u	6F	6F	6FN	6FN	7N	9N	9N
v	6F	7FN	7FN	7FN	7FN	9N	9N
w	7F, 8F	7F, 8F	7F, 8F	7F, 8F	9FN	9FN	9FN
x	8F	8F	8F	8F	9FN	9FN	9FN
y	8,10F	8,10F	8,10F	8,10F	9,10F	9,10F	9,10FN
z	10F	10F	10F	10F	10FN	10FN	10FN

À partir d'une pente de 5 %, les sols à structure labile ou à situation nord doivent être traités comme ceux de la classe de déclivité suivante (ajouter un Z ou un X pour la caractéristique limitative).

Si des interactions entre le groupe de régime hydrique et la pente sont prises en considération ou que les deux caractéristiques sont pareillement limitatives, il faut indiquer les codes des deux caractéristiques.

9.4-4

Tab. 9.4c. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en

région de transition à prédominance de cultures fourragères

Groupe de régime hydrique	Pente						
	0 - 10 %	10 - 15 %	15 - 20 %	20 - 25 %	25 - 35 %	35 - 50 %	> 50 %
a	5	5	5N	6N	7N	9N	9N
b	5	5	5N	6N	7N	9N	9N
c	5	5	5N	6N	7N	9N	9N
d	6G	6G	6G	6GN	7N	9N	9N
e	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN	9GN
f	5I	5I	5IN	6IN	7IN	9N	9N
g	5I	5I	5IN	6IN	7IN	9N	9N
h	6I	6I	6IN	7IN	7IN	9N	9N
i	9G	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN
k	5	5	5FN	6FN	7N	9N	9N
l	5	5	5FN	6FN	7N	9N	9N
m	6GF	6GF	6FN	7FN	7N	9N	9N
n	9G	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN
o	6I	6IN	7IN	7IN	7N	9N	9N
p	6I	6IN	7IN	7IN	7N	9N	9N
q	7I	7I	7I	7IN	7	9N	9N
r	9I	9I	9I	9I	9IN	9N	9N
s	5F	6FN	6FN	7FN	7FN	9N	9N
t	6F	6FN	6FN	7FN	7FN	9N	9N
u	6F	6FN	7FN	7FN	7FN	9N	9N
v	6F	6FN	7FN	7FN	9FN	9N	9N
w	7F, 8F	7F, 8F	7F, 8F	9FN	9FN	9FN	9FN
x	8F	8F	8F	8FN	9FN	9FN	9FN
y	8F, 10 F	8F, 10 F	8, 10F	10F	9FN, 10FN	9FN, 10FN	9FN, 10FN
z	10F	10F	10F	10F	10FN	10F	10FN

À partir d'une pente de 5 %, les sols à structure labile ou à situation nord doivent être traités comme ceux de la classe de déclivité suivante (ajouter un Z ou un X pour la caractéristique limitative).

Si des interactions entre le groupe de régime hydrique et la pente sont prises en considération ou que les deux caractéristiques sont pareillement limitatives, il faut indiquer les codes des deux caractéristiques.

Tab. 9.4d. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en

région de cultures fourragères

Groupe de régime hydrique	Pente						
	0 - 10 %	10 - 15 %	15 - 20 %	20 - 25 %	25 - 35 %	35 - 50 %	> 50 %
a	6	6	6	6N	7N	9N	9N
b	6	6	6	6N	7N	9N	9N
c	6	6	6	6N	7N	9N	9N
d	6G	6G	6G	7GN	9GN	9N	9N
e	9G	9G	9G	9G	9GN	9GN	9GN
f	6I	6I	7IN	7IN	7N	9N	9N
g	6I	6I	7IN	7IN	7N	9N	9N
h	6I	6I	7IN	7IN	7N	9N	9N
i	7G	7G	7G	7G	7G	7GN	9GN
k	6F	6F	7FN	7FN	7N	9N	9N
l	6F	6F	7FN	7FN	7N	9N	9N
m	6F	6F	7FN	7FN	7N	9N	9N
n	7G	7G	7G	7G	7G	9GN	9GN
o	7I	7I	7IN	7IN	7N	9N	9N
p	7I	7I	7IN	9IN	9IN	9N	9N
q	7I	7I	7IN	9IN	9IN	9N	9N
r	9G	9IG	9IG	9IG	9IG	9GN	9GN
s	6F	7FN	7F	7F	7N	9N	9N
t	6F	7FN	7F	7F	7N	9N	9N
u	7F	7F	7F	7F	7N	9N	9N
v	7F	7F	7F	7F	7N	9N	9N
w	7F,8F	7F,8F	7F,8F	7F,8F	7N	9N	9N
x	7F,8F	7F,8F	7F,8F	7F,8F	7N	9N	9N
y	9F, 10F	9F, 10F	9F, 10F	9F, 10F	9FN, 10N	9FN, 10N	9FN, 10N
z	10F	10F	10F	10F	10N	10N	10N

Si des interactions entre le groupe de régime hydrique et la pente sont prises en considération ou que les deux caractéristiques sont pareillement limitatives, il faut indiquer les codes des deux caractéristiques.

9.4.2. Autres interactions

À part les facteurs éléments paysagers / régime hydrique du sol, il n'existe pas de clés d'interprétation fixes lorsque d'autres facteurs limitatifs (deux ou plus) agissant simultanément. Dans la plupart des cas, une caractéristique limitative domine nettement dans un site donné, ce qui permet d'utiliser les clés d'interprétation du point 9.3. Au besoin, il faut évidemment établir des clés à deux caractéristiques pour assurer une interprétation identique sur l'ensemble du périmètre cartographié d'un projet.

Comme mentionné au point 9.2, dans les grandes régions de Suisse, c'est l'interaction entre le climat et les propriétés du sol qui joue un rôle déterminant sur l'aptitude à l'exploitation. Pour cette raison, des clés d'interprétation séparées ont été établies pour les régions d'utilisation 1 à 4 (cf. 9.3). Les influences climatiques au niveau local, comme l'exposition par rapport à l'ensoleillement et au vent, les nappes d'air froid, etc. doivent être prises en considération selon le projet, par exemple en délimitant des zones climatiques locales avec des clés d'interprétation correspondantes.

Évaluation du risque de pertes d'éléments nutritifs par lessivage et lixiviation.

- 10.1 La carte des risques en tant qu'outil
 - 10.1.1 But de la carte des risques
 - 10.1.2 Paramètres ayant une influence sur les pertes de substances nutritives
 - 10.1.3 Niveaux de risque
 - 10.1.4 Niveaux de risque et climat
 - 10.1.5 Attribution des niveaux de risque aux caractéristiques du site
- 10.2 Notice complétant la carte des risques

10. Évaluation du risque de pertes d'éléments nutritifs par lessivage et lixiviation.

10.1. La carte des risques en tant qu'outil

10.1.1. But de la carte des risques

L'objectif est avant tout que les engrais de ferme soient utilisés conformément aux exigences des plantes et dans le respect de l'environnement. L'évaluation des conditions d'un site (propriétés du sol et pente) quant aux possibilités d'utilisation du lisier et la représentation cartographique de ces possibilités doivent aider les agriculteurs à reconnaître les risques de pertes de substances nutritives par lessivage et lixiviation lors de l'épandage de lisier.

La carte indique le risque pour l'utilisation de quantités maximales acceptables de lisier en fonction du site et de la saison. L'indication de limites supérieures laisse toutefois une grande marge d'appréciation et n'exclut pas des erreurs de fumure, par exemple en cas d'utilisation de lisiers présentant des teneurs élevées en azote. Les agriculteurs doivent donc assumer leurs responsabilités en se basant sur l'évolution des besoins des plantes et sur la teneur en azote du lisier (déterminée p. ex. par des analyses de lisier) pour mesurer les apports de lisier.

10.1.2. Paramètres ayant une influence sur les pertes de substances nutritives

Les pertes de substances nutritives sont dues à leur entraînement par ruissellement superficiel et à leur percolation dans les couches profondes du sol.

Les principaux critères d'évaluation des possibilités d'utilisation d'engrais de ferme et d'engrais à base de déchets sont les suivants :

- pente et propriétés de percolation du sol déterminant le risque de ruissellement superficiel de substances nutritives ;
- capacité de filtration et d'adsorption du sol déterminant le risque de percolation de substances nutritives dans les couches profondes du sol.

Ces deux paramètres dépendent évidemment à leur tour de nombreux autres facteurs qui sont présentés dans la figure 10.1a. Une distinction est faite entre facteurs ayant une influence sur la percolation et facteurs ayant une influence sur le ruissellement de surface, ainsi qu'entre facteurs fixes (par exemple profondeur, topographie) et facteurs variables (par exemple état de la surface du sol, travail du sol, conditions climatiques).

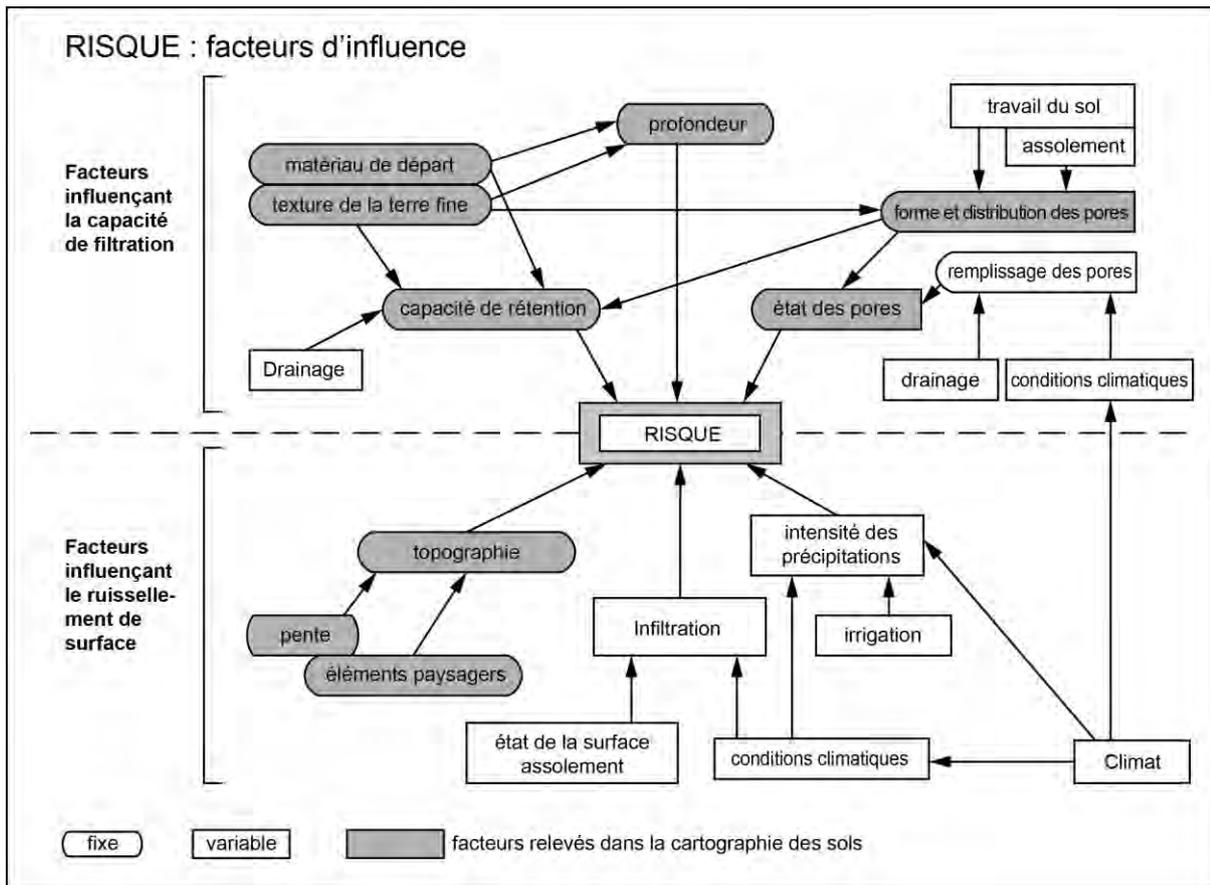


Fig. 10.1a. Aperçu schématique des facteurs déterminant le risque de pertes par percolation et par ruissellement superficiel

10.1.3. Niveaux de risque

On distingue quatre niveaux de risque. Ceux-ci sont décrits au tableau 10.1a à l'exemple de la région d'utilisation 1 (« Région de grandes cultures », tableau 9.2a).

Le niveau de risque exprime de façon directe le risque de pertes par percolation et ruissellement et de façon indirecte l'apport unique maximal admissible de lisier. L'apport unique maximal de 60 m³ / ha selon les « Instructions pratiques pour la protection des eaux dans l'agriculture » (OFAG et OFEFP 1994) se base sur la couverture des besoins moyens en azote pour la fumure au lisier recommandée dans les grandes cultures et les herbages de Suisse (Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages: FAP, RAC, FAC 1994, ainsi que Compost et boues d'épuration : FAC 1995). Cette quantité ne doit toutefois être appliquée qu'à titre occasionnel et jamais de façon répétée. D'un autre côté, dans un sol ayant une forte capacité de rétention et de filtration situé en terrain plat à légèrement penché, une perte directe d'azote par percolation ou ruissellement est hautement improbable.

Outre la description des niveaux de risques, il est recommandé de compléter les légendes par des données choisies en fonction de la problématique du projet de cartographie. Celles-ci peuvent être indiquées partiellement sur la carte sous forme de tableau ou de colonne, ou présentées dans le rapport explicatif. Elles peuvent notamment comporter :

- les mesures à recommander pour l'épandage d'engrais liquides, en particulier les apports uniques maximaux admissibles de lisier selon les « Instructions pratiques pour la protection des eaux dans l'agriculture » (OFAG et OFEFP 1994) ;
- d'autres remarques et recommandations liées au site sur l'exploitation et la fumure pour les grandes cultures et les herbages ; ces observations ne doivent pas être rapportées à des parcelles culturales mais formulées de façon générale ;
- une remarque concernant les zones de protection des eaux (si pertinent) : « Les réglementations en vigueur sur la protection des eaux souterraines sont à respecter ».

On trouvera à l'annexe 4 un système éprouvé de classement par couleurs des quatre niveaux de risque. Il est utilisé à la FAP/FAL pour les cartes dérivées sur le « risque de pertes de substances nutritives par percolation et ruissellement de surface ».

10.1-4

Le tableau 10.1a contient une description des quatre niveaux de risque basée sur les caractéristiques limitatives les plus fréquentes. La détermination des niveaux de risque se fait selon des critères fixes (cf. tableaux 10.1.b à 10.1.d.)

Tableau 10.1a. Description des quatre niveaux de risque à l'exemple de la région d'utilisation 1 (« Région de grandes cultures »)

Niveau de risque	Risques de pertes de substances nutritives par lessivage et lixiviation	Principales caractéristiques limitatives des sites *)
1	risques faibles	capacité de filtration et de rétention forte à moyenne et pas ou peu influencé par la nappe de bas-fond, de pente ou perchée et plat à moyennement penché
2	risques moyens	capacité de filtration et de rétention faible ou rarement influencé jusqu'en surface par la nappe de bas-fond, de pente ou perchée ou forte pente
3	risques élevés	capacité de filtration et de rétention très faible ou souvent voire la plupart du temps influencé jusqu'en surface par la nappe de bas-fond, de pente ou perchée ou très forte pente
4	risques très élevés	capacité de filtration et de rétention extrêmement faible ou influencé la plupart du temps voire en permanence jusqu'en surface par la nappe de bas-fond ou de pente ou par la nappe perchée ou extrêmement raide

*) Caractéristiques limitatives du site (point 4.2.2)

- F Nappe permanente (nappe de fond / de pente)
- G Profondeur (capacité de filtration et de rétention)
- I Nappe perchée (infiltration ou percolation ralentie)
- N Pente (écoulement de surface)

Autres caractéristiques limitatives

- U Sous-sol extrêmement perméable (p. ex. gravier)
- A Nature du sol (p. ex. sols pauvres en humus, riches en sable grossier ou argileux)
- Z État de la structure (structure labile de sable fin ou de silt, ou sols compactés)

10.1.4. Niveaux de risque et climat

Les apports uniques de lisier doivent tenir compte des réserves de substances nutritives dans le sol et des besoins des plantes. Ces derniers sont d'autant plus élevés que le climat est favorable. Dans les zones climatiques A 2-3, B 2-3 (Le délégué à l'aménagement du territoire 1977a), des quantités plus importantes de lisier peuvent être apportées et assimilées.

Les quatre niveaux de risque s'appliquent aussi aux zones climatiques humides (A 4-5, B 4-5) et aux zones à rendements limités (C), bien que le niveau 1 soit assez rarement employé.

Dans les zones climatiques D, E et F, principalement affectées à la production herbagère, les besoins des plantes en substances nutritives sont plus faibles. Le risque de pertes par percolation et par ruissellement y est d'une manière générale plus élevé et l'apport unique maximal admissible de lisier ne doit pas dépasser 40 m² / ha. C'est pourquoi les cartes des risques pour les régions d'herbages en altitude ne comportent que les niveaux de risque 2 à 4.

10.1.5. Attribution des niveaux de risque aux caractéristiques du site

Conformément à la figure 10.1a, les niveaux de risque sont déterminés d'après les facteurs d'influence fixes observés dans le site considéré. Les plus importants sont le régime hydrique, la profondeur, la texture et la pente. Le schéma d'attribution (tableau 10.1b à e) tient compte du fait que le risque augmente avec les paramètres suivants :

- augmentation du degré d'hydromorphie
- diminution de la profondeur
- texture défavorable (sol très argileux, très sableux et / ou pierreux et / ou riche en silt)
- augmentation de la pente.

C'est la caractéristique la plus limitative du site qui détermine le risque de pertes de substances nutritives par lessivage et lixiviation. Il est tenu compte du fait, par exemple, qu'une texture défavorable augmente le risque découlant d'une profondeur insuffisante ou d'une forte pente. Ainsi, si les couches profondes du sol sont très sableuses et riches en pores grossiers (horizon B, BC ou C avec moins de 10 % d'argile), la capacité de filtration est affaiblie, de sorte qu'à profondeur égale, le risque s'accroît. De même, dans un sol à texture fine (horizon A avec plus de 30 % d'argile ou plus de 50 % de silt), la percolation du lisier est ralentie, de sorte que le risque d'écoulement de surface augmente pour une même pente.

En principe, le facteur le plus limitatif est indiqué sous forme de code sur la carte des risques à côté du niveau de risque : par exemple, 3N signifie niveau de risque 3 dû à une forte pente. Dans les cas où, comme évoqué ci-dessus, une autre caractéristique (p. ex. texture) a un effet limitatif qui vient s'ajouter à celui de la pente, il est possible d'indiquer exceptionnellement deux caractéristiques limitatives ; par exemple 4NA (cf. annexes 2 et 3).

10.1-6

Tableau 10.1b: Détermination du niveau de risque en « région de grandes cultures » ; principaux critères d'attribution

Domaine partiel 1: eau de fond, de pente ou de nappe perchée		
Sous-types		Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
-, G1, G2, G3, I1, I2 (jusqu'à gleyifié ou pseudogleyifié)		1
G4 (fortement gleyifié)		2F
I3 (fortement pseudogleyifié)		2I
G5, G6, R2, R3 (très fortement ou extrêmement gleyifié, mouillé, fortement mouillé)		3F 3I
I4 (très fortement pseudogleyifié)		
R4, R5 (très fortement mouillé, détrempé)		4F
Domaine partiel 2: Capacité de rétention en eau et en substances nutritives		
Profondeur utile	Sols avec plus de 10 % d'argile dans les horizons B, BC et C	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
profond, très profond	Oui ou non	1
modérément profond	Oui	1
	Non	2U
assez superficiel	Oui	2G
	Non	3U
superficiel	Oui	3G
	Non	4U
très superficiel	Oui ou non	4G
Domaine partiel 3: Pente et structure de la couche supérieure du sol		
Pente	Couche supérieure du sol non compactée et > 2 % d'humus et < 30 % d'argile et < 50 % de silt	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
0 - 10 %	Oui ou non	1
11 - 25 %	Oui	1
	Non	2N
26 - 35 %	Oui	2N
	Non	3N
36 - 50 %	Oui	3N
	Non	4N
> 50 %	Oui ou non	4N

Dans un site donné, c'est le niveau de risque (maximal) le plus limitatif des trois domaines partiels qui s'applique (principe du « membre le plus faible »).

Description des sous-types et de la profondeur utile, voir point 5.2

Tableau 10.1c: Détermination du niveau de risque en « région de transition à prédominance de grandes cultures » ; principaux critères d'attribution

Domaine partiel 1: eau de fond, de pente ou de perchée		
Sous-types		Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
-, G1, G2, G3, I1, I2 (jusqu'à gleyifié ou pseudogleyifié)		1
G4 (fortement gleyifié)		2F
I3 (fortement pseudogleyifié)		2I
G5, G6, R2, R3 (très fortement ou extrêmement gleyifié, mouillé, fortement mouillé)		3F
I4 (très fortement pseudogleyifié)		3I
R4, R5 (très fortement mouillé, détrempé)		4F
Domaine partiel 2: Capacité de rétention en eau et en substances nutritives		
Profondeur utile	Sols avec plus de 10 % d'argile dans les horizons B, BC et C	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
profond, très profond	Oui	1
	Non	2U
modérément profond	Oui	2G
	Non	2U
assez superficiel	Oui	2G
	Non	3U
superficiel	Oui	3G
	Non	4U
très superficiel	Oui ou non	4G
Domaine partiel 3: Pente et structure de la couche supérieure du sol		
Pente	Couche supérieure du sol non compactée et > 2 % d'humus et < 30 % d'argile et < 50 % de silt	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
0 - 10 %	Oui ou Non	1
11 - 25 %	Oui	1
	Non	2N
26 - 35 %	Oui	2N
	Non	3N
36 - 50 %	Oui	3N
	Non	4N
> 50 %	Oui ou non	4N

Dans un site donné, c'est le niveau de risque (maximal) le plus limitatif des trois domaines partiels qui s'applique (principe du « membre le plus faible »).

Description des sous-types et de la profondeur utile, voir point 5.2

10.1-8

Table 10.1d: Détermination du niveau de risque en « région de transition à dominance de cultures fourragères » ; principaux critères d'attribution

Domaine partiel 1: eau de fond, de pente ou perchée		
Sous-types		Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
-, G1, G2, G3, I1, I2 (jusqu'à gleyifié ou pseudogleyifié)		1
G4 (fortement gleyifié)		2F
I3 (fortement pseudogleyifié)		2I
G5, G6, R2, R3 (très fortement ou extrêmement gleyifié, mouillé, fortement mouillé)		3F 3I
I4 (très fortement pseudogleyifié)		
R4, R5 (très fortement mouillé, détrempé)		4F
Domaine partiel 2: Capacité de rétention en eau et en substances nutritives		
Profondeur utile	Sols avec plus de 10 % d'argile dans les horizons B, BC et C	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
profond, très profond	Oui	1
	Non	2U
modérément profond	Oui	2G
	Non	2U
assez superficiel	Oui	3G
	Non	3U
superficiel	Oui	3G
	Non	4U
très superficiel	Oui ou non	4G
Domaine partiel 3: Pente et structure de la couche supérieure du sol		
Pente	Couche supérieure du sol non compactée et > 2 % d'humus et < 30 % d'argile et < 50 % de silt	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
0 - 10 %	Oui ou Non	1
11 - 25 %	Oui	1
	Non	2N
26 - 35 %	Oui	2N
	Non	3N
36 - 50 %	Oui	3N
	Non	4N
> 50 %	Oui ou non	4N

Dans un site donné, c'est le niveau de risque (maximal) le plus limitatif des trois domaines partiels qui s'applique (principe du « membre le plus faible »).

Description des sous-types et de la profondeur utile, voir point 5.2

Table 10.1e: Détermination du niveau de risque en « région de cultures fourragères » ; principaux critères d'attribution

Domaine partiel 1: eau de fond, de pente ou perchée		
Sous-types		Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
-, G1, G2, G3, I1, I2 (jusqu'à gleyifié ou pseudogleyifié)		2
G4 (fortement gleyifié)		2F
I3 (fortement pseudogleyifié)		2I
G5, G6, R2, R3 (très fortement ou extrêmement gleyifié, mouillé, fortement mouillé)		3F
I4 (très fortement pseudogleyifié)		3I
R4, R5 (très fortement mouillé, détrempé)		4F
Domaine partiel 2: Capacité de rétention en eau et en substances nutritives		
Profondeur utile	Sols avec plus de 10 % d'argile dans les horizons B, BC et C	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
profond, très profond	Oui	2
	Non	2U
modérément profond	Oui	2G
	Non	3U
assez superficiel	Oui	3G
	Non	3U
superficiel	Oui	3G
	Non	4U
très superficiel	Oui ou non	4G
Domaine partiel 3: Pente et structure de la couche supérieure du sol		
Pente	Couche supérieure du sol non compactée et > 2 % d'humus et < 30 % d'argile et < 50 % de silt	Niveau de risque avec caractéristique limitative déterminante
0 - 10 %	Oui ou non	2
11 - 25 %	Oui	2
	Non	3N
26 - 35 %	Oui	2N
	Non	3N
36 - 50 %	Oui	3N
	Non	4N
> 50 %	Oui ou non	4N

Dans un site donné, c'est le niveau de risque (maximal) le plus limitatif des trois domaines partiels qui s'applique (principe du « membre le plus faible »).

Description des sous-types et de la profondeur utile, voir point 5.2

10.2. Notice complétant la carte des risques

Les agriculteurs peuvent notablement contribuer à résoudre le problème des nitrates en modifiant leurs habitudes en particulier dans le domaine de la fumure azotée et des semis. C'est pourquoi l'outil de la « carte des risques » doit être complété par des recommandations plus détaillées sur ces deux aspects. La notice ci-dessous offre un exemple de conception du contenu, qui pourra être complété selon les besoins. De bons exemples de notices sont proposés par la Centrale de vulgarisation agricole de Lindau et l'ADCF (« Hofdünger pflanzengerecht einsetzen »; « Hofdünger im Futterbau »). Des informations et données intéressantes en relation avec le lisier se trouvent également dans les « Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages » (FAP, RAC, FAC 1994).

Exemple de contenu d'une notice « Mesures contribuant à réduire le lessivage des nitrates » :

A) Mesures et remarques générales

- Le calcul de la fumure azotée se base avant tout sur les besoins des cultures dans le site considéré (les données correspondantes se trouvent dans le Memento agricole et agenda et dans les Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages).
- Lors de la fumure, les réserves de substances nutritives dans le sol déterminées sur la base des analyses de sol sont à déduire des besoins des cultures.
- En l'absence de résultats d'analyses de sol, il faut tenir compte du fait que les engrais verts et la décomposition des résidus du précédent cultural apportent aussi de l'azote, dont une partie est libérée avec un certain décalage dans le temps. Attention : après enfouissement de légumineuses, des quantités très importantes d'azote sont libérées.
- La capacité naturelle du sol à libérer des substances nutritives doit aussi être prise en considération. Dans les conditions prévalant en Suisse, il faut compter entre 50 et 100 kg N par ha et par an ; dans les sols riches en humus et dans les sols organiques, ces quantités peuvent être nettement plus importantes.
- Les apports individuels d'azote, que ce soit sous forme organique ou minérale, doivent être échelonnés dans le temps afin de tenir compte de la capacité d'absorption de la culture.
- Le calcul régulier d'un plan de fumure précis est un outil approprié et nécessaire pour éviter des pertes importantes de substances nutritives.

B) Semis

- Plus la couverture végétale est dense, meilleure est la protection contre les pertes de substances nutritives par entraînement de matériaux de surface (érosion).
- La culture d'engrais verts ou de fourrages dérobés après des cultures principales à récolte précoce (céréales, colza) permet de réduire efficacement le lessivage de nitrates.

C) Mesures et remarques à propos de la fumure avec du lisier

- Le volume des apports individuels de lisier se base principalement sur les besoins de la culture en substances nutritives.
- Pour un bon dosage des fertilisants, il faut connaître la teneur en substances nutritives du lisier. Celle-ci peut être déterminée par des analyses de lisier. Le Memento agricole de l'agenda et les notices de la Centrale de vulgarisation agricole de Lindau et de l'ADCF sur les engrais de ferme peuvent aussi fournir des informations de base.
- Les substances nutritives apportées avec les engrais organiques (lisier, fumier) doivent toujours être prises en compte lors d'éventuelles fumures complémentaires. La notice de la LBL sur les engrais de ferme fournit des informations sur l'efficacité de ces engrais.
- Dans les sols où les possibilités d'épandage de lisier sont limitées par une faible capacité de rétention des substances nutritives, les apports d'engrais minéraux azotés doivent aussi être faits avec modération.
- Le lisier ne doit être épandu que sur des sols ressuyés et absorbants. L'emploi de lisier est à éviter :
 - pendant, peu avant et après de fortes précipitations,
 - sur des sols gelés, recouverts de neige ou saturés d'eau,
 - sur des sols dont la capacité d'infiltration est insuffisante (cf. « La fumure au bon moment », OFAG et OFEFP 1996).
- Le long des ruisseaux, des rivières et des lacs, il faut respecter une bande de sécurité de quelques mètres de large sur laquelle l'épandage de lisier est interdit.
- Pour le reste, les dispositions des règlements locaux éventuels sur les zones de protection des eaux, de la loi sur la protection des eaux (devoir de diligence) et de l'ordonnance sur les substances doivent être respectées.
- Dans les régions pour lesquelles des cartes des risques sont disponibles, les possibilités d'épandage de lisier en fonction du sol et de la pente peuvent être déduites de la carte et de ses légendes.

Si ces cartes n'existent pas, l'agriculteur doit identifier lui-même les risques présentés par des surfaces mouillées ou très perméables ou par la topographie du terrain (longs versants de déclivité moyenne à forte, cuvettes) et respecter les mesures de prudence qui s'imposent lors de l'épandage du lisier.

Estimation de sols agricoles

11.1 Généralités

11.2 Les niveaux de fertilité en tant que base d'estimation

11.3 Les différentes étapes de l'estimation d'un sol

11.3.1 Aperçu

11.3.2 Estimation de la profondeur utile de sols à perméabilité normale

11.3.3 Estimation des sols à nappe permanente et à nappe perchée

11.3.4 Estimation de la terre fine, du taux de pierrosité et du degré d'acidité de la couche arable

11.3.5 Estimation de la pente et du relief

11.3.6 Estimation de l'influence du climat

11. Estimation de sols agricoles

11.1. Généralités

Établir le plus objectivement possible la valeur d'usage d'un sol est particulièrement intéressant lorsqu'il s'agit de déterminer une valeur d'échange ferme.

Calcul de la valeur de prétention dans le cadre d'un remaniement parcellaire

L'évaluation du sol en fonction du site est une base importante pour ce calcul. L'interprétation des caractéristiques des profils de sol et du site permet de déterminer la valeur nette du sol en tant que pointage du sol. Celle-ci constitue le point de départ pour déterminer la valeur de taxation lors de remaniements parcellaires (annexe 6).

L'estimation de vignobles constitue un cas particulier, car les conditions climatiques locales jouent ici un rôle nettement plus important que dans la taxation de terrains affectés aux grandes cultures et à la production fourragère. Une procédure d'estimation a donc été développée pour ce cas particulier, en collaboration avec la Station fédérale de recherches en arboriculture, viticulture et horticulture de Wädenswil. Celle-ci permet d'établir une valeur d'échange pour des vignobles à partir de valeurs de profil et en tenant compte des conditions climatiques et viticoles spécifiques. Les documents correspondants peuvent être consultés auprès de la station de recherches FAL-Reckenholz (FAP 1985).

Des procédures d'estimation séparées sont nécessaires pour :

Le surcroît de travail d'exploitation occasionné par la pente des parcelles et leur éloignement de la ferme (dans le cadre de la taxation).

Les parcelles faisant l'objet d'une exploitation particulière qui ont droit à des contributions dans le cadre des mesures écologiques de la Confédération (Calörtscher 1996).

Les directives et ordonnances relatives aux procédures d'estimations séparées peuvent être obtenues auprès des services cantonaux d'améliorations foncières.

Estimation de la valeur de rendement de domaines agricoles

La détermination de la valeur de rendement selon le Guide pour l'estimation de la valeur de rendement agricole (Office fédéral de la justice 1986) s'appuie sur les mêmes bases que celles utilisées pour le calcul de la valeur de prétention dans le cadre d'un remaniement parcellaire. Le guide pour l'estimation susmentionné présente un cadre d'estimation légèrement simplifié pour les régions où aucune carte des sols détaillée n'est disponible.

11.2. Les niveaux de fertilité³⁷ en tant que base d'estimation

Pour établir une classification de la valeur des sols, il faut pouvoir comparer les besoins des cultures agricoles aux caractéristiques constatées du sol et du site. Cette comparaison est effectuée au moyen des *niveaux de fertilité*. Les huit niveaux de fertilité se distinguent les uns des autres par le mode d'exploitation agricole possible et par le potentiel de rendement du site. Les facteurs limitatifs à prendre en considération lors de l'estimation ne comprennent donc pas seulement les propriétés du sol, mais aussi d'autres facteurs de site, comme le climat ou la configuration du terrain.

La description des modes d'exploitation agricole possibles (tableau 11.2a) et la détermination des exigences minimales stationnelles et pédologiques portant sur certaines caractéristiques du sol (tableau 11.2b) permettent de définir clairement le niveau de fertilité. C'est la caractéristique de sol ou de site la plus limitative qui est déterminante pour l'attribution des niveaux de fertilité (voir tableau 11.2b). Lorsqu'il existe d'autres restrictions, il faut les déduire du niveau de fertilité préalablement défini.

Les pointages du sol des huit classes de fertilité varient entre 1 et 100 points. Les principaux groupes sont les suivants :

Niveau de fertilité I et II, de 80 à 100 points

Ce groupe comprend les surfaces d'assolement au sens strict.

Niveau de fertilité III et IV, de 50 à 79 points

Ce groupe comprend d'une part les sites utilisables uniquement pour le fourrage, d'autre part les surfaces d'assolement avec d'importantes limitations.

Niveau de fertilité V à VII, 10 à 49 points

Ce groupe comprend principalement les régions d'exploitation d'alpages ainsi que les surfaces fourragères avec d'importantes limitations.

Niveau de fertilité VIII, 1 à 9 points

Ce groupe comprend les sites ne permettant pas une exploitation agricole.

³⁷ „Fruchtbarkeitsstufen“, cf. note ch. 4.3 (NdT)

11.2-2

Tableau 11.2a. Niveaux de fertilité et pointage des sols agricoles suisses

Niveau de fertilité et pointages du sol	Principaux critères de classement
<p>Niveau de fertilité I 90 à 100 points Site possédant les meilleures caractéristiques de sols. Appropriée sans restrictions à la rotation des cultures, Quasi pas de limitations pour cultures fruitières ou horticoles.</p>	<p>Régime hydrique : jusqu'à I1 et G2¹⁾ Profondeur : dès 90 cm Pente : jusqu'à 15 % Zones climatiques : A 2, 3, 6 / B 2, 3²⁾</p>
<p>Niveau de fertilité II 80 à 89 points Très bonnes surfaces d'assolement. Le sol, le climat et/ou la topographie sont légèrement limitatifs. Cultures sarclées avec limitations.</p>	<p>Régime hydrique : jusqu'à I2, G3¹⁾ Profondeur : dès 70 cm Pente : jusqu'à 25 % Zones climatiques : A / B / C 1 - 4²⁾</p>
<p>Niveau de fertilité III 70 à 79 points Bonnes surfaces d'assolement, adaptées uniquement à un assolement simple. Suivant le site, uniquement adaptées à la production de fourrages.</p>	<p>Régime hydrique : jusqu'à I3, G4¹⁾ Profondeur : dès 50 cm Pente : jusqu'à 35 % Zones climatiques : A / B / C / D 1 - 4²⁾</p>
<p>Niveau de fertilité IV 50 à 69 points Surfaces d'assolement moyennes avec limitations significatives de rendement et d'exploitation. Les contraintes du site peuvent se répercuter sur l'utilisation exclusive pour le fourrage et les rendements et limiter l'intensité d'exploitation.</p>	<p>Régime hydrique : jusqu'à I4, G5¹⁾ Profondeur : dès 30 cm Pente : jusqu'à 50 % Zones climatiques : A / B / C / D / E²⁾</p>
<p>Niveau de fertilité V 35 à 49 points Sites utilisables pour la culture herbagère du Plateau et des collines, avec potentiel de rendement juste suffisant. Appartiennent à ce niveau les meilleures prairies alpêtres.</p>	<p>Régime hydrique : jusqu'à G6, R3¹⁾ Profondeur : dès 20 cm Pente : jusqu'à 75 % Zones climatiques : A / B / C / D / E / F²⁾</p>
<p>Niveau de fertilité VI 20 à 34 points Les possibilités d'exploitation et le potentiel de rendement sont si limités qu'une exploitation extensive est indiquée. Pâturages alpêtres (alpages).</p>	<p>Restrictions extrêmes par au moins l'un des facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • climat • pente • régime hydrique • profondeur
<p>Niveau de fertilité VII 10 à 19 points Ces terrains ne sont pas assez fertiles pour une exploitation agricole. Y classer les alpages pour génisses et petit bétail.</p>	
<p>Niveau de fertilité VIII 1 à 9 points Sites excluant une exploitation agricole.</p>	

1) Pour une description plus détaillée, voir tableaux 5.2b à 5.2d.

2) Pour une description plus détaillée, voir « Carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse » (Le délégué à l'aménagement du territoire 1977a).

Tab. 11.2b: Niveaux de fertilité et pointage du sol : exigences minimales portant sur certaines caractéristiques limitatives du sol ainsi que sur le climat et la pente

Niveau de fertilité	Régime hydrique	Profondeur de sol utile aux plantes	Pierrosité de la couche arable	Structure de la couche arable	Terre fine jusqu'à 20 cm de profondeur	Degré d'acidité jusqu'à 20 cm de profondeur	Zones climatiques Pente
I 90 - 100 points	normalement perméable, G2, I1	≥ 90 cm	< 10 % jusqu'à faiblement pierreux	Kr, Sp bien marqué	Ls - L 2 - 5 % humus	pH H ₂ O > 5,9 pH CaCl ₂ > 5,1	A2, A3, A6, B2, B3 < 15 % de pente
II 80 - 89 points	jusqu'à sols influencés par la nappe de bas-fond ou de pente et par la nappe perchée temporaire, drainage ralenti G3, I2	≥ 70 cm	< 20 % jusqu'à pierreux	Kr, Sp, Po jusqu'à modérément marqué	SI - LA, UI jusqu'à 10 % humus	pH H ₂ O > 5,9 pH CaCl ₂ > 5,1	toutes A, B; C1-C4 < 25 % de pente
III 70 - 79 points	jusqu'à rarement engorgé en surface, G4, I3	≥ 50 cm	< 30 % jusqu'à très graveleux	Kr, Sp, Po, Pr jusqu'à faiblement marqué	SI - AI, U - Ua jusqu'à 30 % humus	pH H ₂ O > 5,3 pH CaCl ₂ > 4,3	toutes A, B, C; D1-D4 < 35 % de pente
IV 50 - 69 points	jusqu'à souvent engorgé en surface, G5, I4, R2, (R3)	≥ 30 cm	< 50 % jusqu'à riche en cailloux	tous les types de structure	toutes les sortes de terres fines	pH H ₂ O > 5,3 pH CaCl ₂ > 4,3	toutes A, B, C, D, E < 50 % de pente
V 35 - 49 points	jusqu'à généralement engorgé en surface, G6, R3	≥ 20 cm	toutes classes de pierrosité	tous les types de structure	toutes les sortes de terres fines	pH H ₂ O > 3,9 pH CaCl ₂ > 3,3	toutes A, B, C, D, E, F < 75 % De pente
VI 20 - 34 points	jusqu'à généralement engorgé en surface, R4	≥ 10 cm	toutes classes de pierrosité	tous les types de structure	toutes les sortes de terres fines	tous	toutes
VII + VIII bis 19 points	jusqu'à détrempe en permanence, R5	toutes	toutes classes de pierrosité	tous les types de structure	toutes les sortes de terres fines	tous	toutes

Le niveau de fertilité est déterminé par la caractéristique du site la plus limitative = *caractéristique limitative principale*.

Données concernant les différentes colonnes :

Niveau de fertilité : cf. tab. 11.2a ; régime hydrique : cf. 5.2 + 5.3 ;
profondeur utile : cf. 3.3.3 ; pierrosité : cf. 3.6 ; structure : cf. 3.3 ;
terre fine : cf. 3.5 ; degré d'acidité : cf. 5.2 ; zones climatiques : cf. 9.2a.

11.3. Les différentes étapes de l'estimation d'un sol

11.3.1. Aperçu

Une méthode de calcul de la valeur nette du sol (pointage du sol) qui a fait ses preuves dans la pratique est la suivante :

Dans un premier temps, il faut procéder à une estimation de la constitution du sol, en partant du principe qu'il n'y a pas de limitations climatiques ou topographiques, et lui attribuer une valeur de profil.

Si le relief et/ou le climat le requièrent, la valeur du profil est ensuite modifiée en conséquence, en tenant compte du niveau de fertilité. On obtient alors la valeur nette du sol en tant que pointage (cote) du sol (fig. 11.3a).

La procédure présentée ci-dessous offre un cadre qui a fait ses preuves. Elle résulte principalement d'expériences faites dans les « régions de grandes cultures » et les « régions de transition à prédominance de grandes cultures ». Elle ne peut toutefois rendre compte de toutes les interactions entre les nombreuses caractéristiques de site et autres conditions locales.

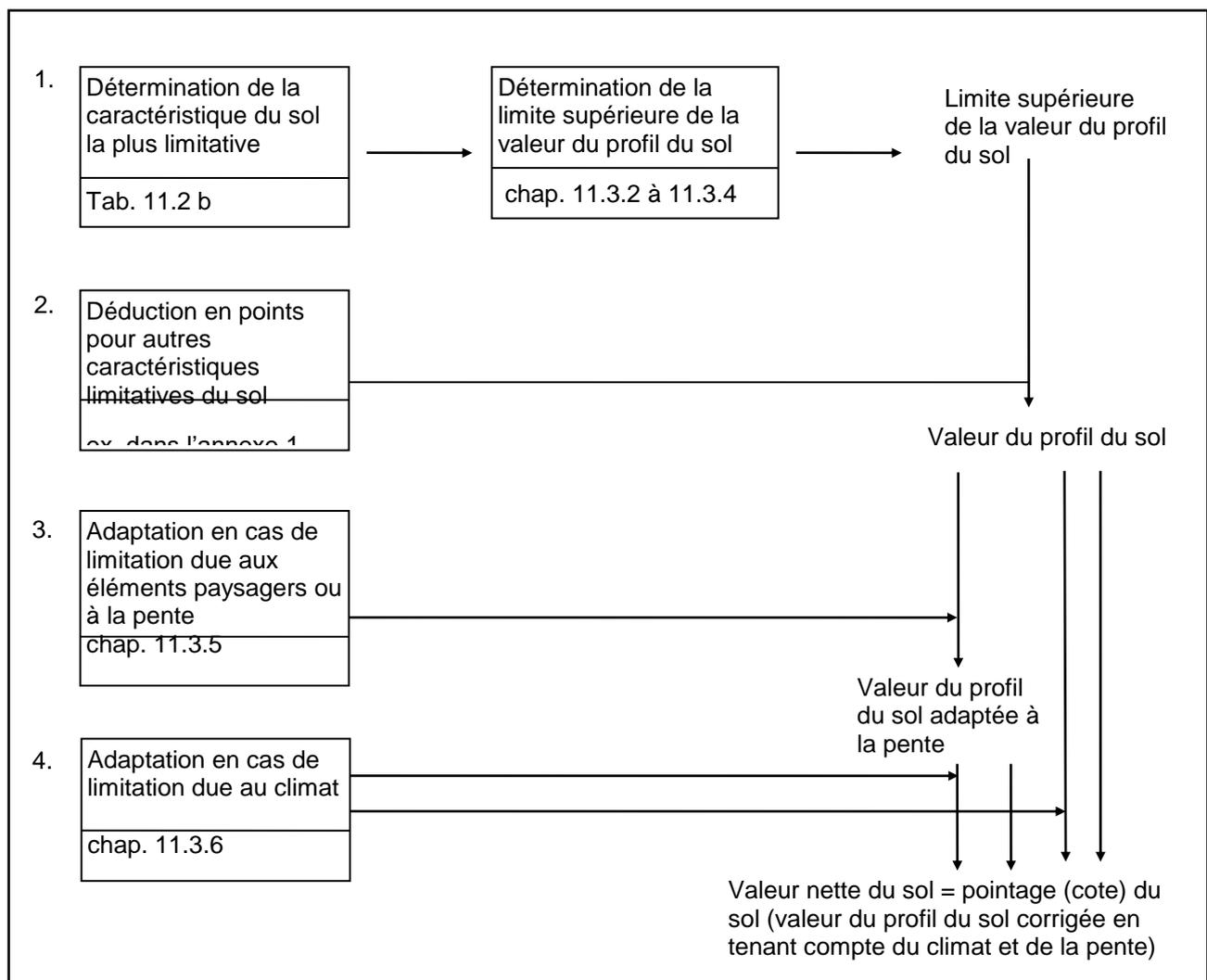


Figure 11.3a : Détermination de la valeur du profil et du pointage du sol.

11.3-2

Pour déterminer la valeur du profil, il faut tout d'abord chercher la caractéristique du sol qui limite le plus les possibilités d'exploitation (tableau 11.2b, caractéristique limitative principale). Ensuite on fixe une limite supérieure aux valeurs du profil de sol (cf. 11.3.2 à 11.3.4). D'autres caractéristiques limitatives peuvent entraîner des déductions de points (exemple à l'annexe 1).

L'influence de la pente et du relief est traitée au point 11.3.5, celle du climat au point 11.3.6.

11.3.2. Estimation de la profondeur utile de sols à perméabilité normale

(caractéristique limitative principale : profondeur de sol)

Dans les sols à perméabilité normale, c'est la profondeur utile, en tant que mesure de la capacité de rétention en eau facilement disponible pour la croissance, qui est déterminante. Sur la base des expériences, projets et études des rendements réalisés jusqu'ici, il est possible d'établir une corrélation entre la valeur de profil et la profondeur utile selon le schéma présenté à la fig. 11.1b.

Dans ce système d'estimation, la diminution de l'importance culturelle du critère de la profondeur parallèlement à l'augmentation de cette dernière est implicitement prise en compte par le tracé de la courbe : de 20 à 30 cm de profondeur, 1 cm équivaut à 1,5 point, alors qu'à partir de 70 cm de profondeur, 1 cm ne correspond plus qu'à 0,5 point.

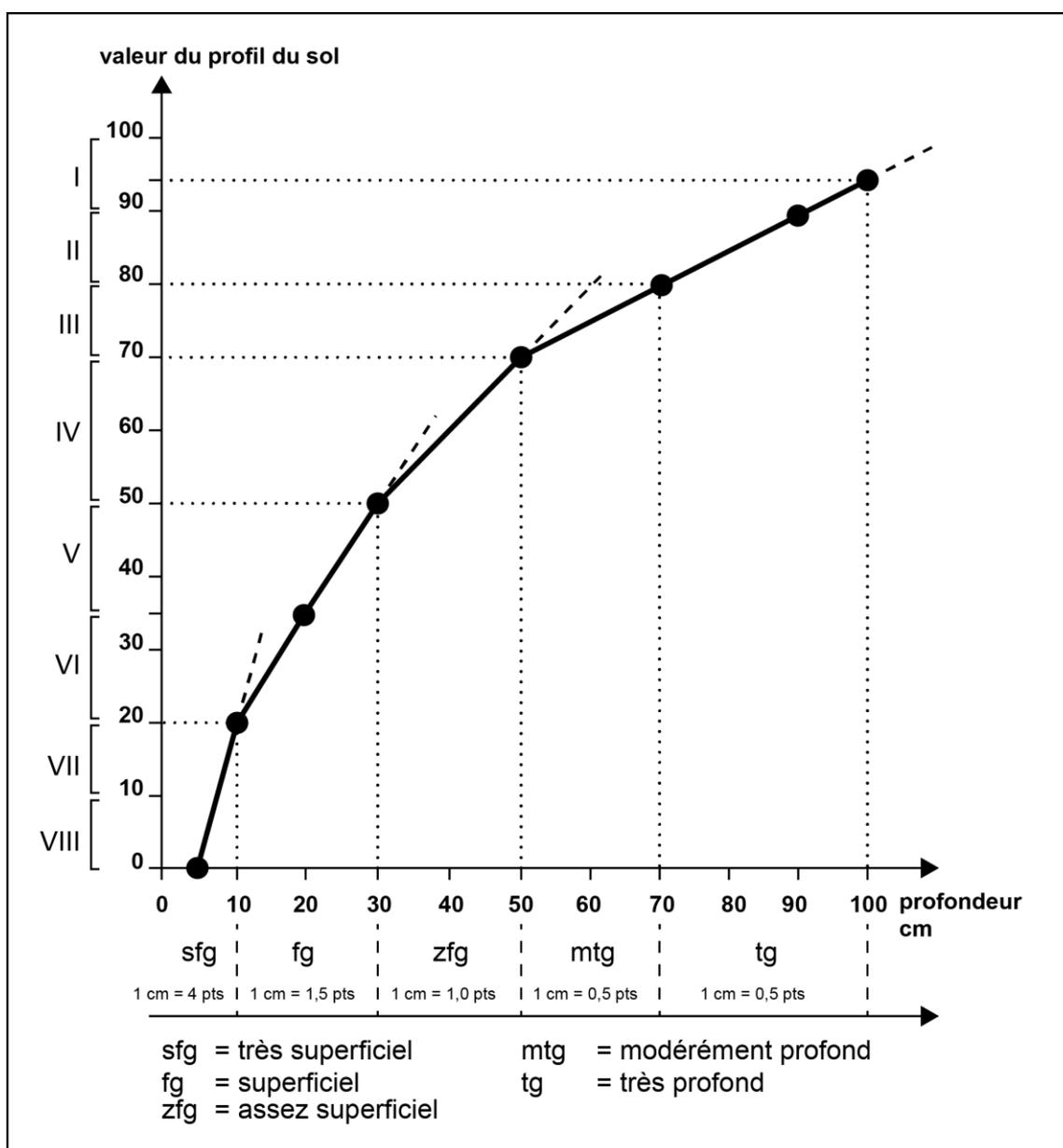


Fig 11.3b. Profondeur utile et valeur du profil d'un sol à perméabilité normale (profondeur comme caractéristique limitative principale).

11.3.3. Estimation des sols à nappe permanente et à nappe perchée

(caractéristique limitative principale : eau de fond, de pente ou de nappe perchée)

Lors de l'estimation de ce genre de sols, il ne suffit pas de tenir compte du degré et de l'origine de la hydromorphie. Il faut aussi observer la composition du sol minéral ou organique.

a) Estimation de sols minéraux mouillés ou engorgés (tab. 11.3a)

Elle se fonde sur la réponse morphologique du profil et sur le niveau de la nappe, y compris ses variations. En ce qui concerne le degré d'hydromorphie et son origine, on distingue 4 cas principaux :

1. Sols influencé par la nappe de bas-fond ou de pente et la nappe perchée
La correction aux points se fait normalement à l'intérieur du niveau de fertilité II ; les sols pseudogleyifiés peuvent exceptionnellement être classés dans le niveau III (76-79 points).
2. Sols hydromorphes à nappe perchée
Comme l'eau de la nappe perchée entrave particulièrement la praticabilité et le travail de la terre, ces sols sont taxés de 75 points au maximum.
3. Sols hydromorphes à nappe de bas-fond ou de pente ; nappe permanente à battement :
Ces sols, en général un peu plus faciles à exploiter, obtiennent un maximum de 79 points, compte tenu de l'attribution faite aux sols à nappe perchée. Il faut vouer une attention particulière aux sols drainés, car l'efficacité du drainage n'apparaît qu'après coup (que lentement) dans l'horizon. Dans ces cas, il est recommandé de toujours procéder à une analyse soigneuse de la structure et de la texture du sol et, si possible, d'effectuer des mesures des variations du niveau de la nappe.
4. Sols hydromorphes à nappe de bas-fond ou de pente ; nappe permanente stable :
Pour ces sols à valeur agricole limite, il faut aussi envisager la possibilité de corriger le régime hydrique et en tenir compte dans l'estimation.

b) Estimation de sols organiques (tab. 11.3b)

L'estimation des moors et des semi-moors repose essentiellement sur la position et la stabilité de la nappe phréatique.

La valeur maximale de 69 points doit être attribuée aux sols à nappe stabilisée entre 60 et 90 cm sous le terrain.

Pour le groupe des sols organiques à nappe stabilisée au dessus de 60 cm sous le terrain, on accorde jusqu'à 59 points, alors que dans le cas d'inondation intermittente, on attribue une valeur de 20 à 34 points.

Tab. 11.3a. Estimation des sols minéraux mouillés ou engorgés, avec une nappe permanente ou perchée comme caractéristique limitative

Régime hydrique	Valeur du profil du sol
1. Sols influencés par la nappe de de fond ou de pente et par la nappe perchée modérément hydromorphes pseudogleyifiés (I2) gleyifiés (G3)	76 - 89 points 80 - 89 Points
1. Sols hydromorphes à nappe perchée fortement pseudogleyifiés (I3) très fortement pseudogleyifiés (I4)	66 - 75 points 50 - 65 points
1. Sols hydromorphes à nappe de bas-fond ou de pente ; nappe permanente à battement fortement gleyifiés (G4) très fortement gleyifiés (G5) extrêmement gleyifiés (G6)	70 - 79 points 50 - 69 points 35 - 49 Points
1. Sols hydromorphes à nappe de bas-fond ou de pente ; nappe permanente stable mouillés (R2) fortement mouillés (R3) très fortement mouillés (R4) détrempés (R5)	50 - 60 points 35 - 49 points 20 - 34 points jusqu'à 19 points

Pour la délimitation des sous-types, voir tab. 5.2b - 5.2d.

Tab. 11.3b. Estimation des sols organiques avec eau de fond ou de pente comme caractéristique limitative

Régime hydrique	Valeur du profil du sol
mouillé (R2)	60 - 69 points
fortement mouillé (R3)	35 - 59 points
très fortement mouillé (R4)	20 - 34 points
détrempé (R5)	jusqu'à 19 points

Pour la délimitation des sous-types, voir tab. 5.2d.

11.3.4. Estimation de la terre fine, du taux de pierrosité et du degré d'acidité de la couche arable

(*caractéristiques limitatives principales* : terres fines, pierrosité, degré d'acidité)

Composition des terres fines dans la couche arable

Dans le premier niveau de fertilité, on ne devrait intégrer que les sols qui ont une teneur en humus de 2 à 5 % et appartiennent aux classes texturales limon sableux et limon.

Dans le deuxième niveau de fertilité, on peut trouver des sols ayant jusqu'à 40 % d'argile et 10 % d'humus, appartenant aussi aux classes texturales « sable limoneux et silt limoneux ».

11.3-6

Les classes texturales « argile limoneuse, silt et silt argileux », de même que les sols ayant une teneur en humus de 10 à 30 % sont classés dans le niveau de fertilité III.

Pierrosité dans la couche arable

La teneur en pierres tient une place essentielle aujourd'hui à cause du haut degré de mécanisation agricole. Le tableau ci-dessous indique les exigences pour les divers niveaux de fertilité (tableau 11.3c).

Tableau 11.3c. Estimation de sols pour lesquels la pierrosité représente la caractéristique limitative principale

Désignation	Volume %	Valeur du profil du sol
Sol non ou peu pierreux	< 5	96 - 100 points
Sol faiblement pierreux	5 - 10	90 - 95 points
Sol graveleux ¹ Sol caillouteux	10 - 20	80 - 89 points 75 - 84 points
Sol très graveleux ¹ Sol très caillouteux	20 - 30	70 - 79 points bis 69 points
Riche en graviers ¹ Riche en cailloux	30 - 50	50 - 69 points jusqu'à 60 points
Graviers, ¹ galets, blocs	> 50	jusqu'à 49 points

1 = 1/3 au plus de pierrosité grossière

Structure de la couche arable

La distinction des différents niveaux de fertilité repose principalement sur le degré d'expression et la taille des formes de structures agrégées. Ainsi, la classe I devrait présenter une structure grumeleuse ou subpolyédrique. Les agrégats ne devraient qu'exceptionnellement être plus gros que 20 mm. Les sols à structure prismatique avec des agrégats de 50 mm au maximum sont classés dans le niveau III. À partir du niveau de fertilité IV, la structure ne peut plus constituer la caractéristique limitative maximale.

Degré d'acidité de la terre arable

À partir d'une valeur de profil de 80 points, le pH doit être neutre ou légèrement acide ; pour une valeur de profil de 50 à 79 points, il ne doit pas descendre au-dessous d'un pH 5,3 (H₂O).

Niveaux de fertilité I et II	pH H ₂ O	5,9 à 7,2
	pH CaCl ₂	5,1 à 7,0
Niveaux de fertilité III et IV	pH H ₂ O	> 5,3
	pH CaCl ₂	> 4,3

11.3.5. Estimation de la pente et du relief

(Caractéristique limitative principale : pente et relief)

L'exploitation agricole d'un site peut aussi être limitée par la forme du terrain (cf. annexe 5). Pour en tenir compte, on fixe la valeur maximale du profil du sol en fonction de la pente sur la base des paires de valeurs indiquées dans le tableau 11.3d.

Tableau 11.3d La pente comme caractéristique limitative principale et pointage maximal du sol après correction selon la pente

Pente	Pointage (cote) maximal du sol après correction selon la pente
jusqu'à 10 %	100
jusqu'à 15 %	95
jusqu'à 20 %	89
jusqu'à 25 %	85
jusqu'à 35 %	79
jusqu'à 50 %	69
jusqu'à 75 %	49

Lorsque le relief est accidenté, les valeurs du profil du sol sont adaptées en abaissant la valeur maximale donnée pour une pente régulière. L'abaissement se fait en fonction de l'impact sur l'exploitation.

Exemple :

Forme du terrain : terrain irrégulier jusqu'à 25 %

⇒ Nombre maximum de points

- Pente régulière 25 % (tableau 11.3d) 85 points
- Pente accidentée jusqu'à 25 % 79 points

Pour les sites dont la pente est la caractéristique limitative principale, il faut adapter les valeurs de profil du sol qui sont situées au-dessus de la valeur maximale. Il est recommandé de procéder à une réduction par palier de la valeur du profil du sol dans le cadre des fourchettes de points possibles.

Exemple: Pente : 35 %

Nombre maximum de points: 79 points

Valeur du profil du sol Valeur du profil du sol corrigée en fonction de la pente

95 - 100 points	79 points
90 - 94 points	78 points
85 - 89 points	77 points
80 - 84 points	76 points

11.3-8

Les valeurs de profil du sol de la classe concernée obtiennent le nombre de points minimum de la classe, à savoir, pour l'exemple considéré :

Valeur du profil du sol	Valeur du profil du sol corrigée en fonction de la pente
75 - 79 points	75 points

Au-dessous de 74 points, il n'y a plus de correction.

Le surcroît de travail occasionné par la pente est estimé par la commission de classification (annexe 6).

11.3.6. Estimation de l'influence du climat

(*caractéristique limitative principale* : le climat)

Le climat représente souvent le facteur le plus limitatif d'un site. C'est pourquoi les niveaux de fertilité doivent être classés par zones climatiques. Les zones climatiques de la « Carte des aptitudes climatiques de la Suisse (Le Délégué à l'aménagement du territoire 1977a) constituent le système de classement le mieux adapté à cet effet.

Le cadre de référence valable en cas de limitation de la valeur du terrain imputable au climat figure dans le tableau ci-dessous (11.3e).

Tableau 11.3e. Zones climatiques et pointage du sol (climat comme caractéristique limitative principale)

Zones climatiques	Pointage maximal du sol
A2, A3, A6 B2, B3	90 jusqu'à 100 points
A1, A4, A5 B1, B4, B5, B6, C1-4	80 jusqu'à 89 points
C5 - 6 D1 - 4	70 jusqu'à 79 points
D5 - 6 E	50 jusqu'à 69 points
F	35 jusqu'à 49 points

Le pointage maximal réel du sol doit être fixé en fonction du climat local. À cet effet, il peut se révéler judicieux de subdiviser les périmètres en zones plus localisées ayant chacune son propre maximum.

Par analogie à la démarche employée avec la pente pour corriger la valeur de profil de sol située au-dessus du pointage maximal du sol correspondant, il est recommandé de procéder ici aussi à une réduction par paliers de la valeur du profil de sol dans le cadre des fourchettes de points possibles.

Exemple : – Zone climatique C 5-6

– Nombre de points maximum : 79 points

Valeur du profil corrigée en fonction de la pente	Valeur du profil corrigée en fonction du climat et de la pente = pointage du sol
---	--

95 - 100 points

79 points

90 - 94 points

78 points

85 - 89 points

77 points

83 - 84 points

76 points

80 - 82 points

75 points

Afin que le classement des valeurs de profils de sol à l'intérieur d'un même niveau de fertilité soit correct, il faut aussi corriger celles situées en dessous du maximum de ce niveau. En prolongement de l'exemple précédent, le cadre de réduction suivant peut être recommandé :

Valeur du profil corrigée en fonction de la pente	Valeur du profil corrigée en fonction du climat et de la pente = pointage du sol
---	--

78 - 79 points

74 points

76 - 77 points

73 points

74 - 75 points

72 points

72 - 73 points

71 points

70 - 71 points

70 points

Au-dessous de 69 points il n'y a plus de réduction, car, dans ces sites, le climat n'est plus une caractéristique limitative.

La valeur du profil corrigée en fonction du climat et de la pente correspond au pointage du sol qui, en tant que valeur nette du sol, sert aussi de valeur initiale pour la taxation (déroulement : cf. annexe 6).

Indexes

Index bibliographique

Index des figures

Index des tableaux

INDEXES

Littérature

- AG Boden, 1994. Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, D-70176 Stuttgart. 392 S.
- BGS, 1996. Schlüssel zur Klassifikation der Bodentypen der Schweiz. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, Arbeitsgruppe Bodenklassifikation und Nomenklatur. 11 S.
- Blum W.E.H., Spiegel H. und Wenzel W.W., 1989. Bodenzustandsinventur. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien. 95 S. und Anhang.
- Blume H.P., 1992. Handbuch des Bodenschutzes 2. Auflage. Ecomed D-86899 Landsberg. 794 S.
- Blume H.P., Felix-Henningsen P., Fischer W.R., Frede H.-G., Horn R. und Stahr K., 1996. Handbuch der Bodenkunde. Ecomed D-86899 Landsberg. Z.Z. ca. 500 S.
- BLW und BUWAL, 1994. Wegleitung für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern. 100 S. und Anhang.
- BLW und BUWAL, 1996. Düngen zur richtigen Zeit. Merkblatt der FA.
- Bundesamt für Justiz, 1986. Anleitung für die Schätzung des landwirtschaftlichen Ertragswertes. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern. 128 S.
- Bundesamt für Landestopographie, 1984. Atlas der Schweiz, Tafel 7a Böden. Verlag des Bundesamtes für Landestopographie, Wabern-Bern.
- Bundesamt für Raumplanung, 1980. Bodeneignungskarte der Schweiz. Massstab 1:200'000. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern. 4 Kartenblätter mit Bericht, 145 S.
- BUWAL, 1996. Handbuch Waldbodenkartierung (Bearbeitung FAP). Dokumentationsdienst BUWAL, 3003 Bern. 125 S.
- Calörtscher M., 1996. Bodenbewertung und Ertragswertschätzung für Landumlegung in der Landwirtschaftszone. Institut für Kulturtechnik, ETH Höggerberg, 8093 Zürich. 250 S.
- Der Delegierte für Raumplanung, 1977a. Klimateignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz Massstab 1:200'000. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern. 5 Karten mit Bericht, 47 S.
- Der Delegierte für Raumplanung, 1977b. Wärmegliederung der Schweiz, Massstab 1:200'000. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern. 5 Karten mit Bericht, 69 S.
- FAC, 1995. Kompost und Klärschlamm. Weisungen und Empfehlungen der FAC im Bereich der Abfalldünger. EDMZ, 3000 Bern.
- FAL, 1996. Schweizerische Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten, Band 2, Bodenuntersuchung zur Standort-Charakterisierung. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 8046 Zürich. Ca. 60 S.
- FAP, 1985. Die Bewertung des Reblandes (Interner Bericht). Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 8046 Zürich. 4 S.

- FAP, 1986. Bodenkarte Wohlen mit Erläuterungen. Landeskarte der Schweiz 1:25'000 Blatt 1090. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 8046 Zürich. Karte und Bericht, 95 S.
- FAP, 1992a. Klassifikation der Böden der Schweiz. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 8046 Zürich. 84 S.
- FAP, 1992b. Bodenkarte Laufenburg mit Erläuterungen. Landeskarte der Schweiz 1:25'000 Blatt 1049. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 8046 Zürich. Karte und Bericht, 103 S.
- FAP, 1993. Bodenkarte Rheinfelden mit Erläuterungen. Landeskarte der Schweiz 1:25'000 Blatt 1048. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 8046 Zürich. Karte und Bericht, 86 S.
- FAP, RAC, FAC, 1994. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Landwirtschaftliche Beratungszentrale (LBL), 8315 Lindau. 40 S.
- Frei E. und Juhasz P., 1963. Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung und der Auswertung von Bodenkarten unter schweizerischen Verhältnissen. Schweizerische Landwirtschaftlichen Forschung II (3), 249-307.
- Frei E., Jäggli F., Peyer K., Juhasz P. und Bonnard L.F., 1969. Bodenkarten unterstützen Meliorationen, Bonitierungen und Planungsarbeiten. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft 17 (12), 197-208.
- Frei E. und Peyer K., 1973. Ziel und Aufgaben der Bodenkartierung. Mitteilungen für die Schweiz. Landwirtschaft 21 (12), 228-240.
- Hasinger G., Keller L., Marendaz E., Neyroud J.A., Vökt U. und Weisskopf P., 1993. Bodenbeurteilung im Feld. Landwirtschaftliche Beratungszentrale 8315 Lindau. 15 S.
- Koblet R., 1965. Der landwirtschaftliche Pflanzenbau. Birkhäuser Verlag, Basel. 829 S.
- Kuntze H., Roeschmann G. und Schwerdtfeger G., 1994. Bodenkunde, 5. Auflage. Eugen Ulmer Stuttgart. 424 S.
- Legros J.-P., 1996. Cartographies des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1015 Lausanne. 370 S.
- Müller M. und Zihlmann U., 1987. 10 Jahre Bodenkartierung 1:25'000. Bulletin der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz, Nr. 11, 25-30.
- OFEFP, 1996. Manuel Cartographie des sols forestiers (Rédaction FAL). Service de documentation OFEFP, 3003 Berne. 123 p.
- Oyama M. and Takehara H., 1967. Revised Standard Soil Color Charts. Ministry of Agriculture and Fisheries Japan (erhältlich durch Eijkelkamp, NL-6987 Giesbeek oder AGBA).
- Reybold W.U. and Petersen G.W., 1987. Soil Survey Techniques. Soil Science Society of America, Madison Wisc. USA. 98 S.
- Richard F., Lüscher P. und Strobel T., 1978. Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz, Bd. 1. Eidgenössische Anstalt für forstliches Versuchswesen, 8903 Birmensdorf. Ca. 200 S.
- Scheffer/Schachtschabel, 1992. Lehrbuch der Bodenkunde, 13. Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 491 S.

Index des figures

	Page
Fig. 1.2a. Exemples d'utilisation d'une carte des sols au 1:25'000, feuille Rheinfelden (FAP 1993)	1.2-2
Fig. 2.1a. Profil de sol avec horizons	2.1-1
Fig. 2.1b Schéma d'une fosse d'examen	2.1-2
Fig. 2.2a. « Fiche de profil » de la station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture de Zurich-Reckenholz (FAL)	2.2-1
Fig. 2.3a. Exemple d'esquisses de la situation, de la topographie, de la géologie, et autres données générales	2.3-1
Fig. 3.1a. Exemple de description de profil	3.1-1
Fig. 3.2a. Graphes courants	3.2-1
Fig. 3.5a. Diagramme des textures	3.5-2
Fig. 3.6a. Tableau comparatif pour l'estimation des surfaces	3.6-2
Fig. 4.1a. Données sur le site, l'évaluation/apptitude, les restrictions à l'utilisation et les aménagements	4.1-1
Fig. 4.1b. Éléments paysagers	4.1-4
Fig. 5.1a. Exemple de désignation du sol	5.1-1
Fig. 6.1a. Schéma du déroulement d'une cartographie	6.1-1
Fig. 6.3a. Exemple d'une succession de sols le long d'un transect du Bünztal au Limmattal	6.3-2
Fig. 7.2a. Codage de la légende de travail	7.2-2
Fig. 7.2b. Structure d'un fichier et des données	7.2-4
Fig. 7.3a. Terrain ; carte des sols et terminologie de base de la cartographie des sols	4.3-2
Fig. 7.3b. Marche à suivre pour la délimitation des plages	7.3-3
Fig. 7.3c. Cartographie d'après les formes de terrain (exemple dans les collines morainiques)	7.3-4
Fig. 7.3d. Cartographie par sondages systématiques (exemple : plaine graveleuse)	7.3-4
Fig. 7.3e. Regroupement de sols semblables (exemple : plage de moraine)	7.3-7
Fig. 7.3f. Relations substrat-relief-sol (exemple: « Deckenschotter » - éboulis de pente- grès molassique)	7.3-7
Fig. 8.2a. Constitution du code pour plages pures	8.2-1

		Page
Fig. 8.2b.	Trois types de codes cartographiques possibles pour complexes	8.2-1
Fig. 8.2c.	Exemple d'utilisation de numéros par ordre croissant pour des unités de sol de complexes par rapport au régime hydrique (5.3), à la profondeur utile et à la coloration (légende abrégée de l'inventaire national pédologique de la Suisse au 1:25'000)	8.2-2
Fig. 9.2a.	Regroupement des zones climatiques en six régions d'utilisation	9.2-2
Fig. 10.1a	Aperçu schématique des facteurs déterminant le risque de pertes par percolation et par ruissellement superficiel	10.1-2
Fig. 11.3a.	Détermination de la valeur du profil et du pointage du sol	11.3-1
Fig. 11.3b.	Profondeur utile et valeur du profil d'un sol à perméabilité normale (profondeur comme caractéristique limitative principale)	11.3-3

Index des tableaux

	Page	
Tab. 3.4a	Classement des sols d'après leur teneur en humus	3.4-1
Tab. 3.5a.	Fractions de la terre fine minérale	3.5-1
Tab. 3.5b	Classes texturales	3.5-2
Tab. 3.6a.	Fractions de la pierrosité	3.6-1
Tab. 3.6b	Classes de pierrosité	3.6-1
Tab. 3.6c.	Classes de pierrosité pour cartographies forestières et cartographies du sol 1:25'000	3.6-2
Tab. 3.7a.	Estimation de la teneur en carbonates avec un acide dilué	3.7-1
Tab. 3.8a.	Réaction du sol. Classement selon le pH	3.8-1
Tab. 4.1a.	Formes de végétation	4.1-2
Tab. 4.1b.	Matériau parental pour la formation du sol	4.1-2
Tab. 5.2a.	Sous-types de sols et leurs abréviations	5.2-1
Tab. 5.2b.	Sous-types de sols mouillés par nappe perchée (I)	5.2-2
Tab. 5.2c.	Sous-types de sols en cas d'hydromorphie par nappe permanente à battement (G)	5.2-3
Tab. 5.2d.	Sous-types de sols en cas d'hydromorphie par nappe permanente stable (R)	5.2-3
Tab. 5.3a.	Fourchettes d'estimation de la profondeur utile d'horizons engorgés	5.3-2
Tab. 5.3b.	Profondeur utile et capacité de rétention d'eau facilement disponible	5.3-2
Tab. 5.3c.	Aperçu des (sous-)groupes de régime hydrique en fonction du degré d'hydromorphie (sous-type) et de la profondeur utile	5.3-4
Tab. 6.2a.	Informations de base importantes pour un projet de cartographie des sols	6.2-1
Tab. 6.4a.	Clé d'interprétation des photos aériennes pour le grisé	6.4-1
Tab. 7.2a.	Exemple d'une légende de travail élargie au substrat	7.2-3
Tab. 8.1a.	Surface minimale d'une plage et son correspondant sur le terrain à différentes échelles	8.1-1
Tab. 8.2a.	Codage des principaux types de sol	8.2-3
Tab. 8.2b.	Codage des formes de terrain (configuration de la surface et pente)	8.2-3

	Page
Tab. 8.3a. Légende de travail - code de la carte -légende de la carte (cas d'unités pures)	8.3-1
Tab. 8.3b. Exemple de légende de travail - code de la carte - légende de la carte	8.3-1
Tab. 8.3c. Extrait de la légende Laufenburg 1:25'000	8.3-2
Tab. 9.2a. Description des six régions d'utilisation	9.2-3
Tab. 9.2b. Les dix classes d'aptitude et leur description	9.2-4
Tab. 9.3a. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « régions de grandes cultures »	9.3-2
Tab. 9.3b. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « Régions de transition à prédominance de grandes cultures »	9.3-3
Tab. 9.3c. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « régions de transition à prédominance de cultures fourragères »	9.3-4
Tab. 9.3d. Expression de certaines caractéristiques du sol et classe d'aptitude correspondante pour les « régions de cultures fourragères »	9.3-5
Tab. 9.3e. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de la profondeur utile (caractéristique limitative : G)	9.3-12
Tab. 9.3f. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de l'influence d'une nappe perchée (caractéristiques limitative : I)	9.3-12
Tab. 9.3g. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de l'influence d'une nappe de fond ou de pente (caractéristique limitative : F)	9.3-13
Tab. 9.3h. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de la pierrosité de la couche supérieure du sol (caractéristique limitative : S)	9.3-14
Tab. 9.3i. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de sa granulométrie (texture), de la couche supérieure du sol (0 - 25 cm) (caractéristique limitative: A)	9.3-15
Tab. 9.3j. Classement d'un sol dans une classe d'aptitude sur la base de la pente, resp. des éléments paysagers (caractéristique limitative : N). Cf. annexe 5	9.3-15
Tab. 9.4a. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en région de grandes cultures	9.4-2

	Page
Tab. 9.4b. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en région de transition à prédominance de grandes cultures	9.4-3
Tab. 9.4c. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en région de transition à prédominance de cultures fourragères	9.4-4
Tab. 9.4d. Schéma pour le classement dans une classe d'aptitude sur la base du groupe de régime hydrique et de la pente (avec indication de la caractéristique limitative) en région de cultures fourragères	9.4-5
Tab. 10.1a. Description des quatre niveaux de risque à l'exemple de la région d'utilisation 1 (« Région de grandes cultures »)	10.1-4
Tab. 10.1b. Détermination du niveau de risque en « région de grandes cultures » ; principaux critères d'attribution	10.1-6
Tab. 10.1c. Détermination du niveau de risque en « région de transition à prédominance de grandes cultures » ; principaux critères d'attribution	10.1-7
Tab. 10.1d. Détermination du niveau de risque en « région de transition à dominance de cultures fourragères » ; principaux critères d'attribution	10.1-8
Tab. 10.1e. Détermination du niveau de risque en « région de cultures fourragères » ; principaux critères d'attribution	10.1-9
Tab. 11.2a. Niveaux de fertilité et pointage des sols agricoles suisses	11.2-2
Tab. 11.2b. Niveaux de fertilité et pointage du sol : exigences minimales portant sur certaines caractéristiques limitatives du sol ainsi que sur le climat et la pente	11.2-3
Tab. 11.3a. Estimation des sols minéraux mouillés ou engorgés, avec une nappe permanente ou perchée comme caractéristique limitative	11.3-5
Tab. 11.3b. Estimation des sols organiques avec eau de fond ou de pente comme caractéristique limitative	11.3-5
Tab. 11.3c. Estimation de sols pour lesquels la pierrosité représente la caractéristique limitative principale	11.3-6
Tab. 11.3d. La pente comme caractéristique limitative principale et pointage maximal du sol après correction selon la pente	11.3-7
Tab. 11.3e. Zones climatiques et pointage du sol (climat comme caractéristique limitative principale)	11.3-8

Annexes

Annexe 1 - Exemple d'estimation d'un site par l'interprétation de ses propriétés

Annexe 2 - Explication concernant l'attribution du niveau de risque aux caractéristiques du site

Annexe 3 - Création d'une carte des risques pour l'utilisation pratique

Annexe 4 – Échelle de teintes pour la représentation cartographique

Annexe 5 - Pente, mécanisation et aptitude à l'exploitation

Annexe 6 - Transformation de la valeur nette du sol en valeur de taxation

Annexe 7 - Glossaire

Exemple d'estimation d'un site par l'interprétation de ses propriétés

L'exemple (fiche de profil, annexe I, page 2) se réfère à une plage (cf. 7.3) pourvue du code cartographique cT T2 2/6 4/6 3 e (= codage de la légende de travail, cf.7.2.1). Le profil de référence correspondant UR 95 est décrit dans la fiche de profil. Il servira de base pour les trois interprétations ci-dessous. La personne qui interprète les cartes (de préférence le cartographe lui-même) doit aussi tenir compte des conditions particulières du site avec ses variations locales au sein de la plage à estimer.

a) Détermination de la classe d'aptitude et du facteur limitatif (cf. 9.3)

Selon la fiche de profil (annexe I, page 2), la plage se trouve en région d'utilisation 1 ; par conséquent, c'est le tableau synoptique 9.3a qui s'applique pour déterminer les caractéristiques limitatives.

Dans cet exemple, les expressions de trois caractéristiques, à savoir la « profondeur utile », la « classe de pierrosité » et la « classe de texture » sont insuffisantes pour la classe d'aptitude (CA) I. Les trois caractéristiques considérées séparément sont typiques de la CA2.

Dans le cas présent, il n'y a pas d'interaction préjudiciable notable à prendre en considération, notamment parce que la pierrosité est déjà déduite lors du calcul de la profondeur utile.

On obtient le même résultat en partant des tableaux 9.3e à 9.3j. Ceux-ci permettent en outre de trouver les codes des caractéristiques limitatives (G, S et A). Si plusieurs caractéristiques impliquent la même classe d'aptitude, il faut se décider pour l'une d'elles. Un ordre fréquemment utilisé est le suivant : pente (N), eau de fond, de pente ou de nappe perchée (F ou D), profondeur (G), pierrosité (S), texture (A). Il s'ensuit que dans cet exemple, il faudrait choisir la classe d'aptitude 2G. Dans les régions de production de pommes de terre, on pourrait éventuellement opter pour la classe 2S.

b) Détermination du niveau de risque (chap. 10)

Comme il s'agit d'une « région de grandes cultures » (région d'utilisation 1), c'est le tableau 10.1b qui est utilisé.

Le niveau de risque avec la caractéristique limitative doit être déterminé pour les 3 domaines partiels.

Domaine partiel 1 : nappe de bas-fond ou de pente et nappe perchée

- pas de hydromorphie: niveau de risque 1

Domaine partiel 2 : capacité de rétention en eau et en substances nutritives, profondeur utile

- modérément profond, sol avec moins de 10 % d'argile dans l'horizon C, ce qui correspond au niveau de risque 2U

Domaine partiel 3 : pente et structure de la couche supérieure du sol

- 2 % de pente, couche supérieure bien structurée (structure : grumeleuse) : niveau de risque 1

Le niveau de risque partiel le plus élevé est 2U. Par conséquent, le niveau de risque définitif est 2U.

c) Estimation en tant que sol agricole (chap. 11)

Le tableau 11.2b donne le niveau de fertilité III (70 - 79 points), avec la profondeur comme caractéristique limitative principale.

Selon la fig. 11.3b, la profondeur utile de 69 cm donne une valeur de profil de 79 points (arrondi). À cela s'ajoute la pierrosité, qui entrave également l'utilisation dans ce niveau de fertilité. Une déduction de 3 points est effectuée pour distinguer ce sol d'un sol semblable sans pierrosité. On obtient ainsi une valeur de profil de 76 points. Dans cet exemple, avec une pente jusqu'à 10 % (éléments paysagers, tab. 8.2b) et une zone climatique A3, la valeur du profil est identique au pointage du sol (=valeur nette du sol).

Fiche du profil de référence pour l'exemple d'interprétation

Situation		Topographie / Géologie		Données du profil										
		W	E	Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date			Désignation du profil			
		1	2	3	4	5			6	7				
		6	2	8	Ju	25	11	1960	UR	95				
		8	Commune Zürich		Canton ZH		Comm. N° 261		10					
		12	Localité Toponyme Unter-Affoltern Steinrütli		N° feuille 1:25'000	1091	Coordonnées	13	679	950	253	550	14	
				Code cartographique cT T2 2/6 4/6 3 e										
Remarques		Désignation du sol												
		sol brun lessivé					Type de sol	16	T	1355			17	
		typé					Sous-type		T2			18		
		graveleux – pierreux					Pierrosité			19	2	6	20	
		sable limoneux / limoneux					Texture de la terre fine			21	4	6	22	
		percolé					Groupe du régime hydrique			c			23	
		modérément profond					Profondeur utile			cm	69	3	24	
		légèrement vallonné					Pente	25	2 %	Forme du terrain		e	26	
Relevé du profil														
Horizon		Croquis du profil	Structure	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques	
N°	Profondeur													Description
		0												
1		Ah,p 10		Kr 2	5,4	11,2	26,8	62,0	12	3	-	6,0	10YR ⁴ / ₃	a
2		AB 30		Kr 2	1,5	14,7	30,4	54,9	12	3	-	6,4	7,5YR ⁴ / ₄	b
3		lt 60		SP 2- Po 2		21,5	32,7	45,8	28	9	-	6,5	7,5YR ⁵ / ₈	c
4		BC 90		SP 2+ EK		12,8	28,6	58,4	30	10	9,0	7,8	7,5YR ⁶ / ₄	d
5		C 120		EK		2	5	93	35	15	36,0	8,2	2,5YR ⁶ / ₄	e
Profondeur du profil		57												
		120												
Site						Evaluation / Aptitude								
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Elément du paysage	Zone du cadastre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe d'exploitation				
58	59	60	61	62/63	64	65	60 b	73	74	75	76			
446	S	A3	KW	SC	a	1	1	3	76		2			
Restrictions à l'utilisation / Aménagements														
Etat de la structure		Limitations		Restrictions à l'utilisation		Aménagements constatés		Aménagements recommandés		Utilisation d'engrais solides		Utilisation d'engrais liquides		
66		67		68		69		70		71		72		
1		G, S, U		B		-		-		2		2		
Forêt														
Forme d'humus	Peuplement	Hauteur arbres, m mes. estim.		Réserves, m ³ /ha mes. estim.		Age (ans) mes. estim.		Association	Espèces d'arbres adaptées			Capacité production Classe Points		
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109			110	111	
	a	b												

Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich, © 2005

Explication concernant l'attribution du niveau de risque aux caractéristiques du site

Les trois exemples suivants expliquent comment déterminer le niveau de risque en fonction de l'expression des caractéristiques du site (chap. 10).

1. « Région de grandes cultures » (selon tab. 10.1b)

Domaine partiel	Caractéristiques du site	Niveau de risque avec caractéristique limitative
1	normalement perméable	1
2	modérément profond ; <10 % d'argile dans l'horizon C	2U
3	15 - 20 % de pente ; couche supérieure du sol bien structurée	1

Le risque partiel maximal est 2U. Par conséquent, le niveau de risque définitif est 2U.

2. « Région de cultures fourragères » (selon tab. 10.1e)

Domaine partiel	Caractéristiques du site	Niveau de risque avec caractéristique limitative
1	fortement pseudogleyifié	2I
2	assez superficiel ; plus de 10 % d'argile dans les horizons B, BC et C	2G
3	10 - 15 % de pente ; couche supérieure du sol compactée	3N

Le risque partiel maximal 3N. Par conséquent, le niveau de risque définitif est 3N.

3. « Région de transition à prédominance de grandes cultures » (selon tab. 10.1c)

Domaine partiel	Caractéristiques du site	Niveau de risque avec caractéristique limitative
1	fortement gleyifié	2F
2	assez superficiel : plus de 10 % d'argile dans les horizons B, BC et C	2G
3	10 - 15 % de pente ; couche supérieure du sol pauvre en humus	2N

Les trois risques partiels sont de niveau 2. Par conséquent, le niveau de **risque définitif est 2N**. Si plusieurs caractéristiques impliquent le niveau de risque le plus élevé (exemple 3), la caractéristique la plus limitative est en principe déterminée dans l'ordre suivant : F>I>U>G.

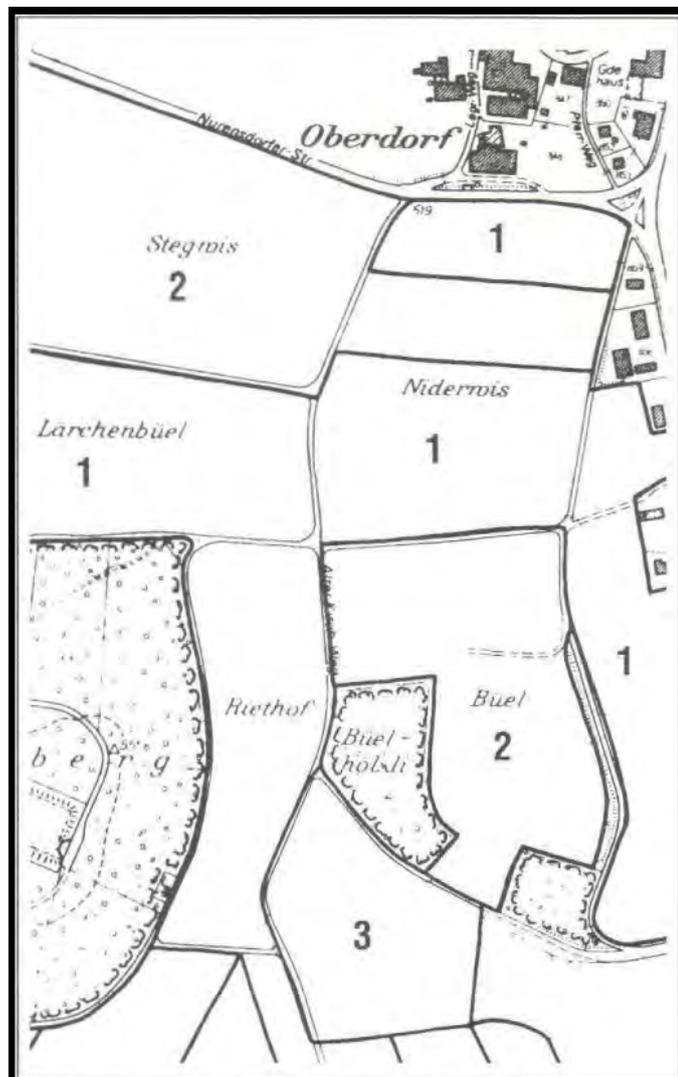
Création d'une carte des risques pour l'utilisation pratique (chap. 10)

Les limites des parcelles et les sens de travail correspondent rarement aux limites des sols. Par conséquent, si une carte des sols est directement transformée en une carte des risques, le résultat peut se révéler d'une utilité pratique discutable. Comment un agriculteur en train de puriner pourrait-il tenir compte de différentes zones de risque sur une même parcelle, que devrait-il faire en présence de zones de risque lenticulaires ou annulaires ? Il est fort probable qu'il refuserait d'utiliser une carte jugée trop compliquée plutôt que de la simplifier lui-même. Par conséquent, les cartes auront plus de chances d'être utilisées si elles sont simplifiées et clarifiées au préalable.

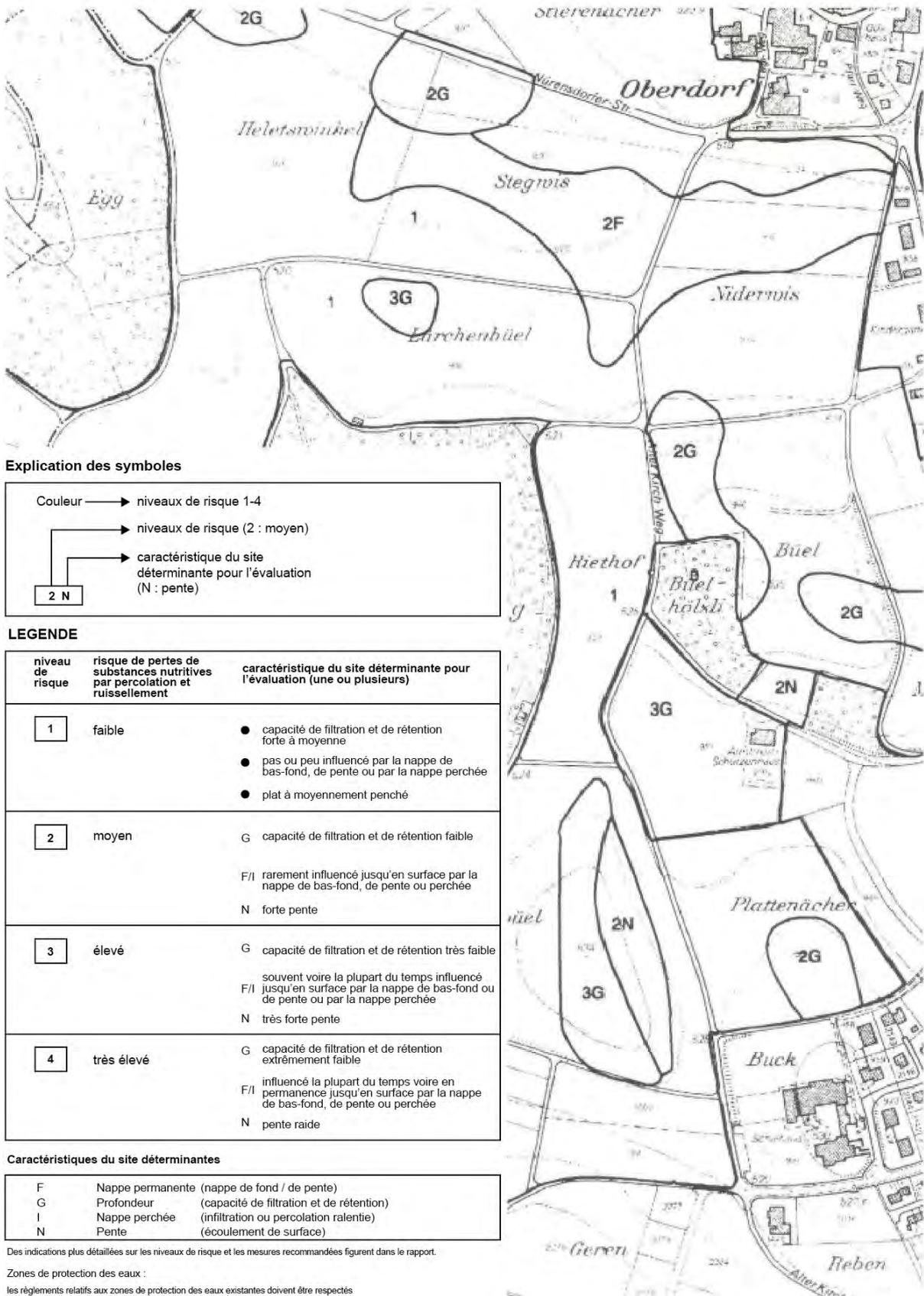
La simplification consiste à rectifier les limites en tenant compte des limites de parcelles, du sens du travail et de la topographie. Les petits « îlots » et autres risques sont négligés. En cas de variation à petite échelle des niveaux de risque, il faut plutôt se baser sur le risque le plus élevé. Si une limite passe au milieu d'une parcelle, il faut plutôt élargir le niveau limitatif au niveau de la surface que le réduire.

Cette étape de conversion devrait être entreprise par des spécialistes connaissant bien les conditions locales de l'exploitation (p. ex. conseiller agricole, préposé à la culture des champs), si possible en collaboration avec la personne qui a cartographié le sol. Des photos aériennes récentes peuvent faciliter ce travail (répartition des sols, sens de travail, etc.).

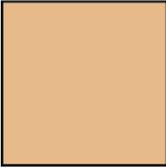
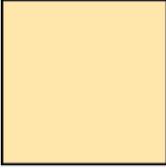
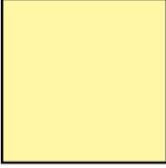
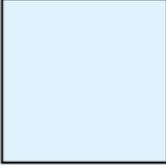
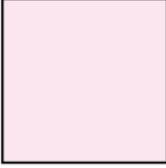
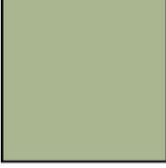
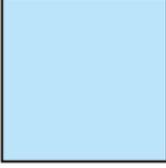
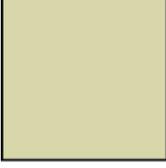
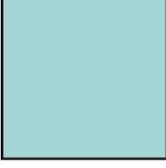
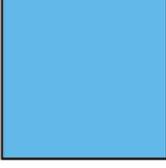
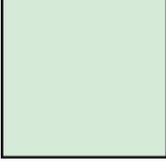
Un exemple de la façon d'effectuer cette étape est présenté dans l'illustration ci-contre.

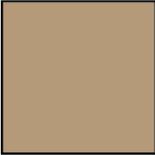
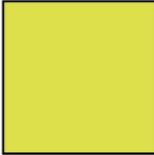
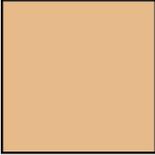
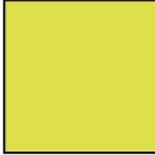
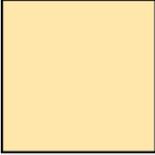
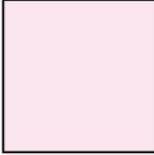
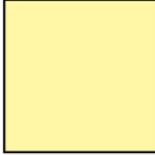
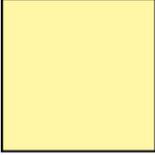
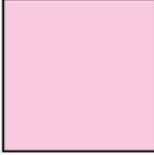
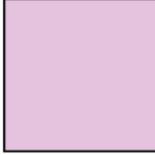
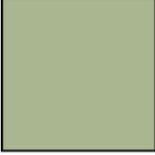
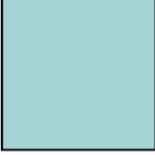


Limites rectifiées pour l'utilisation pratique ; extrait de la figure de l'annexe 3, p. 2



Exemple d'une carte de risque avec limites correspondant aux limites de sol.
 Base pour la figure de l'annexe 3, page 1.

Échelle de teintes pour cartes de sol (chap. 8.4.1)		WG = sous-groupe de régime hydrique (chap. 5.3.3)	AQ = aquarelle ecoline CdA = Caran d'ache EI = encres d'imprimerie (G jaune R rouge B bleu)
	WG: a, b AQ: Terre Sienne brûlée 411 CdA: 65 EI: G50 R30 B10		WG: o, p AQ: vert bronze 657 CdA: 230 EI: G80 R0 B20
	WG: c AQ: Ocre brune 407 CdA: 35 EI: G40 R10 B0		WG: g, r AQ: vert pin 654 CdA: 210 EI: G80 R0 B40
	WG: d, e AQ: jaune clair 201 CdA: 240 EI: G45 R0 B0	minéral 	organique 
	WG: f, g AQ: vert 600 CdA: 240 EI: G50 R20 B40		WG: s, t, u AQ: bleu ciel (cyan) 578 CdA: 141 EI: G0 R0 B15
	WG: h, i AQ: vert clair 601 CdA: 229 EI: G40 R10 B20		WG: s, t, u AQ: rose pastel 381 CdA: 81 EI: G0 R15 B0
	WG: k, l AQ: vert bleuâtre 640 CdA: 180 EI: G20 R0 B40		WG: v, w AQ: outremer clair 505 CdA: 131 EI: G0 R0 B30
	WG: m, n AQ: vert foncé 602 CdA: 211 EI: G20 R0 B20		WG: v, w AQ: rose pastel 381 CdA: 81 EI: G0 R15 B0
		surface non cartographiée	WG: x, y AQ: outremer foncé 506 CdA: 140 EI: G0 R0 B50
			WG: x, y AQ: violet rougeâtre 545 CdA: 100 EI: G0 R30 B10
			WG: z AQ: bleu de Prusse 508 CdA: 159 EI: G0 R10 B60
			WG: z AQ: violet rougeâtre 545 CdA: 100 EI: G0 R30 B10

Échelle de teintes pour cartes d'aptitude agricole		Échelle de teintes pour cartes de risques : risque de pertes par percolation et ruissellement			
EK = Classe d'aptitude (chap 9.2.3) AQ = aquarelle ecoline CdA = Caran d'ache EI = encres d'imprimerie (G jaune R rouge B bleu)		EK = Classe d'aptitude (chap 9.2.3) AQ = aquarelle ecoline CdA = Caran d'ache EI = encres d'imprimerie (G jaune R rouge B bleu)			
(chap. 8.4.1)					
	EK: 1 AQ: Terre Sienne brûlée 411 CdA: 49 EI: sepia G55 R40 B35		EK: 7 AQ: vert clair 601 CdA: 230 EI: vert bronze G80 R0 B20		RS: 1 AQ: vert pin CdA: 210 EI: vert pin G80 R0 B40
	EK: 2 AQ: Ocre brune 407 CdA: 65 EI: Terre Sienne brûlée G50 R30 B10		EK: 8 AQ: vert foncé 602 CdA: 211 EI: vert mat G20 R0 B20		RS: 2 AQ: vert clair 601 CdA: 230 EI: vert bronze G80 R0 B20
	EK: 3 AQ: orange clair 236 CdA: 35 EI: ocre clair G40 R10 B0		EK: 9 AQ: rose pastel 381 CdA: 81 EI: rouge pastel G0 R15 B0		RS: 3 AQ: jaune clair 201 CdA: 240 EI: jaune clair G45 R0 B0
	EK: 4 AQ: jaune clair 201 CdA: 240 EI: jaune clair G45 R0 B0		EK: 10 AQ: violet rougeâtre 545 CdA: 100 EI: violet rougeâtre G0 R30 B10		EK: 10 AQ: violet rougeâtre 545 CdA: 100 EI: violet rougeâtre G0 R30 B10
	EK: 5 AQ: vert 600 CdA: 249 EI: vert G50 R20 B40		surface non cartographiée		surface non cartographiée
	EK: 6 AQ: vert foncé 602 CdA: 180 EI: vert bleu clair G20 R0 B40				

Pente, mécanisation et aptitude à l'exploitation

Le tableau ci-dessous établit une corrélation entre les valeurs de pente, les possibilités d'utilisation de machines et l'aptitude à l'exploitation. Ces corrélations sont importantes pour l'interprétation des cartes de sols selon les explications des chapitres 9 et 11.

Pente	0 à 10%	10 à 15%	15 à 25%	25 à 35%
Grandes cultures				
- Cultures sarclées	sans restriction notable	plus difficile	beaucoup plus difficile	
	récolteuse intégrale		récolteuse tractée	
- Cultures céréalières	sans restriction notable	plus difficile	nettement plus difficile	très difficile
	moissonneuse-batteuse			moissonneuse-batteuse type coteau
- Production fourragère	sans restriction notable	sans restriction notable	plus difficile	beaucoup plus difficile
	tracteur normal avec autochargeuse			tracteur à quatre roues motrices avec autochargeuse
Prairie naturelle jusqu'à 35 % de pente				
- Prairie de fauche	sans restriction notable	sans restriction notable	plus difficile	nettement plus difficile
	tracteur normal avec autochargeuse			tracteur à quatre roues motrices avec autochargeuse faucheuse à deux essieux
- Pâturage	pâturage à gros bétail (vaches)	pâturage à gros bétail (vaches)	pâturage à gros bétail (vaches)	pâturage à gros bétail (vaches)

Pente	35 à 50%	50 à 60%	60 à 75%	>75%
Prairie naturelle à partir de 35 % de pente				
- Prairie de fauche	beaucoup plus difficile	beaucoup plus difficile	très difficile	extrêmement difficile
	Transporteur		motofaucheuse pour terrain montagneux	
	faucheuse à deux essieux			
- Pâturage	pâturage à gros bétail et à jeune bétail (bovins)	pâturage à jeune bétail (bovins)	pâturage à menu bétail (moutons, chèvres)	pâturage à menu bétail (moutons, chèvres)

Données pour un terrain normalement praticable (bonne portance, sans obstacles)

D'entente avec la Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT) ;
Association pour le développement de la culture fourragère, Zürich-Reckenholz

Transformation de la valeur nette du sol en valeur de taxation

Les indications ci-dessous montrent comment déduire la valeur de taxation à partir de la valeur nette du sol (chap. 11) lors d'une procédure de remaniement parcellaire.

VALEUR NETTE DU SOL = POINTAGE DU SOL

(fertilité potentielle pour la production végétale)

VALEUR A

DÉDUCTION POUR LA PENTE EN % DE LA VALEUR A

(surcroît de travail occasionné au niveau de l'exploitation)

- VALEUR B

VALEUR DU SOL CORRIGÉE EN FONCTION DE LA PENTE

= VALEUR C

DEDUCTION POUR LA DISTANCE EN % de la VALEUR C

(surcroît de travail occasionné au niveau de l'exploitation)

= VALEUR D

AUTRES DÉDUCTIONS

(forme et grandeur de la parcelle, lisière)

- VALEUR E

= VALEUR DE
TAXATION

Glossaire	Chapitre	
<i>région d'utilisation</i> ³⁸	Région délimitée d'après des critères climatiques au sein de laquelle l'aptitude climatique pour un genre de culture agricole donné est considérée comme relativement constante. La Suisse est divisée en six régions d'utilisation.	7.2, 7.3, 8.1
<i>limitation</i>	Restriction des possibilités d'exploitation dans une station donnée en raison d'une caractéristique pédologique, topographique ou climatique. Sur les cartes dérivées (aptitude, risque), la limitation principale est indiquée sous forme de code.	9, 10
<i>classe d'aptitude</i> ³⁹	Classement d'un site indiquant les formes d'exploitation agricole considérées comme appropriées, l'objectif supérieur étant une utilisation durable de ce site.	9.2
<i>niveau de fertilité</i> ³⁹	Classement d'un site selon son potentiel de rendement et la diversité des possibilités culturelles. Le classement comprend huit niveaux qui sont décrits de manière à permettre de calculer la <i>valeur du profil du sol</i> et le <i>pointage du sol</i> .	11, annexe 1
<i>valeur du profil du sol</i>	Valeur d'un sol établie sur une échelle de 1 à 100 par rapport à ses possibilités d'exploitation agricole, en présupposant l'absence d'autres restrictions, comme le relief et le climat (cf. <i>pointage du sol</i>).	11, annexe 1
<i>pointage du sol (cote du sol, valeur nette du sol)</i>	Valeur d'un sol tenant compte à la fois de la constitution du sol (cf. valeur du profil du sol) et des caractéristiques du climat et du relief. Le pointage du sol est effectué lors de remaniements parcellaires pour déterminer la valeur d'une parcelle ou d'une partie d'une parcelle sur une échelle de 1 à 100 points. La pente en tant que facteur de coût lors de l'exécution des travaux n'est prise en compte qu'au niveau de la <i>valeur de taxation</i> .	11, annexe 1

³⁸ cf. note ch. 4.1.6

³⁹ cf. note ch. 4.3

Glossaire (suite)**Chapitre**

<i>valeur de taxation</i>	Valeur d'échange d'une parcelle ou partie de parcelle établie par la commission de taxation. La valeur de taxation est obtenue à partir du <i>pointage du sol</i> après déduction de caractéristiques affectant l'exploitation agricole, comme la pente, l'éloignement et la différence d'altitude par rapport aux bâtiments de la ferme, les obstacles fixes, etc.	Annexe 6
<i>légende de travail</i>	Liste présentant sous forme codée toutes les unités de sol rencontrées lors de la cartographie. En général, les unités de sol sont classées par (sous-)groupes de régime hydrique. La légende de travail est établie au début des travaux à partir de l'inventaire des sols et est régulièrement complétée avec les nouvelles unités rencontrées au cours de la cartographie.	7.2, 7.3, 8.1
<i>légende de la carte des sols</i>	Légende établie à partir d'une mise au net de la légende de travail, principalement dans un but de simplification et pour permettre une bonne présentation des résultats sur la carte. Pour améliorer la lisibilité, le code est complété par du texte. Les légendes plus complètes peuvent être insérées sous cette forme détaillée dans le rapport explicatif ; sur la carte, il suffit alors d'indiquer une brève légende avec code.	8.3
<i>code cartographique</i>	Code le plus bref possible (quatre positions) attribué aux unités de la légende pour décrire thématiquement les plages	8.2

D'autres termes utilisés dans le domaine de la cartographie des sols sont définis au point 7.3.