

Guide des sols d'Alsace



Petite région naturelle n°12 Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld

Un guide pour l'identification des sols
et leur valorisation agronomique



- Septembre 2003 -

Guide des sols d'Alsace

Petite région naturelle n° 12

Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld

**Un guide pour l'identification des sols
et leur valorisation agronomique**

Auteur : SOL CONSEIL (Jean-Paul PARTY)

**Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
avec l'appui technique de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace
Financement : Région Alsace – Agence de l'eau Rhin-Meuse**

Septembre 2003

SOMMAIRE DU GUIDE

1. INTRODUCTION.....	5
Un guide des sols pour concilier économie agricole et protection de l'environnement	
2. DU BON USAGE DU GUIDE DES SOLS.....	7
De l'identification d'un sol au raisonnement de l'itinéraire technique de conduite d'une culture	
2.1. Les limites d'utilisation du guide des sols.....	7
2.2. La connaissance du potentiel de rendement des parcelles.....	8
2.3. Le choix d'un itinéraire technique.....	9
2. LA PETITE REGION NATURELLE « Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld »	11
3.1. La délimitation de la petite région du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld.....	11
3.2. Les outils pour une connaissance des sols à l'échelle régionale.....	12
3.3. Comprendre la géologie et les paysages.....	13
3.3.1. Nature des formations superficielles et aperçu général du paysage.....	13
3.3.2. La géologie et son influence sur les eaux souterraines	15
3.4. Les eaux superficielles du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld	17
3.4.1. Régime des eaux des rivières ; qualité vis-à-vis de l'azote et des nitrates.....	17
3.4.2. Les zones inondables de l'Ill, de la Thur et de la Doller.....	19
3.5. Les nappes souterraines du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld	20
3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité	20
3.5.2. Qualité des eaux souterraines du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld.....	20
4. OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER.....	23
Critères simples à retenir	
4.1. La pratique de l'observation pédologique.....	23
4.2. Les critères d'observation importants.....	24
4.2.1. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation.....	24
4.2.2. Les cailloux.....	24
4.2.3. L'hydromorphie (gley et pseudogley)	25
4.3. Les éléments de pédologie pour comprendre les descriptions de profils.....	27
4.4. Les analyses de terre et l'observation du sol.....	28
4.5. Lexique.....	30
5. LES TYPES DE SOLS DU PIEMONT HAUT-RHINOIS ET DE L'OCHSENFELD	35
Guide pour la lecture des fiches et l'identification des sols sur le terrain	
5.1. La clé d'identification des fiches de sols.....	35
5.2. Les fiches de sols.....	38
5.3. Le zonage agro-pédologique au 1/100 000 ^{ème}	42

6. SYNTHÈSE AGRONOMIQUE PAR THÈMES.....	139
6.1. La fertilisation phosphatée et potassique.....	140
6.2. L'entretien calcique et magnésien des sols.....	140
6.3. La praticabilité des terrains.....	141
6.4. Les sols hydromorphes et le drainage.....	142
6.4.1. Généralités.....	142
6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre.....	143
6.4.3. Quelques situations de sols potentiellement drainables dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld.....	146
6.5. Les sols et l'irrigation.....	147
6.5.1. Généralités.....	147
6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre.....	147
6.5.3. Des besoins d'irrigation assez importants pour les cultures du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld	148
6.6. Les inondations et les risques d'érosion associés aux crues.....	151
6.7. Le ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés.....	151
6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols.....	151
6.7.1.1. <i>Les différents processus de formation du ruissellement.....</i>	<i>153</i>
6.7.1.2. <i>Les états de surface du sol et les croûtes de battance.....</i>	<i>153</i>
6.7.1.3. <i>Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol.....</i>	<i>155</i>
6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement.....	155
6.7.2.1. <i>L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface.....</i>	<i>155</i>
6.7.2.2. <i>Les risques de ruissellement associés aux états de surface.....</i>	<i>157</i>
6.7.3. Les conséquences du ruissellement dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld	159
6.7.3.1. <i>Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides).....</i>	<i>159</i>
6.7.3.2. <i>La sensibilité potentielle au ruissellement des sols du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld.....</i>	<i>161</i>
6.7.3.3. <i>Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle.....</i>	<i>162</i>
6.7.3.4. <i>Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires).....</i>	<i>162</i>
6.8. Les sols et le risque de lessivage des nitrates.....	164
6.8.1. Le risque de lessivage hivernal.....	164
6.8.1.1. <i>Généralités.....</i>	<i>164</i>
6.8.1.2. <i>Les risques de lessivage hivernal dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld.....</i>	<i>167</i>
6.8.2. Le risque de lessivage printanier.....	171
6.8.2.1. <i>Généralités.....</i>	<i>171</i>
6.8.2.2. <i>Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld.....</i>	<i>171</i>
6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification.....	173
6.9. Le sol et le devenir des produits phytosanitaires.....	174
6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines.....	175
6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement	175
6.10. Le pouvoir épurateur des sols.....	176
6.10.1. Qu'est-ce que l'épuration par le sol ?	176
6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle.....	177
6.10.3. Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ?	177
6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols.....	181
6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld	183

ANNEXES

1 - Données climatiques.....	191
2 - Typologie régionale des sols.....	199
3 - Bibliographies régionale et thématique.....	205
4 - Inventaire des documents pédologiques disponibles.....	213
5 - Guide pour la lecture des fiches de sols.....	217
6 - Méthodes d'analyse utilisées et symboles employés pour le dessin des profils.....	225
7 - Exploitation des fichiers d'analyses de terre et données ponctuelles utilisées.....	229
8 - Correspondances entre les fiches du guide n°12, la classification CPCS, le référentiel pédologique, la typologie régionale des sols et les autres guides des sols	233

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Un guide des sols pour concilier économie agricole et protection de l'environnement

Le sol est d'abord un élément important pour toutes les productions végétales. Ses qualités, ses défauts et les techniques agricoles disponibles conditionnent en partie le choix des cultures possibles et leur productivité, mais aussi la souplesse du calendrier de travail de l'agriculteur et la régularité de ses résultats techniques et économiques. Tirer le meilleur parti possible des différentes parcelles de l'exploitation agricole impose, outre la prise en compte des exigences du marché, de connaître les sols de l'exploitation, leurs atouts et leurs faiblesses, et surtout, les limites de productivité imposées par la nature.

Le sol est également l'interface entre un grand nombre d'activités humaines et les eaux souterraines. L'agriculture, la foresterie, l'épandage de sous-produits d'origine domestique et industrielle, les voies de communication sont à l'origine d'apports de substances diverses, naturelles ou synthétisées, et de micro-organismes. Ces produits ont en commun la propriété de pouvoir migrer plus ou moins facilement à travers le sol grâce à l'eau qui y circule et alimente les nappes souterraines ou les eaux superficielles. L'aménageur et le décideur qui construisent les paysages ruraux et périurbains de demain doivent connaître les propriétés de ce filtre imparfait et sélectif pour estimer les conséquences environnementales positives ou négatives qui découleront de leurs choix.

Mais le sol considéré au singulier n'est qu'un concept. Les terres d'Alsace sont multiples et correspondent à des types de sols très variés que les agriculteurs et leurs conseillers techniques connaissent par leur pratique : sols lourds, francs ou légers, humides ou sains, profonds ou superficiels et caillouteux.

Aujourd'hui, ce vocabulaire et ce niveau de description ne suffisent plus pour permettre l'échange d'informations entre les différents usagers du sol : l'agriculteur producteur de richesse primaire, l'agronome expérimentateur et conseiller technique, l'aménageur promoteur de projets de gestion de l'espace sur le long terme, l'écologue soucieux de la conservation d'écosystèmes.

Les guides des sols d'Alsace se veulent le reflet de cette préoccupation en proposant un outil et un langage commun à ces différents acteurs. Ces guides répondent aux objectifs suivants :

- identification des principaux types de sols susceptibles d'être rencontrés au sein d'une petite région naturelle d'Alsace,
- aide à la reconnaissance de ces types de sols,

- pour chacun des types, caractérisation du sol pour l'application : atouts et contraintes pour la production agricole, pouvoir épurateur, risque de lessivage intrinsèque des nitrates, sensibilité au ruissellement,
- mise à disposition d'un ensemble d'informations complémentaires utiles pour la gestion de l'activité agricole et de l'espace concernant le climat, les eaux souterraines et les eaux de surface.

En complément, ce guide propose un zonage de grands ensembles regroupant différents types de sols avec une représentation à l'échelle du 1/100 000^{ème}. Le choix de cette moyenne échelle, proche d'une échelle de cartographie du paysage, est volontaire : une cartographie plus précise aurait été d'un coût très élevé sans garantir pour autant la finesse souhaitée ou le renseignement nécessaire à tous les projets susceptibles d'être étudiés à une échelle parcellaire.

De même, dans l'état actuel des références agronomiques régionales, aucune donnée opérationnelle sur les potentialités de rendement des différentes cultures par type de sol n'a été incluse.

L'agriculteur et son conseiller pourront néanmoins faire cette évaluation à partir de ce guide et d'une synthèse des résultats obtenus sur les différentes parcelles de l'exploitation en fonction des types de sols. Par ailleurs, ils seront à même de tirer un meilleur parti des messages techniques qui seront diffusés à l'avenir en référence à ces types de sols.

Cet outil s'enrichira de tous les usages qui en seront faits et de tous les travaux menés en référence à ces données par tous les usagers du sol. C'est le premier maillon d'une véritable agronomie régionale qui répondra aux attentes des agriculteurs, des organisations économiques et de la collectivité.

CHAPITRE 2

DU BON USAGE DU GUIDE DES SOLS

De l'identification d'un sol au raisonnement de l'itinéraire technique de conduite d'une culture

2.1. LES LIMITES D'UTILISATION DU GUIDE DES SOLS

Le présent guide veut donner un **aperçu simple et clair des principaux types de sols qui peuvent être rencontrés dans la petite région du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld**. Ce n'est ni un inventaire exhaustif des différents types existants, ni une cartographie détaillée des sols. L'objectif premier de ce guide est d'aider à l'identification des sols des parcelles agricoles, pour utiliser au mieux les caractéristiques et interprétations agronomiques qui y sont associées. Il en résulte une simplification volontaire de l'inventaire des types de sols, et il est possible que certains types, marginaux en terme de surface, ne figurent pas dans cet inventaire.

Il s'agit de présenter à l'exploitant et au technicien agricole les données de base suffisantes sur les sols et l'environnement (climat, paysages et dynamique des eaux), sur les conséquences agronomiques possibles de la mise en valeur des sols, pour permettre d'effectuer le choix des cultures les plus appropriées aux parcelles de l'exploitation agricole.

En d'autres termes, il aidera l'agriculteur et son conseiller à :

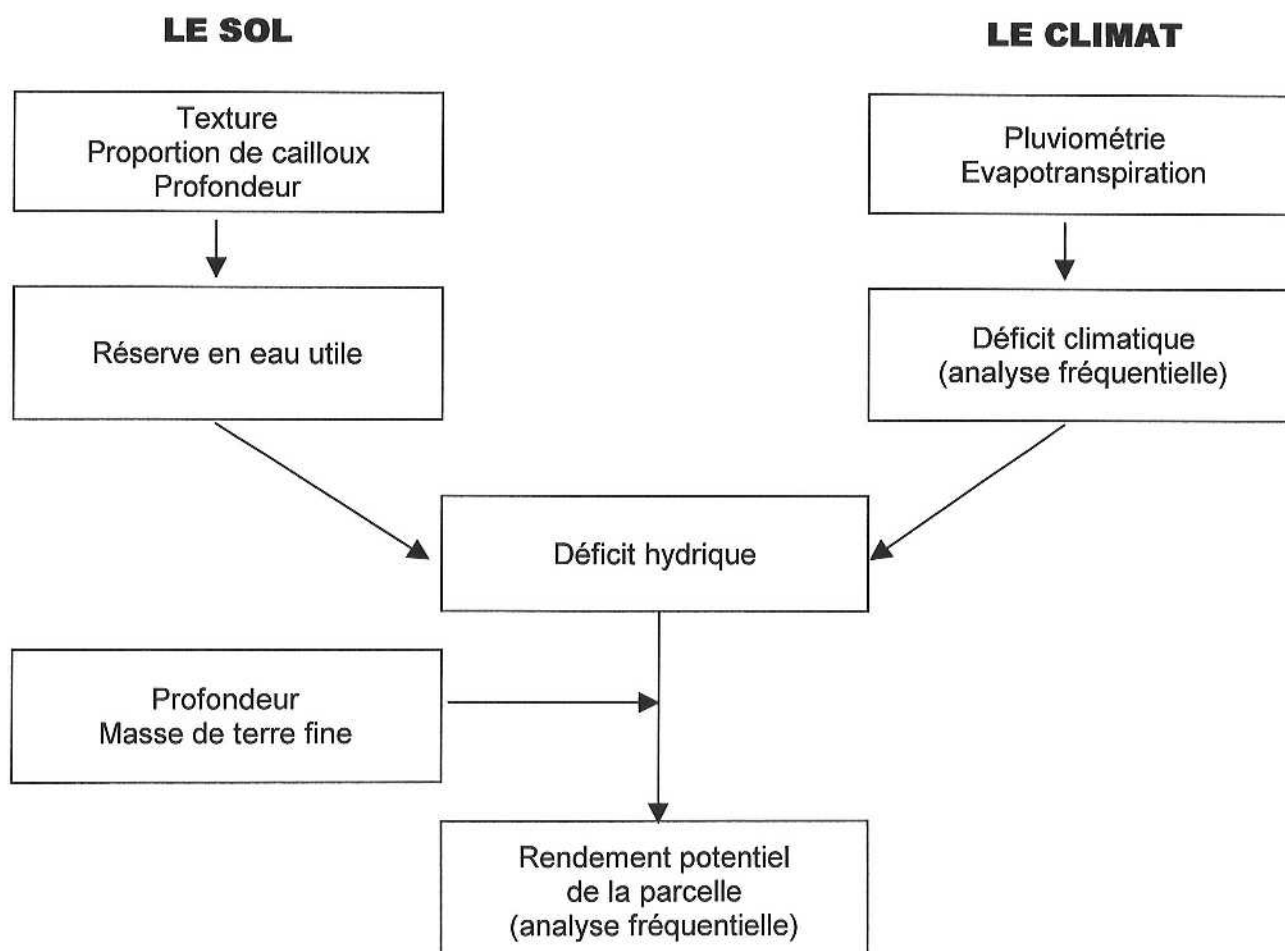
- choisir les cultures et la rotation,
- décider des itinéraires techniques,
- évaluer les risques d'exploitation,
- raisonner la recherche et/ou l'extrapolation de références technico-économiques.

Toutefois, les éléments contenus dans ce guide, descriptifs de certaines caractéristiques majeures du milieu naturel, ne permettent pas à eux seuls de conclure sur la plupart des questions qui ont été posées précédemment.

Ce guide devra être complété pour les principales cultures par des modèles régionalisés d'élaboration du rendement. Ces modèles mettront en oeuvre les différents paramètres descriptifs des sols présentés ici pour aboutir à deux résultats principaux : la connaissance des potentiels de rendement par culture pour chaque situation de sol et de climat, et la possibilité de construire des itinéraires techniques de conduite de ces cultures raisonnés en termes de conséquences pour l'environnement.

2.2. LA CONNAISSANCE DU POTENTIEL DE RENDEMENT DES PARCELLES

Une culture conduite au mieux des techniques disponibles, atteint dans une parcelle donnée un rendement maximum dépendant uniquement du type de sol et du climat rencontrés sur cette parcelle. C'est la notion de potentialité agricole des parcelles. Ainsi, au sein d'une petite région naturelle, et pour une même année climatique, des différences importantes peuvent apparaître entre parcelles, liées pour l'essentiel à l'alimentation en eau de la culture, conformément au schéma ci-dessous (adapté d'après F. Limaux, 1991).



De la même façon, le rendement maximum accessible pour une culture sur une même parcelle variera selon les climats des années successives : c'est la variabilité interannuelle des rendements.

Le potentiel de rendement d'une culture dans une parcelle s'exprimera alors sous forme d'une probabilité fréquentielle.

La potentialité de production d'une espèce végétale dans un milieu donné se définit ainsi comme "l'évaluation des niveaux de production et de leur fréquence d'obtention sous un itinéraire technique non limitant, pour un type variétal et un type de sol donnés, en fonction de la variabilité géographique et interannuelle du climat". **

A partir de la connaissance du rendement potentiel parcellaire, l'agriculteur fera un choix d'objectif de rendement proche ou volontairement inférieur à ce potentiel. Ce choix sera fait selon son système de culture, l'organisation du travail sur son exploitation, les matériels disponibles et l'analyse économique lui permettant ou non de tenir un objectif élevé, souvent exigeant en travail, en interventions en cours de culture et en intrants.

2.3. LE CHOIX D'UN ITINERAIRE TECHNIQUE

Les connaissances actuelles sur le fonctionnement des peuplements végétaux permettent de déterminer quels niveaux de composantes de rendement doivent être assurés à chaque étape de la vie de la plante pour parvenir à un objectif de rendement fixé.

Ainsi, pour une variété de blé, à partir de l'objectif de rendement fixé en relation avec le potentiel parcellaire, on définit un "nombre de pieds sortie hiver par m²" minimum nécessaire pour prétendre atteindre cet objectif compte tenu de la précocité ou de la tardiveté du semis. Concrètement, ceci se traduit pour l'agriculteur par une dose de semis compte tenu des risques de pertes enregistrés dans les différentes situations de dates de semis et de types de terres.

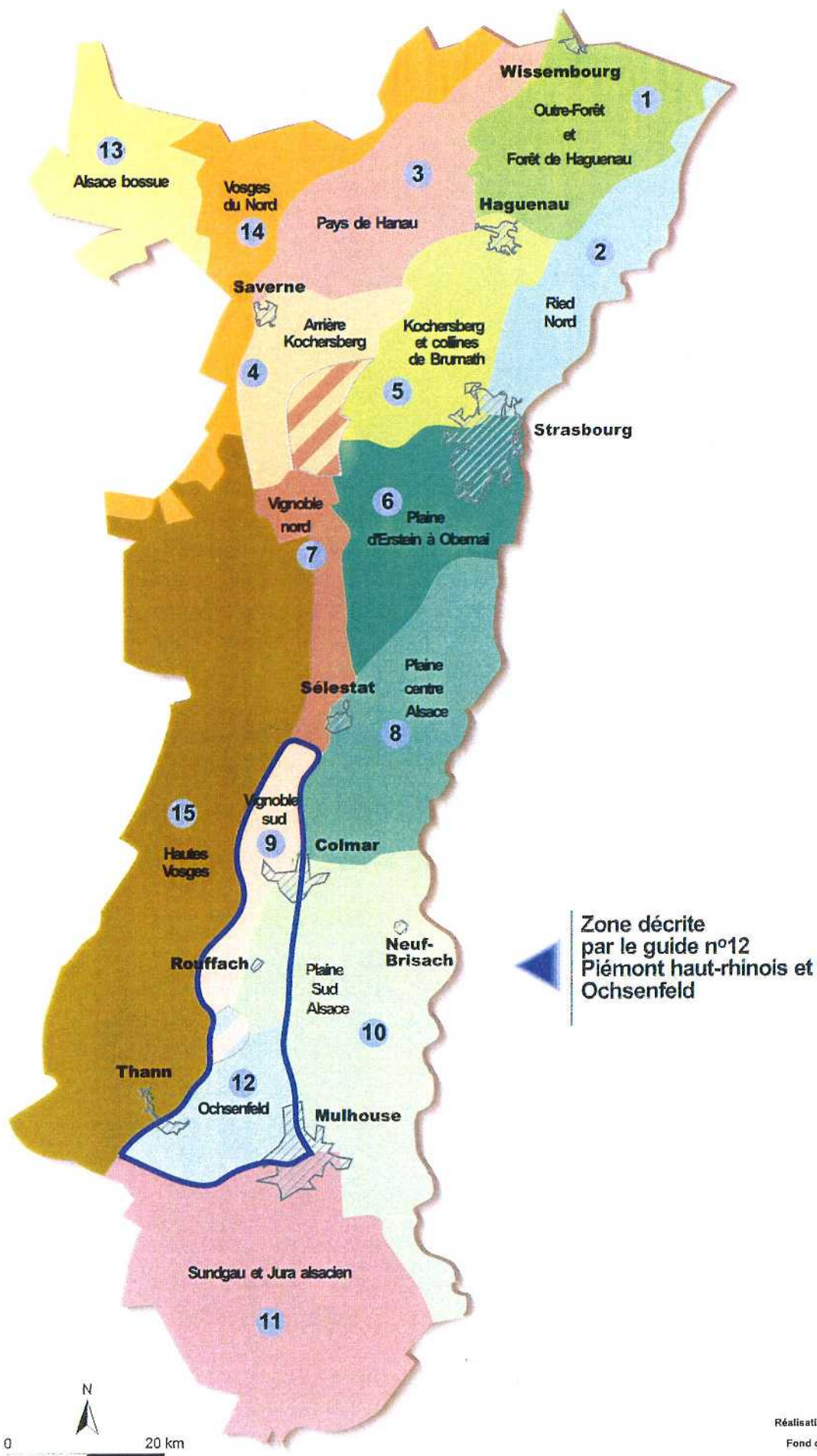
Les niveaux de peuplement requis ayant été déterminés, la dose d'azote et la protection phytosanitaire peuvent être ajustés au mieux.

L'ensemble de ces choix constitue un itinéraire technique pour la conduite de la culture. L'un des paramètres fondamentaux de ces choix est le type de sol qui conditionne le potentiel de rendement à partir duquel ces choix sont raisonnés.

Ce guide ne contient donc pas de recettes toutes prêtes à être appliquées pour tirer le meilleur parti des sols. Il constitue néanmoins la base indispensable d'une aide à la décision qui permettra de raisonner les choix techniques au sein de l'exploitation agricole.

* Définition adoptée en 1992 par le "Comité Potentialités" constitué entre l'ANDA, l'APCA, les Chambres d'Agriculture, l'Enseignement Supérieur, les Instituts Techniques, l'INRA, Météo-France et le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

Les petites régions naturelles d'Alsace



CHAPITRE 3

LA PETITE REGION NATURELLE

Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld

La délimitation retenue pour la petite région naturelle décrite dans ce guide des sols repose sur l'utilisation de la **carte des formations superficielles d'Alsace (H. Vogt, H. Mettauier, C. Pautrat, 1986)**. Celle-ci décrit en une vue d'ensemble, la disposition au sein de l'Alsace des matériaux parentaux des sols, par grandes unités : les loess, les lehms, les alluvions déposées par les différents cours d'eau, les dépressions noyées des Rieds, les marnes, les argiles et les calcaires des collines, etc...

Elle a permis d'établir un découpage de l'Alsace en petites régions caractérisées par l'homogénéité interne de leurs paysages naturels et agricoles. Ces paysages sont le reflet humanisé des diverses conditions de sol et de climat rencontrées du Rhin aux Vosges et du Sundgau à l'Alsace Bossue et à l'Outre Forêt. C'est ce découpage qui a été adopté pour préparer l'édition des différents volumes constitutifs du guide des sols d'Alsace. Cette carte des petites régions naturelles d'Alsace est présentée ci-contre.

3.1. LA DELIMITATION DE LA PETITE REGION DU "PIEMONTE HAUT-RHINOIS ET DE L'OCHSENFELD"

L'aire d'utilisation du présent guide correspond à la base des collines de la partie Sud de l'Alsace. Elle s'inscrit entre la vallée de la Doller et la ville de Mulhouse au Sud, la montagne vosgienne couverte de forêts à l'Ouest, la plaine de l'Ill à l'Est, et la limite départementale Haut-Rhin / Bas-Rhin, au Nord. Elle représente dans le Haut-Rhin une surface totale d'environ 47 000 ha pour environ 30 000 ha de SAU, dont 6 500 de vignoble AOC, 15 000 de maïs, céréales à paille et colza, et 9 500 ha de prairies et vergers. Enfin, 8 500 ha sont occupés par les forêts, et 7 500 ha par des surfaces urbaines et industrielles (*Données REKLIP 1992, obtenues par traitement d'images satellitaires*).

Cette portion de l'Alsace est très diversifiée et recoupe plusieurs grands ensembles, soit d'Est en Ouest :

- les plaines de l'Ill, de la Thur et de la Doller, ainsi que le cône alluvial de la Thur. Ce dernier et ses marges correspondent à l'Ochsenfeld. Ce secteur présente des sols assez hétérogènes, aux contraintes agronomiques souvent marquées : faible profondeur, forte pierrosité, ou bien hydromorphie et taux d'argile importants.

Les fiches 1 à 11 décrivent les sols alluviaux et colluviaux des rivières vosgiennes, les fiches 19 à 25 les sols de la plaine de l'Ill. Ces 7 dernières fiches ayant déjà été décrites dans les guides Plaine Centre Alsace et Plaine Sud Alsace ont été simplifiées ;

- la base du glacis de raccordement plaine - collines sous-vosgiennes et le Sud de la région, au pied du Sundgau. Le piémont est caractérisé par des sols limoneux issus de loess et de lehm analogues à ceux du Sundgau. Ces sols sont souvent prédisposés à la battance avec les risques d'excès d'eau et de ruissellement qu'ils présentent. Ils sont décrits dans les fiches 12 à 18, qui présentent des correspondances avec des fiches déjà décrites dans le guide « Sundgau et Jura alsacien ».
- le pied de la montagne vosgienne et surtout les collines sous-vosgiennes essentiellement viticoles. Les différents types de sols y sont très diversifiés et fortement imbriqués les uns dans les autres. Les sols du vignoble ont fait l'objet d'une étude spécifique publiée par le CIVA en 1990 (Les sols et les paysages du vignoble alsacien). Les principaux ensembles de sols qui les constituent sont simplement rappelés dans ce guide. Pour plus de détails, on se reportera à l'étude correspondante.

3.2. LES OUTILS POUR UNE CONNAISSANCE DES SOLS A L'ECHELLE REGIONALE

Pour aider à une meilleure connaissance des sols à l'échelle régionale, le guide des sols est associé à d'autres outils :

- la carte des formations superficielles d'Alsace,
- la typologie régionale des sols,
- la base de données informatique.

Le découpage en petites régions naturelles adopté pour l'édition des guides des sols isole des ensembles de paysages et de sols dont certains se retrouvent du Nord au Sud de l'Alsace.

La typologie régionale des sols d'Alsace permet de faire le lien entre les différentes petites régions naturelles. Cette typologie inventorie, pour chaque formation superficielle, les différents types de sols connus qui en sont l'expression, et propose pour chacun d'eux une description succincte mais suffisante pour constituer une clef commune à tous les guides des sols. Cette typologie, encore en cours de construction n'a pas intégré toutes les données obtenues dans les derniers guides des sols. Une mise à jour sera faite en fin de réalisation de la collection des guides des sols. La typologie est présentée en annexe 2.

Le regroupement de l'ensemble des données pédologiques est également en cours dans le cadre de la constitution d'une **base de données informatique sur les sols** associée à un logiciel de cartographie.

Ce Système d'Information Géographique (SIG) est en cours d'élaboration au sein de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace dans le cadre du programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols initié par le Ministère de l'Agriculture et l'INRA. Outre le stockage des données descriptives des sols, cet outil permet, à des fins de diagnostic et d'aide à la décision, de faire une exploitation dynamique et spatialisée des données de sols.

Carte des formations superficielles, carte des petites régions naturelles, typologie régionale, base de données informatique et guide des sols constituent ainsi autant d'étapes successives vers une connaissance plus fine des conditions déterminantes de la production agricole et de l'aménagement du territoire.

3.3. COMPRENDRE LA GEOLOGIE ET LES PAYSAGES

3.3.1. Nature des formations superficielles et aperçu général du paysage

La petite région du "Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld" correspond à la portion de paysage comprise entre plaine d'Alsace et montagne vosgienne, d'une altitude comprise entre 150 et 450 m. Cette région est plus ou moins pentue. Elle est couverte de formations superficielles constituées d'apports fluviaux et de dépôts de limons éoliens plus ou moins remaniés. Ces collines et ces glacis sont entaillés par un réseau hydrographique orienté Ouest-Est dans les collines, puis Sud-Nord. Les cours d'eau les plus importants sont l'Ill et ses affluents issus des Vosges, le Strengbach, la Weiss, la Fecht, la Lauch, la Thur et la Doller.

La nature des formations superficielles permet de distinguer 5 ensembles :

- 1. Les sols des alluvions des rivières vosgiennes, Ochsenfeld inclus,**
- 2. Les sols du glacis de piémont,**
- 3. Les sols limoneux de loess et de lehm,**
- 4. Les sols de la plaine de l'Ill au Sud et au Nord de Colmar,**
- 5. Les sols du vignoble alsacien.**

De ce fait, les sols se répartissent selon ces 5 ensembles :

- **les sols des alluvions des rivières vosgiennes** qui correspondent d'une part à des sols alluviaux sains limono-sablo-argileux, acides, soit superficiels et caillouteux (fiche 1), soit profonds (fiche 2), et d'autre part à des sols alluviaux hydromorphes moyennement profonds (fiche 3) et profonds à gley (fiche 4) dans certaines cuvettes. Enfin, dans certaines situations d'alluvions anciennes, la présence de sols lessivés à niveau profond localement et saisonnièrement indurés est possible (fiche 5). Des salures secondaires d'origine anthropique sont localement constatées (fiche 6) ;
- **les sols du glacis de piémont** ont été distingués selon qu'ils se situent au Nord de Colmar ou au Sud de Guebwiller, les matériaux de l'amont étant sensiblement différents :
 - matériaux granitiques et gneissiques au Nord de Colmar,
 - matériaux schisto-volcaniques au Sud de Guebwiller.Dans le premier cas, on trouve surtout des sols alluvio-colluviaux lessivés soit sur matériaux purement vosgiens (fiche 7), soit en mélange avec des limons d'origine loessique (fiche 8). Dans le second cas, on trouve aussi des sols alluvio-colluviaux lessivés (fiche 9), associés à des sols alluviaux argileux et acides issus de matériaux d'origine tertiaire (fiche 10) et des sols bruns calciques à calcaires sur conglomérat et molasse (fiche 11).
Tous ces sols de glacis présentent souvent une hydromorphie plus ou moins prononcée.

Ces 2 premiers ensembles constituent des sols spécifiques du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld. Dans tous ces secteurs, d'importants risques d'affaissement des terrains sont à signaler du fait de l'exploitation souterraine des mines de potasse dans cette région. De ce fait, vis-à-vis des sols, le niveau d'apparition de nappes perchées a pu varier de façon importante dans certaines parcelles agricoles.

- à la base du glacis de raccordement plaine-collines sous-vosgiennes et dans le secteur Sud de la région annonçant le Sundgau, se trouvent des **sols limoneux issus de loess et de lehm**. On y trouve des sols bruns calcaires (fiche 12), calcaires plus ou moins colluvionnés sains (fiche 13) ou hydromorphes (fiche 14) issus de loess, et des sols bruns faiblement lessivés (fiche 15) à lessivés hydromorphes (fiche 16) érodés (fiche 17) ou encore colluviaux (fiche 18) issus de lehm. Tous ces sols sont limoneux et présentent une tendance à la battance et au ruissellement généralisé.
Les sols de cet ensemble présentent tous des équivalents dans la région du Sundgau (cf. guide des sols « Sundgau et Jura alsacien »).
- **les sols de la plaine de l'III** ont déjà été décrits dans 2 autres guides des sols (« Plaine Centre Alsace » et « Plaine Sud Alsace »). Ainsi, au Sud de Colmar se trouvent des sols alluviaux limono-argilo-sableux décarbonatés, profonds (fiches 19 et 20) sur alluvions de débordement de l'III. Associés à ces 2 premiers types, se rencontrent des sols alluviaux superficiels et caillouteux (fiche 21), et dans les cuvettes des sols plus argileux hydromorphes à gley (fiche 22). Ces dernières situations sont plus généralisées au Nord de Colmar où l'on trouve des sols alluviaux sains (fiche 23), des sols alluviaux à gley réduit dès la surface appelés localement « Ried gris de l'III » (fiche 25), ou au moins très hydromorphes à pseudogley-gley (fiche 24).
- Enfin, **les sols du vignoble alsacien** sont mentionnés pour mémoire. Ils comportent :
 1. les sols sur socle cristallin à la base de la montagne vosgienne (unités 11 à 16 de l'étude des sols du vignoble),
 2. les sols sur formations sédimentaires des collines sous-vosgiennes, soit sur roche calcaire dure (unités 21 à 24 de l'étude des sols du vignoble), soit sur substrats argileux, marnes argileuses Oligocène, Trias et Lias (unités 25 à 28 de l'étude des sols du vignoble),
 3. les sols sur alluvions des rivières vosgiennes en plaine (unités 31 et 32 de l'étude des sols du vignoble), sur cônes alluviaux et glacis d'épandage (unités 33 à 39 de l'étude des sols du vignoble), sur buttes témoins de l'Oligocène (unité 30 de l'étude des sols du vignoble) et dans les bas fonds hydromorphes (unités 50 à 52 de l'étude des sols du vignoble),
 4. les sols des levées limoneuses de plaine issus de loess, de lehm-loess ou de lehm (unités 41 à 44 de l'étude des sols du vignoble).

Il existe des correspondances entre quelques sols du vignoble et certains sols décrits dans les fiches du guide des sols « Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld ». Ces correspondances sont spécifiées dans la synthèse sur les sols du vignoble (pages 133 à 137) et figurent également dans la légende du zonage agro-pédologique au 1/100 000^{ème}.

3.3.2. La géologie et son influence sur les eaux souterraines

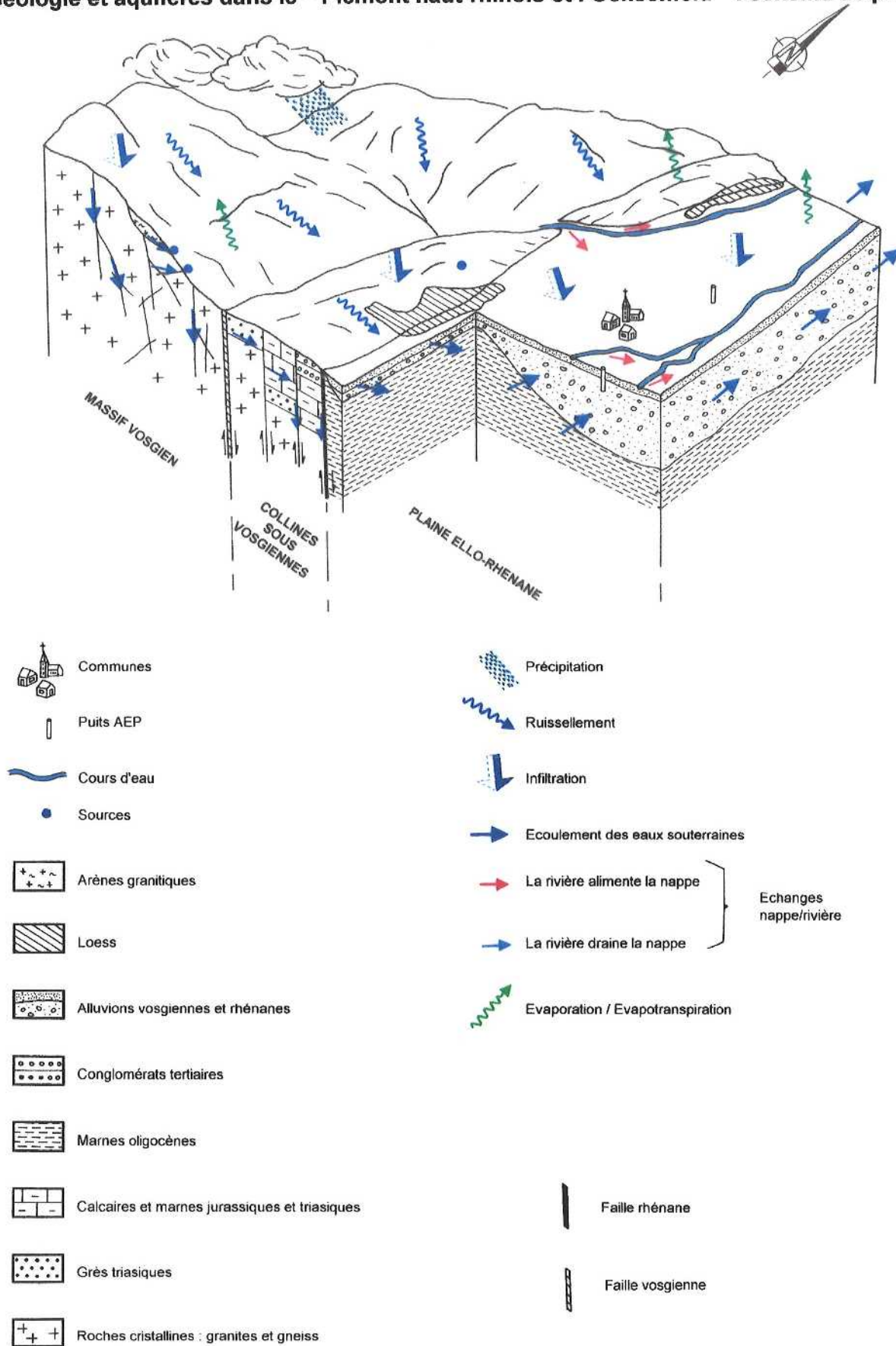
Les formations de surface issues des matériaux géologiques sont très variées dans la zone d'étude. Elles correspondent successivement d'Ouest en Est à 3 grands ensembles :

- **les altérites sableuses, sablo-limoneuses** des terrains granitiques, migmatiques et gneissiques des Vosges moyennes (situées au Nord de la vallée de la Fecht), et **les altérites plus limono-sableuses** des terrains volcano-sédimentaires et schisteux des Vosges méridionales (situées au Sud de la vallée de la Fecht),
- **les terrains sédimentaires** des collines sous-vosgiennes principalement calcaires, argilo-calcaires et marneux sous le vignoble, plutôt gréseux sous les espaces forestiers. Ces collines sont séparées des Vosges et de la Plaine du Rhin par 2 failles majeures. On y distingue 3 principaux champs de fractures,
 - celui de Ribeauvillé qui débute à St Hippolyte au Nord et se termine vers Turckheim,
 - celui de Rouffach-Guebwiller qui s'étend de Wintzenheim à Guebwiller,
 - celui de Thann, plus étroit que les 2 autres, de Hartmannswiller à Thann.
- **les terrains alluviaux** de la plaine rhénane qui correspondent à la partie la plus affaissée de la plaine rhénane. Ces terrains sont constitués de sédiments tertiaires marneux recouverts de graviers, sables et limons quaternaires. Les sédiments ont été déposés par les différents cours d'eau, notamment les rivières vosgiennes qui développent de grands cônes de déjection entre plaine et collines. Le plus grand cône de déjection est celui de la Thur. Il constitue l'essentiel de l'Ochsenfeld.

Cette structure conditionne l'orientation du réseau hydrographique et les types de nappes d'eau souterraines présentes dans cette région :

- le massif vosgien présente des circulations d'eau subsuperficielles dans les zones faillées et/ou altérées qui donnent naissance à des sources. Elles correspondent à des aquifères dont l'extension dépend de l'intensité des failles et des phénomènes d'altération,
- les alluvions des vallées vosgiennes présentent des aquifères d'étendue et d'épaisseur variables qui peuvent être localement relativement importants, notamment dans les vallées de la Fecht ou de la Weiss par exemple,
- les aquifères des collines sous-vosgiennes sont développés dans différentes formations sédimentaires (grès, calcaires et marnes du Muschelkalk, du Keuper, de la Lettenkohle et du Dogger). Seuls les grès sont susceptibles de renfermer de petites nappes qui se manifestent en surface par des sources. Dans les calcaires, les aquifères karstiques sont peu épais et de faible extension,
- la plaine rhénane est composée d'alluvions anciennes et récentes d'origine vosgienne et ello-rhénane. Cet ensemble reposant sur le substratum marneux tertiaire constitue un important aquifère, communément appelé nappe rhénane.

Géologie et aquifères dans le “ Piémont haut-rhinois et l’Ochsenfeld ” : schéma de principe



d'après Opération Ferti-Mieux sur le Piémont haut-rhinois, analyse de la situation initiale et diagnostic hydrogéologique. (Région Alsace, Agence de l'Eau Rhin-Meuse) - EAT Environnement, 1997

3.4. LES EAUX SUPERFICIELLES DU PIEMONT HAUT-RHINOIS ET DE L'OCHSENFELD

3.4.1. Régime des eaux des rivières ; qualité vis-à-vis de l'azote et des nitrates

Dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld, le régime des hautes eaux de l'Ill et des rivières vosgiennes est fonction des précipitations et de l'évapotranspiration dont le bilan est plus élevé en hiver (janvier et février notamment). Leur étiage a lieu à la fin de l'été et au début de l'automne. De plus, l'Ill s'infiltré entre Mulhouse et Colmar toute l'année à un débit de 5 m³/s, ce qui conduit à des assècs assez fréquents sur ce tronçon. Si les pluies deviennent importantes ou brutales (avril 1994 par exemple), ces rivières provoquent des inondations ou des engorgements importants aux mêmes époques. Ce régime de hautes eaux peut ainsi s'étendre jusqu'au mois de mai.

Les aménagements hydrauliques de bassin versant (réseaux de fossés) prennent ainsi en agriculture une importance cruciale, puisque ces périodes de printemps sont celles de l'installation des cultures d'été.

La qualité globale des eaux des cours d'eau est très variable. Les cours supérieurs sont a priori de meilleure qualité que les cours inférieurs plus en aval, où cette qualité reste médiocre. Ce schéma ne s'applique pas à la Basse Doller dont la qualité en aval est bonne également.

Pour l'Ill à l'exutoire de Brunstatt en limite du Sundgau en 1995 par exemple, les teneurs en nitrates varient de façon saisonnière : elles sont minimales en été lorsqu'il y a peu de ruissellement dans les collines (entre 10 et 15 mg/l) et maximales en hiver (15 à 30 mg/l), mais aussi après de fortes pluies printanières en période d'application de l'engrais azoté sur maïs (30 à près de 60 mg/l en mai-juin 1995).

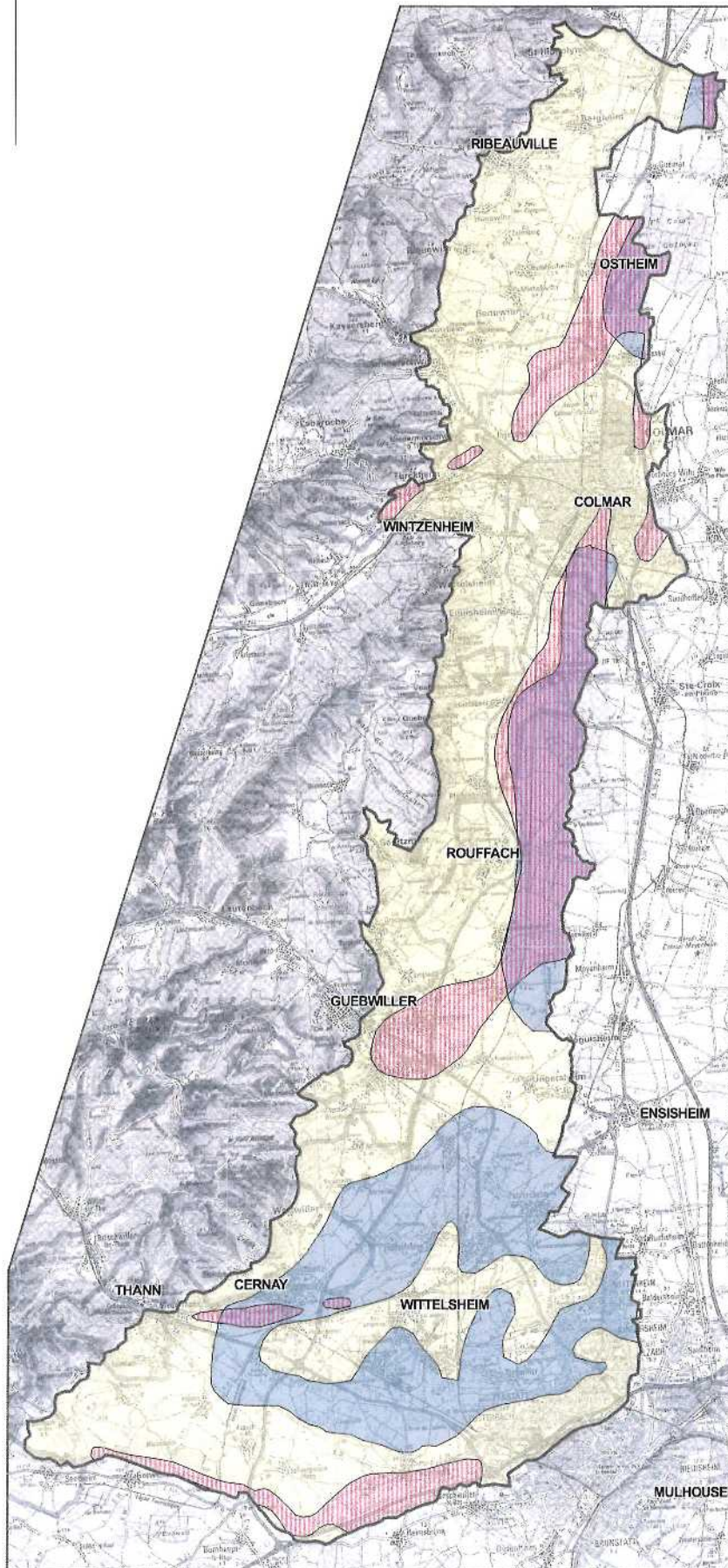
Au total, on a estimé à 1 200 t/an les pertes d'azote nitrique pour l'ensemble du bassin versant de l'Ill à l'amont de Mulhouse, soit environ 20 kg/ha/an (cf. *Diagnostic hydrogéologique préalable à l'opération Ferti-Mieux sur le Sundgau réalisé par EAT Environnement en 1997 sous maîtrise d'ouvrage de la Région Alsace*).




Ceci aboutit à une pollution azotée conséquente de la nappe phréatique du Rhin au pied des collines du Sundgau.

Ce schéma reste valable aussi pour les rivières vosgiennes situées à proximité de formations limoneuses aux environs de Sultz-Guebwiller, de Colmar et de Ribeauvillé.

Dans cette région, la pollution azotée est principalement attribuée aux zones urbaines et industrielles (près des 2/3), le reste étant lié à des nitrates d'origine agricole, que ce soit par infiltration dans les sols ou par ruissellement en surface (*Comité de pilotage de l'opération Ferti-Mieux Collines eau et terroirs, 1997*).

Les zones inondables dans la petite région naturelle "Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld"



-  Champs d'inondation
-  Zone de remontée de la nappe à moins de 2 mètres du sol
-  Limite du guide des sols Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld



3.4.2. Les zones inondables de l'III, de la Thur et de la Doller

Les inondations constatées dans la région sont liées aux crues de l'III en combinaison avec les affluents d'origine vosgienne, ici essentiellement la Doller, la Thur et la Fecht. Dans la région d'étude (cf. carte ci-contre), les zones inondables les plus importantes sont situées à l'amont de Mulhouse (vallée de l'III et de la Doller), entre Mulhouse et Ensisheim (plaine de l'III), de Guebwiller à Colmar (plaines de l'III et de la Thur) et de Colmar à Sélestat (plaines de l'III et de la Fecht).

L'importance des crues est classée selon les débits observés. Ainsi pour l'III, 85 m³/s correspondent à une crue de période de retour de 2 ans, 130 m³/s environ à la crue décennale à Diddenheim. A Colmar, 170 m³/s correspondent à une crue de période de retour de 2 ans et 260 m³/s environ à la crue décennale. A titre de comparaison, les débits caractéristiques des rivières du secteur sont les suivants.

	Débit moyen du mois le plus sec*	Débit moyen du mois le plus humide*	Crue biennale	Crue décennale
L'III à Didenheim (amont de Mulhouse)	1,8 m ³ /s en août	11,3 m ³ /s en février	85 m ³ /s	130 m ³ /s
L'III à Colmar	6,0 m ³ /s en août	34,8 m ³ /s en février	170 m ³ /s	260 m ³ /s
La Doller à Reiningue (amont de Mulhouse)	1,0 m ³ /s en août	8,7 m ³ /s en février	98 m ³ /s	180 m ³ /s
La Thur à Staffelfelden	1,85 m ³ /s en septembre	11,6 m ³ /s en février	70 m ³ /s	120 m ³ /s
La Fecht à Ostheim (aval de Colmar)	1,86 m ³ /s en août	12,2 m ³ /s en février	65 m ³ /s	110 m ³ /s

* Moyenne sur la période 1974-1998 (source DIREN Alsace / SEMA).

Les lames de crues se répandent principalement dans les champs d'inondations de la plaine de l'III en amont et en aval de Mulhouse, entre Guebwiller et Colmar, entre Colmar et Sélestat sur près de 15 000 ha. Elles se produisent lors d'épisodes pluvieux longs et continus ou rapides et importants. Les débordements de cours d'eau correspondent en général à une fréquence inférieure à 5 ans sur les parties non aménagées, de 10 à 20 ans pour les parties protégées par les digues. Elles ont lieu le plus fréquemment entre la fin décembre et la fin mai.

3.5. LES NAPPES SOUTERRAINES DU PIEMONT HAUT-RHINOIS ET DE L'OCHSENFELD

3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité

L'aquifère de la plaine de l'Ill et de ses affluents vosgiens est le plus important et draine la quasi-totalité des eaux souterraines de la petite région. En comparaison, les aquifères du Massif Vosgien et des Collines Sous-Vosgiennes sont de très faible importance.

Dans la zone étudiée, la nappe de la plaine rhénane représente environ 1,4 milliard de m³ pour 360 km², pour une épaisseur moyenne de 40 m. Elle est alimentée :

- par les eaux de pluies qui s'infiltrent au travers des sols et des formations superficielles limoneuses qui recouvrent ces alluvions, soit 23 à 83 millions de m³ par an,
- par l'infiltration d'une partie des cours d'eau vosgiens et de l'Ill, soit environ 200 millions de m³ par an,
- par des apports latéraux.

Cette nappe est située à quelques mètres de profondeur (1 à 13 m pour les extrêmes, avec des variations de 2 à 4 m). Elle est sollicitée par de nombreux captages pour l'eau potable et pour l'irrigation. Cette portion de nappe présente sur la plupart des surfaces une grande vulnérabilité aux pollutions car les terrains sus-jacents sont souvent perméables et ne constituent pas une bonne protection.

Au niveau des cônes de déjection de la Fecht, de la Thur et de la Doller le sens d'écoulement est W/E ensuite l'écoulement de la nappe suit une orientation SW/NE, comme le réseau hydrographique correspondant. Les vitesses de circulation de la nappe sont rapides à l'embouchure des rivières vosgiennes (de 5 à 8 m/j), plus faibles au centre de la plaine, soit 0,8 et 1,0 m/j.

Les aquifères du Massif Vosgien et des Collines sous-vosgiennes sont des aquifères discontinus de faible étendue. Leurs ressources sont très limitées et reposent essentiellement sur l'infiltration des eaux de pluie. Cette ressource est d'une très grande vulnérabilité, car la protection assurée par les sols développés sur ces formations est très faible.

3.5.2. Qualité des eaux souterraines du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld

D'un point de vue général, l'eau est douce (moins de 15 d°fr). Elle devient plus dure au contact des milieux calcaires de plaine.

Pour les teneurs en **sulfates**, une concentration voisine de 30 à 100 mg/l est observée pour l'ensemble de la région. Des teneurs supérieures à 100 mg/l et dépassant 250 mg/l sont observées dans le bassin potassique le long de la Thur entre Thann et Ungersheim, mais notamment de Thann à Wittelsheim et entre Bollwiller et Pulversheim.

Pour les teneurs en **chlorures**, si le « fond naturel » est en principe de 30 à 100 mg/l, les teneurs observées sont supérieures au seuil de 100 mg/l sur la plupart des surfaces du fait de l'influence du bassin potassique et dépassent 200 mg/l de Staffelfelden à Colmar et à la base de l'Ochsenfeld selon un triangle Wittelsheim-Mulhouse-Ensisheim. Dans ces cas, cela peut conduire à des restrictions d'usage, y compris agricole.

Pour les teneurs en **nitrate**s (cf. carte au dos), ce sont les zones au pied des collines qui présentent les teneurs les plus élevées avec des valeurs souvent comprises entre 25 et 50 mg/l, et dépassant 50 mg/l dans plusieurs cas (en général jusqu'à 75 mg/l, localement jusqu'à 140 mg/l pour les extrêmes) :

- environs de Guebwiller et le long de la Thur jusqu'à Meyenheim,
- amont immédiat de Colmar et le long de la Fecht jusqu'à Houssen,
- glaciais de la base des collines viticoles au Nord de la région entre Bennwihr et St Hippolyte.

A proximité de l'III, les teneurs varient entre 10 et 25 mg/l.

Les teneurs élevées sont attribuables d'une part aux activités domestiques et industrielles (environ 1200 t N/an), et d'autre part aux activités agricoles (environ 800 t N/an). Les eaux de pluie chargées de nitrates après ruissellement et drainage naturel profond contribueraient en grande partie à la contamination des eaux souterraines.

Des augmentations significatives ont été constatées pour ces secteurs entre les années 70 et 80. Depuis, les teneurs ont continué à augmenter mais beaucoup plus légèrement. Elles ont même baissé dans certains cas.

Enfin, vis-à-vis des **micropolluants**, la nappe présente des contaminations locales partielles, principalement en pesticides (atrazine, simazine, diuron), ensuite en produits organohalogénés volatils (chloroforme et trichloréthylène notamment), enfin, pour les eaux issues du Massif Vosgien, en Arsenic.

Ainsi lorsqu'on considère les seuils réglementaires en usage en France pour l'alimentation en eau potable (0,1 µg/l par pesticide, 0,5 µg/l pour leur somme, 1 µg/l pour les organohalogénés et 50 µg/l pour l'arsenic), ces valeurs sont approchées ou dépassées dans de nombreuses situations.

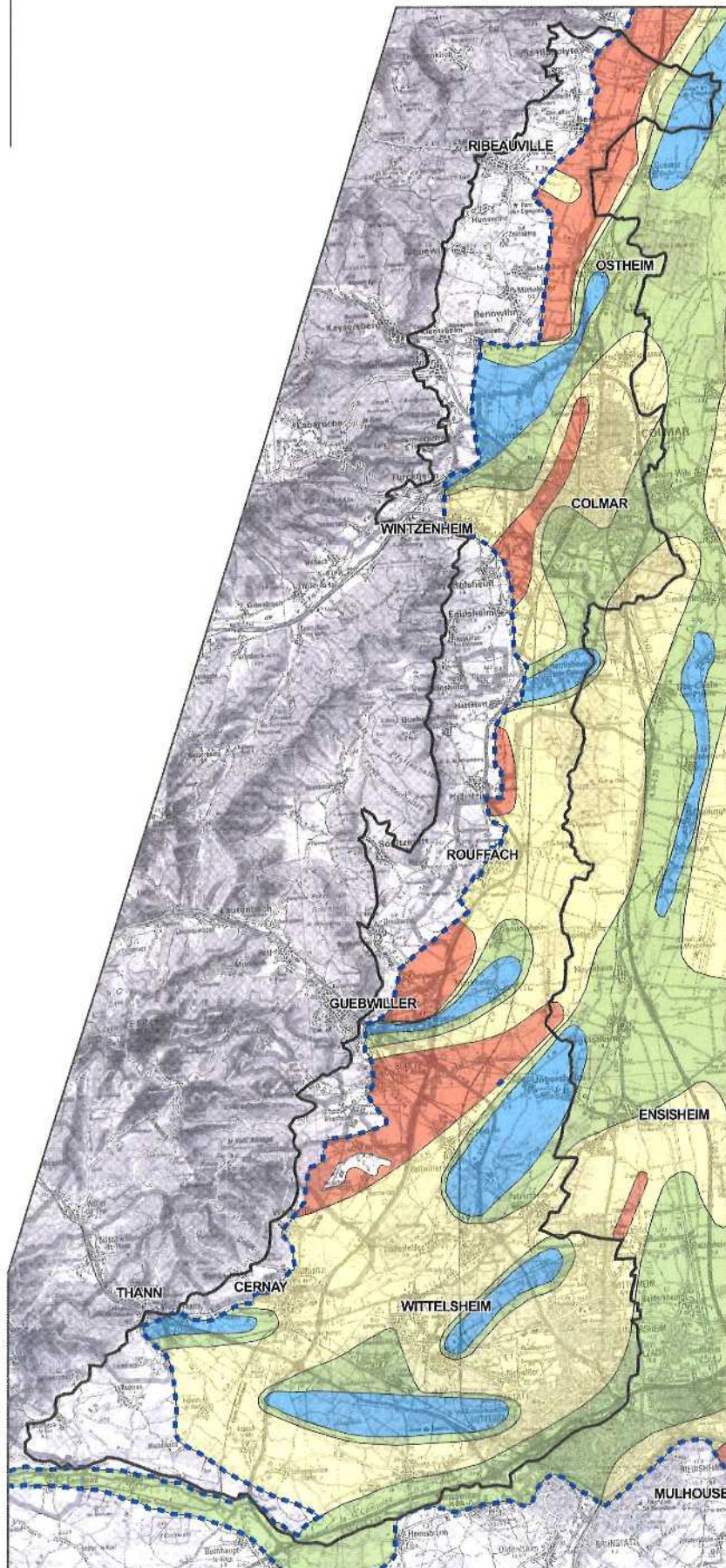
Sources des données :

-Opération Ferti-Mieux sur le Piémont haut-rhinois, analyse de la situation initiale et diagnostic hydrogéologique - Région Alsace, Agence de l'Eau Rhin-Meuse – (EAT Environnement, 1997)

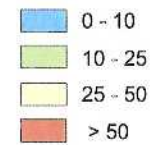
-Opération Ferti-Mieux sur le secteur du Piémont haut-rhinois – Diagnostic agronomique préalable sur les pratiques agricoles - Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin, 1997.

Teneurs en nitrates des eaux souterraines en bordure de plaine (1997)

Secteur du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld



Concentration en nitrates
(en mg/l)



Limite de la nappe rhénane
 Limite du guide des sols
Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld



Réalisation : Région Alsace / SIG
Données : Inventaire de la qualité des eaux
souterraines dans la Vallée du Rhin supérieur,
(1997, Région Alsace)
Fond de Carte : Extrait scan 100@
©IGN-Paris 2002 Autorisation n°7020046
Novembre 2002

CHAPITRE 4

OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER

Critères simples à retenir

4.1. LA PRATIQUE DE L'OBSERVATION PEDOLOGIQUE

L'observation d'un sol doit être réalisée en plusieurs étapes.

Dans un premier temps, l'observation pédologique doit être située au sein du paysage environnant. Elle n'est pas faite au hasard, mais à un endroit précis qui peut être déterminé de 2 façons : soit d'après l'homogénéité de la surface que l'on veut caractériser, soit d'après la présence d'anomalies que l'on veut analyser.

Dans un second temps seulement, on s'intéresse à la terre en elle-même. Celle-ci peut être observée et analysée progressivement :

➔ d'abord avec ses sens,

- **à l'oeil**, selon son état de surface (forme et quantité des cailloux, présence de sable, caractère lisse et battu, craquelé avec fentes de retrait...), sa couleur, l'occupation du sol, la présence de microreliefs (cuvette, chenal, butte...), de turricules de lombrics,...
- **au toucher**, pour évaluer la composition de la terre de surface en sables, limons et argiles,

➔ ensuite avec quelques outils simples,

- **la pissette d'acide chlorhydrique HCl** (acide que l'on trouve chez le droguiste, dilué 10 fois) qui renseigne sur le caractère calcaire ou non des sols en présence,
- **la tarière** enfin, qui permet de réaliser toutes les observations précédentes sur les couches sous-jacentes du sol. On accède ainsi jusqu'à 1,20 m de profondeur. Cette profondeur est dans de nombreux cas atteinte facilement par les racines des plantes cultivées. Le cas échéant, les couches de sol se différencient surtout par la couleur, la texture et la présence de taches rouille, grises ou noires en cas d'excès d'eau.

Toutes ces observations permettent d'attribuer différents caractères aux sols, de réaliser les regroupements d'observations semblables et d'effectuer un premier classement. Dans le cas du présent guide, cette méthode permet au praticien de vérifier l'appartenance du sol d'une parcelle à l'un des types décrits.

4.2. LES CRITERES D'OBSERVATION IMPORTANTS

4.2.1. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation

Les sols issus de matériaux calcaires sont en général calcaires, c'est-à-dire qu'ils font effervescence à l'acide chlorhydrique.

Les carbonates qu'ils contiennent (CaCO_3) sont alors transformés en calcium (Ca^{++}), soluble dans l'eau, et en gaz carbonique (CO_2), d'où les bulles que la réaction provoque. Cette transformation est également réalisée beaucoup plus lentement par l'eau de pluie qui se comporte comme un acide faible. On dit alors que le sol se décarbonate.

Plusieurs degrés de carbonatation / décarbonatation sont possibles vis-à-vis du "squelette" (correspondant aux sables grossiers et aux cailloux, fraction $> 0,2$ mm) et de la "matrice" (fraction $< 0,2$ mm) :

- Si tous les éléments du sol (matrice fine, sables et cailloux) sont calcaires, ce sont les **sols calcaires (C3)**,
- Si la matrice est décarbonatée en surface (30 à 50 cm de profondeur), mais non en profondeur, ou si la matrice est décarbonatée sur toute sa profondeur, mais pas le squelette, ce sont les **sols calciques à réserve calcaire (C2)**,
- Si la matrice et le squelette sont totalement décarbonatés, mais que le sol est saturé en Ca^{++} (cette saturation est indiquée par un rapport S/T voisin de 100 %), ce sont les **sols calciques ou décalcarifiés (C1)**,
- Si la matrice et le squelette sont décarbonatés et appauvris, voire dépourvus de Ca^{++} , ce sont les **sols décalcifiés (C0) et acides (AC)**.

Les sols (C2), (C1), (C0) forment ensemble les **sols décarbonatés**.

Le test à l'acide chlorhydrique doit être appliqué et observé séparément sur les éléments les plus fins non individualisables à l'oeil d'une part (éléments inférieurs à 0,2 mm : sables fins, limons et argiles), et sur les éléments les plus grossiers du squelette visibles à l'oeil d'autre part (éléments supérieurs à 0,2 mm : sables grossiers, graviers, cailloux...). Il permet alors simplement d'identifier les sols (C3), (C2) et le groupe (C1), (C0) et (AC). Ceci permet entre autres de distinguer le domaine rhénan du domaine de l'Ille et des rivières vosgiennes ainsi que les formes de transition.

Pour identifier séparément les sols (C1), (C0) et (AC), il faut ensuite reconnaître le matériau géologique en place afin d'identifier ses caractéristiques originelles, calcaires ou acidifiantes. La carte géologique est d'une aide précieuse en ce sens, mais ne dispense pas de la vérification sur le terrain, en particulier d'après les cailloux en place.

4.2.2. Les cailloux

Outre la taille des cailloux présents et leur abondance, il est important d'examiner leur forme et leur nature (calcaire ou siliceuse).

En effet, la nature des cailloux renseignera sur la réserve du sol en éléments chimiques tels que Ca^{++} et Mg^{++} surtout, mais aussi en fer et en manganèse par exemple ou en bien d'autres éléments. Elle renseigne donc sur les tendances potentielles calciques ou acidifiantes du sol.

La forme, quant à elle permettra de faire ici la différence entre les galets longuement roulés du domaine rhénan, donc bien polis et plutôt arrondis, des cailloux de formes plus irrégulières, encore striés et parfois subanguleux des rivières vosgiennes.

Au-delà de l'identification du type de sol, l'estimation de l'abondance des cailloux permettra de préciser la réserve en eau du sol utilisable par les plantes.

4.2.3. L'hydromorphie (gley et pseudogley)

Dans les vallées (Ill, Doller, Thur, Fecht et affluents), l'excès d'eau dans les sols se manifeste le plus souvent par une couche de gley (ou horizon " réductique ") apparaissant à moins de 1,2 m de profondeur (longueur d'une tarière standard).

Ce gley peut être soit **minéral**, de couleur gris-bleu, soit plus rarement **organique**, de couleur noire.

Ce type d'hydromorphie est toujours lié à la présence d'une **nappe alluviale permanente** dans le sol à faible profondeur (de 1 à 2 m). Cette hydromorphie est généralisée à la quasi-totalité des parties les plus affaissées des domaines alluviaux.

Elle doit être distinguée de l'hydromorphie de nappe perchée du type pseudogley (ou horizon " rédoxique "). Cette dernière est associée à une couche profonde enrichie en argile, principalement par lessivage, et de ce fait devenue quasi-imperméable. Les eaux de pluie infiltrées jusqu'à celle-ci forment alors **une nappe perchée temporaire**. Des taches de couleur bariolée rouille et gris apparaissent : elles correspondent aux différentes formes du fer en présence d'oxygène ou non.

Ces nappes perchées sont souvent associées aux sols limoneux anciens, parfois sableux, lessivés, d'origine alluviale ou éolienne, comme les lehms, assez bien représentés dans la région.

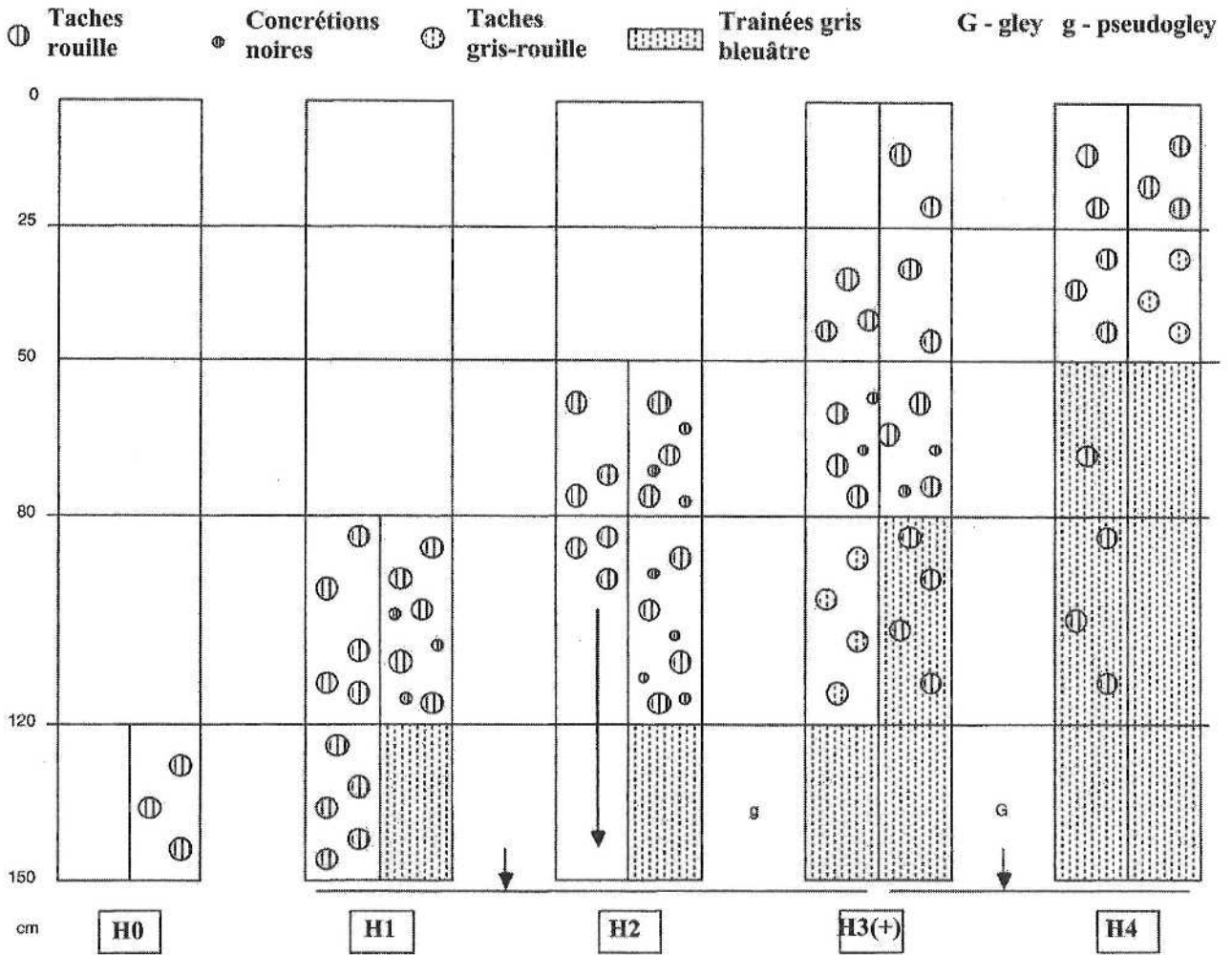
Plus rarement, les 2 types d'hydromorphie peuvent être présents dans le même sol.

Toutes les variantes citées existent dans la région.

Pour évaluer l'importance de l'hydromorphie, on observe la profondeur d'apparition des colorations rouille ou gris-bleu et leur intensité. Ceci permet d'apprécier alors le niveau d'hydromorphie et de le traduire en classes d'intensité conventionnelles pour faciliter l'échange d'information (voir tableau ci-dessous et illustration au dos d'après Favrot et Devillers, 1983).

Code	Description	Caractéristique
H0	Absence totale de tache rouille sur 120 cm à 130 cm	Sols à bon drainage interne
H1	Quelques taches rouille et concrétions au-dessous de 80 cm	Sols à drainage interne moyen
H2	Quelques taches rouille et bariolage brun et gris peu contrasté entre 50 et 80 cm ; éventuellement taches d'oxydo-réduction (plages rouille et grises) importantes à partir de 80 cm	Sols à drainage interne faible ou imparfait
H3	Taches rouille dès 20-30 cm sous l'horizon de labour et éventuellement taches d'oxydo-réduction importantes à partir de 50 cm	Sols à drainage interne très faible
H3+	Taches rouille dès la surface et taches d'oxydo-réduction importantes dès 30 cm	Sols à drainage interne extrêmement faible
H4	Plages rouille et grises dès la surface et gley apparaissant entre 50 et 120 cm (horizon grisâtre ou gris bleuté uniforme, putride). Cas observé dans les dépressions et les vallées.	

Niveaux et intensités des formes d'excès d'eau dans les sols : principes de notation (d'après JC Favrot, 1983)



4.3. LES ELEMENTS DE PEDOLOGIE POUR COMPRENDRE LES DESCRIPTIONS DE PROFILS

La description des sols repose sur la notion de profil pédologique composé d'une succession de couches différenciées : les horizons. Dans la pratique, on creuse une fosse pour observer et caractériser une unité de sol dans ses 3 dimensions. Pour rendre compte de ces observations, le référentiel pédologique propose une codification pour désigner les principaux horizons d'un profil.

⇨ **Pour les sols naturellement bien drainés**, différentes lettres majuscules sont utilisées. Tous les types d'horizons décrits ci-dessous ne figurent pas systématiquement dans un profil, mais on peut assez souvent observer depuis la surface et jusqu'en profondeur les successions suivantes :

EN SURFACE :

⇨ **A désigne l'horizon de surface, organo-minéral** et dont la structuration est d'origine biologique. Quand il est labouré, cet horizon est appelé LA.

En milieu forestier ou prairial, des horizons de surface très organiques peuvent apparaître. Ils sont désignés par les lettres OL, OF ou OH.

PLUS EN PROFONDEUR, peuvent apparaître des horizons S, E ou B.

⇨ **S désigne l'horizon minéral dépourvu de matière organique**. Il est le siège de mécanismes d'altération et correspond notamment à l'horizon structural des sols bruns.

⇨ **E correspond à un horizon de couleur claire appauvri en argile et/ou en fer** (horizon éluvial = horizon d'où les éléments partent).

⇨ **B désigne un horizon d'accumulations illuviales** appelé plus précisément BT quand il s'agit d'accumulation d'argile, ou BP quand il s'agit d'accumulation de produits amorphes (matière organique, aluminium, fer) comme c'est le cas dans les sols podzoliques.

ENFIN, EN FOND DE PROFIL, se distingue :

⇨ **C horizon minéral de profondeur** dont les constituants ont subi dans toute la masse une fragmentation importante et/ou une certaine altération géochimique, contrairement aux roches mères ou substrats sous-jacents.

ET TOUT EN BAS...

⇨ **R : roche mère dure, massive** ou peu fragmentée (granite, grès,...)

⇨ **M : roche mère meuble** ou tendre, telle que les marnes

⇨ **D : matériaux durs, fragmentés puis transportés** mais non consolidés avec une grande abondance d'éléments grossiers (cailloutis alluvial du Rhin, de l'Ill, des rivières vosgiennes ...).

⇨ **Pour les sols mal drainés, plus ou moins gorgés d'eau, et qualifiés d'hydromorphes, apparaissent des horizons bien spécifiques**

⇨ **En présence d'une nappe permanente** se développent des **horizons réductiques de gley réduit, notés Gr**, (couleur gris-bleu) ou quand la saturation en eau est périodiquement interrompue, des horizons de **gley oxydé, notés Go**, (gris-bleu avec temporairement des taches rouille clair) ;

➤ **En présence d'une nappe perchée temporaire** se trouvent des **horizons rédoxiques de pseudogley, notés g**, caractérisés par une juxtaposition de taches grises et de taches rouille vif ; par exemple horizon BTg des sols lessivés à pseudogley,

Certains autres signes, chiffres ou lettres minuscules peuvent être apposés au code des horizons pour désigner soit des caractères particuliers, soit des subdivisions de ces horizons principaux. Exemples :

h pour un horizon plus humifère que la norme, ca pour noter la présence de CaCO₃

S1, S2 pour subdiviser un horizon S présentant des variations pour un paramètre donné comme par exemple des taches d'oxydation plus nombreuses,

Les chiffres romains sont utilisés pour indiquer une superposition de différents matériaux, par exemple IIC et IIIC pour désigner des matériaux d'apport différents (par exemple : sables alluviaux en IIC, et argiles sédimentaires en IIIC).

4.4. LES ANALYSES DE TERRE ET L'OBSERVATION DU SOL

L'identification d'un type de sol repose sur une série d'observations qualitatives réalisées depuis la surface jusque vers 1 m de profondeur grâce à la tarière (§ 4.1). La caractérisation détaillée du sol fait appel à des analyses de terre réalisées horizon par horizon, à l'occasion d'ouverture de fosses ou de tranchées. Ces observations permettent de confirmer et de préciser les descriptions réalisées par ailleurs à la tarière et d'étudier l'enracinement.

Ce sont les informations issues de cette démarche qui sont présentées dans les fiches de sols qui suivent. Ces informations sont stables dans le temps, et extrapolables dans l'espace au niveau de précision souhaité pour le conseil technique agricole : c'est le principe même de ce guide.

L'analyse de terre réalisée par l'agriculteur ne concerne généralement que l'horizon le plus superficiel du sol, en général la couche labourée. Ainsi, même très complète, une analyse de terre ne peut pas être la seule base de l'identification du sol d'une parcelle : elle ne peut pas se substituer à l'observation du sol et à son interprétation. Par contre, sous certaines conditions, elle peut apporter sur quelques points une confirmation de l'identification réalisée par les observations de surface et de profondeur.

Elle doit comporter pour cela :

- une analyse granulométrique complète (argiles, limons, sables),
- le taux de matière organique,
- la teneur en calcaire total et le pH,
- la capacité d'échange en cations (CEC),

Elle doit en outre être réalisée sur un échantillon représentatif d'une zone homogène au sein d'une parcelle (dans la pratique, 12 prélèvements réalisés dans un cercle de 20 m de diamètre). Cette analyse, dite complète, est réalisée une fois pour toutes.

Par contre, l'analyse de terre est un outil de haute qualité pour apprécier et suivre l'évolution de la fertilité chimique d'une parcelle ou d'un groupe de parcelles établies sur le même type de sol et soumises au même système de culture et de fertilisation. Elle permet d'adapter les fertilisations en phosphore, potasse, magnésium, de décider d'un chaulage et de vérifier l'efficacité des applications.

Elle comporte alors :

- le taux de matière organique,
- la CEC (ou à défaut, le taux d'argile),
- les teneurs en cations échangeables K, Mg, Ca, Na
- le pH,
- le phosphore,
- des déterminations spécifiques choisies en fonction des cultures prévues : oligo-éléments, calcaire actif, etc...

Cette analyse doit être renouvelée tous les 4 ou 5 ans pour juger de l'impact des choix de fertilisation mis en oeuvre sur la fertilité chimique des parcelles.

Pour que les comparaisons dans le temps soient possibles, il faut impérativement travailler sur des échantillons représentatifs d'une même zone homogène au sein d'une parcelle, et repérable facilement à quelques années d'intervalle.

Mais attention, l'identification du type de sol et l'analyse de la terre de l'horizon labouré ne permettent pas de tout expliquer du comportement d'une culture : le peuplement obtenu, son enracinement en relation avec d'éventuels accidents de structure (de type semelle de labour), les attaques parasitaires, la conduite de l'irrigation sont autant d'éléments qui conditionnent l'obtention du rendement potentiel.

Le fichier régional d'analyses de terre et le guide des sols

L'enregistrement informatique de la plus grande partie des analyses de terre réalisées depuis 1980 par les agriculteurs de la région a permis de compléter utilement chaque fiche descriptive des principaux types de sols.

En effet, pour chaque type de sol, une sélection d'analyses de terre provenant de diverses parcelles et comportant une analyse granulométrique complète a été utilisée pour préciser la variabilité des textures de surface rencontrées au sein de ce type. Cette variabilité est figurée par une plage dans un triangle de texture en page 2 de chaque fiche.

Ce système constitue un indice supplémentaire pour l'identification du sol d'une parcelle donnée.

Il permet aussi de relativiser la représentativité du profil de sol illustrant chaque fiche.

Le fichier d'analyses de terre est géré par l'ARAA avec le concours de la SADEF. Il est associé au programme régional de base de données informatique sur les sols d'Alsace dont l'ARAA est maître d'ouvrage.

4.5. LEXIQUE

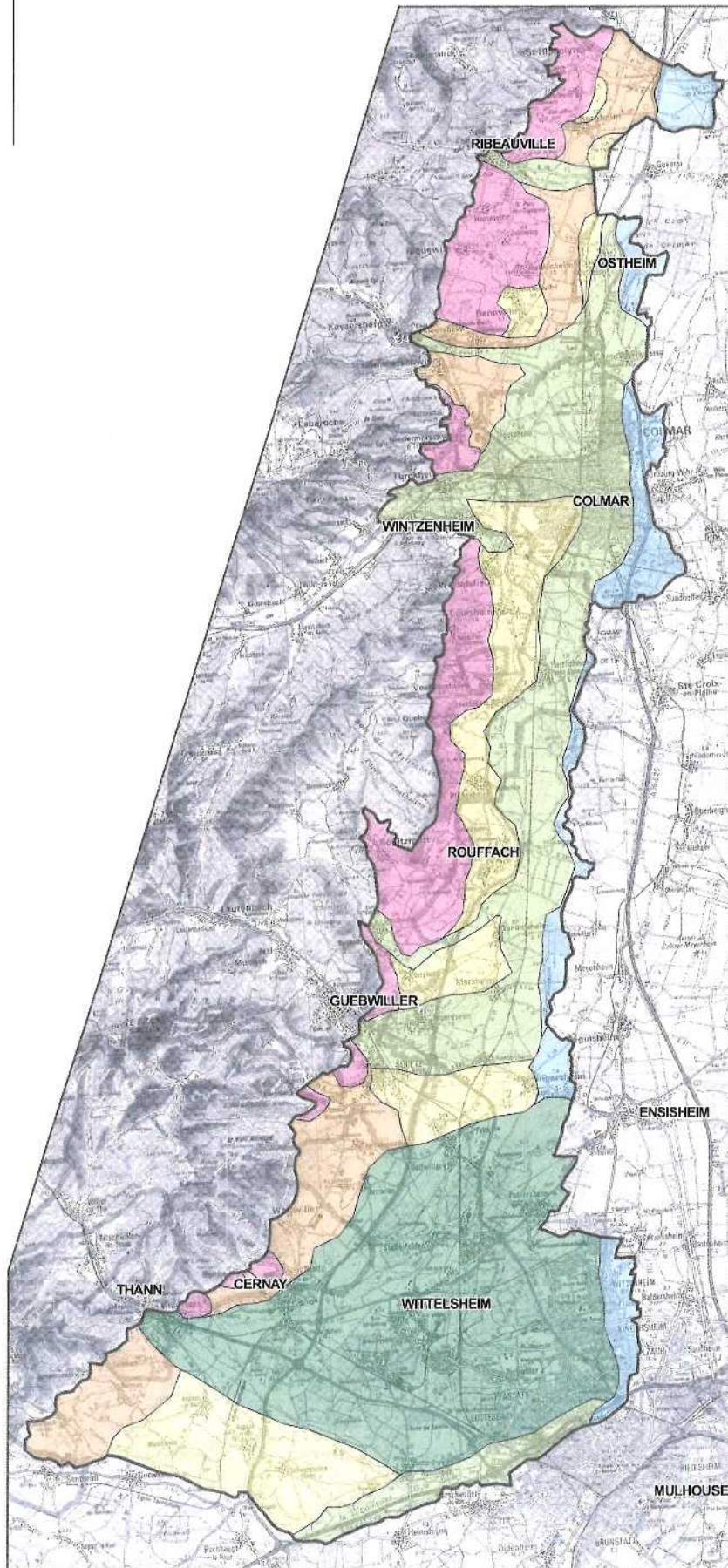
Battance, sol battant	Désagrégation puis tassement de la terre sous l'action de l'eau de pluie ou des irrigations qui, par sédimentation du limon et du sable fin, forment une croûte superficielle et continue à la surface du sol. Phénomène apparaissant dans les sols riches en limons et pauvres en argiles, en matière organique et en calcium.
Brun, brunification	Processus de base de l'édification des sols conduisant à la formation de complexes stables d'argile et d'humus reliés par des oxydes de fer. Ce processus donne une couleur brune au sol.
Capacité au champ	Capacité de rétention d'eau pour un sol en place, bien réhumecté puis ressuyé ; c'est la plus forte humidité du sol pour laquelle les transferts d'eau sont lents après que l'eau excédentaire se soit écoulée par gravité (drainage naturel). La capacité au champ correspond à la quantité maximale d'eau mise en réserve par le sol. Celle-ci varie avec la texture et la porosité du sol.
Capacité d'échange cationique (CEC ou T)	Quantité maximale d'éléments chimiques (cations échangeables) qu'un sol peut retenir sur son complexe argilo-humique. Elle est exprimée en milliéquivalents pour 100 g de matière sèche de sol.
Complexe argilo-humique (ou adsorbant)	Ensemble formé par les particules d'argiles et d'humus fortement liées entre elles par des oxydes de fer. Il conditionne la CEC.
Cône alluvial (Cône de déjection)	Partie aval des dépôts d'un torrent ou d'une rivière de montagne où se sont étalés les matériaux transportés.
CPCS	Système français de classification des sols élaboré en 1967 par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols. Il est depuis 1992-1995 remplacé par le Référentiel Pédologique (RP) dont l'élaboration a débuté en 1986.
Densité apparente (Da)	Rapport du poids au volume d'un sol sec non perturbé. Elle est mesurée sur l'ensemble de la fraction solide et des pores.
Désagrégation	Processus de fragmentation du sol affectant la structure du sol depuis les interactions entre particules d'argile jusqu'aux mottes de terre. Principaux mécanismes : dispersion physico-chimique, éclatement par piégeage d'air, fissuration par gonflement et retrait des argiles, impact mécanique des gouttes d'eau.
Drainage interne	Possibilité d'infiltration de l'eau en excès au travers des pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.
Erosion	Processus de détachement et de transport de matières solides. Il se traduit par un bilan d'exportation de matière par unité de surface. érosion diffuse (ou en nappe) : transport des particules au sein d'une lame d'eau répartie de façon quasi-uniforme à la surface du sol érosion concentrée : transport de particules de façon localisée dans des rigoles, des chenaux ou des ravines
ETM (Evapotranspiration maximale)	Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.
ETP (Evapotranspiration potentielle)	Elle correspond à l'ETM d'une culture donnée, sans restriction d'eau, bien adaptée et choisie comme référence dans des conditions climatiques données (généralement un gazon maintenu ras). Elle est aussi appelée évapotranspiration de référence.

ETR (Evapotranspiration réelle)	Evaporation d'un couvert végétal composée pour une part de l'évaporation directe de l'eau du sol et pour une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu (déficit climatique, vent...) et du couvert végétal dont les besoins en eau peuvent ne pas être satisfaits en totalité. Elle est exprimée en mm de hauteur d'eau. Elle est encore appelée évaporation réelle (pour un sol nu en condition d'humidité moyenne, on considère que $ETR = ETM = 0,5 ETP$).
Formation superficielle	Couverture géologique meuble, formée de matériaux alluviaux ou éoliens ou résultant de l'altération des roches massives et plus ou moins transportés.
Gley (Gr) (horizon réductique)	Horizon hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe permanente.
Gley minéral	Gley, de teinte gris-bleu, lié à une nappe à fortes oscillations, sans accumulation d'humus et de matières organiques.
Gley organique	Gley de teinte noire lié à une nappe à faibles oscillations conduisant à une accumulation d'humus et de matières organiques.
Gley oxydé (Go)	Gley de teinte gris-bleu avec temporairement des tâches rouille (zone de battement de la nappe)
Horizon	Couche de sol plus ou moins parallèle à la surface du sol, différenciée selon l'évolution du sol : couleur, texture, effervescence etc... et/ou selon la nature des dépôts géologiques
Humidité volumique à la capacité au champ	Humidité pondérale mesurée à la capacité au champ, multipliée par la densité apparente du sol. Notée V_m dans le modèle de lessivage des nitrates de Burns, elle est aussi parfois notée H_v .
Humus	Ensemble des composés organiques stables du sol issus de la transformation de la matière organique fraîche (litières et résidus de cultures).
Hydromorphie	Résultat de la saturation temporaire ou permanente de la porosité du sol par une eau peu renouvelée et donc peu ou pas oxygénée
Indice de battance (I_B)	Indice destiné à apprécier le risque de battance des sols. Il est calculé par une formule où intervient le rapport des teneurs en limons fins et grossiers sur les teneurs en argile et en matière organique (en pour mille).
Indice de pouvoir chlorosant (IPC)	Indice destiné à apprécier le risque de chlorose ferrique pour la vigne et les arbres fruitiers. Il est calculé par une formule où intervient le rapport entre le calcaire actif (en %) et le fer extractible (en ppm).
Infiltrabilité (capacité d'infiltration)	Quantité maximale d'eau pouvant s'infiltrer dans un sol par unité de temps sous des conditions précises (notamment conditions d'humectation). Elle dépend des constituants du sol et de l'arrangement de sa porosité. Elle varie dans le temps en fonction de l'état de saturation en eau du sol.
Lehm	Limons fins issus des loess et décarbonatés sur 1,5 m au moins.
Lehm-loess	Limons fins issus des loess et décarbonatés sur moins de 1 mètre.
Lessivé, lessivage	Entraînement mécanique des argiles et du fer par les eaux de gravité le plus souvent verticalement depuis les horizons supérieurs vers les horizons profonds du sol et parfois latéralement d'amont en aval d'un versant.
Limons de débordement	Limons fins des berges de rivières issus d'inondations lentes en plaine (décarbonatés sur 1,5 à 2 m au moins dans le cas de l'III).

Limons remaniés	Concerne des dépôts loessiques mélangés à des alluvions à proximité d'un cône alluvial, avec enfouissement parfois profond de loess auparavant affleurant.
Lixiviation	Entraînement en profondeur des sels solubles dans l'eau du sol (nitrates, bicarbonates, sulfates, chlorures, ...). Elle conduit à l'exportation de ces éléments du sol vers une nappe d'eau souterraine. Improprement appelée lessivage.
Loess (et levées loessiques)	Limons fins calcaires apportés par le vent et déposés sans stratification entre collines et plaine alluviale en Alsace.
Marne	Roche sédimentaire composite argilo-carbonatée, meuble et plastique.
Matrice	Fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille inférieure à 0,002 mm. Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules fines que l'on ne distingue pas à l'œil nu (< 0,2 mm, soit argiles + limons + sables fins).
Molasse (alsacienne)	Roche sédimentaire composite argileuse, carbonatée à l'origine mais souvent décarbonatée à l'affleurement, plastique et imperméable.
Nappe perchée (et temporaire)	Nappe superficielle d'origine pluviale formée au-dessus d'un horizon quasi-imperméable. Elle est présente dans les sols lessivés à pseudogley (aussi dénommés luvisols-rédoxisols).
Nappe permanente	Nappe phréatique profonde d'origine alluviale. Elle est souvent présente dans les sols à gley (aussi dénommés réductisols).
Perméabilité	Capacité d'un sol à laisser plus ou moins facilement s'écouler l'eau dans les pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.
Point de flétrissement permanent	Quantité d'eau retenue par le sol au moment où la plante n'arrive plus à l'extraire et commence à se flétrir. Le point de flétrissement est défini comme la teneur en eau à pF 4,2 (16 atmosphères = équivalent de la force de succion des racines), cette teneur varie avec la texture du sol.
Porosité	Volume des vides du sol (s'exprime en % du volume total).
Pouvoir épurateur	Capacité du sol à retenir et/ou recycler les matières organiques et les éléments minéraux apportés par des déchets, sans transfert de pollution vers les eaux ou les cultures.
Pouvoir fixateur	Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).
Pseudogley (g) (horizon rédoxique)	Horizon de sol hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe temporaire reposant sur un horizon quasi-imperméable.
Réduit/oxydé	Etats du fer. En conditions anaérobies, dans les sols à nappe permanente (gley), le fer est réduit et prend une couleur gris-bleuté. En conditions aérobies partielles, dans les sols à nappe temporaire (pseudogley), il est oxydé et de couleur rouille.
Référentiel pédologique (RP)	C'est une typologie qui fait le point sur tout ce que l'on sait à ce jour sur les sols du monde (domaine tropical excepté). Il remplace désormais la classification des sols de 1967 (dite CPCS)
Remanié	Se dit d'un dépôt repris et transporté par le ruissellement. S'applique en particulier aux matériaux limoneux éoliens mélangés à des alluvions de rivières vosgiennes.

Rendzine	Sol calcaire, peu profond, à pH supérieur ou égal à 8, riche en matière organique et en carbonates. Des cailloux calcaires sont généralement présents dans tous les horizons.
Réserve Utile en eau (RU)	Part accessible aux plantes du volume de porosité pouvant contenir durablement de l'eau. C'est une caractéristique relativement permanente d'un horizon ou d'un type de sol. Elle est exprimée sous forme d'une lame d'eau indépendante de la surface considérée (en mm d'eau). Teneur en eau comprise entre les valeurs de la capacité au champ et du point de flétrissement.
Rétrogradation	Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).
Riss	Avant-dernière glaciation de l'ère Quaternaire (-20 000 à -300 000 ans) ayant eu une influence importante sur les formations superficielles et les sols. C'est en particulier à cette époque qu'ont eu lieu les dépôts éoliens massifs de matériaux limoneux les plus proches du Sundgau, soit les lehms actuels.
Ruissellement	Ruissellement de surface : écoulement de l'eau à la surface du sol sous l'effet de la pente. Ruissellement hypodermique : écoulement rapide de l'eau du sol à faible profondeur (20 à 60 cm) sur un horizon plus ou moins imperméable, tel une semelle de labour.
Saturation en eau	Correspond à une occupation par l'eau de tous les vides disponibles du sol. C'est le cas dans une nappe.
Saturation du complexe adsorbant (Saturé-désaturé)	Rapport entre la somme des cations échangeables effectivement présents sur le complexe adsorbant (S) et la capacité d'échange cationique (T). Si $S/T = 1$, le complexe est saturé ou à saturation (surtout lié à la présence de calcium), s'il est < 1 , il est désaturé.
Squelette	En classification analytique (=notation des analyses granulométriques) il correspond à la fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille supérieure à 0,002 mm. Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules grossières du sol dont on distingue les composants à l'œil nu ($> 0,2$ mm, soit les sables grossiers, les graviers, les cailloux...).
Stabilité structurale	Résistance du sol aux processus de désagrégation des agrégats (éléments structuraux du sol), évaluée au laboratoire par des tests de comportement des agrégats en particulier sous l'action de l'eau.
Terrasses alluviales	Dépôt plat d'alluvions généralement grossières à la base, le plus souvent anciennes (ancien fond de vallée) et à contour marqué dans le paysage par un talus continu.
Tourbeux, tourbescent	Etat des matières organiques peu décomposées (tourbeuses) ou humifiées (tourbescentes) de sols hydromorphes.
Vitesse d'infiltration (conductivité hydraulique à saturation)	Définit la perméabilité d'un sol à l'eau de gravité en conditions de saturation hydrique de la porosité du sol. Elle s'exprime en mm/h ou en m/j.
Würm	Dernière glaciation de l'ère Quaternaire (-10 à -12 000 ans) ayant eu une influence importante sur les formations superficielles et les sols. C'est en particulier à cette époque qu'ont eu lieu les derniers dépôts éoliens massifs de matériaux limoneux, soit la plupart des loess actuels.

Carton géomorphologique des paysages de la petite région naturelle "Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld"



Unités géomorphologiques

- Alluvions des rivières vosgiennes
- Ochsenfeld
- Glacis de piémont
- Loess et lehm
- Plaine de l'Ill
- Coteaux viticoles

Limite du guide des sols
Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld



CHAPITRE 5

LES TYPES DE SOLS DU PIEMONT HAUT-RHINOIS ET DE L'OCHSENFELD

Guide pour la lecture des fiches et l'identification des sols sur le terrain

Le système proposé repose sur trois entrées possibles :

❶ une **clé d'identification** (cf. page suivante) associée à une carte de localisation, permet de s'orienter vers les fiches de sol correspondant à la situation rencontrée, à partir de données simples : localisation dans le paysage à l'aide du carton géomorphologique des paysages de la région naturelle du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld (ci-contre), paramètres facilement identifiables de carbonatation, pierrosité, hydromorphie, couleur du sol...

❷ l'utilisateur disposant de plus de temps et ayant déjà acquis une bonne connaissance régionale peut feuilleter directement les **fiches** de sols.

❸ en consultant le **zonage agro-pédologique**, présenté hors texte à la fin du document, l'utilisateur se reporte à l'une ou l'autre fiche de sol recherchée. Ce zonage complète la clé d'identification.

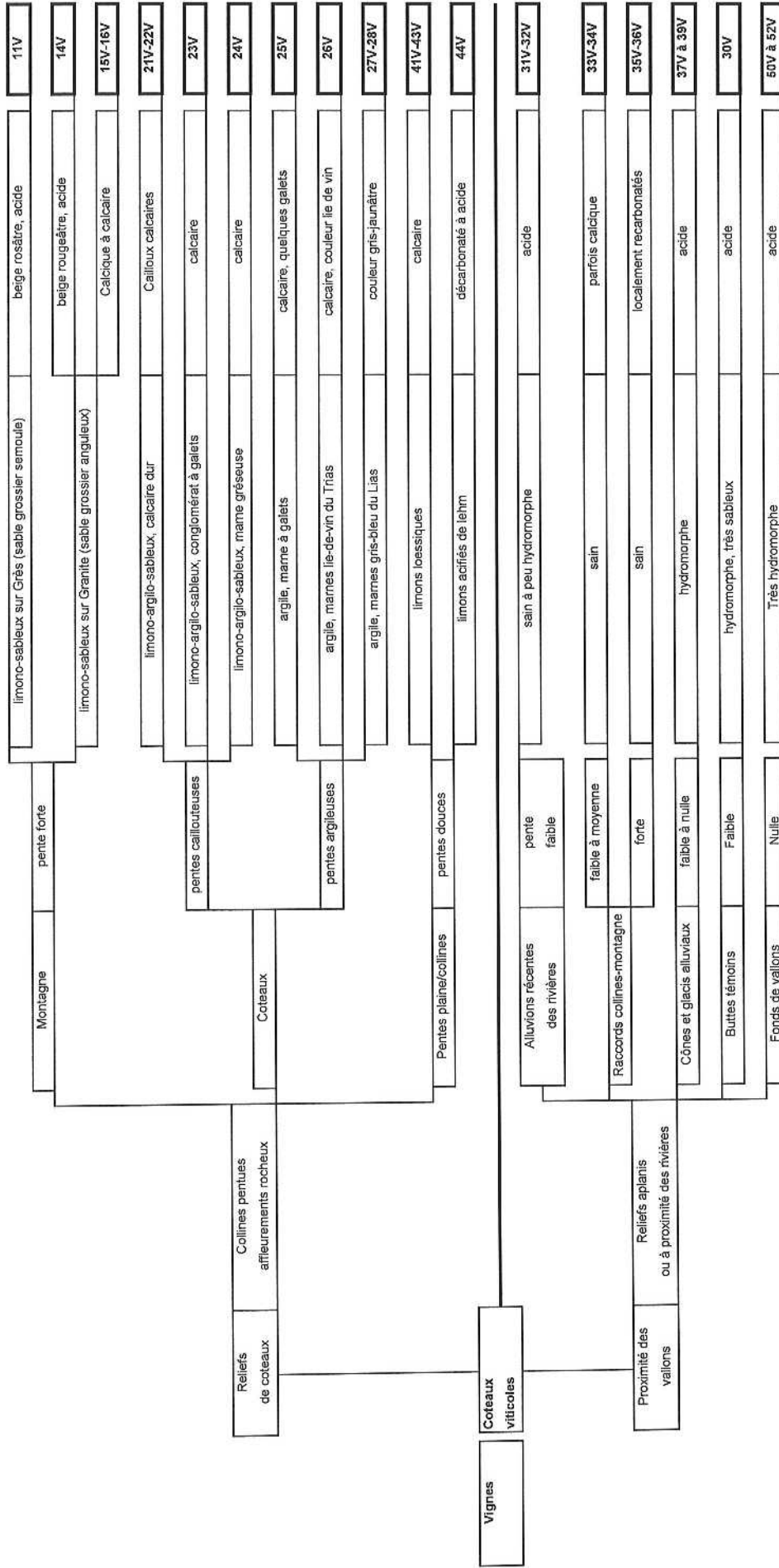
L'identification définitive sur le terrain ne peut de toute façon être réalisée que par un ensemble d'observations concordantes avec celles proposées sur la première page de chaque fiche à la rubrique "critères de reconnaissance" : c'est un principe analogue à celui du "retour à la parcelle" défini dans la méthode du secteur de référence (JC Favrot, 1977).

5.1. LA CLE D'IDENTIFICATION DES FICHES DE SOLS

Elle est présentée en deux volets à la suite.

CLE D'IDENTIFICATION ET DE LOCALISATION DES UNITES DE SOLS DU PIEMONT HAUT-RHINOIS ET DE L'OCHSENFELD

Occupation du sol dominante	Position topographique	Localisation	Type de relief	Pente Aspect de surface	Texture de surface matériau hydromorphe	Particularité Couleur surface, CaCO3 prof. ou Cx	Fiche n°					
Grandes cultures	vallées planes de l'ill et des rivières vosgiennes	Sud de Colmar	Plaine alluviale		limono argilo-sableux, hydromorphe	beige, décarbonaté	19					
					limono argilo-sableux, sain	beige, décarbonaté	20					
					argilo-limoneux, hydromorphe	beige-olive, décarbonaté	22					
					limono-argilo-sableux, sain	caillouteux, décarbonaté	21					
					limono-argileux, sain	beige, décarbonaté	23					
					argilo-limono-sableux, hydromorphe	beige-grisé, décarbonaté	25					
						cailloux épars, décarbonaté	24					
					sablo-argilo-limoneux, hydromorphe	acide	3					
					limono-sabio-argileux, hydromorphe	beige-rosâtre, tassé à 40-80 cm	5					
						acide	4					
Grandes cultures	rivières vosgiennes et Ochsenfeld	Nord de Colmar	Plaine alluviale	Cultivée	sabio-argilo-limoneux	acide, NaCl en excès	6					
					sablo-argilo-limoneux, superficiel (20-40 cm)	nombreux galets	1					
					limono-argileux, profond (> 80 cm)	peu de galets	2					
					Dépôts loessiques (calcaires)	buttes, versants	Pente faible à moyenne	limoneux, sain	calcaire	12		
								limono-argileux, sain	calcaire	13		
								limono-argileux, hydromorphe	calcaire	14		
					Glacis de piémont Loess et lehm	Dépôts limoneux (décarbonatés)	Vallons	humide	Pentes douces	limono-argileux, hydromorphe	Calcaire à 80-100 cm	15
										limono-argileux, hydromorphe	non calcaire	16
										limon argilo-sableux, hydromorphe	rougeâtre, acide	7
										limon argilo-sableux, peu ou pas hydromorphe	beige-jaunâtre, calcique à calcaire	8
limon sabio-argileux, hydromorphe	rosâtre, acide	9										
argile limono-sableuse, hydromorphe	beige-brun, calcique	11										
limon argilo-sableux, hydromorphe	beige rosâtre, acide	10										
limono-argileux, hydromorphe	beige clair, acide	18										
Pentes Plaine/collines	Pentes N de Colmar	humide	Pentes S de Guebwiller	limon argilo-sableux, hydromorphe						rougeâtre, acide	17	
				limon argilo-sableux, hydromorphe						rougeâtre, acide	17	



5.2. LES FICHES DE SOLS

Trois ensembles de fiches ont été constitués : le premier comporte les fiches spécifiques à la région d'étude, en tout 18 fiches détaillées. Le second comporte des fiches simplifiées marginales pour la région d'étude, soit 6 fiches, qui ont été détaillées dans d'autres guides des sols (Plaine Sud-Alsace, Plaine Centre-Alsace, Sundgau et Jura alsacien). Le troisième correspond aux sols du vignoble alsacien pour lesquels les renvois indiqués permettent de se reporter à l'étude détaillée réalisée antérieurement (Etude des sols et paysages du vignoble alsacien, CIVA, Sol Conseil, 1990).

Chaque fiche détaillée se présente en 4 pages :

- **une première page** permet de confirmer l'identification du sol à l'aide de critères simples de reconnaissance :
 - à l'oeil,
 - au toucher,
 - à l'aide d'une pissette d'acide chlorhydrique dilué (HCl),
 - à l'aide d'une tarière.

Une photo ou un schéma assorti d'un texte court illustre soit la place du sol dans le paysage, soit une particularité de la situation décrite.

- **une deuxième page** présente un exemple de profil avec sa description morphologique et physico-chimique pour illustrer la fiche. La variabilité des textures de l'horizon de surface est illustrée dans un triangle des textures GEPPA, présenté en bas de page et réalisé après compilation des analyses de sols du fichier d'analyses de terre de la base données régionale sur les sols d'Alsace.
- **une troisième page** présente les caractères généraux et les contraintes du sol vis-à-vis des cultures et leurs conséquences pour la production agricole et l'environnement. Des observations sur l'enracinement du maïs sont présentées lorsqu'elles sont disponibles.
- **sur la quatrième page**, des caractéristiques agronomiques sont examinées et commentées. Par ailleurs, une courbe d'évolution simulée du lessivage des nitrates en conditions hivernales illustre le risque évoqué en contrainte.

Les fiches simplifiées comportent 2 pages :

- **une première page** permet de confirmer l'identification du sol à l'aide des critères simples de reconnaissance, la place du sol dans le paysage, ainsi que les caractères généraux du sol,
- **une deuxième page** présente un exemple de profil avec sa description morphologique et physico-chimique pour illustrer la fiche, ainsi que les atouts et les contraintes du sol vis-à-vis des cultures et leurs conséquences pour la production agricole et l'environnement.

Comment lire les fiches de sols ?

Une maquette des fiches de sols est présentée en annexe 5. Elle permet au lecteur de savoir où trouver les informations qu'il recherche. Elle indique également comment certaines données ont été recueillies et surtout quelles conventions ont été retenues pour noter ces données. Ces compléments d'information permettent une analyse critique des observations inscrites dans chaque fiche de sol.

Par ailleurs, le lecteur trouvera également les renvois aux divers chapitres du guide des sols qui proposent une analyse et une synthèse de certaines données.

Enfin un volet dépliant permet d'avoir en cours de lecture des fiches, les définitions des variables descriptives complexes et les valeurs de classes utilisées en page 3 de ces fiches.

Ainsi, les fiches désignent les principales contraintes dont il faut tenir compte. Elles doivent être complétées par des analyses adaptées à chaque objectif d'application parcellaire visé.

A l'aide de ces données de base, chaque culture pourra par exemple être calée sur un objectif de rendement selon un modèle de potentialité agronomique.

En attendant ce modèle agronomique plus élaboré, on pourra se rapprocher des organismes de conseils techniques locaux et régionaux pour compléter ces premières données pédologiques et climatiques.

Les sols spécifiques du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld (18 fiches détaillées)

- Les sols des alluvions des rivières vosgiennes, Ochsenfeld inclus (6 fiches)

Alluvions non hydromorphes

Fiche n° 1 : Sable argilo-limoneux superficiel, acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes p. 47

Fiche n° 2 : Limon argileux profond, sain à faiblement hydromorphe, sur alluvions vosgiennes p. 51

Alluvions hydromorphes

Fiche n° 3 : Sable argilo-limoneux hydromorphe, sur alluvions vosgiennes p. 55

Fiche n° 4 : Limon sablo-argileux hydromorphe, à gley, sur alluvions vosgiennes p. 59

Fiche n° 5 : Limon sablo-argileux, induré en profondeur, hydromorphe sur alluvions vosgiennes p. 63

Fiche n° 6 : Sable argilo-limoneux, peu profond, dégradé en surface par salure secondaire p. 67

- Les sols du glacis de piémont (5 fiches)

Le glacis de piémont au Nord de Colmar

Fiche n° 7 : Limon argilo-sableux profond, hydromorphe de glacis p. 71

Fiche n° 8 : Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe de glacis sur loess remanié p. 75

Le glacis de piémont au Sud de Guebwiller

- Fiche n° 9** : Limon sablo-argileux, moyennement profond, hydromorphe de glacis p. 79
- Fiche n° 10** : Limon argilo-sableux hydromorphe sur alluvions vosgiennes p. 83
- Fiche n° 11** : Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur molasse alsacienne et conglomérat p. 87

- Les sols limoneux de loess et de lehm (7 fiches)

(correspondances avec guide des sols « Sundgau et Jura alsacien »)

Les loess

- Fiche n° 12** : Limon calcaire profond des levées loessiques (fiches 1 à 2 du guide Sundgau) p. 91
- Fiche n° 13** : Limon argileux calcaire profond des vallons loessiques (fiche 3 du guide Sundgau) p. 95
- Fiche n° 14** : Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond, hydromorphe des vallons humides loessiques (fiche 4 du guide Sundgau) p. 99

Les lehms

- Fiche n° 15** : Limon argileux décarbonaté profond des levées loessiques (fiche 7 à 8 du guide Sundgau) p. 103
- Fiche n° 16** : Limon argileux à argile limoneuse légèrement acide hydromorphe profond des collines de lehm (fiche 12 et 13 du guide Sundgau) p. 107
- Fiche n° 17** : Limon argileux à argile limoneuse, érodé, profond des collines de lehm (fiche 14 du guide Sundgau) p. 111
- Fiche n° 18** : Limon à limon argileux acide hydromorphe des vallons des collines de lehm (fiche 16 du guide Sundgau) p. 115

Les sols à la marge du Piémont haut-rhinois (7 fiches simplifiées)

- Les sols de la plaine de l'III au Sud de Colmar (4 fiches)

(correspondances avec guide des sols « Plaine Sud-Alsace »)

- Fiche n° 19** : Limon argilo-sableux hydromorphe de la plaine de l'III (fiche 1 du guide Plaine Sud-Alsace) p. 119
- Fiche n° 20** : Limon argilo-sableux sain de la plaine de l'III (fiche 2 du guide Plaine Sud-Alsace) p. 121
- Fiche n° 21** : Limon argilo-sableux superficiel de la plaine de l'III (fiche 3 du guide Plaine Sud-Alsace) p. 123

Fiche n° 22 : Argile limoneuse hydromorphe de la plaine de l'III (fiche 4 du guide Sud-Alsace) p. 125

- Les sols de la plaine de l'III au Nord de Colmar (3 fiches)

(correspondances avec guide des sols « Plaine Centre-Alsace »)

Fiche n° 23 : Limon à limon argileux sain et profond de la plaine de l'III (fiche 5 du guide Plaine Centre-Alsace, 1^{ère} édition) p. 127

Fiche n° 24 : Argile limono-sableuse hydromorphe et caillouteuse de la plaine de l'III (fiche 6, guide Plaine Centre-Alsace, 1^{ère} édition) p. 129

Fiche n° 25 : Argile limono-sableuse hydromorphe du Ried gris de l'III (fiche 7 du guide Plaine Centre-Alsace, 1^{ère} édition) p. 131

3. Les sols du Vignoble Alsacien

(18 ensembles selon légende simplifiée, dont 12 spécifiques au vignoble des coteaux) p. 133

Ces sols ne font pas l'objet de fiches, mais simplement d'une synthèse (pages 133 à 137). Pour plus d'informations, on se reportera à l'étude correspondante réalisée par Sol-Conseil en 1990 pour le compte du CIVA (Etude des sols et des paysages du vignoble alsacien).

5.3 LE ZONAGE AGRO-PEDOLOGIQUE

ETABLISSEMENT DU ZONAGE : modalités d'élaboration et données utilisées

Le zonage que nous présentons ici correspond pour partie à la transposition simplifiée au 1/100 000^{ème} d'une cartographie des sols réalisée au 1/50 000^{ème} pour la Mission Recyclage Agricole du Haut-Rhin (MRA 68) d'Octobre 1998 à Juin 2001, sous maîtrise d'œuvre de l'ARAA (maîtres d'ouvrage principaux : Ademe et Agence de l'Eau Rhin-Meuse).

Celle-ci a été menée en 4 temps :

- l'exploitation des données antérieures réalisées sur le périmètre notamment au cours des 10 dernières années, soit une vingtaine de documents pédologiques (cf. annexe 4),
- l'étude des sols des secteurs non cartographiés à la précision du 1/50.000^{ème}, c'est-à-dire avec en moyenne 1 sondage pour 15 ha et 1 profil de sol pour 350 ha,
- la réalisation de la carte au 1/50.000^{ème}, assortie d'une typologie des sols d'ensemble et les correspondances à la fois avec les études antérieures et les 5 guides des sols couvrant ce périmètre (Centre Alsace, Sud Alsace, Sundgau, Piémont bas-rhinois et Piémont haut-rhinois),
- l'informatisation de toutes les données dans la base de données régionale sur les sols d'Alsace.

Ces 4 phases ont permis de proposer une description homogène des sols, et de leurs caractéristiques avec une cartographie reportée sur un fond topographique au 1/50.000^{ème}.

Une agrégation des unités de sols a permis d'aboutir au zonage au 1/100 000^{ème}. Le zonage des sols spécifiques du vignoble a pour sa part été réalisé à partir de l'étude des sols et des paysages du vignoble alsacien au 1/25 000^{ème}.

La cartographie semi-détaillée au 1/50 000^{ème} et le guide des sols avec un zonage simplifié au 1/100 000^{ème} sont complémentaires et permettent une présentation accessible des sols de la région à différentes échelles (le profil de sol, l'unité de sol et ses variantes, la parcelle et le paysage).

Le zonage réalisé au 1/100 000^{ème} est inséré hors texte à la fin du document

Types de paysages Guide 12	Unités cartographiques		Unités (et fiches) de sols (US)		US/UC %	Guide (*)		
	N°	Type	N°	Description simplifiée				
1 - Alluvions des rivières vosgiennes Ochsensfeld Sols de plaine généralement superficiels et caillouteux	1	Lit mineur à proximité des rivières Surfaces caillouteuses	1	Sable argilo-limoneux superficiel, acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes	60	-		
			2	Limon argileux profond, sain à faiblement hydromorphe sur alluvions vosgiennes	40	-		
	2	Lit majeur et terrasses éloignées des rivières Surfaces très caillouteuses	1	Sable argilo-limoneux superficiel, acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes	40	-		
			2	Limon argileux profond, sain à faiblement hydromorphe sur alluvions vosgiennes	15	-		
Sols de plaine non caillouteux et hydromorphes	3	Plaine alluviale plus ou moins humide	3	Sable argilo-limoneux, acide, hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	100	-		
			var.	3	Sable argilo-limoneux, calcique à calcaire, hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	100	-	
	4	Cuvettes très humides	4	Limon sablo-argileux hydromorphe, à gley sur alluvions vosgiennes	95	-		
			/	Limon argilo-sableux à argile, caillouteux, profond et très hydromorphe sur alluvions à tendance argileuse	5	50à62 V		
	Sols de pentes faibles entre plaine et collines (sols lessivés de glaciés)	6	Terrasses planes (localisées vers Houssen)	5	Limon sablo-argileux, induré en profondeur, hydromorphe sur alluvions vosgiennes	100	-	
				7	Limon argilo-sableux profond, hydromorphe de glaciés	75	-	
7		Glaciés à pente faible (2 à 5 %) non calcaire (Nord de Colmar)	6var	Sable-argilo-limoneux profond, hydromorphe, dégradé en surface et en profondeur par salure secondaire	1	-		
			/	Limon sableux à sablo-argileux, caillouteux, profond, acide et hydromorphe sur alluvions vosgiennes	20	37à39 V		
			/	Limon sableux à sable limoneux, profond, acide et très hydromorphe sur argile en profondeur	4	30 V		
			8	Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe de glaciés sur loess remanié	100	-		
9		Glaciés à pente faible (2 à 5 %) non calcaire (Sud de Colmar)	9	Limon sablo-argileux, moyennement profond, hydromorphe de glaciés	75	-		
			/	Limon sableux à sablo-argileux, caillouteux, peu à moyennement profond, acide à calcique (parfois calcaire) sur glaciés d'alluvions vosgiennes	20	33-34 V		
/			/	Limon sableux à sablo-argileux ou argilo-sableux, caillouteux, profond, acide à calcique sur glaciés d'alluvions vosgiennes	5	35-36 V		
			10	Fonds de vallons	10	Limon argilo-sableux, hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	100	-
11	Buttes et collines marquées (pente 5 à 7 %)	11	Argile limono-sableuse, calcique, hydromorphe, sur molasse alsacienne et conglomérat	100	-			
		12	Limon calcaire profond des levées loessiques	60	1-2 S			
2 - Collines de loess et de lehm Loess	12	Hauts de buttes et versants	13	Limon argileux calcaire profond des vallons loessiques	10	3-S		
			14	Limon argileux à argile limoneuse calcaire profond hydromorphe des vallons humides loessiques	5	4-S		
			/	Limon à limon argileux, calcaire, profond sur loess et lehm-loess	25	41-43 V		
Loess-lehm	13	Pentes faibles des collines	15	Limon argileux décarbonaté profond des levées loessiques	75	7-8 S		
			/	Limon à limon argileux, calcaire, profond sur loess et lehm-loess	20	41-43 V		
			/	Limon argileux à argile limoneuse, acide, profond, hydromorphe sur lehm	5	44 V		
Lehm	14	Pentes faibles à très faibles des collines	16	Limon argileux à argile limoneuse légèrement acide hydromorphe, profond des collines de lehm	100	12-13 S		
			17	Limon argileux à argile limoneuse, érodé, profond des collines de lehm	100	14-S		
			18	Limon à limon argileux acide hydromorphe des vallons des collines de lehm	100	16-S		
3 - Alluvions limoneuses de l'Ill Sud de Colmar	17	Berges de l'Ill à tendance sableuse	19	Limon argilo-sableux hydromorphe de la plaine de l'Ill	100	1-SA		
			18	Surfaces planes limoneuses	20	Limon argilo-sableux sain de la plaine de l'Ill	100	2-SA
			19	Surfaces planes caillouteuses	21	Limon argilo-sableux superficiel de la plaine de l'Ill	100	3-SA
			20	Cuvettes de décantation	22	Argile limoneuse hydromorphe de la plaine de l'Ill	100	4-SA
Nord de Colmar	21	Plaine non inondable	23	Limon à limon argileux, sain et profond de la plaine de l'Ill	100	5-CA		
			22	Plaine inondable	24	Argile limono-sableuse hydromorphe et caillouteuse de la plaine de l'Ill	100	6-CA
			23	Plaine inondable (Ried gris)	26	Argile limono-sableuse hydromorphe du Ried gris de l'Ill	100	7-CA
4 - Coteaux viticoles Socle siliceux de la montagne	24	Grès	/	Limon sableux, profond, hydromorphe sur grès	100	11-V		
			25	Granites	/	Limon sableux à sable limoneux, irrégulièrement profond, caillouteux sur granites	90	14-V
Collines à calcaires durs	26	Calcaires durs	/	Limon sableux à sable limoneux, irrégulièrement profond, caillouteux, calciques sur granites	10	15-16 V		
			/	Limon argilo-sableux à sable limono-argileux, calcaire, peu à moyennement profond et caillouteux sur calcaire dur	100	21-22 V		
Collines argilo-calcaires et mameuses	27	Conglomérats tertiaires	/	Limon sableux à limon argilo-sableux, calcaire à calcique, peu à moyennement profond et caillouteux (galets du conglomérat)	100	23-V		
			/	Limon sableux à limon argilo-sableux, calcique à décarbonaté, moyennement profond et caillouteux (galets calcaires)	100	24-V		
			/	Limon argilo-sableux, calcaire, profond sur marne et argile	50	25-V		
/			/	Limon argileux à argile limoneuse (ou argile sableuse), irrégulièrement profond, calcaire sur marne	30	26-V		
			/	Argile limono-sableuse à argile sableuse, profonde, calcaire à décarbonatée, localement hydromorphe, sur marne	20	27-28 V		

(*) : CA - Guide Centre Alsace / SA - Guide Sud Alsace / S - Guide Sundgau et Jura Alsacien / V - Etude Vignoble Alsacien

LES FICHES DE SOL

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Sable argilo-limoneux superficiel,
 acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes**

1

**Sol sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux peu profond (20-40 cm, 50-60 cm au plus),
 caillouteux, sur alluvions vosgiennes.**

Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.2

Classification CPCS : Sol alluvial superficiel acide et caillouteux - Classification RP : Fluvisol leptique caillouteux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe immédiatement au pied des cônes alluviaux des rivières vosgiennes (Doller, Thur, Lauch et Fecht). Il est présent surtout dans le cône alluvial de la Thur qui correspond à l'essentiel de l'Ochsenfeld. Il correspond à des dépôts d'alluvions grossières anciennes et récentes d'origine vosgienne.

Ce sol situé à proximité des rivières, présente une faible épaisseur et localement dans quelques cuvettes un léger excès d'eau.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement bois et prairies, maïs irrigué

Etendue estimée : 15 à 20 %



Ces sols présentent une alternance de plages plus ou moins caillouteuses et de cuvettes plus humides

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Vallées vosgiennes du Sud de l'Alsace (d'orientation Ouest-Est)

- Position dans le paysage :

Cônes alluviaux des rivières vosgiennes au pied de la montagne (Thur, Doller, Fecht...)

- Matériau :

Matériau sablo-caillouteux, acide, brun noir à beige clair à faible profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre nombreux cailloux

au toucher (surface) :



- Texture sablo-argilo-limoneuse à limono-sablo-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol superficiel (< 0,5 m) ; lit de gros galets au delà

Région naturelle N° 12

Alluvions des rivières vosgiennes

Sol sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux peu profond (20-40 cm, 50-60 cm au plus), caillouteux, sur alluvions vosgiennes.

Fiche de sol n°
Sable argilo-limoneux superficiel,
acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes

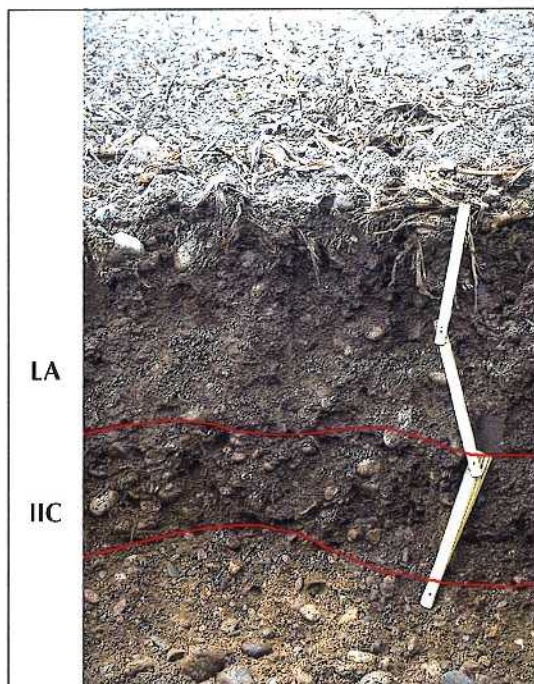
1

UN EXEMPLE DE PROFIL

Cernay : X = 961,4 - Y = 2320,9

Avril 1999 - Parcelle en maïs

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0-35 cm) - Sable argilo-limoneux, brun jaune foncé (10 YR 34), structure polyédrique (20 mm), meuble, non plastique, nombreuses racines. Peu caillouteux.

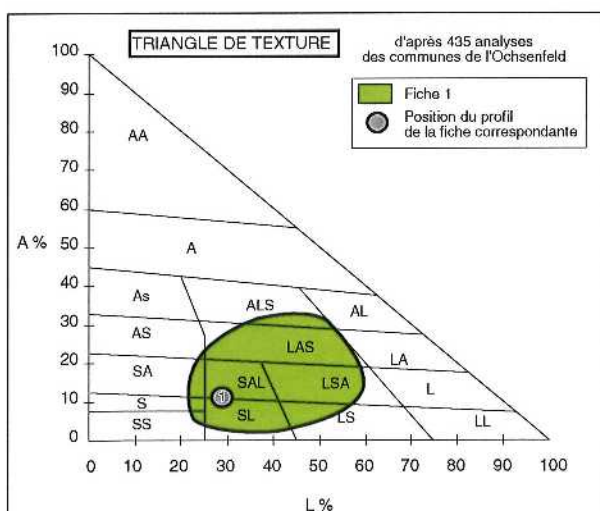
Horizon IIC (35 cm et +) - Sable caillouteux, brun foncé (10 YR 33), structure particulaire, peu compact, friable, pas de racines. Très caillouteux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LA	37,9	15,6	11,4	18,5	13,7	3,1
> 35	IIC	76,1	14,6	3,2	2,9	2,4	0,8

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/r en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,8	0,0	-	690	241	7,40	6,80	12,5	0,69	1,04	0,03	12,0	Sat.
8,2	0,0	-	40	-	7,27	6,50	2,9	0,15	0,23	0,03	3,8	87

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les communes du Piémont haut-rhinois : Ochsenfeld et alluvions vosgiennes (fiches 1, 3, 4, 5 et 6)

Région naturelle N° 12

Alluvions des rivières vosgiennes

Sol sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-

argileux peu profond (20-40 cm, 50-60 cm au plus), caillouteux, sur alluvions vosgiennes.

Fiche de sol n°
Sable argilo-limoneux superficiel,
acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes

1

Enracinement du maïs

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol ou un type analogue en Alsace

Enracinement limité par le taux de cailloux à faible profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol superficiel (20 à 40-50 cm au plus)
 - Superposition des textures : sable argilo-limoneux (moins de 15 % d'argile, plus de 50-60 % de sable), caillouteux, taux de galets très important au delà de 40 cm
 - Non battant
 - Densité apparente de 1,2 à 1,4 (en LA)
 - Réserve utile de 60 mm pour un enracinement de 30 à 40 cm
 - Classe d'hydromorphie : H0
 - pH généralement inférieur à 6,5 sur tout le profil (inférieur à 6,0 sans entretien calcique)
 - Pas de calcaire total et complexe adsorbant désaturé (sauf chaulage)
- Variante** : localement, présence d'hydromorphie.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Aucune contrainte d'excès d'eau, mais réserve utile très limitée ; présence de nombreux galets
- Profondeur faible, substrat très perméable
- Ressuyage très rapide, pas ou peu de risques de tassement
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur insuffisant

Région naturelle N° 12

Alluvions des rivières vosgiennes

Sol sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-

argileux peu profond (20-40 cm, 50-60 cm au plus), caillouteux, sur alluvions vosgiennes.

Fiche de sol n°
Sable argilo-limoneux superficiel,
acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes

1

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités**

- Potentialités de production limitées en cultures d'été sans irrigation augmentant fortement le risque d'entraînement des éléments solubles. Privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles.

Praticabilité et travail du sol

- Labours provoquant une forte usure et des casses de matériel du fait d'un taux élevé de gros galets.
- Pollution saline chronique liée à la proximité des terrils des mines de potasse impliquant localement une sensibilité au tassement plus élevée de ce sol.

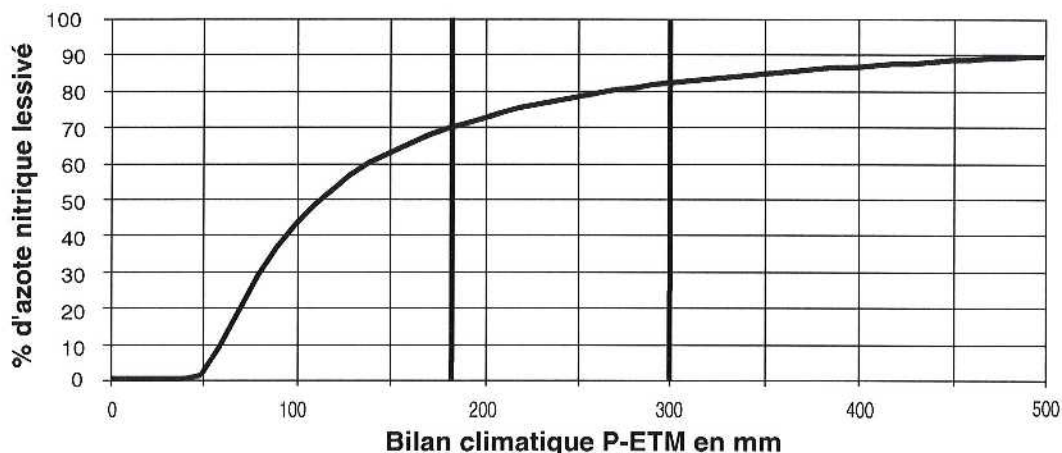
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique indispensable pour maintenir le pH proche de la neutralité
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Très élevé aussi bien en situation de plaine et collines sous-vosgiennes (à P-ETM = 180 mm) qu'au pied des Vosges ou près du Sundgau (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)**

**Pouvoir épurateur**

- Médiocre ou insuffisant ; contraintes majeures liées à la faible profondeur et à la forte perméabilité de ce sol

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Limon argileux, profond, sain à faiblement
 hydromorphe, sur alluvions vosgiennes**

2

**Sol limono-argileux sur limon sablo-argileux profond (80-100 cm et plus),
 sain à peu hydromorphe, sur alluvions vosgiennes.**

Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.1

Classification CPCS : Sol alluvial profond sain sur alluvions vosgiennes récentes - Classification RP : Fluvisol pachique sain

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe essentiellement sur le pourtour des cônes alluviaux des rivières vosgiennes (Doller, Thur, Lauch et Fecht), il est localisé dans des cuvettes. Il correspond à des dépôts d'alluvions fines récentes d'origine vosgienne mélangées de lehm.

Ces sols sont principalement situés dans les cuvettes de décantation des vallées vosgiennes. Ils présentent une épaisseur relativement importante (80-100 cm et plus) et parfois un léger excès d'eau en profondeur.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs (localement quelques prairies)

Etendue estimée : < 5 %



*Ces sols présentent un assez bon drainage naturel
 et des surfaces homogènes*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Vallées vosgiennes du Sud de l'Alsace (d'orientation Ouest-Est)

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre, localement peu de cailloux

- Position dans le paysage :

Cônes alluviaux des rivières vosgiennes au pied de la montagne (Thur, Doller, Fecht...)

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

- Matériau :

Matériau profond, sablo-caillouteux, acide, brun noir à beige clair

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; rares taches rouille en profondeur

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
Limon argileux, profond, sain à faiblement hydromorphe, sur alluvions vosgiennes

2

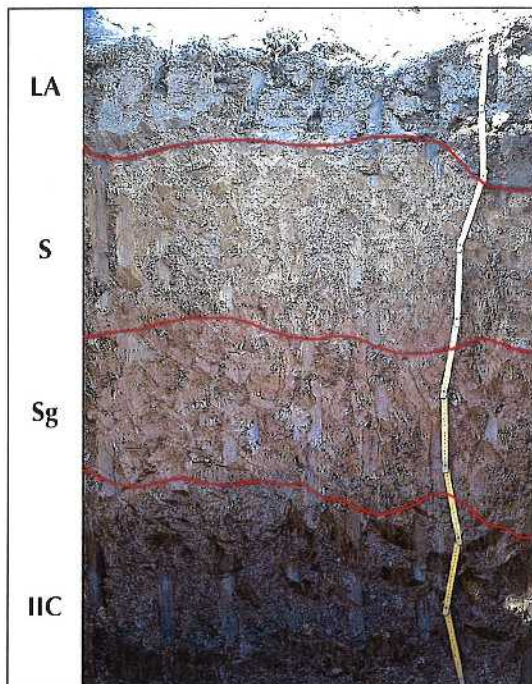
Sol limono-argileux sur limon sablo-argileux profond (80-100 cm et plus), sain à peu hydromorphe, sur alluvions vosgiennes.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en maïs

Berrwiller : X = 965,1 - Y = 2328,4

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon argileux, brun foncé (10 YR 33), structure polyédrique (20 mm), meuble, friable, nombreuses racines. Présence de quelques cailloux.

Horizon S (30-90 cm) - Argile limoneuse, brun jaune foncé (10 YR 44), structure prismatique (50 mm), compact, friable, racines peu nombreuses. Présence de quelques cailloux.

Horizon Sg (90-120 cm) - Limon sablo-argileux, brun (10 YR 53), structure polyédrique (30 mm), compact, peu friable, pas de racines. Caillouteux, nombreuses taches rouille et noires.

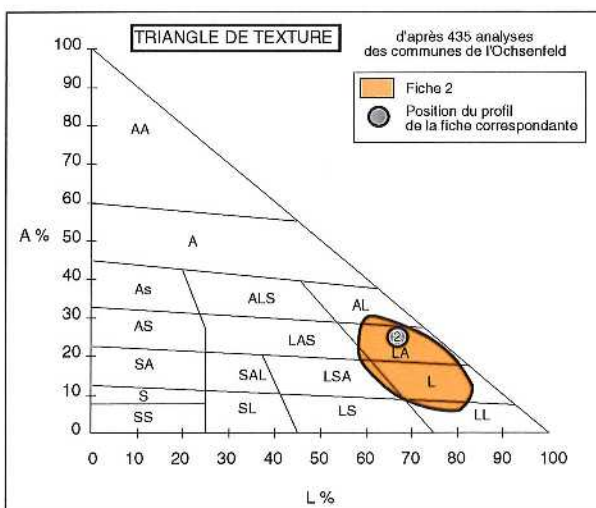
Horizon IIC (120 cm et +) - Sable argilo-caillouteux, brun gris (10 YR 52), compact, friable, pas de racines. Très fortement caillouteux, nombreuses taches rouille et noires.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	3,4	5,2	27,0	35,5	25,1	3,8
30-90	S	3,3	3,3	19,0	40,4	31,9	2,1
90-120	Sg	20,9	8,5	23,4	29,3	17,5	0,4
> 120	IIC	47,4	14,4	10,0	8,9	19,1	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0,0	-	470 Dy	126	5,78	4,80	14,7	1,39	0,32	0,03	16,4	Sat.
4,8	0,0	-	20 Dy	-	6,96	5,70	18,2	2,48	0,23	0,06	16,3	Sat.
-	0,7	-	10 JH	-	7,50	6,00	7,8	1,44	0,13	0,03	7,1	Sat.
-	0,0	-	10 JH	-	7,44	5,60	11,1	2,23	0,26	0,06	9,8	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Lehms sur alluvions vosgiennes (fiche 2)

Région naturelle N° 12

Alluvions des rivières vosgiennes

Sol limono-argileux sur limon sablo-argileux

profond (80-100 cm et plus), sain à peu hydromorphe, sur alluvions vosgiennes.

Fiche de sol n°
Limon argileux, profond, sain à faiblement
hydromorphe, sur alluvions vosgiennes**2****Enracinement du maïs**

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol ou un type analogue en Alsace

Pas de facteur limitant l'enracinement

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (25 à 30 % d'argile), sur limon sablo-argileux puis sable argilo-caillouteux au delà de 1 m
- Non battant si le taux de matières organiques est maintenu à plus de 2,5 %
- Densité apparente de 1,6 à 1,7 (au niveau de S et Sg)
- Réserve utile de 160 à 200 mm pour un enracinement de 90-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H1
- pH de 6,0 à 7,0 sur tout le profil (inférieur à 6,0 sans entretien calcique)
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Faible contrainte d'excès d'eau
- Risques de tassement si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 %
- Profondeur importante, substrat relativement perméable, ressuyage correct
- Risque de lessivage des nitrates très limité à moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Région naturelle N° 12

Alluvions des rivières vosgiennes

Sol limono-argileux sur limon sablo-argileux profond (80-100 cm et plus), sain à peu hydromorphe, sur alluvions vosgiennes.

Fiche de sol n°
Limon argileux, profond, sain à faiblement hydromorphe, sur alluvions vosgiennes

2

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement
- Pollution saline chronique liée à la proximité des terrils des mines de potasse impliquant localement une sensibilité au tassement plus élevée de ce sol.

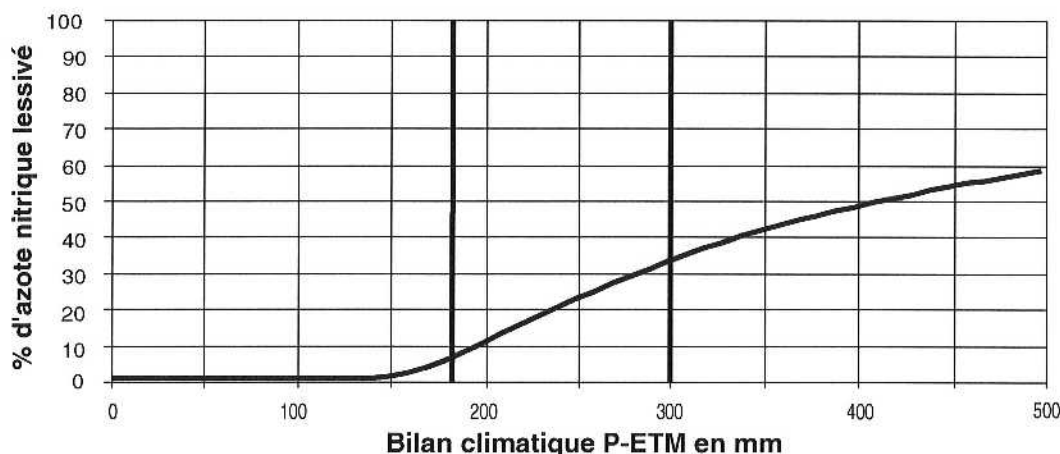
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique nécessaire pour maintenir le pH proche de la neutralité
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire régulièrement
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Très limité en situation de plaine et collines sous-vosgiennes (à P-ETM = 180 mm) à moyen au pied des Vosges ou près du Sundgau (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)**

**Pouvoir épurateur**

- Suffisant ; pas de contraintes majeures ; le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte notamment au Sud de la région

Sol sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux moyennement profond (50-60 cm à 80-100 cm et plus), hydromorphe (H2/H3+) sur alluvions vosgiennes.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.1 (variante à définir)

Classification CPCS : Sol alluvial hydromorphe sur alluvions vosgiennes récentes - Classification RP : Fluvisol hydromorphe

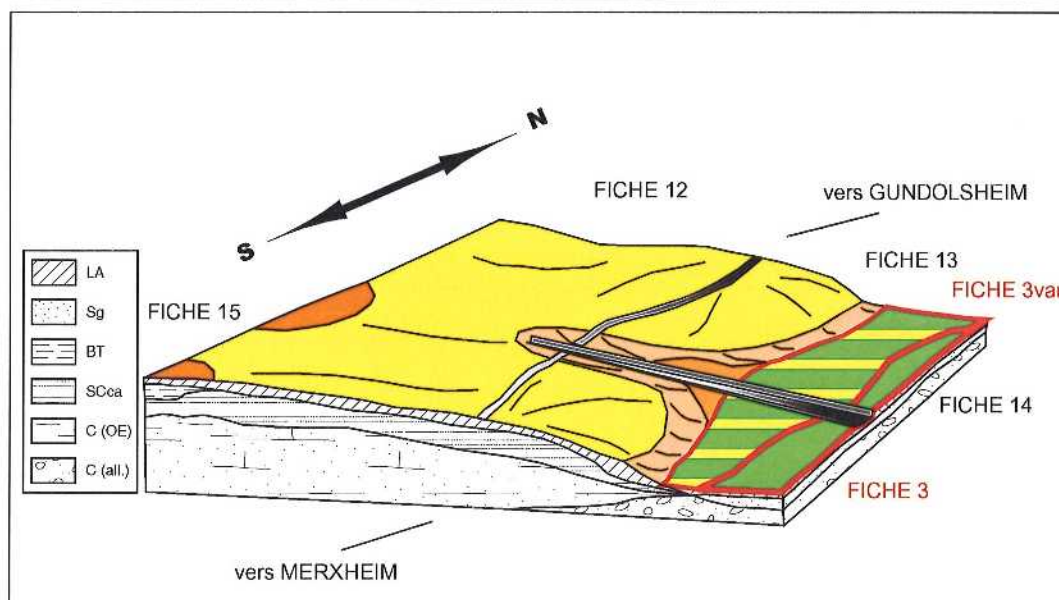
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe essentiellement en plaine le long des rivières vosgiennes (Doller, Thur, Lauch et Fecht). Il correspond à des dépôts d'alluvions fines récentes d'origine vosgienne. Ces sols présentent une épaisseur moyenne (60-100 cm, rarement plus), avec de rares galets épars et sont souvent marqués par un excès d'eau apparaissant rapidement (30 à 50 cm de profondeur). Dans la plupart des cas, ces sols sont plutôt acides, mais dans quelques situations (prolongement des épandages loessiques), ils sont calciques, voire calcaires en profondeur, dans ce cas il s'agit d'une variante de cette fiche (n° 3var) non présentée dans ce guide et correspondant à l'unité cartographique n° 4.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, secondairement céréales à paille

Etendue estimée : 10 à 15 %



Ces sols localisés sur ce schéma le long des berges de la Thur, peuvent présenter une variante carbonatée si l'amont est loessique

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Sortie des vallées vosgiennes du Sud de l'Alsace (d'orientation Sud-Nord)

- Position dans le paysage :

Aval des vallées de la Thur et de la Fecht

- Matériau :

Sablo-caillouteux, acide, beige jaunâtre gris à faible profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige clair de la terre peu de cailloux

au toucher (surface) :



- Texture de surface sablo-argilo-limoneuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol moyennement profond (0,5 à 1 m) ; lit de gros galets au delà

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Sable argilo-limoneux hydromorphe,
 sur alluvions vosgiennes**

3

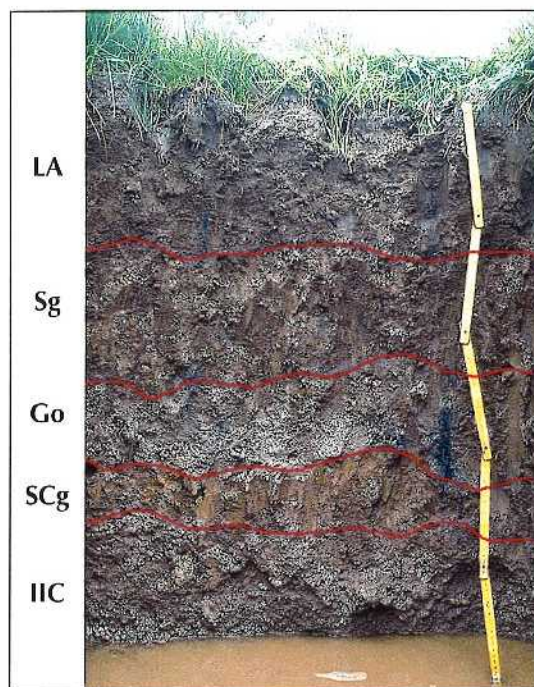
Sol sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux
 moyennement profond (50-60 cm à 80-100 cm et plus), hydromorphe (H2/H3+) sur alluvions vosgiennes.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en jachère

Ribeauvillé : X = 973,0 - Y = 2365,8

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Sable argilo-limoneux, brun gris très foncé (10 YR 32), structure polyédrique (20-30 mm), peu compact, peu plastique, nombreuses racines.

Horizon Sg (25-45 cm) - Sable limoneux, brun (10 YR 43), structure polyédrique (30-50 mm), peu compact, peu plastique, nombreuses racines. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon Go (45-60 cm) - Sable, gris rose (7,5 YR 62), structure continue à éclats anguleux, peu compact à compact, non plastique, nombreuses racines. Très nombreuses taches grises.

Horizon SCg (60-80 cm) - Limon sablo-argileux, rouge (2,5 YR 56), structure continue, peu compact, peu plastique à plastique, pas de racines. Taches gris rouille nombreuses à très nombreuses.

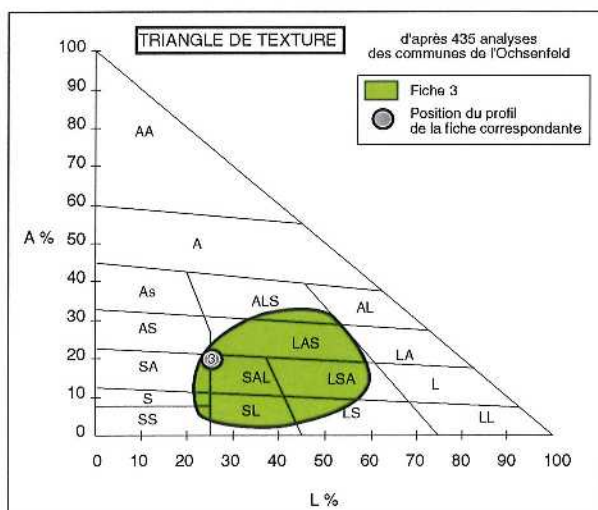
Horizon IIC (80-140 cm) - Sable, brun rouge (2,5 YR 44), structure particulière, peu compact, non plastique, racines peu nombreuses à nombreuses. Caillouteux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	LA	36,0	18,1	11,4	16,8	14,8	2,8
25-45	Sg	43,0	19,7	11,5	15,0	10,5	0,4
45-60	Go	60,1	13,3	8,2	8,9	9,1	0,3
60-80	SCg	31,9	10,1	22,8	18,9	16,2	0,1
80-140	IIC	69,6	8,6	6,5	6,0	9,2	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,5	-	-	360	83	6,25	5,60	9,1	1,39	0,40	0,13	10,6	Sat.
7,5	-	-	110	-	6,65	5,30	5,0	0,94	0,09	0,13	5,1	Sat.
-	-	-	20	-	7,01	6,10	3,7	0,74	0,06	0,10	3,9	Sat.
-	-	-	230	-	5,49	5,80	5,6	1,79	0,19	0,13	7,3	Sat.
-	-	-	300	-	6,90	4,30	4,6	1,09	0,13	0,13	4,2	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Ochsenfeld et alluvions vosgiennes (fiches 1, 3, 4, 5 et 6)

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Sable argilo-limoneux hydromorphe,
 sur alluvions vosgiennes**

3

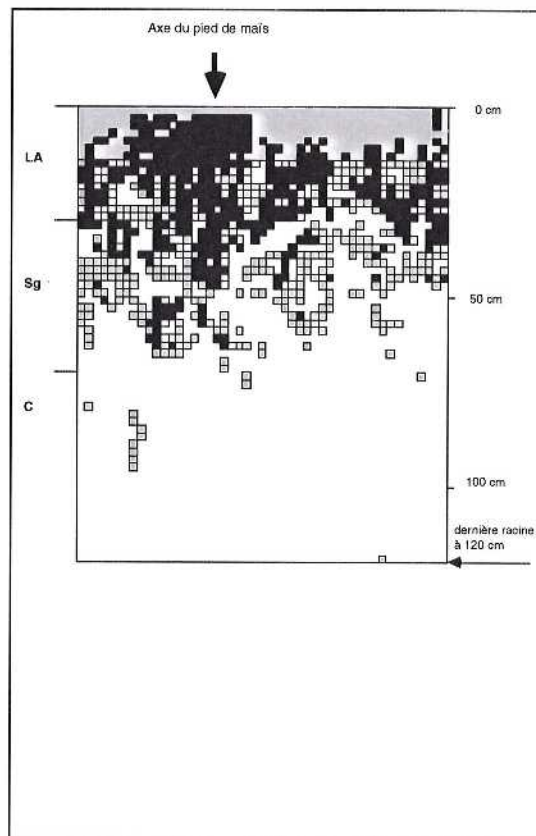
Sol sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux moyennement profond (50-60 cm à 80-100 cm et plus), hydromorphe (H2/H3+) sur alluvions vosgiennes.

Enracinement du maïs

Merxheim. Septembre 1993

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable dans la plaine de la Thur

Enracinement limité en profondeur par un niveau de galets situé à 70 cm de profondeur



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond (60 à 80 cm, plus rarement 80-100 cm)
- Superposition des textures : sable argilo-limoneux à limon sablo-argileux (10 à 15 % d'argile), puis sable limoneux et sable caillouteux en profondeur (moins de 10 % d'argile)
- Non battant
- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 80 à 100 mm pour un enracinement de 60-70 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3+
- pH de 6,0 à 7,0 sur tout le profil (inférieur à 6,0 sans entretien calcique)
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

Variante : sol calcique à calcaire au pied ou dans le prolongement des épandages loessiques.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (hydromorphie marquée à 40-60 cm de profondeur) ;
- Risques de tassement
- Profondeur moyenne, substrat perméable, ressuyage et réchauffement relativement lents
- Risque de lessivage des nitrates élevé à très élevé, augmenté en cas de drainage à la parcelle
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialités favorables à un éventail de cultures qui nécessite une irrigation en été, et sous réserve d'une amélioration de l'évacuation de l'eau en excès par fossés lorsque c'est possible. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires. Privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait de risques de tassement
- Pollution saline chronique liée à la proximité des terrils des mines de potasse impliquant localement une sensibilité au tassement plus élevée de ce sol.

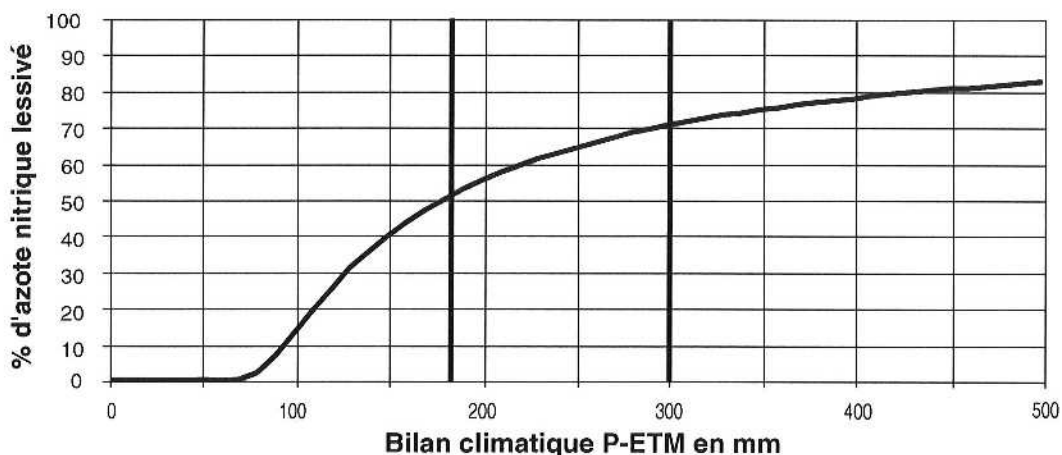
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique nécessaire pour maintenir le pH proche de la neutralité
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Le contrôle du taux de matières organiques peut être utile
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Elevé en situation de plaine et collines sous-vosgiennes (à P-ETM = 180 mm) à très élevé au pied des Vosges ou près du Sundgau (à P-ETM = 300 mm)

Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)

**Pouvoir épurateur**

- A peine suffisant ; contraintes liées à l'hydromorphie ou risque d'inondation près des rivières. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux hydromorphe, à gley,
 sur alluvions vosgiennes**

4

Sol limono-sablo-argileux sur argile limono-sableuse profonde (80-120 cm et plus), hydromorphe à gley minéral (H3+ - H4) sur alluvions vosgiennes.

Typologie des sols d'Alsace : code 17.3

Classification CPCS : Sol alluvial hydromorphe à gley sur alluvions vosgiennes - Classification RP : Fluviosol rédoxique à réductique

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe essentiellement en plaine le long des rivières vosgiennes (Doller, Thur, Lauch et Fecht). Il correspond à des dépôts d'alluvions fines récentes d'origine vosgienne, que l'on trouve aussi dans certains vallons hydromorphes du glacis de piémont (vers Guebwiller en particulier).

Ces sols présentent une épaisseur assez importante (80-120 cm, parfois plus), avec de rares galets épars et sont souvent marqués par un excès d'eau apparaissant dès la surface. Dans la plupart des cas, même cultivés, ces sols sont relativement organiques (3 à 5 %) et assez argileux dès la surface. Ils diffèrent en cela des sols de la fiche 3.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, secondairement céréales à paille, plus rarement prairies

Etendue estimée : 8 à 10 %



Ces sols présentent parfois des stagnations d'eau en surface

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Sortie des vallées vosgiennes du Sud de l'Alsace (d'orientation Sud-Nord)

- Position dans le paysage :

Aval des vallées de la Thur et de la Fecht

- Matériau :

Matériau sablo-caillouteux, acide, noirâtre, puis gris à faible profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur noirâtre de la terre peu ou pas de cailloux

au toucher (surface) :



- Texture limono-sablo-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol assez profond (0,8 à plus de 1 m), argilo-limono-sableux en profondeur ; lit de gros galets au delà ; taches rouille dès la surface

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux hydromorphe, à gley,
 sur alluvions vosgiennes**

4

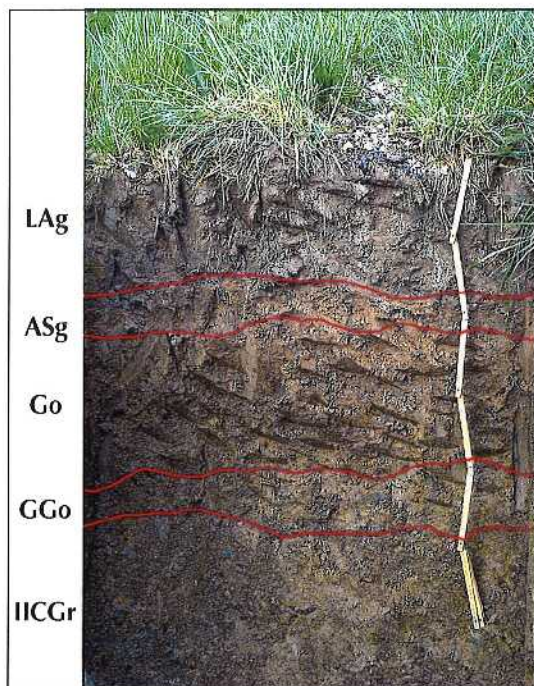
Sol limono-sablo-argileux sur argile limono-sableuse profonde (80-120 cm et plus), hydromorphe à gley minéral (H3+ - H4) sur alluvions vosgiennes.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en jachère

Bollwiller : X = 967,5 - Y = 2328,6

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAg (0-30 cm) - Limon sablo-argileux, brun (10 YR 43), décarbonaté, structure polyédrique à polyédrique subanguleuse (50 mm), peu compact, nombreuses racines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon ASg (30-40 cm) - Limon sablo-argileux, brun (7,5 YR 54), décarbonaté, structure polyédrique subanguleuse (100 mm), peu compact à compact, racines peu nombreuses. Nombreuses à très nombreuses taches rouille.

Horizon Go (40-75 cm) - Argile limono-sableuse, brun (7,5 YR 53), décarbonaté, structure prismatique (150 mm), compact, racines peu nombreuses. Très nombreuses taches gris-rouille et noires.

Horizon CGo (75-100 cm) - Limon argilo-sableux, brun (7,5 YR 46), décarbonaté, structure polyédrique (100 mm), compact, racines très peu nombreuses. Très nombreuses taches gris-rouille et noires.

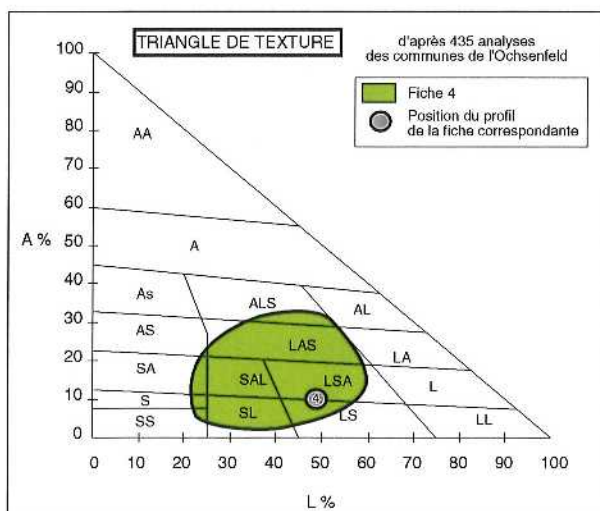
Horizon IICGr (100 cm et +) - Sable caillouteux, structure particulière (2 mm), compact. Fortement caillouteux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAg	23,6	13,5	25,8	24,0	11,9	1,3
30-40	ASg	12,5	12,0	28,3	27,8	18,9	0,6
40-75	Go	7,7	8,8	25,6	23,2	34,2	0,5
75-100	CGo	16,2	10,6	25,2	24,6	23,2	0,2
>100	IICGr	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mcq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,6	0,0	-	360	69	5,96	4,90	3,7	0,89	0,34	0,10	6,8	75
7,1	0,0	-	60	-	5,78	4,30	4,6	2,43	0,17	0,13	8,3	89
6,1	0,0	-	50	-	5,84	4,20	8,4	5,95	0,23	0,29	13,4	Sat.
-	0,0	-	310	-	6,58	4,60	8,0	8,58	0,19	0,26	11,8	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Ochsenfeld et alluvions vosgiennes (fiches 1, 3, 4, 5 et 6)

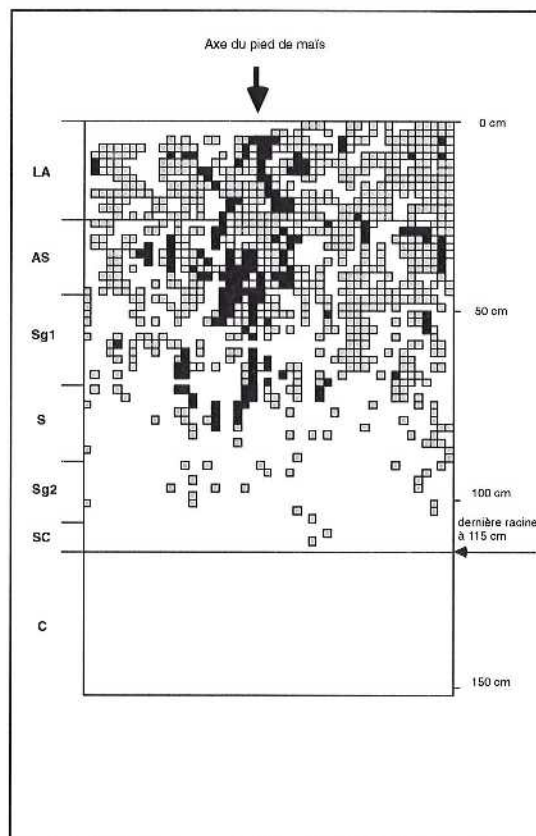
Sol limono-sablo-argileux sur argile limono-sableuse profonde (80-120 cm et plus), hydromorphe à gley minéral (H3+ - H4) sur alluvions vosgiennes.

Enracinement du maïs

Rouffach. Octobre 1991

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable du Piémont haut-rhinois

Enracinement hétérogène notamment au delà de 50-60 cm



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-120 cm au plus), pouvant être localement limité par des tassements à 30-40 cm
 - Superposition des textures : limon sablo-argileux (de 20 à 25 % d'argile), puis argile limono-sableuse et limon argilo-sableux (de 25 à 30 % d'argile), sur limon à limon sableux (10-12 % d'argile) au delà de 80-100 cm
 - Indice de battance élevé à très élevé ($R > 2,0$) calculé sur le profil avec un taux de M.O. faible alors que généralement il est plus élevé dans ce type de sol qui est alors peu battant
 - Densité apparente de 1,3 à 1,5 (au niveau de G_0)
 - Réserve utile de 120 à 160 mm pour un enracinement de 70-100 cm
 - Classe d'hydromorphie : H3+ - H4
 - pH inférieur à 6,0 sur tout le profil (sauf chaulage)
 - Pas de calcaire total et complexe adsorbant désaturé en surface
- Variante :** sol localement plus organique en surface dans certaines cuvettes.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Forte contrainte d'excès d'eau (tâches rouille dès la surface)
- Réserve utile correcte du fait d'un enracinement souvent observé à 80-100 cm au niveau du substrat
- Risques de tassement importants en conditions non ressuyées car le taux de matière organique s'abaisse parfois en dessous de 1,5 %
- Profondeur moyenne, substrat peu perméable, ressuyage et réchauffement lents
- Forte sensibilité à la battance lorsque le taux de matières organiques s'abaisse entre 2 et 2,5 %
- Risque de lessivage des nitrates moyen à très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre à insuffisant

Sol limono-sablo-argileux sur argile limono-sableuse profonde (80-120 cm et plus), hydromorphe à gley minéral (H3+ - H4) sur alluvions vosgiennes.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités restant élevées même en cultures non irriguées en été, sous réserve d'une amélioration de l'évacuation de l'eau en excès par fossés lorsque c'est possible. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement

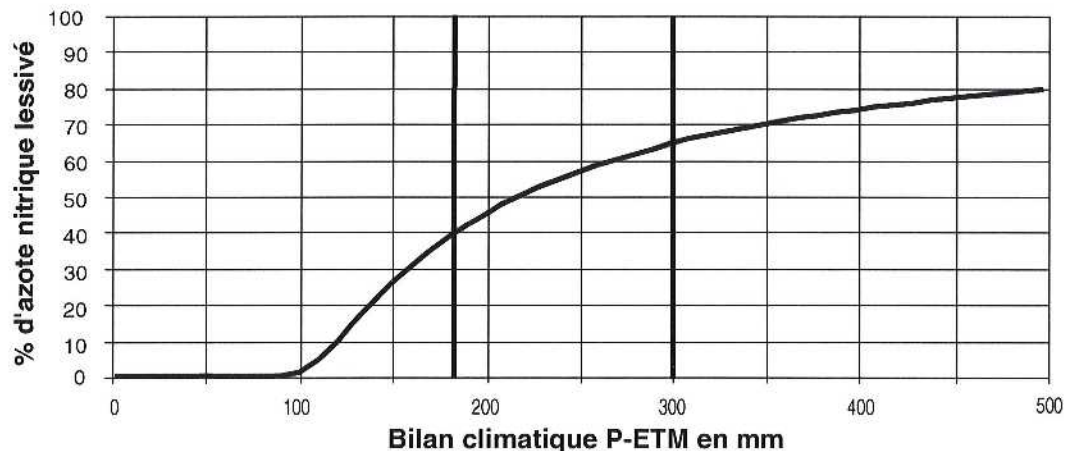
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique nécessaire pour maintenir le pH proche de la neutralité
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Moyen en situation de plaine et collines sous-vosgiennes (à P-ETM = 180 mm), sauf en cas de drainage, à très élevé au pied des Vosges ou près du Sundgau (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- Médiocre à insuffisant. La contrainte est liée au risque potentiel de tassement, d'hydromorphie et d'inondation. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte au Sud de la région. Le contrôle du pH est nécessaire

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, induré en profondeur,
 hydromorphe sur alluvions vosgiennes**

5

Sol limono-sablo-argileux sur limon argilo-sableux moyennement profond, hydromorphe et induré à 50-60 cm sur alluvions vosgiennes.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.5

Classification CPCS : Sol alluvial lessivé sur alluvions vosgiennes anciennes - Classification RP : Fluvisol luviqne issu d'alluvions anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à l'extrémité Est des cônes alluviaux des rivières vosgiennes de la Thur et de la Fecht (vers Houssen). Il correspond à des dépôts d'alluvions fines reposant sur des alluvions grossières anciennes d'origine vosgienne.

Ce sol présente une forte épaisseur et un excès d'eau marqué. Les couches de surface à tendance limono-sableuse, présentent un caractère fluent marqué à l'automne et au printemps qui les rend difficilement praticables. Elles reposent à moyenne profondeur sur un niveau argileux ou argilo-caillouteux parfois induré.

Mise en valeur actuelle :
 prés vergers, maïs ou céréales à pailles

Etendue estimée : 1 à 2 %



Les zones humides à roseaux ou les friches voisines des cultures trahissent des sols difficiles

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Sortie des vallées vosgiennes
 du Sud de l'Alsace

- Position dans le paysage :

Extrémités des cônes de la Thur
 et de la Fecht

- Matériau :

Matériau sablo-caillouteux, acide,
 brun noir à beige clair à faible
 profondeur

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur beige rosâtre de la terre,
 rares cailloux

- Texture limono-sablo-argileuse à
 limono-sableuse

- Pas d'effervescence à l'acide

- Sol moyennement profond
 à profond (0,7 à > 1 m) sur lit
 argilo-caillouteux.
 Taches rouille dès 30 cm.

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, induré en profondeur,
 hydromorphe sur alluvions vosgiennes**

5

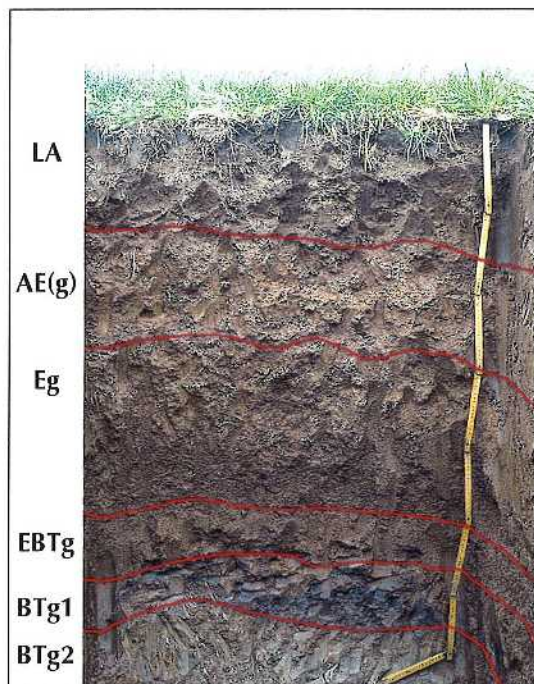
Sol limono-sablo-argileux sur limon argilo-sableux moyennement profond, hydromorphe et induré à 50-60 cm sur alluvions vosgiennes.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en pré (jachère)

Ostheim : X = 974,7 - Y = 2360,4

Profil représentatif d'une variante de sol plus profond, non induré



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon sablo-argileux, brun (10 YR 43), structure polyédrique, compact, peu friable, racines peu nombreuses à nombreuses.

Horizon AE(g) (30-60 cm) - Limon sablo-argileux, brun (7,5 YR 44), structure polyédrique, peu compact, peu friable, racines peu à très peu nombreuses. Taches gris-rouille peu nombreuses.

Horizon Eg (60-100 cm) - Sable argileux, brun (7,5 YR 54), structure particulaire, peu compact à meuble, friable, racines très peu nombreuses. Taches gris-rouille assez nombreuses.

Horizon EBTg (100-110 cm) - Limon argilo-sableux, brun (7,5 YR 43), structure prismatique, très compact, non friable, pas de racines. Taches gris-rouille assez nombreuses à nombreuses.

Horizon BTg1 (110-130 cm) - Argile limoneuse, noirâtre (5 YR 21), structure prismatique, très compact, non friable, pas de racines. Nombreuses taches blanches.

Horizon BTg2 (130-170 cm) - Argile limoneuse, brun gris clair (10 YR 53), structure prismatique, très compact, non friable, pas de racines. Nombreuses taches blanches.

Horizon IIC1 (170-220 cm, observé à la tarière) - Sable, acide, structure particulaire, peu compact, friable, pas de racines. Nombreuses taches rouille.

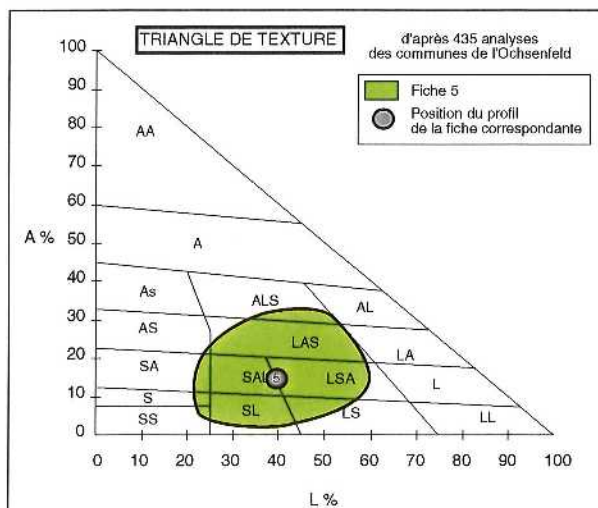
Horizon IIC2 (> 220 cm, observé à la tarière) - Sable caillouteux, acide, structure particulaire, meuble, friable, pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	30,1	11,3	14,3	28,8	14,1	1,4
30-60	AE(g)	31,2	12,5	12,5	26,7	16,7	0,5
60-100	Eg	55,7	8,7	7,5	14,9	13,2	-
100-110	EBTg	38,9	3,8	11,5	21,9	23,9	-
110-130	BTg1	7,6	4,2	18,4	40,1	29,6	-
130-170	BTg2	2,1	9,5	26,8	31,7	29,8	-
170-220	IIC1	51,6	27,4	6,1	5,3	9,7	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	0,0	-	800	267	5,88	4,70	5,4	0,64	0,32	0,06	6,9	93
6,5	0,0	-	410	-	6,90	5,20	7,1	0,89	0,15	0,06	6,5	Sat.
-	0,0	-	-	-	7,27	5,60	5,2	1,19	0,11	0,03	4,7	Sat.
-	0,0	-	-	-	7,85	6,80	13,2	5,60	0,17	0,16	9,2	Sat.
-	0,0	-	-	-	8,62	7,70	41,8	3,67	0,26	0,10	8,9	Sat.
-	0,0	-	-	-	7,74	6,40	13,7	9,32	0,28	0,35	13,5	Sat.
-	0,0	-	-	-	7,11	5,20	4,1	3,27	0,11	0,16	5,8	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Ochsenfeld et alluvions vosgiennes (fiches 1, 3, 4, 5 et 6)

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, induré en profondeur,
 hydromorphe sur alluvions vosgiennes**

5

Sol limono-sablo-argileux sur limon argilo-sableux moyennement profond, hydromorphe et induré à 50-60 cm sur alluvions vosgiennes.

Enracinement du maïs

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol ou un type analogue en Alsace

Enracinement limité à 70-100 cm par l'horizon BT

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (70 à 100 cm, voire 150 cm et plus), mais enracinement parfois limité par des tassements à 40-60 cm
 - Superposition des textures : limon sablo-argileux puis limon argilo-sableux et argile limoneuse (de 15 % d'argile en surface à 30 % en profondeur)
 - Indice de battance élevé ($1,8 < R < 2,0$)
 - Densité apparente de 1,6 à 1,8 (au niveau de BTg)
 - Réserve utile de 160 à 200 mm pour un enracinement de 70 à 100 cm
 - Classe d'hydromorphie : H2 - H3
 - pH compris entre 5,5 et 6,0 en surface plutôt voisin de 6,5-7,0 en profondeur
 - Pas de calcaire total sur tout le profil et complexe adsorbant légèrement désaturé en surface
- Variante** (profil présenté) : sol lessivé plus profond non induré.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (tâches rouille assez nombreuses entre 40 et 80 cm)
- Forte réserve utile du fait d'un enracinement conséquent jusqu'à 80-100 cm
- Risques de tassement en conditions non ressuyées car le taux de matière organique s'abaisse souvent en dessous de 1,8-2,0 %
- Profondeur importante, mais niveau argileux et substrat peu perméable, ressuyage et réchauffement relativement lents ; forte sensibilité à la battance et au ruissellement
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limono-sablo-argileux sur limon argilo-sableux moyennement profond, hydromorphe et induré à 50-60 cm sur alluvions vosgiennes.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures, sous réserve d'une amélioration de l'évacuation de l'eau en excès et d'une irrigation en été. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires. Privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement
- Nécessité de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)
- Pollution saline ponctuelle liée à la rupture des conduites de saumure des mines de potasse impliquant localement une dégradation complète de ce sol.

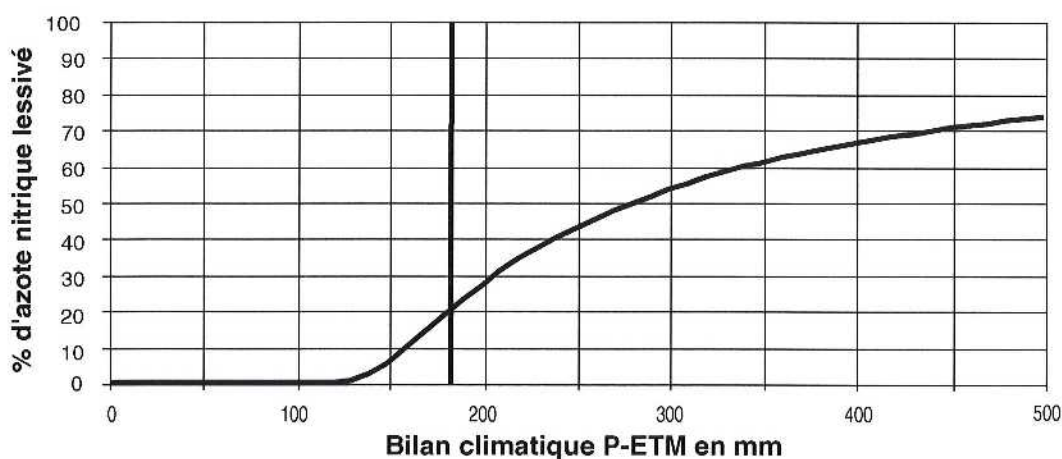
Fertilisation et entretien calcique

- Sol acide ; amendement calcique indispensable
- Contrôle et entretien du taux de matière organique nécessaire
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Limité en situation de plaine et collines sous-vosgiennes (à P-ETM = 180 mm), sauf en cas de drainage

**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- Suffisant ; la vérification du niveau de l'excès d'eau est indispensable. Le contrôle du pH est nécessaire.

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Fiche de sol n°
**Sable argilo-limoneux peu profond,
 dégradé en surface par salure secondaire**

6

Sol sablo-argilo-limoneux peu profond (40-50 cm au plus), sur alluvions vosgiennes totalement destructuré notamment en surface par des apports éoliens de sels des terrils.

Typologie des sols d'Alsace : code à définir

Classification CPCS : Sol alluvial lessivé dégradé par salure secondaire sur alluvions vosgiennes

Classification RP : Fluviosol luviq ue halomorphe

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe soit à proximité des terrils (cas le plus fréquent), soit le long des conduites de saumure des mines de potasse. Dans le premier cas, ce sont les sols d'alluvions grossières qui contiennent du chlorure de sodium en excès de façon diffuse (fiche 6 présentée) ; dans le second cas, très ponctuel, ce sont les dépôts d'alluvions fines reposant sur des alluvions grossières anciennes d'origine vosgienne (fiche 6var, non présentée) qui ont fait l'objet de pollutions importantes.

Dans les 2 cas, ces sols présentent une destructuration importante, notamment en surface, les rendant impropres à de nombreuses cultures et localement parfois même stériles (aucune végétation n'y pousse).

Mise en valeur actuelle : bois et friches

Etendue estimée : moins de 1 %



Les terrils des mines de potasse conduisent à leur périphérie à un excès de sels rendant les sols par endroits incultes

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Sortie des vallées vosgiennes du Sud de l'Alsace

- Position dans le paysage:

Alluvions de la Thur de Cernay à Ensisheim à proximité des terrils ou des conduites de saumure des mines de potasse

- Matériau :

Matériau sablo-caillouteux, acide, brun noir à beige clair à faible profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur jaunâtre et aspect lissé de la terre

au toucher (surface) :



- Texture sablo-argilo-limoneuse à limono-sableuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol peu profond (< 0,5 m) à profond (> 1 m) pour la variante sur lit argilo-caillouteux

Région naturelle N° 12
Alluvions des rivières vosgiennes

Sol sablo-argilo-limoneux peu profond (40-50 cm au plus),
 sur alluvions vosgiennes totalement destructuré notamment en surface par des apports éoliens de sels des terrils.

Fiche de sol n°
 Sable argilo-limoneux peu profond,
 dégradé en surface par salure secondaire

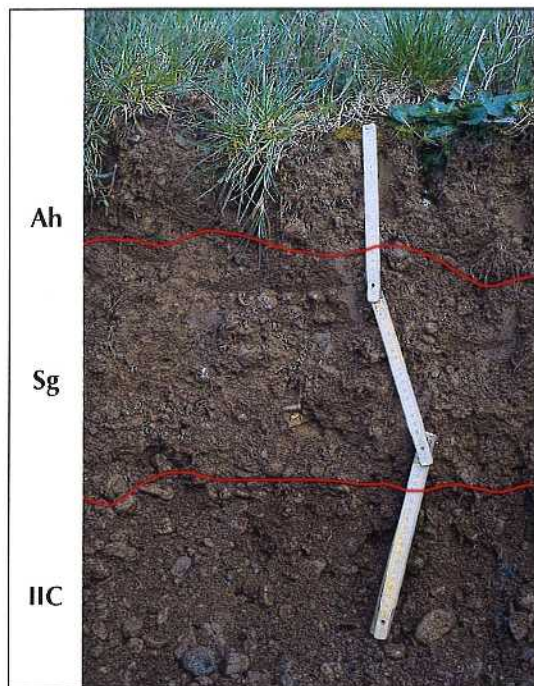
6

UN EXEMPLE DE PROFIL

Décembre 1982 - Parcelle en friche

Wittelsheim : X = 968,4 - Y = 2323,5

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-15 cm) - Sable argilo-limoneux, brun (10 YR 32), structure continue, compact, friable. Nombreuses racines. Quelques galets.

Horizon Sg (15-45 cm) - Sable limoneux, beige grisâtre (10 YR 53), structure particulaire, peu compact, friable. Racines peu nombreuses. Quelques taches rouille.

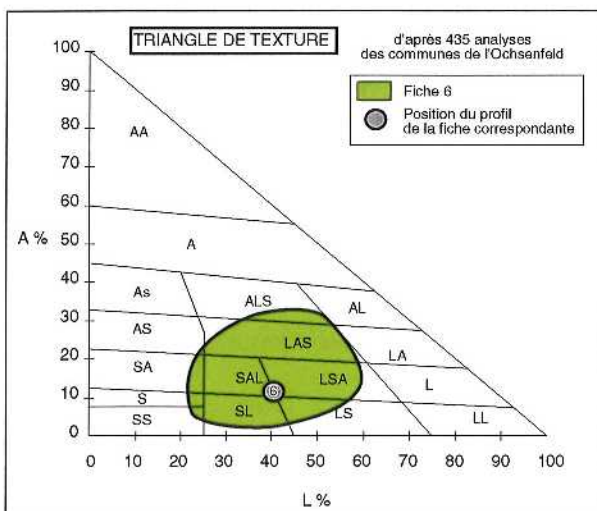
Horizon IIC (45 cm et +) - Sable caillouteux, grisâtre. Présence de chlorure de sodium.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-15	Ah	30,1	18,3	12,6	17,2	15,6	6,0
15-45	Sg	42,5	18,4	12,2	13,8	10,9	2,0
> 45	IIC	47,2	17,4	11,1	12,9	10,2	1,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mcq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
13,1	-	-	70 JH	42	7,20	-	12,7	0,35	0,45	0,16	12,7	Sat.
13,5	-	-	40 Dy	-	5,30	-	2,0	0,15	0,19	0,15	5,7	41
13,8	-	-	130 Dy	-	5,40	-	1,8	0,15	0,36	0,12	4,9	48



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Ochsenfeld et alluvions vosgiennes (fiches 1, 3, 4, 5 et 6)

Région naturelle N° 12

Alluvions des rivières vosgiennes

Sol sablo-argilo-limoneux peu profond (40-50 cm au plus),
sur alluvions vosgiennes totalement déstructuré notamment en surface par des apports éoliens de sels des terrils.

Fiche de sol n°

Sable argilo-limoneux peu profond,
dégradé en surface par salure secondaire

6**Enracinement du maïs**

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol.

Enracinement limité par le sel et le taux de cailloux à faible profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu profond (50 cm au plus)
 - Superposition des textures : sable argilo-limoneux à limon sablo-argileux (10 à 15 % d'argile) puis sable caillouteux à 50 cm
 - Non battant de façon intrinsèque mais rendu battant par la salure secondaire
 - Densité apparente de 1,4 à 1,5 (au niveau de Sg)
 - Réserve utile de 60 à 80 mm pour un enracinement de 40-50 cm
 - Classe d'hydromorphie : H2
 - pH inférieur à 5,0-6,0 sur tout le profil (sauf chaulage)
 - Pas de calcaire total et complexe adsorbant très désaturé
- Variante** : sol alluvial profond (80-100 cm et plus), hydromorphe, dégradé par apports de saumure.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Excès de sel
- Faible réserve utile ; contrainte d'excès d'eau légère (quelques taches rouille à 30-40 cm), ressuyage rapide ; pas de risques de tassement (sauf pour la variante)
- Profondeur limitée, substrat perméable à très perméable
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur insuffisant

Région naturelle N° 12

Alluvions des rivières vosgiennes

Sol sablo-argilo-limoneux peu profond (40-50 cm au plus),

sur alluvions vosgiennes totalement déstructuré notamment en surface par des apports éoliens de sels des terrils.

Fiche de sol n°
Sable argilo-limoneux peu profond,
dégradé en surface par salure secondaire

6

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Stérilité des sols quand l'abondance de sel est trop forte.
- Potentialités limitées pour des cultures non irriguées ; l'irrigation accélère le transfert des éléments solubles. Privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement induit par la déstructuration du sol liée à l'excès de salure notamment pour la variante de ce sol (en général moins de 0,5 meq/100 g de Na sur le complexe adsorbant, à l'extrême, jusqu'à 3 à 15 meq/100g !)
- Nécessité de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

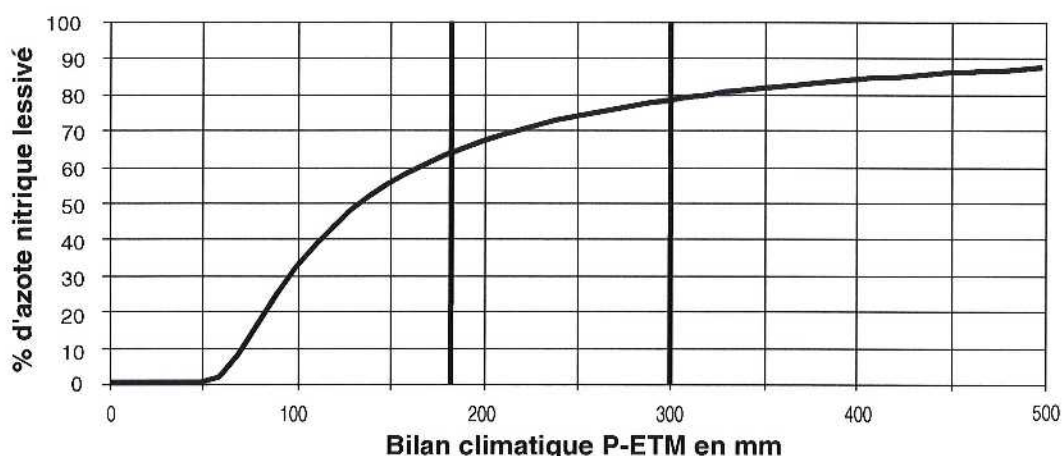
Fertilisation et entretien calcique

- Sol très acide ; amendement calcique indispensable
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé en situation de plaine et collines sous-vosgiennes ainsi qu'au pied des Vosges ou près du Sundgau (à P-ETM = 180 mm ou 300 mm)

Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)

**Pouvoir épurateur**

- Insuffisant. Contraintes majeures liées à la faible profondeur, à la forte perméabilité et au risque très élevé de lessivage d'azote nitrique en hiver.

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux profond,
 hydromorphe de glacis**

7

Sol limono-argilo-sableux à limono-sablo-argileux hydromorphe profond (> 100 cm), reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 14.7

Classification CPCS : Sol alluvio-colluvial faiblement lessivé sur glacis d'origine vosgienne

Classification RP : Colluviosol fluviatique légèrement luviatique

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à la base des collines viticoles proches des cônes alluviaux des rivières vosgiennes de la Thur (vers Ensisheim) et de la Fecht. Il correspond à des dépôts d'alluvions et de colluvions fines reposant sur des alluvions grossières anciennes d'origine vosgienne (parfois à gros blocs).

Ce sol présente une forte épaisseur et un excès d'eau parfois marqué. Les couches de surface à tendance limono-argilo-sableuse, présentent une compacité importante qui les rend difficilement praticables. Elles reposent à moyenne profondeur sur un niveau sablo-argileux ou sablo-caillouteux parfois très tassé.

Mise en valeur actuelle : essentiellement maïs, secondairement céréales à paille, cultures fourragères ou prés et vergers

Etendue estimée : environ 10 %



Ces sols présentent une forte compacité et une faible fissuration qui ne permet qu'un enracinement éparé

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Glacis alluvio-colluvial du pied des collines

- Position dans le paysage :

Piémont au Nord de Colmar

- Matériau :

Matériau sablo-argilo-caillouteux, acide, beige rosâtre à faible profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige rosâtre de la terre, surface graveleuse

au toucher (surface) :



- Texture limono-argilo-sableuse à sablo-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :

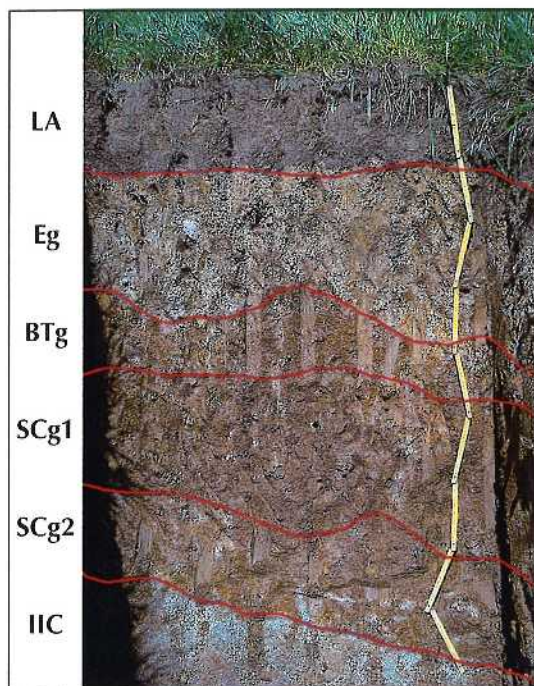


- Sol profond (0,8 à > 1 m) sur lit sablo-caillouteux

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont
Fiche de sol n°
Limons argilo-sableux profonds,
hydromorphe de glacis
7
Sol limono-argilo-sableux à limono-sablo-argileux hydromorphe profond (> 100 cm), reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.
UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en prairie

Dambach-la-ville : X = 978,2 - Y = 2380,8 Profil typique de l'unité


DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE
Horizon LA (0-35 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 43), structure polyédrique (20 mm), meuble, plastique, nombreuses racines. Faiblement caillouteux.

Horizon Eg (35-75 cm) - Sable argilo-limoneux, brun jaunâtre (10 YR 56), structure polyédrique (40 mm), compact, plastique, racines peu nombreuses. Caillouteux, nombreuses taches rouille.

Horizon BTg (75-95 cm) - Limon argilo-sableux, brun rouge clair (5 YR 64), structure polyédrique (20 mm), compact, friable, pas de racines. Caillouteux, nombreuses taches rouille.

Horizon SCg1 (95-140 cm) - Sable argilo-limoneux, rouge jaunâtre (5 YR 56), structure polyédrique (40 mm), compact, peu friable, pas de racines. Caillouteux, nombreuses taches rouille et noires.

Horizon SCg2 (140-155 cm) - Limon argilo-sableux, gris brun clair (10 YR 62), structure polyédrique (50 mm), compact, peu friable, pas de racines. Caillouteux, nombreuses taches rouille.

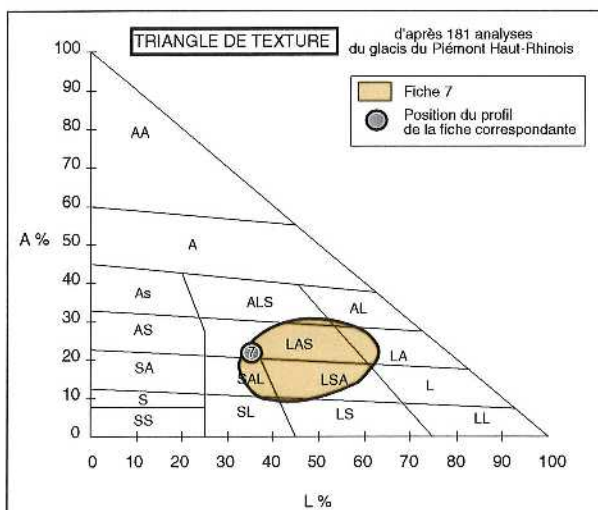
Horizon IIC (155 cm et +) - Sable, brun grisâtre (10 YR 52), structure particulaire, très compact, friable, pas de racines. Très fortement caillouteux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LA	30,8	8,4	11,2	21,6	23,2	4,8
35-75	Eg	42,7	8,2	12,0	19,9	16,4	0,8
75-95	BTg	40,4	8,5	11,9	15,7	23,3	0,2
95-140	SCg1	41,4	6,8	13,1	19,5	19,1	0,1
140-155	SCg2	21,1	7,0	22,5	27,8	21,4	0,1
> 155	IIC	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,0	0,0	-	150	69	5,12	4,00	6,1	0,89	0,49	0,03	14,0	53
8,3	0,0	-	10	-	5,67	4,30	4,7	0,99	0,17	0,03	7,3	80
-	0,0	-	10	-	5,54	4,20	7,6	2,58	0,19	0,13	8,8	Sat.
-	0,0	-	90	-	6,31	4,60	8,3	3,12	0,23	0,16	9,3	Sat.
-	0,0	-	220	-	6,43	4,60	9,9	4,27	0,28	0,23	11,2	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-


Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Glacis de piémont (fiches 7, 8, 10 et 11).

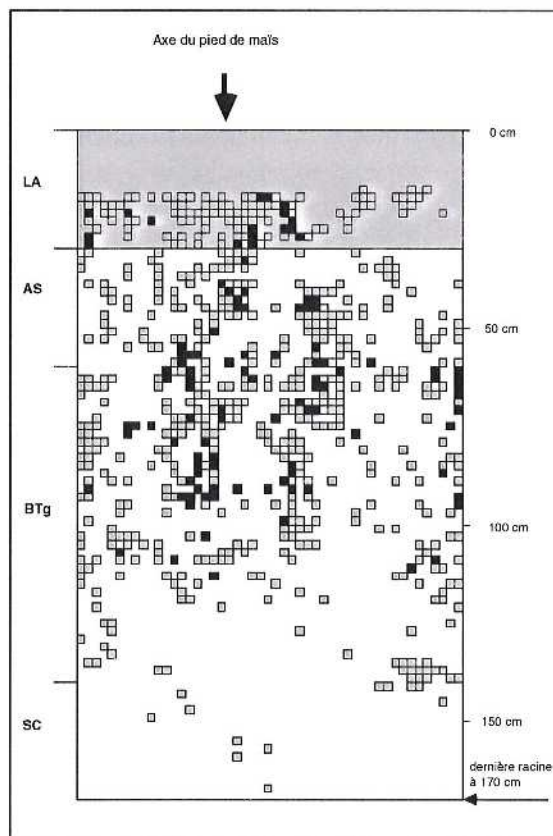
Sol limono-argilo-sableux à limono-sablo-argileux hydromorphe profond (> 100 cm), reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

Enracinement du maïs

Bergheim, Octobre 1992

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable du Piémont haut-rhinois

Enracinement limité par des niveaux très compactés



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80-100 cm et plus)
 - Superposition des textures : limon argilo-sableux, limon sablo-argileux ou sable argilo-limoneux sur tout le profil (15 à 25-30 % d'argile)
 - Non battant
 - Densité apparente de 1,4 à 1,7 (au niveau de BTg)
 - Réserve utile de 120 à 160 mm pour un enracinement 70 à 100 cm
 - Classe d'hydromorphie : H2 - H3
 - pH supérieur à 6,0-6,5 sur tout le profil (inférieur à 6,0 sans entretien calcique)
 - Pas de calcaire total et complexe adsorbant désaturé
- Variante** : sol lessivé hydromorphe à très hydromorphe à gley oxydé.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile correcte ; contrainte d'excès d'eau apparaissant entre 40 et 80 cm
- Risques de tassement en conditions non ressuyées
- Profondeur importante, substrat perméable du fait de sa fissuration, ressuyage et réchauffement lents
- Sensibilité modérée au ruissellement en nappe généralisé
- Ressuyage rapide, mais risques de tassement car le taux de matière organique s'abaisse parfois en dessous de 1,5 % dans les sols cultivés
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
 Limon argilo-sableux profond,
 hydromorphe de glaciaires

7

Sol limono-argilo-sableux à limono-sablo-argileux hydromorphe profond (> 100 cm), reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures irriguées en été, augmentant le risque d'entraînement des éléments solubles en profondeur. Privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

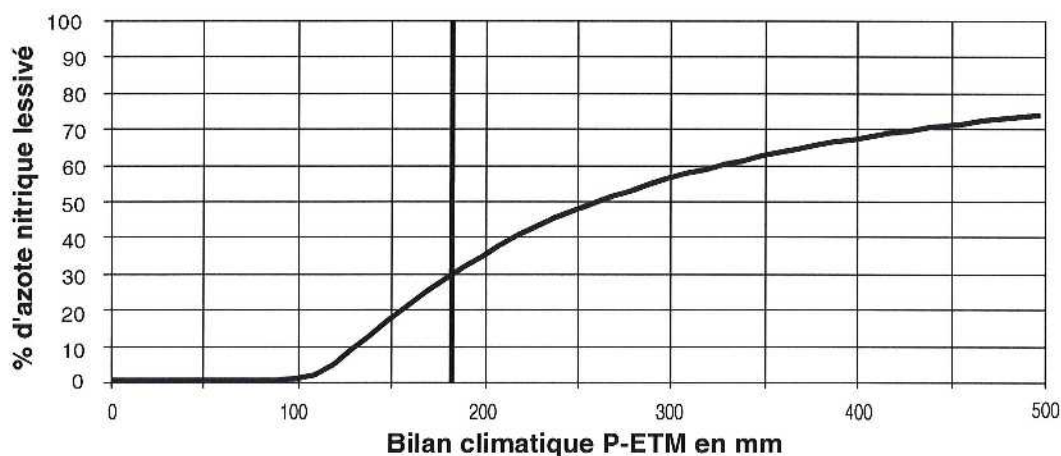
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique indispensable pour maintenir le pH proche de la neutralité
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- moyen (à P-ETM = 180 mm)

Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant : contrôle du pH indispensable, vérification du niveau de l'excès d'eau. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limons argilo-sableux peu ou pas hydromorphe
 de glacis sur loess remanié**

8

Sol limono-argilo-sableux à limono-argileux, calcique, peu à non hydromorphe, profond (> 100 cm), reposant en profondeur sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

Typologie des sols d'Alsace : code à définir

Classification CPCS : Sol alluvio-colluvial sur loess remanié - Classification RP : Colluviosol fluviqve issu de loess remanié

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à la base des collines viticoles à proximité du cône alluvial de la Fecht au Nord de Colmar. Il correspond à des dépôts loessiques qui ont été remaniés par des alluvions et des colluvions fines et grossières d'origine vosgienne.

Ces sols présentent une forte épaisseur sans excès d'eau. Les couches de surface à tendance limono-argilo-sableuse à limono-argileuse, présentent soit des caractères proches des sols sur loess auxquels ils sont associés (voir fiche 12), soit des caractères de compacité proche des sols de glacis (fiche 7). Ces sols reposent en profondeur sur un niveau argileux ou sablo-caillouteux parfois très tassé.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, secondairement céréales à paille

Etendue estimée : 2 à 3 %



Ces sols à pente faible prolongent les collines viticoles

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Piémont au Nord de Colmar

- Position dans le paysage :

Glacis colluvial du pied des collines viticoles

- Matériau :

Matériau limoneux calcaire à décarbonaté beige-orangé à jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre, battance

au toucher (surface) :



- Texture limono-argilo-sableuse à limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide en surface ou en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse à limoneuse, couleur jaune clair en profondeur

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe
 de glacis sur loess remanié**

8

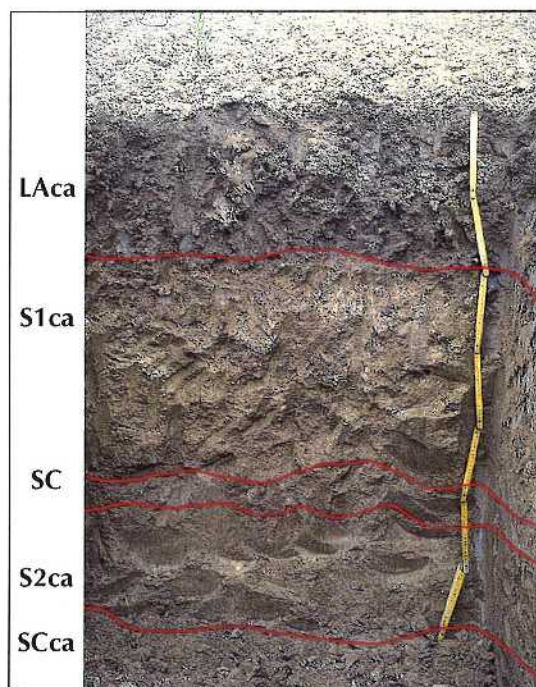
Sol limono-argilo-sableux à limono-argileux, calcique, peu à non hydromorphe, profond (> 100 cm), reposant en profondeur sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en maïs

Ostheim : X = 973,5 - Y = 2363,2

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-40 cm) - Limon argilo-sableux, brun foncé (10 YR 33), calcaire, structure polyédrique (20 mm), compact, peu friable, racines peu nombreuses.

Horizon S1ca (40-100 cm) - Limon argilo-sableux, brun jaune clair (10 YR 64), calcaire, structure polyédrique (50 mm), compact, peu friable, racines peu nombreuses.

Horizon SC (100-110 cm) - Sable, rouge jaunâtre (5 YR 46), non calcaire, structure particulaire (2 mm), peu compact à meuble, friable.

Horizon S2ca (110-150 cm) - Limon sablo-argileux, brun jaunâtre (10 YR 54), calcaire, structure polyédrique (50 mm), peu compact, peu friable.

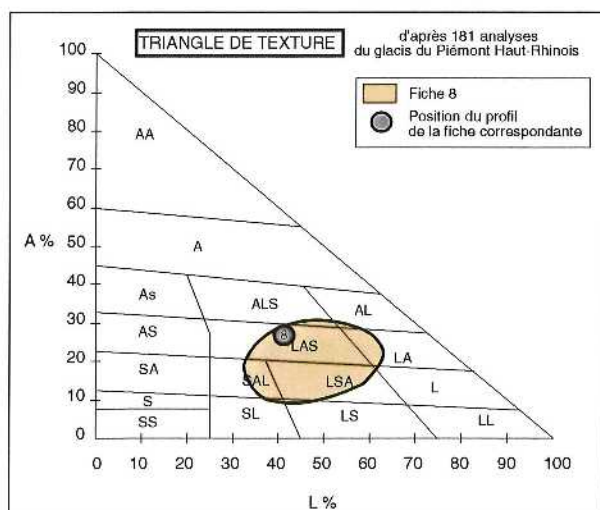
Horizon SCca (150-250 cm) - Argile, brun jaune clair (10 YR 64), calcaire, très compact, non friable. Taches gris-rouille assez nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-40	LAca	21,4	8,2	15,5	26,6	26,4	1,9
40-100	S1ca	20,0	12,4	21,0	27,0	19,0	0,6
100-110	SC	74,2	10,9	3,8	3,9	7,2	-
110-150	S2ca	16,0	24,3	24,5	22,9	12,2	-
150-250	SCca	7,9	2,4	7,1	33,9	48,8	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	2,4	-	310	110	8,04	7,40	33,0	1,54	1,02	0,03	11,7	Sat.
7,5	18,4	6,5	10	-	8,55	7,80	40,0	1,88	0,19	0,06	7,2	Sat.
-	2,3	-	-	-	8,70	8,00	21,8	0,79	0,11	0,03	3,2	Sat.
-	16,5	3,2	-	-	8,71	7,90	37,8	2,73	0,13	0,06	5,6	Sat.
-	0,4	-	-	-	7,51	6,10	19,8	12,3	0,40	0,42	20,6	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Glacis de piémont (fiches 7, 8, 10 et 11).

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe
 de glacis sur loess remanié**

8

Sol limono-argilo-sableux à limono-argileux, calcique, peu à non hydromorphe, profond (> 100 cm), reposant en profondeur sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

Enracinement du maïs

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol ou un type analogue en Alsace

Enracinement pouvant localement être limité en profondeur par l'hydromorphie

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
 - Superposition des textures : limon argilo-sableux à limon sablo-argileux sur tout le profil (20 à 25 % d'argile)
 - Non battant
 - Densité apparente de 1,5 à 1,7 (au niveau de S1ca)
 - Réserve utile de 160 à 220 mm pour un enracinement de 100 cm
 - Classe d'hydromorphie : H0 - H1
 - pH proche ou supérieur à 8,0 sur tout le profil
 - Calcaire total de 2 à 20 % et complexe adsorbant saturé
- Variante:** sol limono-sableux à sableux reposant sur loess en profondeur. Sols associés : sols bruns calcaires loessiques (voir fiche 12).

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile élevée ; aucune contrainte d'excès d'eau
- Ressuyage et réchauffement rapides, mais risques de tassement limités si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,5 %
- Profondeur importante, substrat perméable, sensibilité modérée au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates très limité
- Pouvoir épurateur suffisant à élevé

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe
 de glacis sur loess remanié**

8

Sol limono-argilo-sableux à limono-argileux, calcique, peu à non hydromorphe, profond (> 100 cm), reposant en profondeur sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités très favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

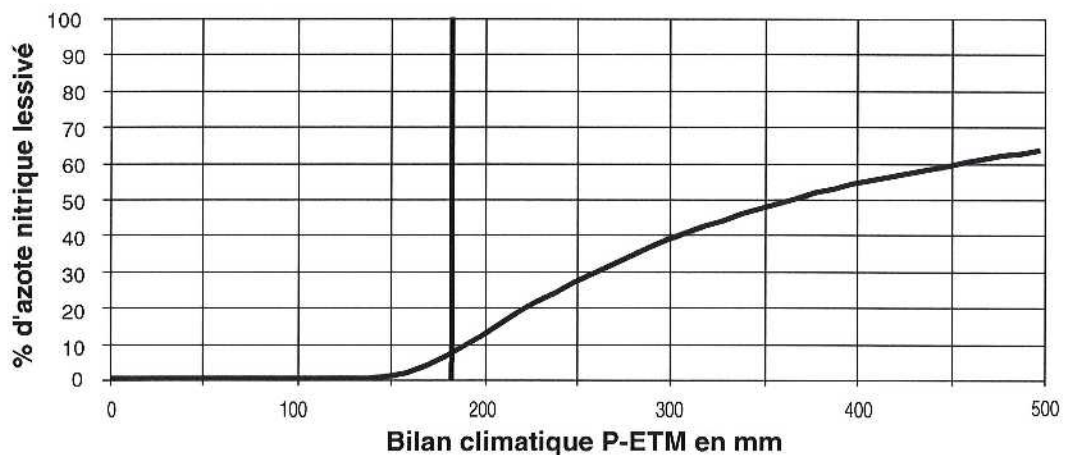
Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'amendement calcique à prévoir
- Sol calcique à calcaire ; pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très limité (à P-ETM = 180 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- Suffisant à élevé ; pas de contraintes majeures

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, moyennement profond,
 hydromorphe de glacis**

9

Sol limoneux à limono-sablo-argileux sur limon argileux à argilo-sableux hydromorphe (H2 - H3+) moyennement profond à profond (40-60 à 100 cm), reposant sur sable argileux et cailloutis d'origine vosgienne.

Typologie des sols d'Alsace :code à définir - Classification CPCS : *Sol alluvio-colluvial lessivé hydromorphe sur glacis d'origine vosgienne* - Classification RP : *Colluviosol fluviqve luvique rédoxique*

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à la base de la montagne vosgienne entre Cernay et Guebwiller. Il correspond à des dépôts de colluvions et d'alluvions fines reposant sur des alluvions grossières anciennes d'origine vosgienne (parfois à gros blocs).

Ces sols présentent une épaisseur variable et un excès d'eau parfois marqué. Les couches de surface à tendance limono-sablo-argileuse, présentent un caractère de compacité importante qui les rend difficilement praticables. Elles reposent à moyenne profondeur sur un niveau sablo-argileux ou sablo-caillouteux parfois très tassé.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, secondairement céréales à paille, cultures fourragères, plus rarement prés et vergers

Etendue estimée : 2 à 3 %



Ces formations du pied des Vosges forment deux ensembles, l'un à pente forte, sablo-caillouteux, au pied du massif vosgien, l'autre à pente faible, plutôt limoneux (en premier plan).

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
 Piémont au Sud de Colmar

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige rosâtre de la terre surface graveleuse

- **Position topographique :**
 Glacis colluvio-alluvial de pente au pied des Vosges

au toucher (surface) :



- Texture limono-sablo-argileuse à sablo-argileuse

- **Matériau :**
 Matériau sablo-argilo-caillouteux, acide, beige rosâtre à faible profondeur

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol peu profond à profond (0,4 à > 1 m) sur lit sablo-caillouteux. Taches rouille à 30 cm.

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, moyennement profond, hydromorphe de glacis

9

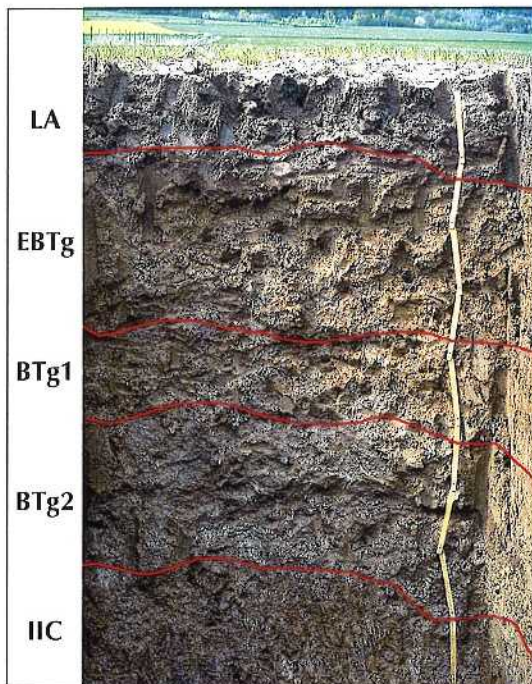
Sol limoneux à limono-sablo-argileux sur limon argileux à argilo-sableux hydromorphe (H2 - H3+) moyennement profond à profond (40-60 à 100 cm), reposant sur sable argileux et cailloutis d'origine vosgienne.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en blé

Wattwiller : X = 963,8 - Y = 2326,8

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon, brun (10 YR 43), structure polyédrique (40 mm), meuble, non plastique, nombreuses racines.

Horizon EBTg (30-70 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 53), structure polyédrique à prismatique (60 mm), peu compact, friable, nombreuses racines. Nombreuses taches rouille et taches grises assez nombreuses.

Horizon BTg1 (70-110 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 53), structure prismatique (150 mm), compact, peu plastique, racines peu nombreuses. Très nombreuses taches rouille et noires, nombreuses taches grises.

Horizon BTg2 (110-170 cm) - Limon argileux, brun clair (10 YR 63), structure polyédrique (100 mm), compact, peu plastique, pas de racines. Caillouteux, nombreuses taches gris-rouille et noires.

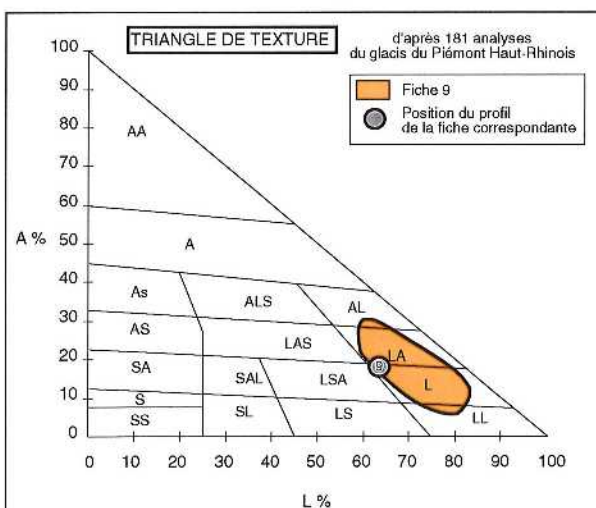
Horizon IIC (170 cm et +) - Sable argilo-caillouteux, jaune brun (10 YR 68), compact, non plastique, pas de racines. Très fortement caillouteux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	Δ.	
0-30	LA	11,1	6,5	35,2	31,1	14,2	1,9
30-70	EBTg	6,1	5,0	31,7	32,1	24,6	0,6
70-110	BTg1	12,1	6,0	33,6	24,9	23,2	0,2
110-170	BTg2	10,9	3,6	32,1	28,4	24,9	0,1
> 170	IIC	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	0,0	-	150	17	6,26	5,30	8,5	1,29	0,15	0,10	9,5	Sat.
6,3	0,0	-	10	-	6,72	5,10	12,7	3,08	0,23	0,13	13,1	Sat.
-	0,0	-	120	-	6,96	5,20	13,8	3,87	0,23	0,16	13,5	Sat.
-	0,0	-	390	-	6,98	4,90	13,5	4,91	0,23	0,16	13,4	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois :
 Lehm sur glacis de piémont (fiche 9)

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, moyennement profond,
 hydromorphe de glacis**

9

Sol limoneux à limono-sablo-argileux sur limon argileux à argilo-sableux hydromorphe (H2 - H3+) moyennement profond à profond (40-60 à 100 cm), reposant sur sable argileux et cailloutis d'origine vosgienne.

Enracinement du maïs

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol ou un type analogue en Alsace

Enracinement limité en profondeur par l'hydromorphie

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond, puis plus profond (40-60 à 100 cm), avec l'éloignement du massif vosgien
 - Superposition des textures : limon sur limon argileux (15 à 25 % d'argile), sur sable argilo-caillouteux (moins de 10 % d'argile) au delà de 1,5 m
 - Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
 - Densité apparente de 1,6 à 1,75 (au niveau de BTg)
 - Réserve utile de 160 à 200 mm pour un enracinement de 80-100 cm
 - Classe d'hydromorphie : H2 - H3+
 - pH voisin de 6,0-6,5 sur tout le profil
 - Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé
- Variante** : sol lessivé colluvial peu profond (40 cm) sur cailloux et blocs en pied de montagne ou matériau gréseux.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile élevée, contrainte d'excès d'eau (hydromorphie à 40-60 cm de profondeur).
- En conditions non ressuyées, risques de tassement notamment si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 % (cas rare)
- Profondeur importante (type présenté), substrat peu perméable, ressuyage et réchauffement lents,
- Sensibilité élevée à la battance et au ruissellement
- Risque de lessivage des nitrates moyen, augmenté en cas de drainage à la parcelle
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol limoneux à limono-sablo-argileux sur limon argileux à argilo-sableux hydromorphe (H2 - H3+) moyennement profond à profond (40-60 à 100 cm), reposant sur sable argileux et cailloutis d'origine vosgienne.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures irriguées en été, sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires. Privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Nécessité de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

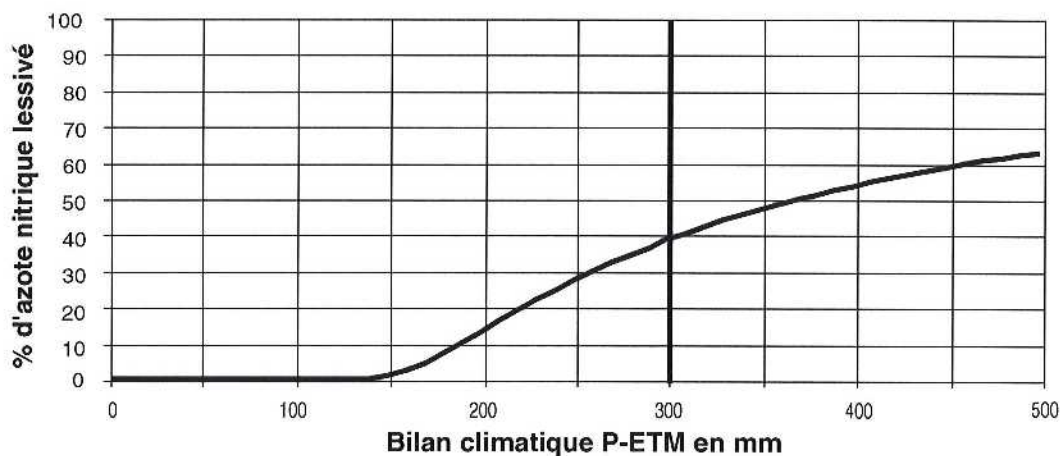
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique indispensable pour maintenir le pH proche de la neutralité
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 300 mm)

Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)



Pouvoir épurateur

- À peine suffisant ; contrainte liée à l'hydromorphie. Le contrôle du pH est indispensable. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limons argilo-sableux hydromorphe
 sur alluvions vosgiennes**

10

Sol limono-argilo-sableux à argilo-limono-sableux hydromorphe profond (> 100 cm), rosâtre, reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

Typologie des sols d'Alsace : code à définir

Classification CPC : Sol alluvial argileux hydromorphe sur alluvions-colluvions d'origine vosgienne

Classification RP : Fluviosol colluvique rédoxique

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol, comme ceux des fiches 16 à 18 auxquels il est lié, est une caractéristique de l'Avant Sundgau. Il correspond à des dépôts alluviaux argileux d'origine vosgienne dans le fond des vallons.

Ce sol est à tendance argileuse et d'une teinte rosâtre dès la surface.

Ainsi, dans ce sol, les traces d'excès d'eau sont souvent manifestes dès la surface et il est fréquemment engorgé. Les couches de surface à tendance limono-argilo-sableuse reposent à moyenne profondeur sur un niveau argilo-sableux ou sablo-caillouteux.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, secondairement céréales à paille, jachères ou prairies naturelles

Etendue estimée : moins de 1 %



*Ces sols présentent une très faible perméabilité
 et sont le lieu de stagnations d'eau prolongées*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Alluvions argileuses des cuvettes dans les vallées de rivières vosgiennes

- Position dans le paysage :

Vallons des collines de l'Avant-Sundgau

- Matériau :

Matériau argilo-sablo-caillouteux, décarbonaté, beige rosâtre à faible profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige rosâtre de la terre surface plus ou moins graveleuse

au toucher (surface) :



- Texture limono-argilo-sableuse à argilo-limono-sableuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol assez profond (0,6 m à > 1 m) sur lit argilo-sablo-caillouteux ; taches rouille à 30 cm

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux hydromorphe
 sur alluvions vosgiennes**

10

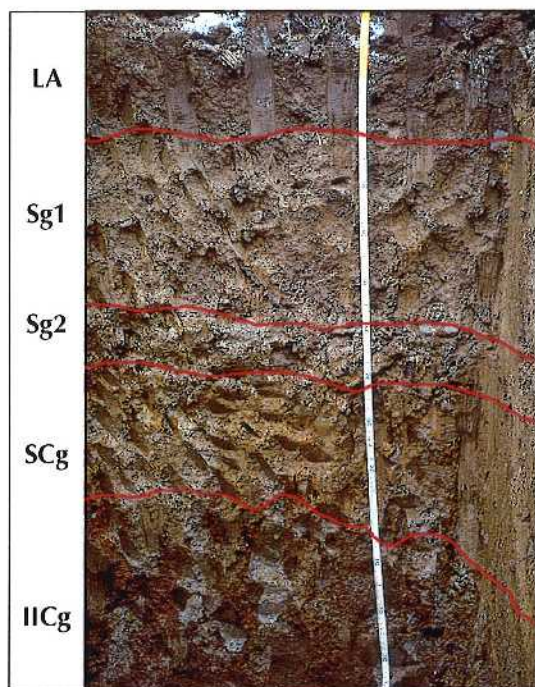
Sol limono-argilo-sableux à argilo-limono-sableux hydromorphe profond (> 100 cm), rosâtre, reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Janvier 1996 - Parcelle en maïs

Aspach-le-Haut : X = 958,3 - Y = 2320,2

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-20 cm) - Limon argilo-sableux, brun rosâtre (5 YR 34), non calcaire, structure polyédrique (30 mm), friable. Nombreuses racines.

Horizon Sg1 (20-60 cm) - Limon argilo-sableux, beige rosâtre (5 YR 54), non calcaire, structure polyédrique (50 mm), compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques taches rouille.

Horizon Sg2 (60-70 cm) - Limon argilo-sableux, beige rosâtre (5 YR 54), non calcaire, structure polyédrique (10 mm), compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille et concrétions noires.

Horizon SCg (70-105 cm) - Limon argilo-sableux, rosâtre (5 YR 74), non calcaire, structure polyédrique (100 mm), compact, non friable. Peu de racines. Très nombreuses taches gris-rouille.

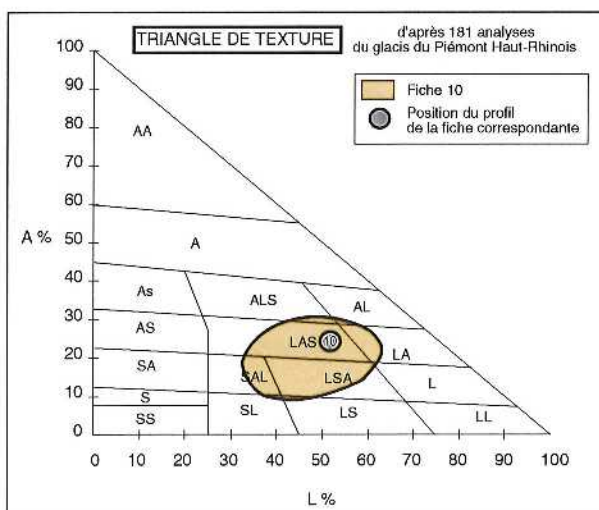
Horizon IICg (105-150 cm) - Sable argilo-caillouteux, gris jaunâtre (2,5 YR 46).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	LA	8,7	13,5	20,2	30,5	23,5	3,3
20-60	Sg1	13,2	9,9	22,1	28,7	23,7	0,4
60-70	Sg2	11,1	6,7	22,5	33,2	24,1	-
70-105	SCg	12,4	6,8	22,9	30,1	25,5	-
105-150	IICg	73,4	5,9	1,7	2,4	14,5	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,5	0,0	-	360	93	6,90	5,90	11,4	1,23	0,57	0,06	13,4	99
6,0	0,0	-	-	-	6,70	5,30	6,4	0,97	0,14	0,08	7,2	Sat.
-	0,0	-	-	-	6,60	5,10	8,8	2,14	0,19	0,10	10,1	Sat.
-	0,0	-	-	-	6,40	4,90	9,6	3,63	0,25	0,13	11,5	Sat.
-	0,0	-	-	-	6,20	4,80	5,7	3,30	0,20	0,12	9,2	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois :
 Glacis de piémont (fiches 7, 8, 10 et 11)

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Limons argilo-sableux hydromorphe
 sur alluvions vosgiennes**

10

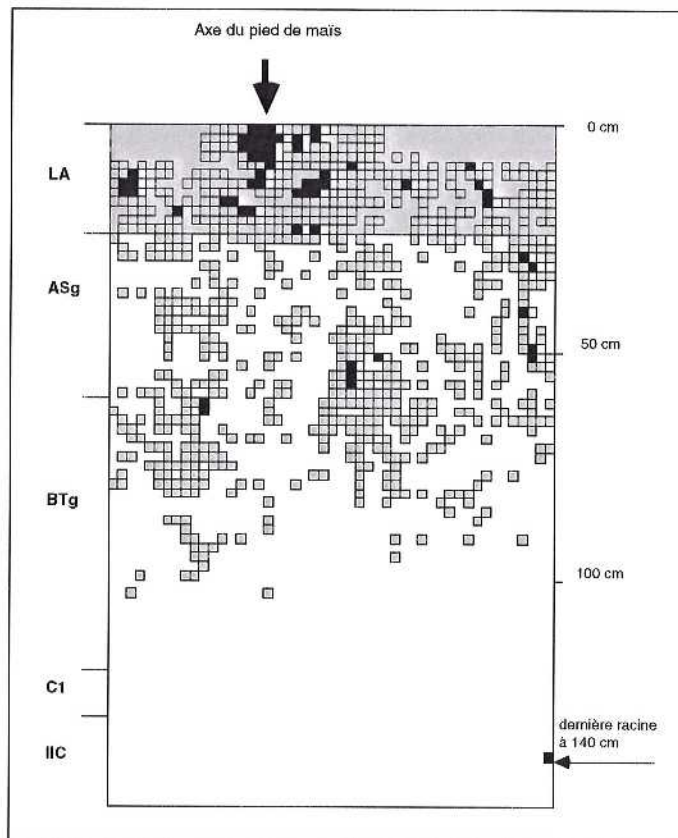
Sol limono-argilo-sableux à argilo-limono-sableux hydromorphe profond (> 100 cm), rosâtre, reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

Enracinement du maïs

Ostheim. Octobre 1993

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable du Piémont haut-rhinois

Pas de facteur limitant l'enracinement



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm au plus), localement limité par des tassements à 40-60 cm
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à argile limoneuse (de 25 à 30 % d'argile), puis sable argilo-caillouteux (10-12 % d'argile) au delà de 80-100 cm
- Non battant
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de Sg2)
- Réserve utile de 150 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H3
- pH compris entre 6,0 et 7,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant légèrement désaturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau marquée (tâches rouille dès 20-40 cm).
- Réserve utile correcte du fait d'un enracinement souvent observé à 80-100 cm au niveau du substrat
- Risques de tassement en conditions non ressuyées car le taux de matière organique s'abaisse parfois en dessous de 1,8-2,0 %
- Profondeur assez élevée, substrat imperméable, ressuyage et réchauffement assez lents
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant, voire médiocre

Sol limono-argilo-sableux à argilo-limono-sableux hydromorphe profond (> 100 cm), rosâtre, reposant sur sables et graviers d'alluvions vosgiennes.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à des cultures non irriguées en été, sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès par fossés lorsque c'est possible. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement

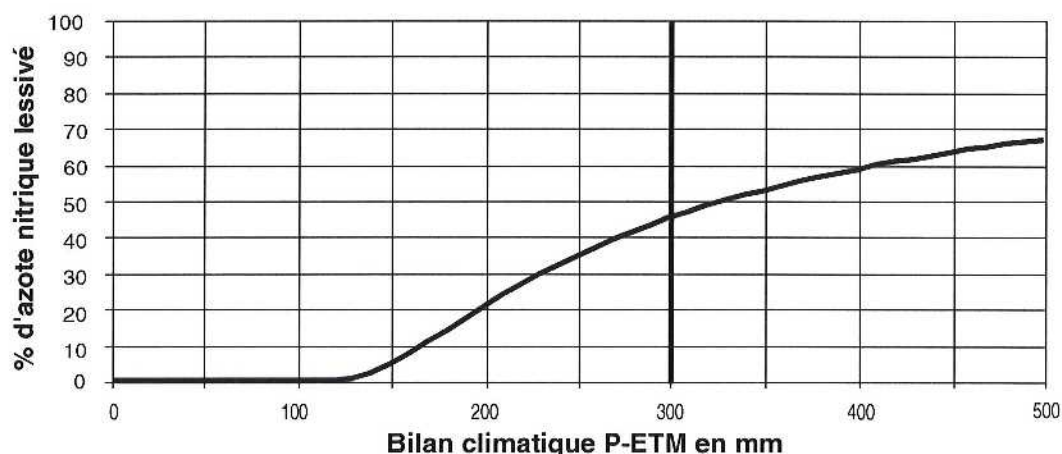
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique indispensable pour maintenir le pH proche de la neutralité
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant, voire médiocre : contrainte liée au niveau de l'excès d'eau. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. Le contrôle du pH est nécessaire.

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Fiche de sol n°
**Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur
 molasse alsacienne et conglomérat**

11

Sol argilo-limono-sableux à limono-argilo-sableux irrégulièrement profond plus ou moins hydromorphe issu de matériaux argilo-calcaires.

Typologie des sols d'Alsace : code à définir

Classification CPCS : Sol brun calcique à calcaire hydromorphe sur conglomérat et molasse

Classification RP : Calcisol rédoxique issu de molasse

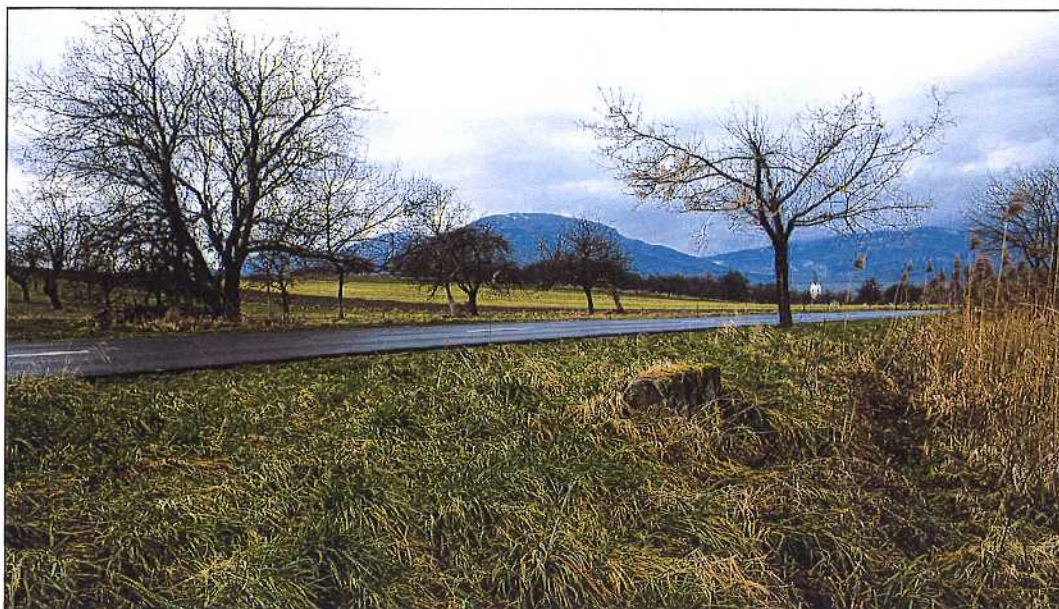
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à la marge des collines viticoles. Il correspond à des affleurements argileux ou à de faibles épaisseurs de limons (< 1 m) sur un niveau plus argileux. Dans ces situations de pente relativement faible et à tendance argileuse, ce sol est hydromorphe la plupart du temps, et ce d'autant plus que le niveau imperméable sous-jacent est proche de la surface.

Mise en valeur actuelle :

versants mixtes de bois, prés vergers,
 maïs ou céréales à pailles en marge du vignoble

Etendue estimée : moins de 1 %



Ces hauts de buttes à sols lourds sont majoritairement couverts de prés et de bois

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
 Collines de Cernay à Guebwiller

- **Position dans le paysage :**
 Versants argileux des collines

- **Matériau :**
 Matériau limono-argileux
 beige foncé à rosâtre ou
 verdâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre

au toucher (surface) :



- Texture argilo-limoneuse à argileuse au toucher plastique à l'état humide

à la pissette (HCl) :



- Faiblement effervescent à l'acide en profondeur

à la tarière :



- Sol irrégulièrement profond ; texture lourde, couleur gris rose à verdâtre en profondeur. Taches rouille à 30 cm

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Sol argilo-limono-sableux à limono-argilo-sableux irrégulièrement profond plus ou moins hydromorphe issu de matériaux argilo-calcaires.

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur molasse alsacienne et conglomérat

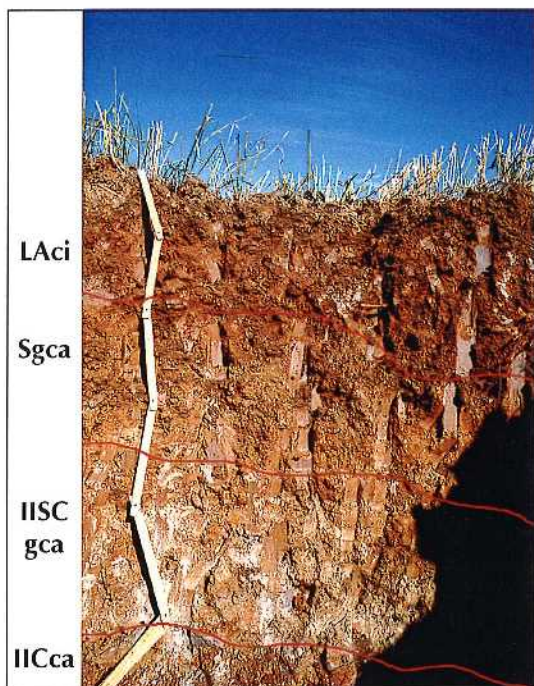
11

UN EXEMPLE DE PROFIL

Janvier 2001 - Parcelle en blé

Hartmannswiller : X = 985,4 - Y = 2329,0

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAci (0-30 cm) – Argile limono-sableuse, beige (10 YR 43), structure polyédrique (15 mm), peu compact, friable. Nombreuses racines. Quelques galets.

Horizon Sgca (30-50 cm) - Argile, beige olive (2,5 Y 53), structure polyédrique (50 mm), compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Quelques taches rouille.

Horizon IISCgca (50-80 cm) - Sable limoneux, beige rosâtre (10 YR 46), structure polyédrique (50 mm), très compact. Peu de racines.

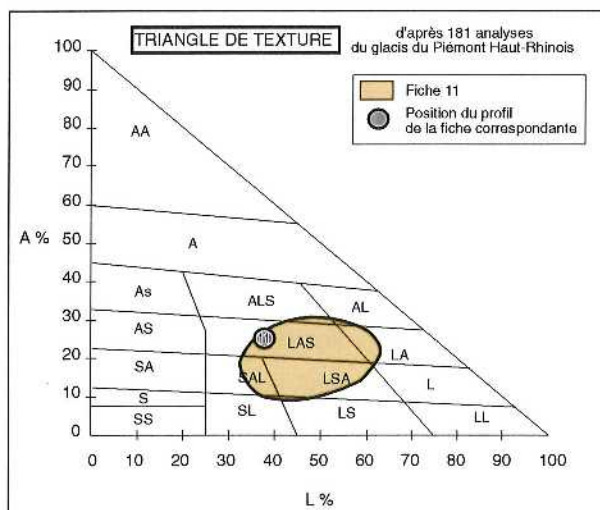
Horizon IICca (80 cm et +) - Limon sablo-argileux, gris rosâtre (5 YR 46) à gris verdâtre, structure continue, très compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAci	10,6	24,1	11,2	15,2	37,0	2,0
30-50	Sgca	1,7	4,5	5,4	32,3	55,6	0,7
50-80	IISCgca	15,4	42,2	12,3	18,5	11,4	0,3
> 80	IICca	2,5	27,1	20,8	35,0	14,4	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,1	0,5	-	290	161	7,20	-	21,3	1,59	0,91	0,07	20,5	Sat.
7,5	8,8	-	10	-	8,20	-	66,4	2,38	0,60	0,11	29,9	Sat.
-	22,5	-	10	-	8,50	-	43,2	0,64	0,17	0,05	8,3	Sat.
-	45,5	-	10	-	8,50	-	42,8	0,64	0,17	0,05	9,8	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois :
 Glacis de piémont (fiches 7, 8, 10 et 11)

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Sol argilo-limono-sableux à limono-argilo-sableux irrégulièrement profond plus ou moins hydromorphe issu de matériaux argilo-calcaires.

Fiche de sol n°
 Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur
 molasse alsacienne et conglomérat

11

Enracinement du maïs

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol ou un type analogue en Alsace

Enracinement limité en profondeur par l'hydromorphie et le substrat sous-jacent

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond (80 à 100 cm au plus), parfois limité par des tassements à 40-60 cm
 - Superposition des textures : argile limono-sableuse puis argile (de 35 % d'argile en surface à plus de 50 % en profondeur)
 - Non battant
 - Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de Sgca)
 - Réserve utile de 120 à 160 mm pour un enracinement de 80 cm
 - Classe d'hydromorphie : H2 - H3
 - pH compris entre 7,0 et 7,5 en surface, voisin de 8,0-8,5 en profondeur
 - Calcaire total < 2 % en surface à plus de 30 % en profondeur et complexe adsorbant saturé
- Variante :** sol brun faiblement lessivé hydromorphe.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (tâches rouille assez nombreuses entre 40 et 80 cm)
- Sols à réserve utile correcte
- Risques de tassement en conditions non ressuyées lorsque le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8-2,0 %
- Profondeur moyenne ; niveau argileux et substrat peu perméable, ressuyage et réchauffement relativement lents
- Sensibilité relativement modérée au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle N° 12
Glacis de piémont

Sol argilo-limono-sableux à limono-argilo-sableux irrégulièrement profond plus ou moins hydromorphe issu de matériaux argilo-calcaires.

Fiche de sol n°
 Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur
 molasse alsacienne et conglomérat

11

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités limitées pour des cultures non irriguées en été, sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

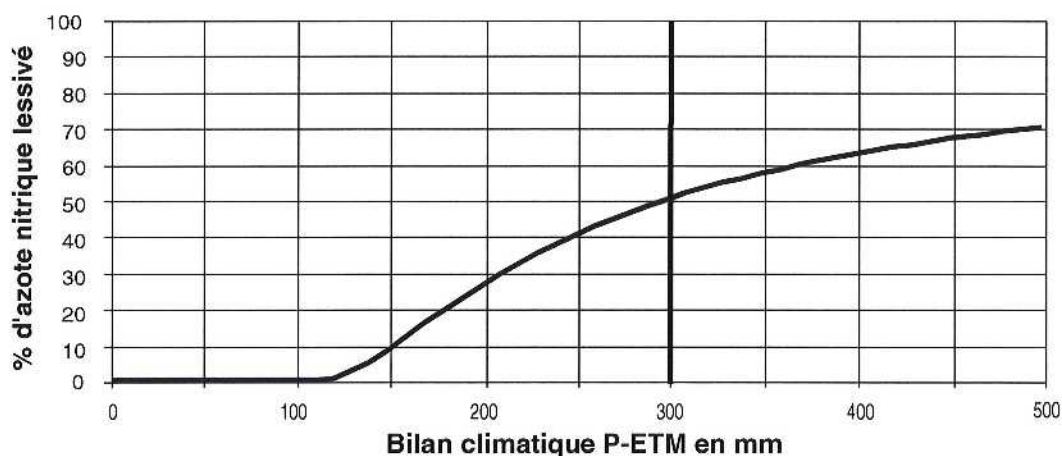
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcique à calcaire ; pas d'amendement calcique à prévoir
- Contrôle et entretien du taux de matière organique
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant à cause du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau est indispensable.

Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 40 cm, puis très limoneux jaunâtre clair en profondeur au-delà de 100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.1

Classification CPCS : Sol brun calcaire sur loess

Classification RP : Calcisol issu de loess

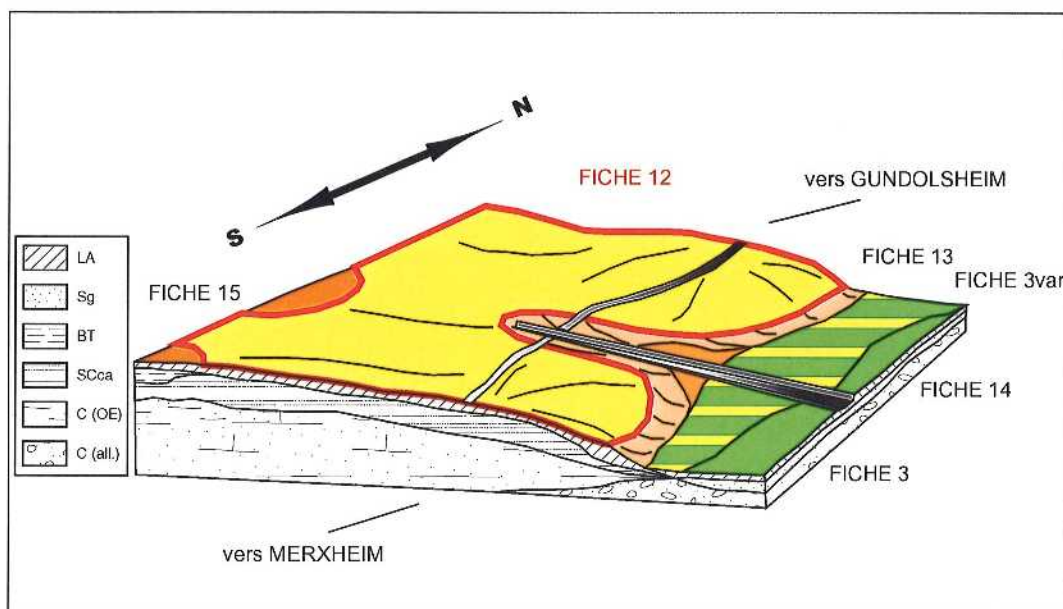
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe entre les collines viticoles et la plaine de l'Ill et de la Thur. Il correspond à des dépôts loessiques de quelques mètres d'épaisseur. Ces levées loessiques ont été constituées par des apports éoliens d'âge Würm qui sont venus recouvrir différents matériaux : des calcaires, des marnes et des matériaux alluviaux.

Situés dans la moitié supérieure des collines, ces sols présentent une tendance à l'érosion laminaire. Ceci se manifeste par des limons « blanchis » en surface qui traduisent une perte de matière organique.

Mise en valeur actuelle : essentiellement maïs, secondairement céréales à paille ou betteraves

Etendue estimée : 8 à 10 %



Ce type de sol occupe la majorité des surfaces des collines limoneuses

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Levées loessiques entre plaine et collines

- Position dans le paysage :

Moitié supérieure des versants

- Matériau :

Matériau limoneux calcaire, beige à jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre, battance

au toucher (surface) :



- Texture limoneuse au toucher farineux

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; limoneux sur tout le profil, couleur jaune clair en profondeur au delà de 1 m

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon calcaire profond
des levées loessiques**

12

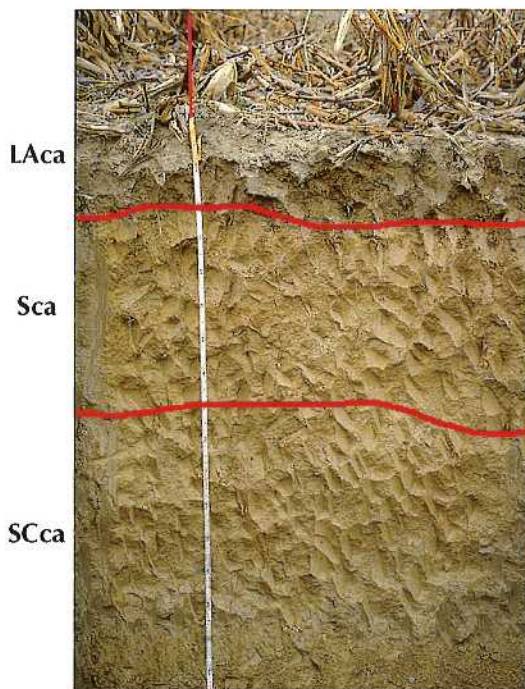
Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 40 cm, puis très limoneux jaunâtre clair en profondeur au-delà de 100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1996 - Parcelle en jachère

Merxheim : X = 969,5 - Y = 2335,8

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcA (0-30 cm) - Limon, brun foncé (10 YR 33), calcaire, structure polyédrique (20 mm), peu compact, peu friable, nombreuses racines.

Horizon Sca (30-90 cm) - Limon, beige jaunâtre (10 YR 64), calcaire, structure polyédrique (50 mm), peu compact, friable. Racines peu nombreuses.

Horizon SCca (90-210 cm) - Limon, jaunâtre (2,5 Y 53), calcaire, structure continue à éclats anguleux, compact, peu friable.

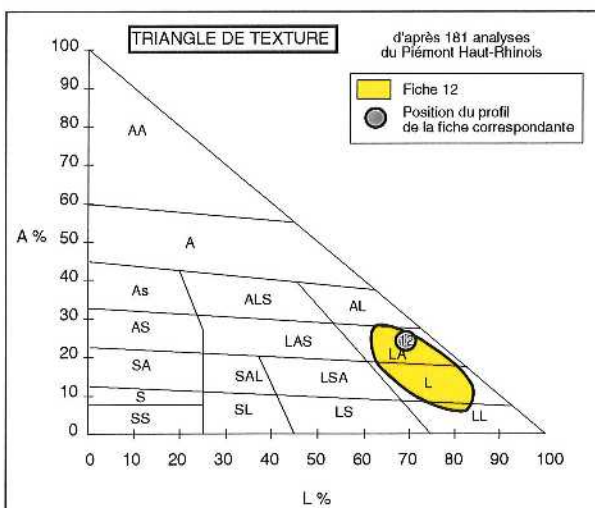
Horizon IICci (210 cm et +, observé à la tarière) - Sable limono-caillouteux, gris-jaunâtre, faiblement calcaire. Nombreux cailloux (> 40 %). Pas de racines

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.C.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAcA	2,0	5,4	36,3	29,4	24,9	1,8
30-90	Sca	1,4	7,6	37,7	35,1	16,2	0,6
90-210	SCca	1,5	5,3	46,9	34,0	10,8	-
> 210	IICci	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/r en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,8	2,3	-	250	54	8,10	7,40	40,7	1,18	0,89	0,06	12,8	Sat.
7,3	37,7	-	-	-	8,50	7,80	45,8	0,90	0,10	0,06	5,2	Sat.
-	29,1	-	-	-	8,40	7,80	42,9	1,61	0,09	0,03	4,9	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Loess (fiches 12, 13 et 14)

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limons calcaires profonds
 des levées loessiques**

12

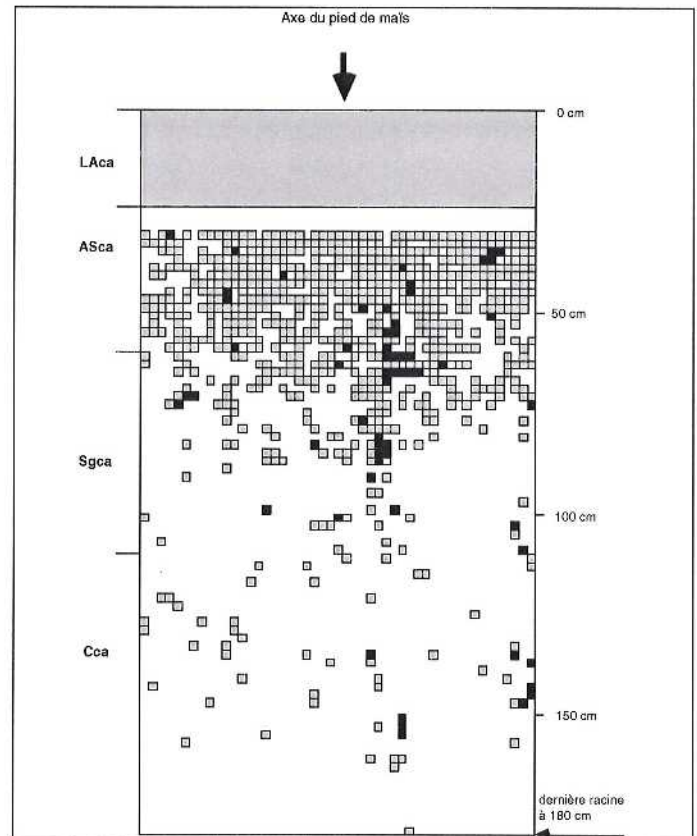
Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 40 cm, puis très limoneux jaunâtre clair en profondeur au-delà de 100 cm.

Enracinement du maïs

Rantzwiller. Octobre 1992

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable du Sundgau

Pas de facteur limitant l'enracinement



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon sur tout le profil (20-25 à moins de 15 % d'argile), parfois limono-argileux en surface, éventuellement limon sableux (moins de 10 % d'argile) au delà de 1 m
- Indice de battance faible ($1,4 < R < 1,6$), sauf si le taux de matière organique est inférieur à 1,8-2,0 %
- Densité apparente de 1,2 à 1,4 (au niveau de Sca)
- Réserve utile de 180 à 200 mm pour un enracinement de 80 à 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 10 à 30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Aucune contrainte d'excès d'eau
- Profondeur importante, substrat perméable, ressuyage et réchauffement rapides
- Sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé si le taux de matière organique est insuffisant
- Risques de tassement, si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 %
- Risque de lessivage des nitrates limité au Nord de la région, élevé dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 40 cm, puis très limoneux jaunâtre clair en profondeur au-delà de 100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités très favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

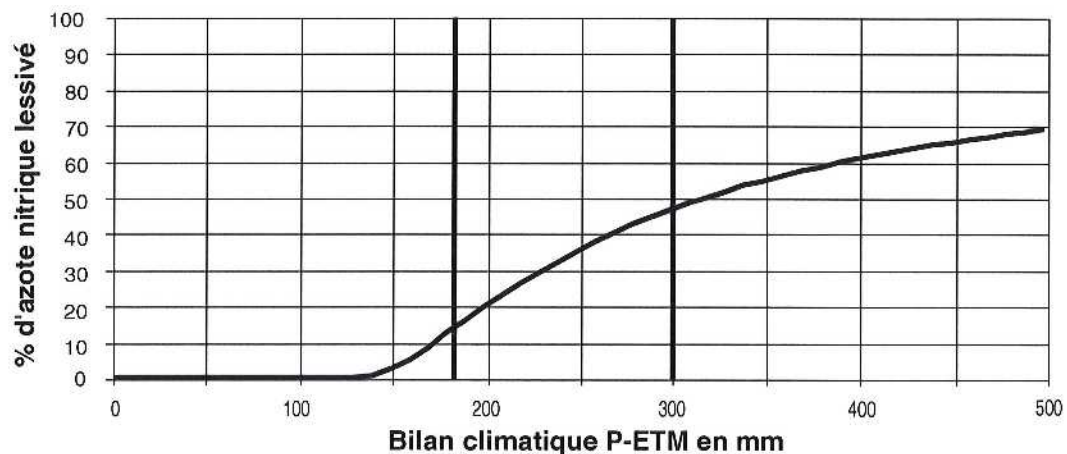
Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'amendement calcique nécessaire
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire à terme
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque limité au Nord de la région (à P-ETM = 180 mm), élevé dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- Suffisant ; pas de contraintes majeures. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte notamment dans l'Avant Sundgau.

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant beige à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre vers 100 cm, jaunâtre clair au-delà de 150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.5

Classification CPCS : Sol brun calcaire colluvial sur loess

Classification RP : Calcisol colluvique issu de loess

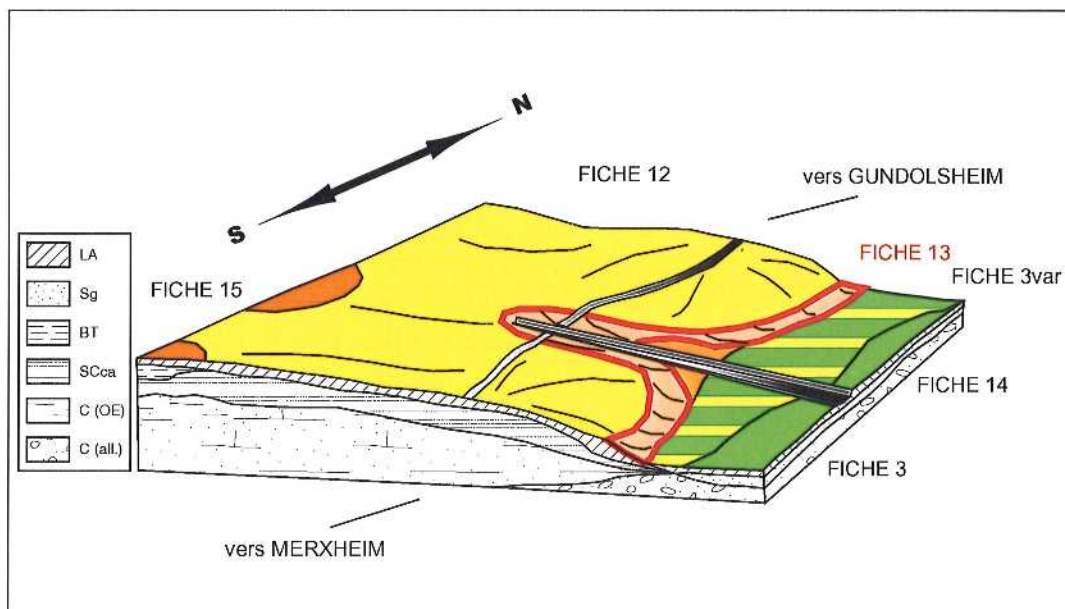
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les vallons des levées loessiques situées entre les collines viticoles et la plaine de l'III et de la Thur. Il correspond à des dépôts limoneux loessiques issus du remplissage des fonds de vallons dits « secs », c'est-à-dire sans ruisseau les traversant.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs,
secondairement céréales à paille ou betteraves

Etendue estimée : 1 à 2 %



Ces sols collectent les apports de l'amont en eau, fertilisants et matière organique, ce qui leur confère une réserve utile très élevée et parfois un enracinement exceptionnel jusqu'à 2 m de profondeur

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Levées loessiques entre plaine et collines

- Position dans le paysage :

Moitié inférieure des versants, fonds de vallons secs

- Matériau :

Matériau limoneux calcaire, beige à beige jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre, battance modérée

au toucher (surface) :



- Texture limoneuse au toucher farineux

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse sur tout le profil, couleur beige jusqu'à 1 m et plus

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux calcaire profond
des vallons loessiques**

13

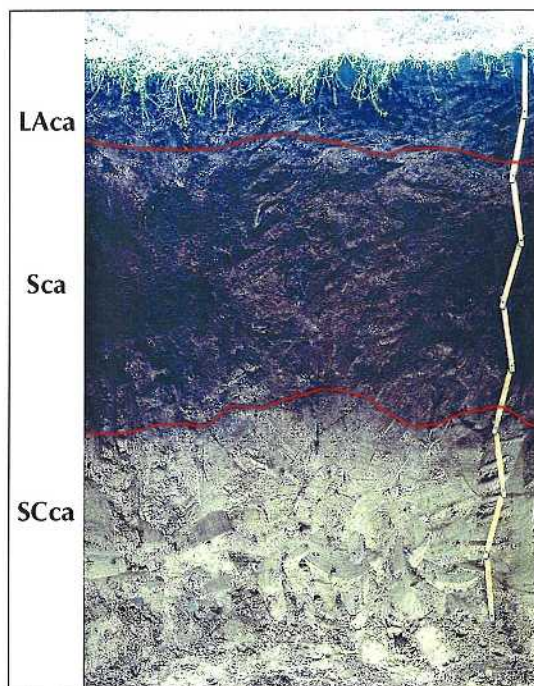
**Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant beige
à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre vers 100 cm, jaunâtre clair au-delà de 150 cm.**

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en jachère

Gundolsheim : X = 970,0 - Y = 2336,7

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcA (0-30 cm) - Limon argileux, brun foncé (10 YR 33), calcaire, structure polyédrique (20 mm), peu compact, peu plastique, nombreuses racines. Présence de quelques cailloux.

Horizon Sca (30-105 cm) - Limon argileux, brun jaune foncé (10 YR 44), calcaire, structure continue à éclats anguleux, peu compact, friable, nombreuses racines.

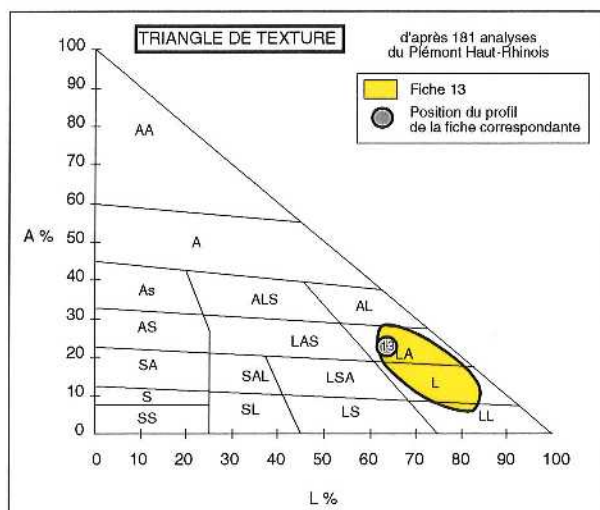
Horizon SCca (105 cm et +) - Limon, jaune brun (10 YR 66), calcaire, structure continue à éclats anguleux, très compact, friable.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-30	LAcA	2,2	5,6	41,1	24,9	23,9	2,2
30-105	Sca	1,1	5,0	38,3	28,8	26,0	0,8
> 105	SCca	2,2	10,3	45,0	30,8	11,4	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,6	0,8	-	260	91	7,90	7,10	19,5	2,28	1,02	0,03	15,7	Sat.
7,3	1,1	-	40	-	8,27	7,40	32,6	2,43	0,34	0,03	13,6	Sat.
-	36,9	10,6	10	-	8,69	8,10	40,7	1,59	0,06	0,06	4,1	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois :
Loess (fiches 12, 13 et 14)

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limons argileux calcaires profonds
 des vallons loessiques**

13

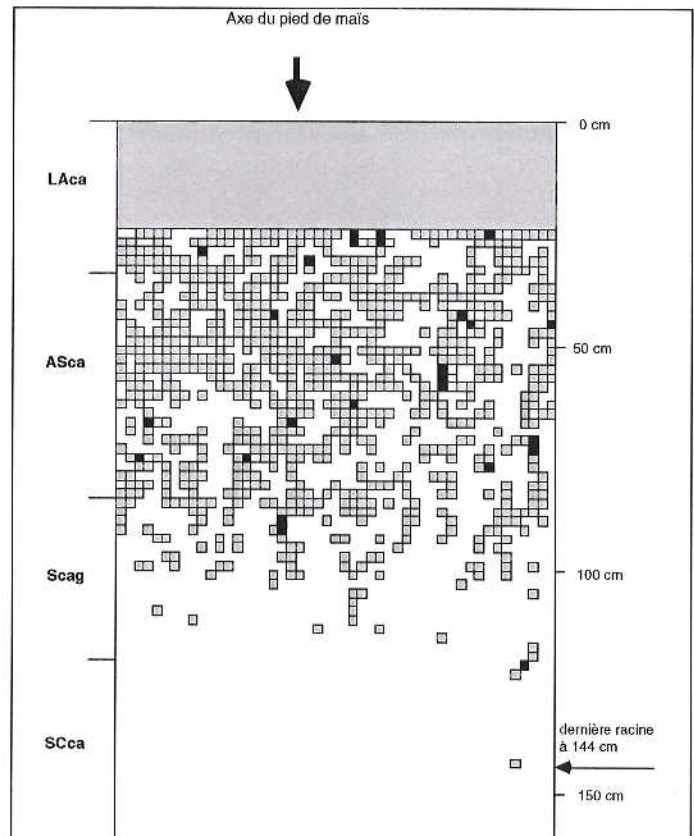
Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant beige à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre vers 100 cm, jaunâtre clair au-delà de 150 cm.

Enracinement du maïs

Illfurth, Octobre 1992

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable du Sundgau

Pas de facteur limitant l'enracinement



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux (20 à 25 % d'argile), sur limon (10 à 15 % d'argile) au delà de 1 m
- Sol peu battant (R voisin de 1,4 sur le profil), sauf si le taux de matière organique est inférieur à 1,8-2,0 %, ce qui est fréquemment le cas dans ce type de sol qui devient alors battant
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (au niveau de Sca)
- Réserve utile de 180 à 200 mm pour un enracinement de 100 à 120 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 2 à 30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Aucune contrainte d'excès d'eau
- En conditions non ressuyées, risques de tassement limités
- Ressuyage et réchauffement rapides, mais risques de tassement si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 %
- Profondeur importante, substrat perméable ; sensibilité à la battance modérée (sauf taux de matière organique inférieur à 1,8-2,0 %) et au ruissellement en nappe généralisé (zones de dépôts)
- Risque de lessivage des nitrates très limité (Nord de la région) à moyen (Ochsenfeld et Avant-Sundgau)
- Pouvoir épurateur suffisant à élevé

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant beige à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre vers 100 cm, jaunâtre clair au-delà de 150 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités très favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement si le sauf taux de matière organique est inférieur à 1,8-2,0 %. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

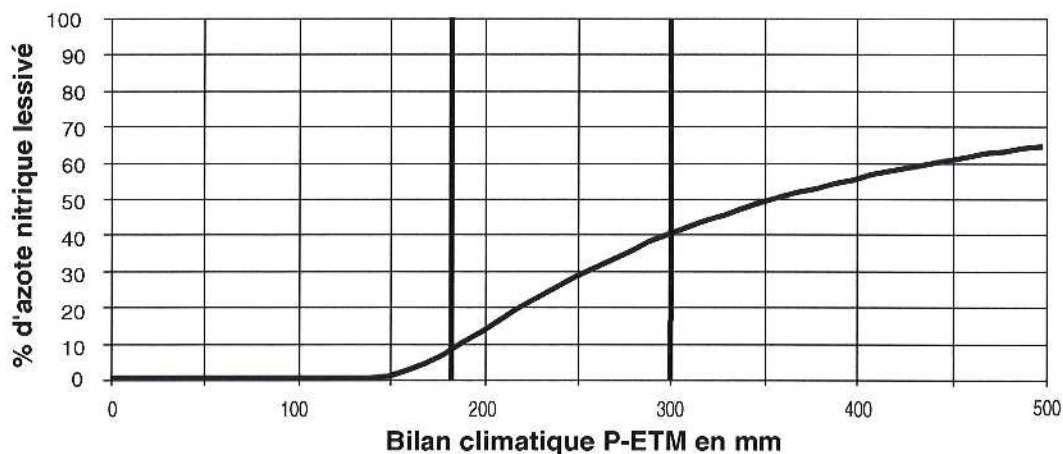
Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'amendement calcique à prévoir
- Sol calcaire ou calcique ; pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire à long terme
- Au printemps, apport de l'azote en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Très limité au Nord de la région (à P-ETM = 180 mm)
- à moyen dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld (à P-ETM = 300 mm)

Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)



Pouvoir épurateur

- Suffisant à élevé ; pas de contraintes majeures.
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte notamment dans l'Avant Sundgau.

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
14
Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond,
hydromorphe des vallons humides loessiques

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille vers 55 cm, devenant limono-argileux, à taches rouille vers 115 cm, puis limoneux, jaunâtre à taches gris rouille à 150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.6

Classification CPCS : Sol brun calcaire colluvial hydromorphe sur loess - Classification RP : Colluviosol rédoxique calcique issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les vallons des levées loessiques situées entre les collines viticoles et la plaine de l'Ill et de la Thur. Il correspond à des dépôts limoneux loessiques issus du remplissage des fonds de vallons dits « humides », car un ruisseau les traverse. Il présente des excès d'eau parfois visibles en surface (stagnations).

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs (grain et ensilage),
secondairement céréales à paille ou betteraves
ou encore cultures fourragères (choux et colza fourragers, luzerne...)

Etendue estimée : 1 à 2 %



Ces sols présentent souvent des stagnations d'eau en surface et sont plutôt le lieu de cultures fourragères

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Levées loessiques
entre plaine et collines

- Position dans le paysage :

Fonds de vallons traversés
par un ruisseau

- Matériau :

Matériau limono-argileux
à limoneux, calcaire, beige
à gris rouille en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre
avec stagnation d'eau au printemps

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide sur
tout le profil

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture
limono-argileuse puis limoneuse
en profondeur, couleur gris
rouille à 60 cm

Région naturelle N° 12

Loess et lehm

Fiche de sol n°

Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond,
hydromorphe des vallons humides loessiques**14**

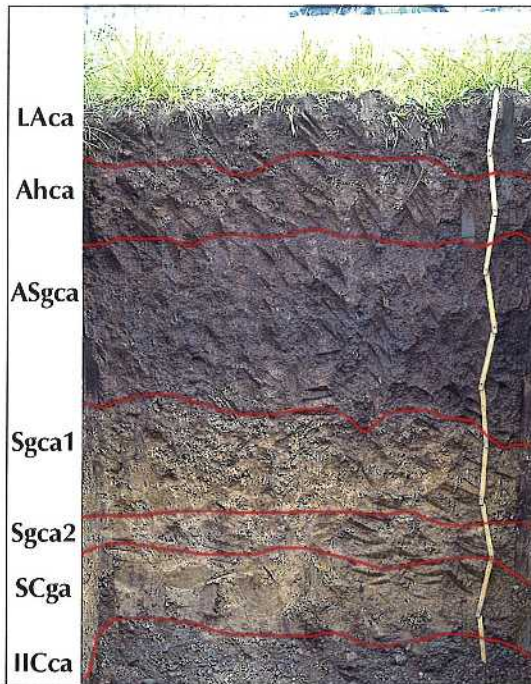
Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille vers 55 cm, devenant limono-argileux, à taches rouille vers 115 cm, puis limoneux, jaunâtre à taches gris rouille à 150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en jachère

Pfaffenheim : X = 970,2 - Y = 2342,6

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAca (0-30 cm) - Argile limoneuse, brun (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique subanguleuse (20 mm), meuble, peu plastique, très nombreuses racines. Présence de quelques cailloux.

Horizon Ahca (30-55 cm) - Argile limoneuse, brun jaune foncé (10 YR 34), calcaire, structure polyédrique (40 mm), peu compact, peu friable, nombreuses racines. Présence de quelques cailloux.

Horizon ASgca (55-115 cm) - Argile limoneuse, brun gris très foncé (10 YR 32), calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu friable, nombreuses racines. Présence de quelques cailloux, taches rouille peu nombreuses.

Horizon Sgca1 (115-150 cm) - Limon argileux, jaune brun (10 YR 66), calcaire, structure polyédrique (30 mm), très compact, friable, pas de racines. Fortement caillouteux, nombreuses taches rouille et noires.

Horizon Sgca2 (150-160 cm) - Limon, jaune brun (10 YR 66), calcaire, structure polyédrique (10 mm), très compact, friable, pas de racines. Nombreuses taches rouille et noires.

Horizon SCga (160-190 cm) - Limon, brun clair (10 YR 63), calcaire, structure polyédrique (30 mm), très compact, friable, pas de racines. Nombreuses taches rouille et noires.

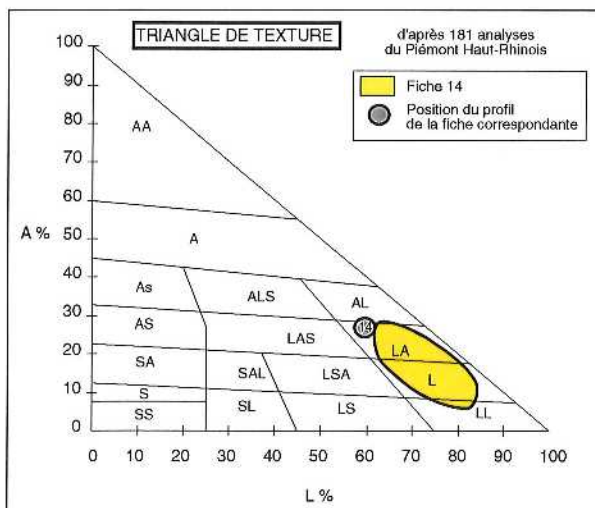
Horizon IICca (190 cm et +) - Sable caillouteux, brun (10 YR 53), calcaire, structure particulière, très compact. Fortement caillouteux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAca	4,2	6,1	26,8	31,2	30,0	1,8
30-55	Ahca	4,2	6,1	25,1	31,8	31,2	1,7
55-115	ASgca	3,5	6,0	23,8	33,1	32,0	1,6
115-150	Sgca1	4,3	6,2	27,5	40,3	21,2	0,5
150-160	Sgca2	2,5	3,6	34,4	42,4	16,8	0,3
160-190	SCgca	1,6	5,2	34,3	40,9	17,5	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mcq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,9	2,5	-	200	41	8,11	7,30	35,0	1,34	0,64	0,03	16,8	Sat.
7,9	3,3	-	190	-	8,19	7,40	39,3	1,44	0,60	0,03	16,0	Sat.
-	10,1	5,1	140	-	8,34	7,60	47,1	1,93	0,38	0,06	14,8	Sat.
-	25,5	6,5	20	-	8,40	7,70	43,6	2,18	0,21	0,03	8,9	Sat.
-	24,7	5,0	10	-	8,47	7,80	38,6	2,08	0,17	0,03	7,0	Sat.
-	19,2	3,3	10	-	8,48	7,80	40,0	2,13	0,17	0,06	7,0	Sat.

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Loess (fiches 12, 13 et 14).

Région naturelle N° 12

Loess et lehm

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille vers 55 cm, devenant limono-argileux, à taches rouille vers 115 cm, puis limoneux, jaunâtre à taches gris rouille à 150 cm.

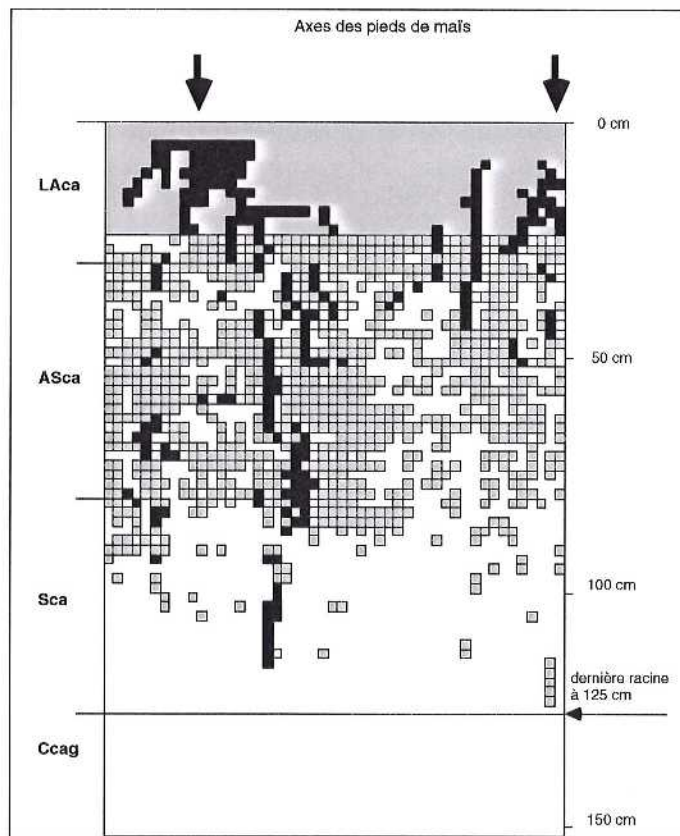
Fiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond,
hydromorphe des vallons humides loessiques

14**Enracinement du maïs**

Landser. Octobre 1991

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable dans le Sundgau

Enracinement limité en profondeur par un niveau de nappe oscillant entre 1 m et 1,5 m

**CARACTERES GENERAUX DU SOL**

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux à argile limoneuse (25 à 35 % d'argile), puis limon argileux vers 1 m (20 à 25 % d'argile), puis limon (15 à 20 % d'argile) au delà de 1,5 m
- Sol peu battant (R voisin de 1,4)
- Densité apparente de 1,3 à 1,4 (au niveau de Sgca)
- Réserve utile de 220 à 260 mm pour un enracinement de 120 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 2 à plus de 20 % et complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (hydromorphie à 40-60 cm de profondeur)
- En conditions non ressuyées, risques de tassement limités excepté si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 % (cas rare)
- Profondeur importante, substrat perméable, ressuyage et réchauffement rapides, mais sensibilité à la battance et aux apports de sédiments par ruissellement (zones de dépôts et de cisaillement)
- Risque de lessivage des nitrates très limité (Nord de la région) à moyen (Ochsenfeld et Avant-Sundgau), augmenté en cas de drainage à la parcelle
- Pouvoir épurateur suffisant à élevé

Région naturelle N° 12

Loess et lehm

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille vers 55 cm, devenant limono-argileux, à taches rouille vers 115 cm, puis limoneux, jaunâtre à taches gris rouille à 150 cm.

Fiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond,
hydromorphe des vallons humides loessiques

14**COMMENTAIRES AGRONOMIQUES****Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été, sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

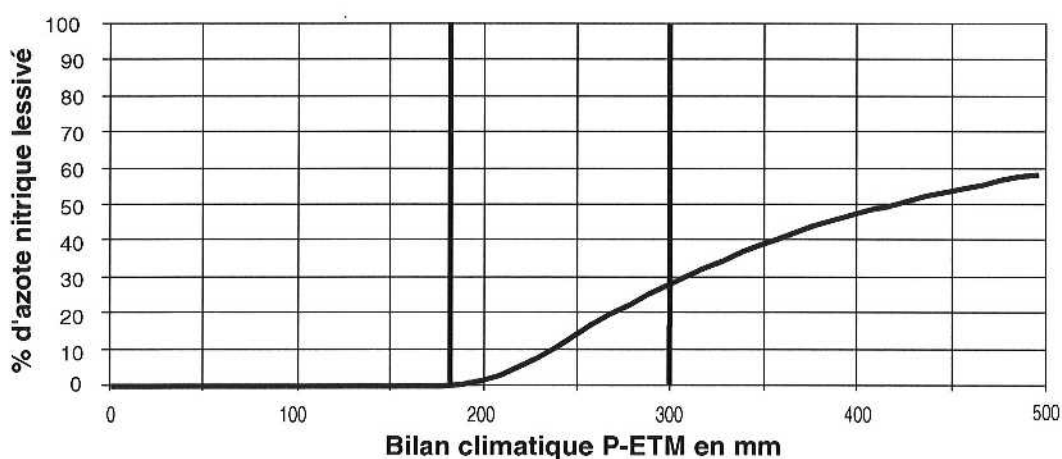
Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'amendement calcique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Le contrôle du taux de matières organiques peut être utile
- Au printemps, apport de l'azote en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Très limité, sauf en cas de drainage, au Nord de la région (à P-ETM = 180 mm) à moyen dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)**

**Pouvoir épurateur**

- Suffisant à élevé ; légère contrainte liée à l'hydromorphie

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux décarbonaté
profond des levées loessiques**

15

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70-80 cm, jusqu'à 150 cm et plus.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.4

Classification CPCS : Sol brun faiblement lessivé sur lehm-loess

Classification RP : Brunisol luvique issu de lehm-loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

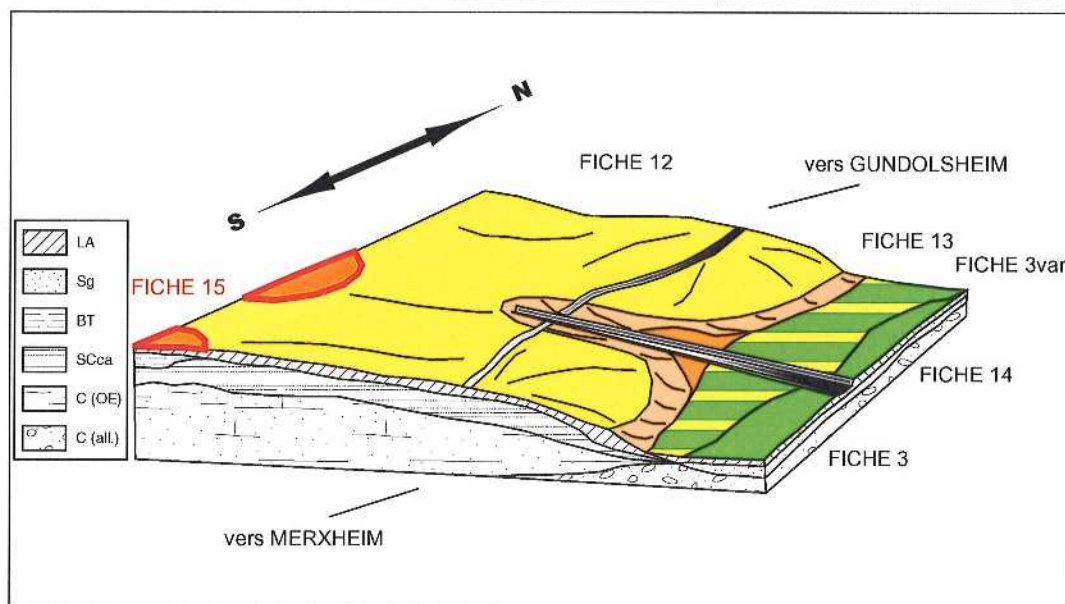
Ce type de sol se situe sur les parties planes des levées limoneuses situées entre les collines viticoles et la plaine de l'Ill et de la Thur. Il correspond à des dépôts loessiques de quelques mètres d'épaisseur, situés en haut des collines sur des surfaces planes dont la partie superficielle est décarbonatée. Par ailleurs, ce sol présente un début d'entraînement des argiles en profondeur.

Les traces d'excès d'eau sont rarement visibles dans ce sol et le niveau calcaire du loess apparaît le plus souvent avant 1 m de profondeur.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : 5 %



*Ce type de sol se situe sur les parties sommitales
les plus planes des collines limoneuses*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Levées loessiques
entre plaine et collines

- Position dans le paysage :

Hauts de versants à pente faible

- Matériau :

Matériau limoneux décarbonaté,
puis calcaire beige-orangé
à jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre,
battance

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse
à limoneuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide en
surface ; niveau calcaire en pro-
fondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture
limono-argileuse, puis limoneu-
se, couleur jaune clair en profon-
deur

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limons argileux décarbonatés
profonds des levées loessiques**

15

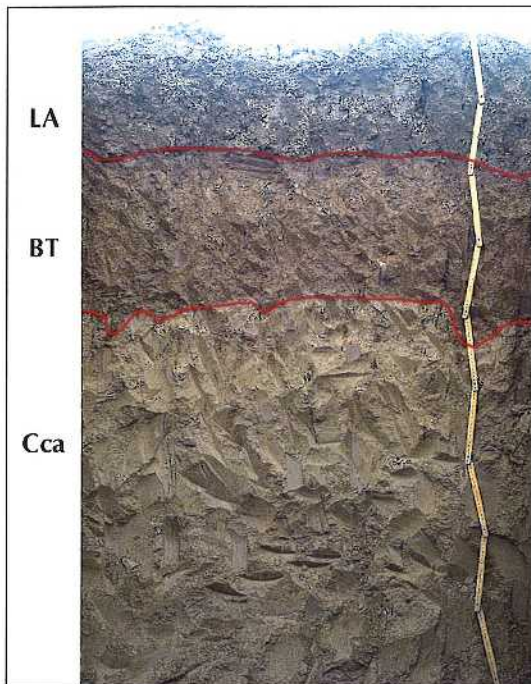
Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70-80 cm, jusqu'à 150 cm et plus.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en maïs

Reiningue : X = 964,6 - Y = 2316,5

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 43), décarbonaté, structure polyédrique (30 mm), meuble à peu compact, peu plastique, racines peu nombreuses.

Horizon BT (35-85 cm) - Argile limoneuse, brun jaune (10 YR 56), décarbonaté, structure polyédrique (50 mm), compact, non plastique, racines peu nombreuses.

Horizon Cca (85-170 cm) - Limon, brun jaune clair (2,5 Y 64), calcaire, structure continue, compact à peu compact, non plastique.

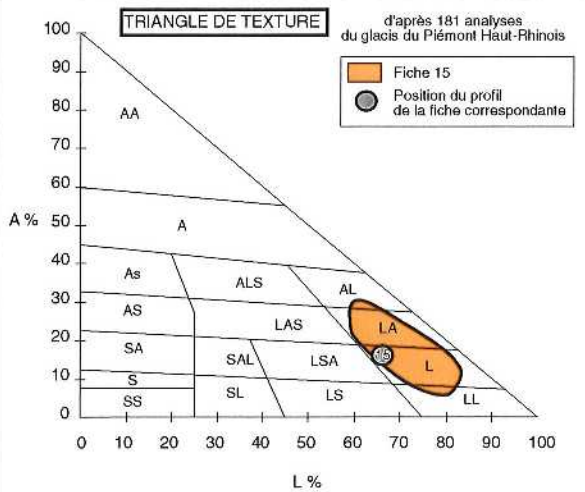
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LA	2,9	2,5	39,3	32,1	21,5	1,7
35-85	BT	0,4	1,2	36,8	31,3	29,7	0,7
85-170	Cca	0,9	2,6	48,3	36,5	11,4	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0,0	-	320	144	7,49	6,70	12,4	1,34	0,77	0,03	11,5	Sat.
6,1	0,0	-	50	-	7,65	6,50	15,1	1,93	0,47	0,03	13,4	Sat.
-	33,1	5,0	10	-	8,49	7,90	37,5	1,14	0,11	0,03	4,8	Sat.

TRIANGLE DE TEXTURE



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois : Lehm-loess et lehm (fiches 15, 16, 17 et 18)

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux décarbonaté
 profond des levées loessiques**

15

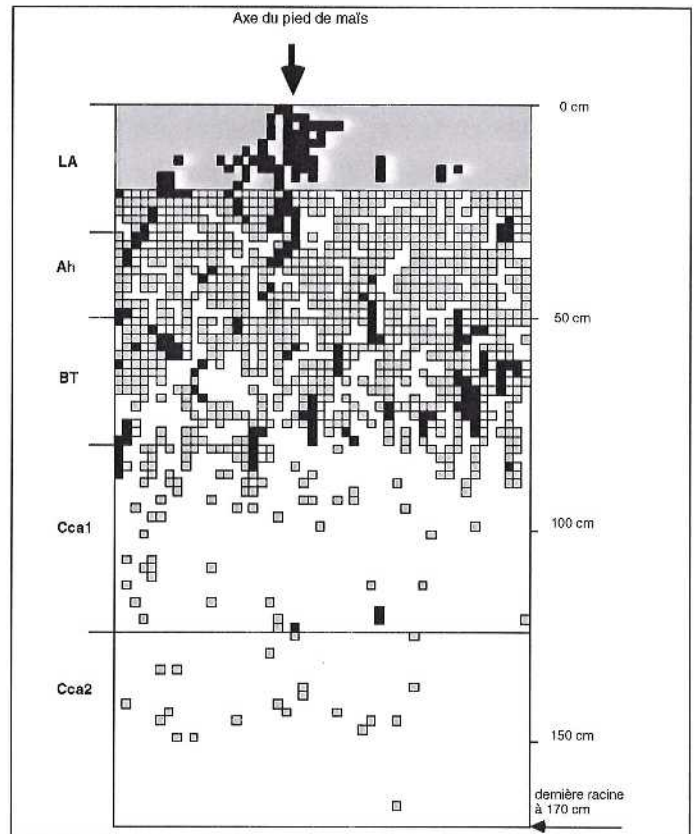
Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70-80 cm, jusqu'à 150 cm et plus.

Enracinement du maïs

Wittersdorf, Octobre 1991

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable du Sundgau

Enracinement homogène jusqu'à l'apparition du loess (80-100 cm)



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm au plus), mais localement limité par des tassements à 40-60 cm
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (de 25 à 30 % d'argile), puis limon (10-12 % d'argile) au delà de 80-100 cm
- Indice de battance élevé ($1,8 < R < 2,0$)
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (au niveau de BT)
- Réserve utile de 220 à 240 mm pour un enracinement de 80-120 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 - H2
- pH compris entre 7,0 et 7,5 en surface, puis supérieur à 8,0 au delà de 80-100 cm
- Calcaire total de 0 en surface à plus de 30 % en profondeur et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Légère contrainte d'excès d'eau (quelques tâches rouille entre 40 et 80 cm) ; sols à réserve utile parfois légèrement déficiente du fait d'un enracinement limité au niveau du substrat pouvant être observé à 70-80 cm ; risques de tassement en conditions non ressuyées car le taux de matière organique s'abaisse parfois en dessous de 1,8-2,0 %
- Profondeur moyenne, substrat perméable, ressuyage et réchauffement relativement rapides, mais forte sensibilité à la battance et sensibilité relativement modérée au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates très limité (Nord de la région) à moyen (Ochsenfeld et Avant-Sundgau)
- Pouvoir épurateur suffisant

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
 Limon argileux décarbonaté
 profond des levées loessiques

15

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70-80 cm, jusqu'à 150 cm et plus.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

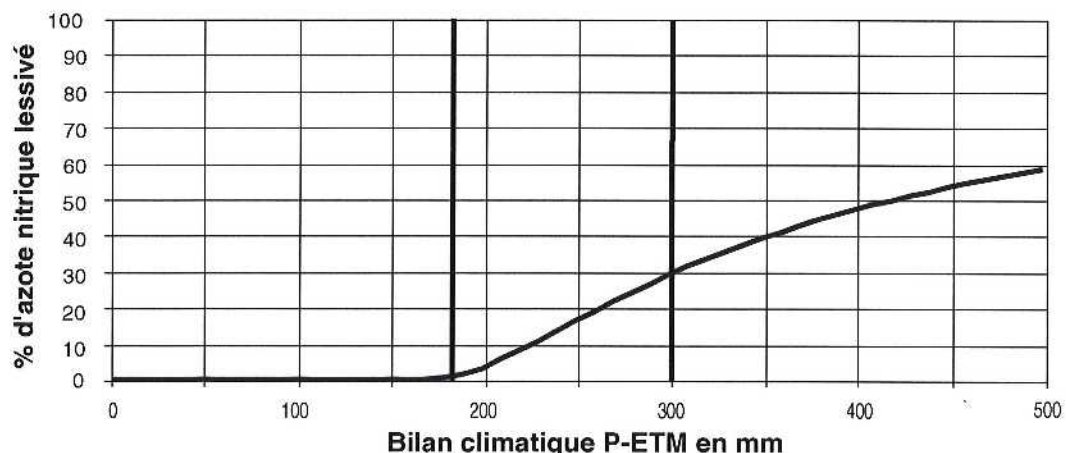
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcique ; amendement calcique éventuel après mesure du pH
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, apport de l'azote en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Très limité au Nord de la région (à P-ETM = 180 mm)
- à moyen dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld (à P-ETM = 300 mm)

**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- Suffisant.
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte notamment dans l'Avant Sundgau et de l'Ochsenfeld.
- La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile et le contrôle du pH est nécessaire

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux à argile limoneuse légèrement
acide hydromorphe profond des collines de lehm**

16

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant jaunâtre orangé, à nombreuses taches rouille et concrétions noires entre 70 et 110 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 22.0 (variante hydromorphe H2)

Classification CPCS : Sol brun lessivé hydromorphe (légèrement érodé) sur lehm

Classification RP : Luvisol rédoxisol issu de lehm

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

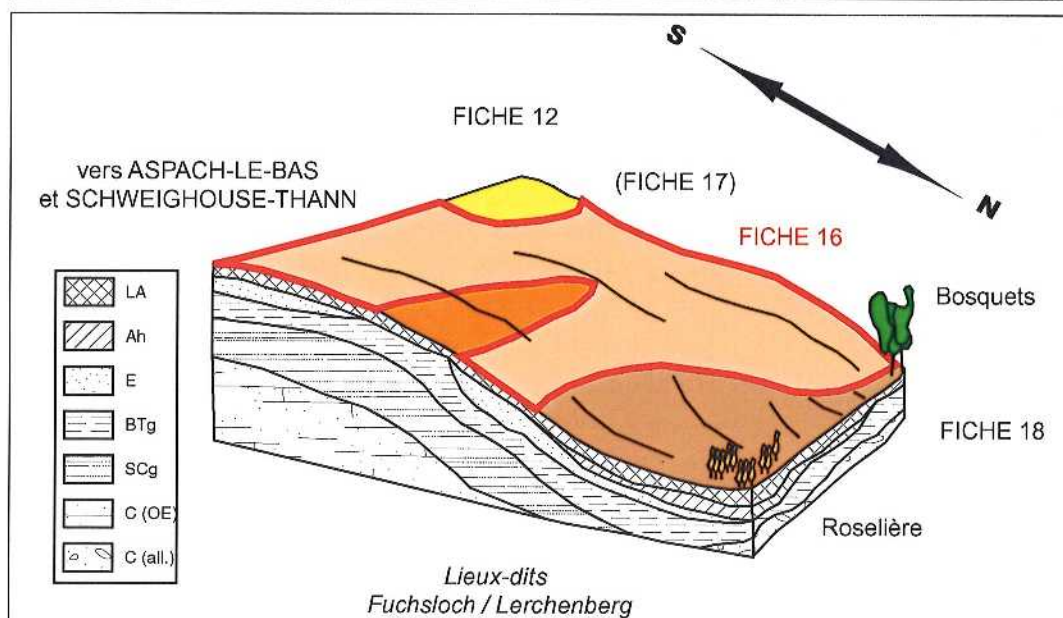
Ce type de sol se situe dans « l'Avant Sundgau » (communes d'Aspach-le-Haut, Aspach-le-Bas et Schweighouse-Thann). Il correspond à des dépôts de lehm de quelques mètres d'épaisseur, situés en haut des collines sur des surfaces planes ou peu pentues permettant l'entraînement des argiles en profondeur. Dans ces plateaux vallonnés, la couche de limon a pu être décapée au niveau des pentes. Elle laisse ainsi apparaître un niveau argileux plus proche de la surface.

De ce fait, dans ce sol, les traces d'excès d'eau sont souvent manifestes à partir de 30 à 40 cm de profondeur. Enfin, le niveau calcaire du loess n'est que rarement accessible même au delà de 2 m de profondeur.

Mise en valeur actuelle :

Essentiellement maïs, très secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : 3 à 5 %



Le ruissellement de l'eau de pluie sur ces sols à pente légère peut conduire à des rigoles d'érosion spectaculaires

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehms de l'Avant Sundgau

- Position dans le paysage :

Hauts de versants à pente faible

- Matériau :

Matériau limono-argileux non calcaire sur toute sa profondeur, beige-orangé à jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre, battance

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse à argilo-limoneuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide en surface et en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ;

texture limono-argileuse puis argilo-limoneuse, couleur jaune clair en profondeur.

Taches gris-rouille à 60-70 cm

Région naturelle N° 12

Loess et lehmFiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse légèrement
acide hydromorphe profond des collines de lehm**16**

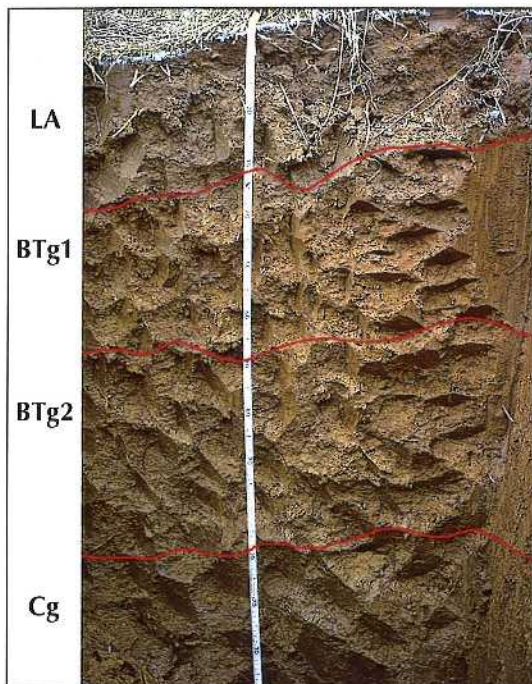
Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant jaunâtre orangé, à nombreuses taches rouille et concrétions noires entre 70 et 110 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Janvier 1996 - Parcelle en maïs

Schweighouse-Thann : X = 962,8 - Y = 2318,0

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0-30 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 43), structure polyédrique (50 mm) peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon BTg1 (30-70 cm) - Argile limoneuse, beige jaunâtre (10 YR 46), structure polyédrique (50 mm), peu compact, non friable. Racines peu nombreuses. Quelques taches rouille.

Horizon BTg2 (70-110 cm) - Argile limoneuse, jaunâtre (2,5 Y 64), structure polyédrique (100 mm), compact. Racines peu nombreuses. Nombreuses taches gris rouille.

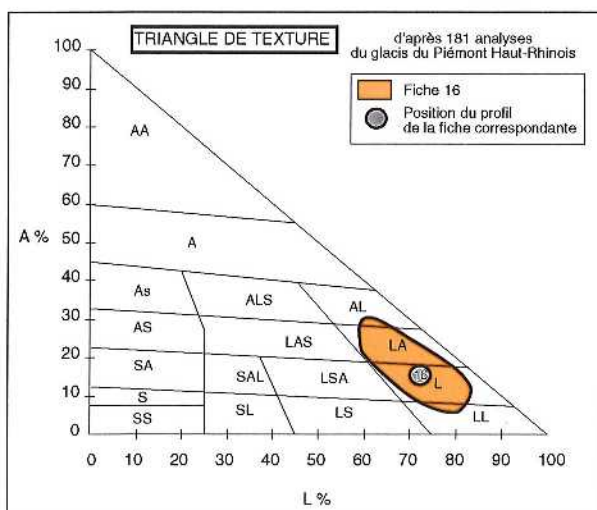
Horizon Cg (110-160 cm) - Limon argileux, jaunâtre clair, structure polyédrique (200 mm), non friable, compact. Pas de racines. Très nombreuses taches gris rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	0,5	1,8	40,4	35,1	20,5	1,9
30-70	BTg1	0,2	1,5	33,5	32,4	29,9	0,4
70-110	BTg2	0,1	1,2	34,4	33,9	28,1	-
110-160	Cg	0,1	0,7	33,8	44,8	18,3	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,1	0,0	-	420	145	6,00	4,70	7,5	1,13	0,46	0,06	8,6	86
5,2	0,0	-	-	-	6,10	4,50	10,6	2,23	0,31	0,08	11,9	Sat.
-	0,0	-	-	-	6,50	4,80	11,0	2,32	0,22	0,08	10,2	Sat.
-	0,0	-	-	-	6,70	5,00	9,2	1,78	0,12	0,07	9,0	Sat.

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois :
Lehm-loess et lehm (fiches 15, 16, 17 et 18)

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux à argile limoneuse légèrement
acide hydromorphe profond des collines de lehm**

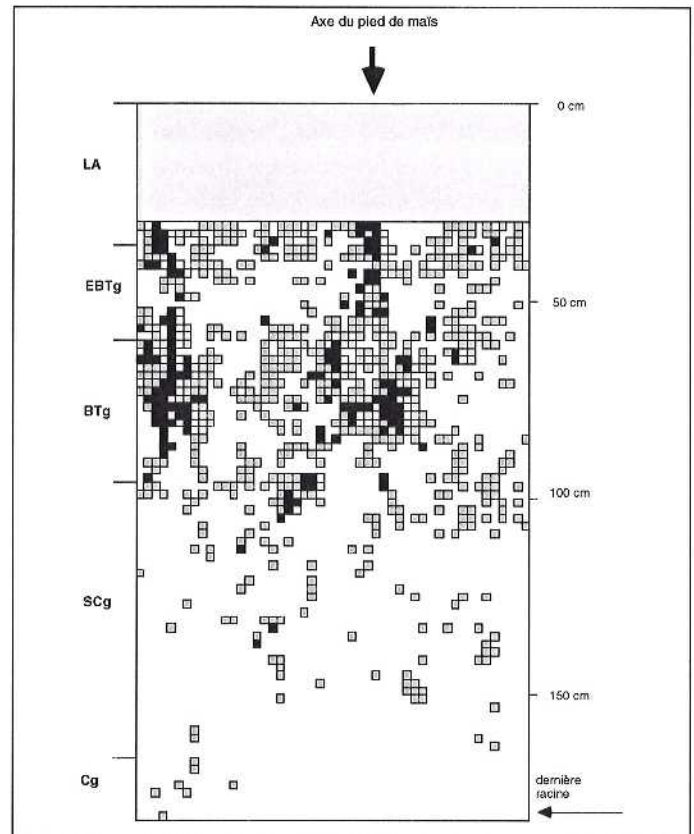
16

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant jaunâtre orangé, à nombreuses taches rouille et concrétions noires entre 70 et 110 cm.

Enracinement du maïs

Montreux. Octobre 1994

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol comparable dans la région du Sundgau



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus), mais parfois limité par des tassements à 40-60 cm
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (de 20 % d'argile en surface à 35 % en profondeur)
- Indice de battance très élevé ($R \geq 2,0$)
- Densité apparente de 1,50 à 1,65 (au niveau de BTg)
- Réserve utile de 180 à 220 mm pour un enracinement de 80 à 120 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH compris entre 5,5 et 6,0 en surface parfois voisin de 6,0-6,5 en profondeur
- Calcaire total absent sur tout le profil et complexe adsorbant légèrement désaturé en surface

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (tâches rouille assez nombreuses entre 40 et 80 cm). Sols à forte réserve utile du fait d'un enracinement conséquent jusqu'au substrat à 100-120 cm
- Risques de tassement en conditions non ressuyées car le taux de matière organique s'abaisse souvent en dessous de 1,8-2,0 %
- Profondeur importante, mais niveau argileux et substrat peu perméable, ressuyage et réchauffement relativement lents
- Forte sensibilité à la battance et sensibilité relativement modérée au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates moyen (Ochsenfeld et Avant-Sundgau)
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux à argile limoneuse légèrement
 acide hydromorphe profond des collines de lehm**

16

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant jaunâtre orangé, à nombreuses taches rouille et concrétions noires entre 70 et 110 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été, sous réserve d'une amélioration de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

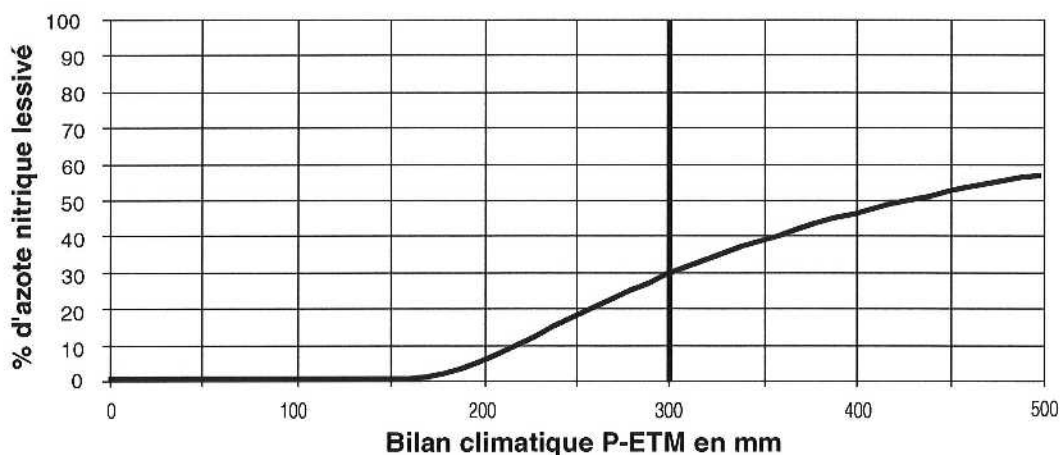
Fertilisation et entretien calcique

- Sol acide ; amendement calcique indispensable
 - Contrôle et entretien du taux de matière organique indispensable
 - Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
 - Au printemps, fractionnement éventuel des apports azotés en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Moyen (à P-ETM = 300 mm)
 dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld, sauf en cas de drainage

**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant ; l'acidité naturelle est à vérifier (le contrôle du pH est nécessaire), ainsi que le risque de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau est indispensable .

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux à argile limoneuse, érodé
profond des collines de lehm**

17

**Sol limono-argileux, brun, légèrement acide, puis argile limoneuse, orangé à 30 cm
à nombreuses glosses gris rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires entre 65 et 115 cm.**

Typologie des sols d'Alsace : code n° 22.6

Classification CPCS : Sol lessivé hydromorphe érodé sur lehm

Classification RP : Luvisol rédoxisol tronqué issu de lehm

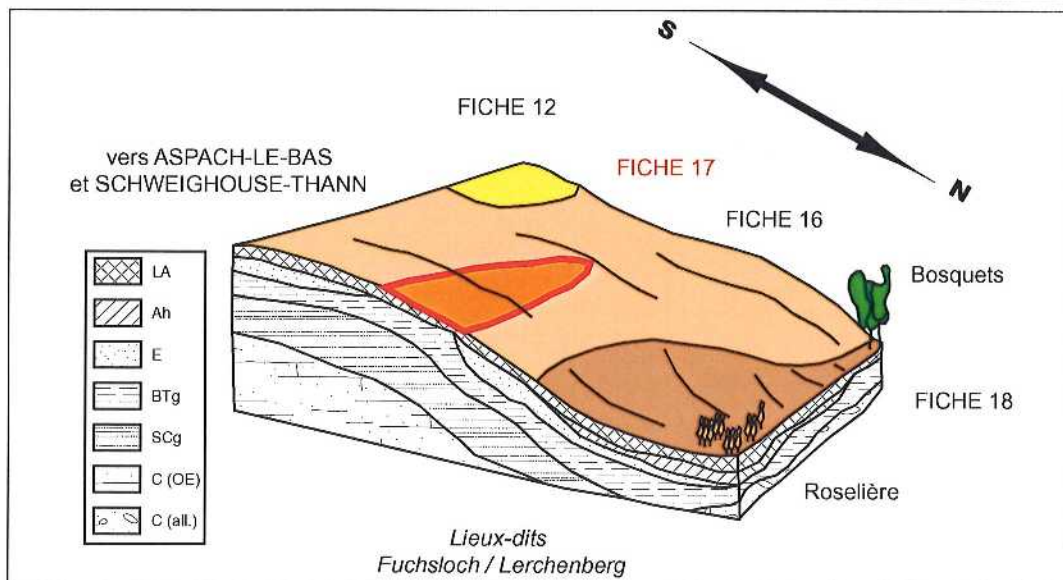
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans « l'Avant Sundgau » (communes d'Aspach-le-Haut, Aspach-le-Bas et Schweighouse-Thann). Il correspond à des dépôts de lehm de quelques mètres d'épaisseur, situés en haut des collines sur des surfaces planes permettant l'entraînement des argiles en profondeur. Toutefois, sur les pentes les plus longues ou les plus accusées de ces « plateaux », des phénomènes d'érosion importants ont eu lieu et ont conduit à l'affleurement des niveaux argileux profonds. On parle ainsi de sol érodé ou encore de sol « tronqué », celui-ci ayant perdu ses horizons de surface originels (voir sols des fiches 16 et 18 auxquels il est lié). Ainsi, dans ce sol, le taux d'argile est important dès la surface (25-30 %) et les traces d'excès d'eau sont souvent manifestes à partir de 20 à 30 cm de profondeur. Celles-ci prennent la forme de traînées grises en forme de langues (les « glosses »), qui contrastent franchement avec la couleur orangé-rougeâtre du reste de la matrice.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, très secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : moins de 1 %



Sur ces sols, situés en rupture de pente, le labour amène en surface par place une terre argileuse ocre orangé, du fait de l'érosion

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehms de l'Avant Sundgau

- Position dans le paysage :

Rupture de pente forte sur versants

- Matériau :

Matériau limono-argileux décarbonaté sur toute sa profondeur, beige-orangé rougeâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre, battance

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse à argilo-limoneuse

à la pissette (HCl) :



- Absence d'effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse, puis argilo-limoneuse et limoneuse, couleur orangé grise en profondeur

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux à argile limoneuse, érodé
profond des collines de lehm**

17

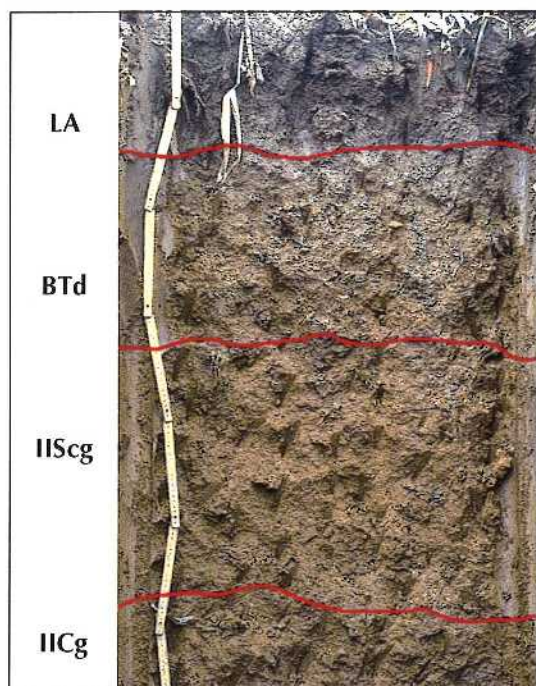
**Sol limono-argileux, brun, légèrement acide, puis argile limoneuse, orangé à 30 cm à
nombreuses glosses rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires entre 65 et 115 cm.**

UN EXEMPLE DE PROFIL

Janvier 2001 - Parcelle en maïs

Aspach-le-Bas : X = 960,9 - Y = 2317,0

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 43), structure polyédrique subanguleuse (30 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon BTd (30-65 cm) - Argile, beige orangé gris (7,5 YR 46), structure polyédrique (50 mm), compact, non friable. Racines peu nombreuses. Taches rouille et grises assez nombreuses.

Horizon IIScG (65-115 cm) - Limon, beige jaune orangé (7,5 YR 44), structure polyédrique (100 mm), compact, non friable. Peu de racines. Nombreuses taches rouille et concrétions noires.

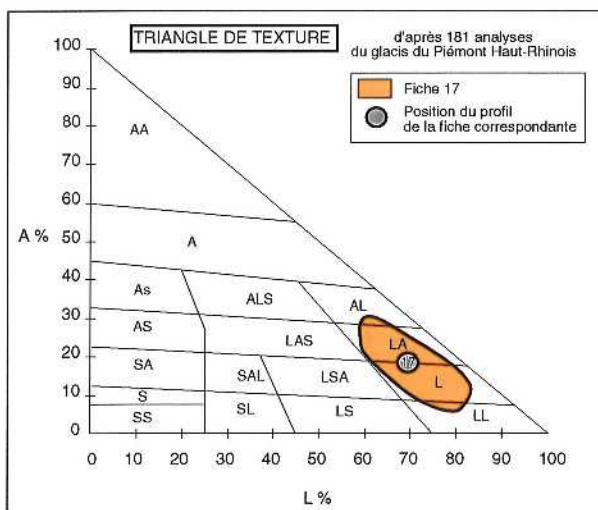
Horizon IICg (115-200 cm) - Limon argileux, jaunâtre orangé (10 YR 56), structure continue à éclats anguleux (100 mm), peu compact. Pas de racines. Quelques concrétions noires.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	5,4	4,9	27,0	30,5	30,8	1,5
30-65	BTd	7,0	4,8	13,8	29,4	44,9	0,3
65-115	IIScG	2,7	3,9	39,4	37,3	16,0	0,8
115-200	IICg	1,2	1,6	31,9	40,1	24,7	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/l en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,1	0,0	-	230 JH	144	7,20	-	14,4	2,13	0,60	0,05	11,8	Sat.
3,5	0,0	-	10 JH	-	7,20	-	28,0	4,51	0,45	0,13	24,2	Sat.
8,4	0,0	-	170 Dy	-	6,70	-	8,1	1,19	0,15	0,07	8,2	Sat.
6,7	0,0	-	120 Dy	-	6,40	-	11,7	2,33	0,19	0,10	10,9	Sat.



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois :
Lehm-loess et lehm (fiches 15, 16, 17 et 18)

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux à argile limoneuse, érodé
 profond des collines de lehm**

17

Sol limono-argileux, brun, légèrement acide, puis argile limoneuse, orangé à 30 cm à nombreuses glosses gris rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires entre 65 et 115 cm.

Enracinement du maïs

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol.

Enracinement limité par la profondeur d'apparition d'un niveau argileux érodé

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80-100 cm au plus)
- Superposition des textures : limon argileux (25 à 30 % d'argile) sur argile limoneuse, puis limon à limon argileux en profondeur
- Indice de battance élevé ($1,6 < R < 2,0$ mesuré sur le profil ; généralement, ce type de sol est plutôt moins, voire peu battant)
- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (au niveau de BTd)
- Réserve utile de 160 à 240 mm pour un enracinement de 80-120 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH supérieur à 6,0 à 6,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau marquée (hydromorphie dès 30-40 cm), ressuyage lent
- Risques de tassement en conditions non ressuyées si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 2,0 %
- Profondeur moyenne, substrat peu perméable à colmatage généralisé, sensibilité à la battance
- Sensibilité relativement modérée au départ de ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates moyen (Ochsenfeld et Avant-Sundgau)
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limon argileux à argile limoneuse, érodé
 profond des collines de lehm**

17

Sol limono-argileux, brun, légèrement acide, puis argile limoneuse, orangé à 30 cm à nombreuses glosses gris rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires entre 65 et 115 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités limitées pour l'éventail de cultures non irriguées que ce sol supporte du fait de la proximité avec les séries de sols 16 et 18. Evacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Intérêt de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

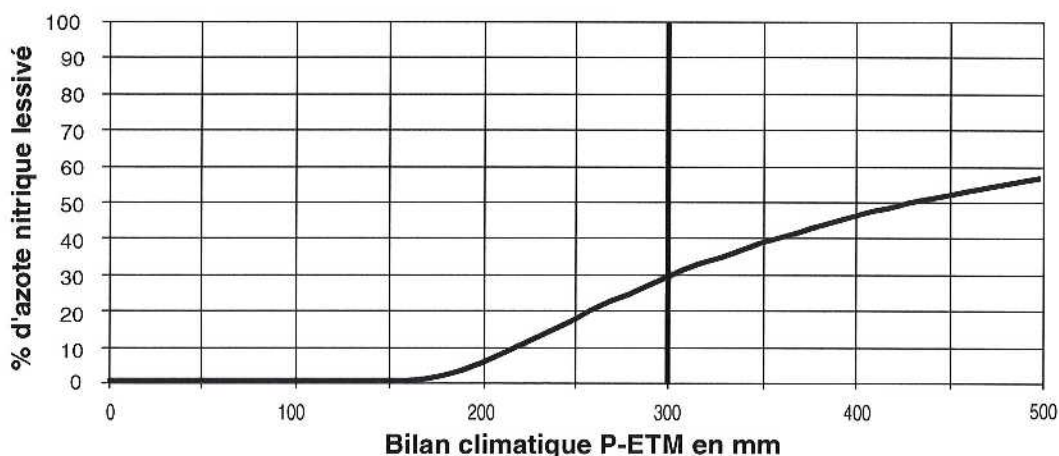
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien du taux de matière organique
- Sol légèrement acide ; amendement calcique éventuel après mesure du pH
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, apport de l'azote en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Moyen (à P-ETM = 300 mm) dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld, sauf en cas de drainage

**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

A peine suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire. Le contrôle du pH est indispensable.

Région naturelle N° 12
Loess et lehm

Fiche de sol n°
**Limons à limon argileux acide hydromorphe
des vallons des collines de lehm**

18

**Sol limoneux, brun, acide, puis limon argileux
beige grisé, puis orangé à 40-60 cm, devenant orangé à traînées grisâtre et nombreuses taches
gris rouille jusqu'à 90-120 cm. Argile limoneuse orangé rougeâtre au delà.**

Typologie des sols d'Alsace : code n° 22.5 (var. Hy 3+)

Classification CPCS : Sol lessivé colluvial hydromorphe sur lehm - Classification RP : Luvisol colluvique rédoxique issu de lehm

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol, comme ceux des fiches 16 et 17 auxquels il est lié, est une caractéristique de l'Avant Sundgau. Il correspond à des dépôts successifs de lehm dans le fond des vallons. Ces sols, très limoneux en surface (12 à 15 % d'argile) présentent un entraînement prononcé des argiles en profondeur (le taux d'argile y est multiplié par plus de 2).

Ainsi, dans ce sol, les traces d'excès d'eau sont souvent manifestes dès la surface et il est fréquemment engorgé. Comme pour le sol de la fiche 16, ces limons sont « blanchis » en surface et les concrétions ferro-manganiques (« plombs de chasse »), peuvent apparaître en quantités importantes. Enfin, il faut noter qu'il existe sur les versants toute une série de sols intermédiaires entre ceux des fiches 16 et 18, respectivement situés en position haute et basse de ces versants.

Mise en valeur actuelle : essentiellement maïs,
très secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : 3 à 5 %



*Ces vallons sont occupés par des cultures de maïs,
mais aussi par des jachères et des bois*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehms de l'Avant Sundgau

- Position dans le paysage :

Fonds de vallons traversés par un ruisseau

- Matériau :

Matériau limono-argileux acide sur toute sa profondeur, beige-orangé à rougeâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur beige à brun grisé de la terre, battance

- Texture limoneuse à limono-argileuse

- Absence d'effervescence sur tout le profil

- Sol profond (> 1 m) engorgé ; texture limono-argileuse puis argilo-limoneuse, rougeâtre en profondeur. Taches rouille à 30 cm.

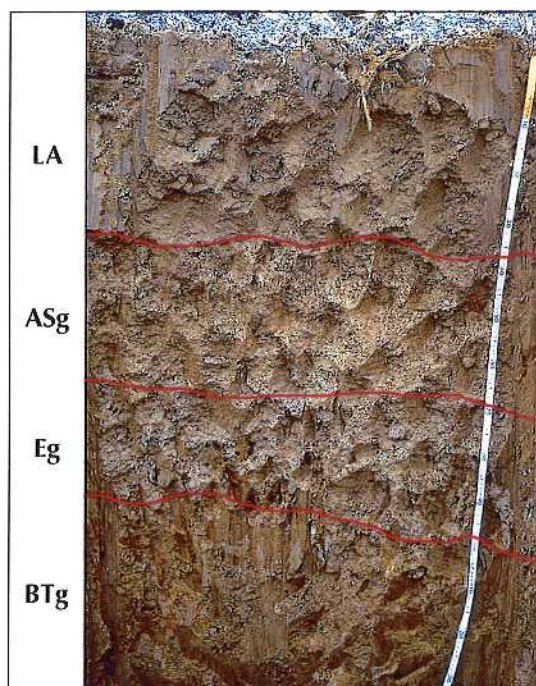
Région naturelle N° 12

Loess et lehm**Sol limoneux, brun, acide, puis limon argileux****beige grisé, puis orangé à 40-60 cm, devenant orangé à traînées grisâtre et nombreuses taches gris rouille jusqu'à 90-120 cm. Argile limoneuse orangé rougeâtre au delà.**Fiche de sol n°
Limon à limon argileux acide hydromorphe
des vallons des collines de lehm**18****UN EXEMPLE DE PROFIL**

Schweighouse-Thann : X = 963,1 - Y = 2317,6

Janvier 1996 - Parcelle en maïs

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0-35 cm) - Limon, beige (10 YR 43), structure polyédrique (10 mm), peu friable. Nombreuses racines. Quelques rares galets (5%). Quelques taches rouille

Horizon ASg (35-70 cm) - Limon, beige grisâtre (10 YR 64), structure polyédrique à prismatique (50 et 100 mm), peu friable. Racines peu nombreuses. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon Eg (70-95 cm) - Limon argileux, grisâtre (10 YR 62), structure polyédrique (30 mm), friable. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille.

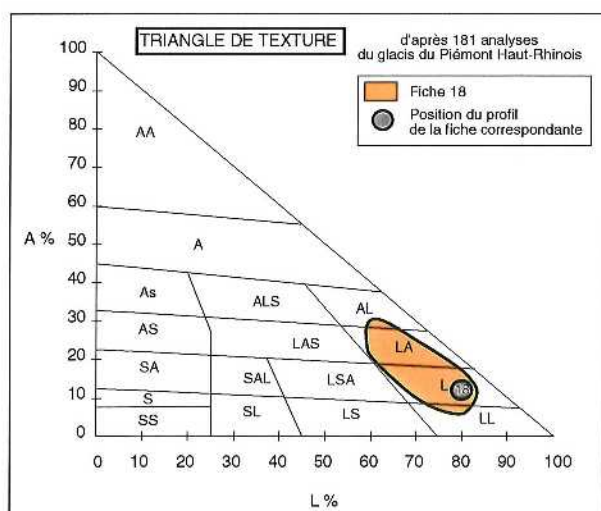
Horizon BTg (95-150 cm) - Argile limoneuse, rouille grisâtre (10 YR 56), structure prismatique à polyédrique subanguleuse (50 et 100 mm), non friable. Pas de racines. Très nombreuses taches gris-rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LA	0,7	1,7	40,7	39,7	15,0	1,9
35-70	ASg	1,6	3,3	44,4	37,9	10,1	0,6
70-95	Eg	2,6	2,1	37,5	36,5	19,0	-
95-150	BTg	1,4	2,4	32,3	29,4	32,2	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olson ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,0	0,5	-	630 JH	273	7,90	7,40	18,6	0,74	0,63	0,06	8,3	Sat.
6,6	0,0	-	-	-	6,30	5,20	3,9	0,61	0,34	0,06	5,4	92
-	0,0	-	-	-	6,10	4,80	4,3	0,92	0,17	0,09	6,1	90
-	0,0	-	-	-	5,20	3,70	8,5	4,60	0,27	0,21	13,6	91

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Piémont haut-rhinois :
Lehm-loess et lehm (fiches 15, 16, 17 et 18)

Région naturelle N° 12

Loess et lehm

Sol limoneux, brun, acide, puis limon argileux beige grisé, puis orangé à 40-60 cm, devenant orangé à traînées grisâtre et nombreuses taches gris rouille jusqu'à 90-120 cm. Argile limoneuse orangé rougeâtre au delà.

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux acide hydromorphe
des vallons des collines de lehm

18**Enracinement du maïs**

Pas de cartographie d'enracinement disponible sur ce type de sol.

Enracinement limité par l'apparition de l'hydromorphie et le plancher argileux (de 40-60 à 80-120 cm selon le cas)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus)
- Superposition des textures : limon sur limon argileux puis argile limoneuse (de 15 à plus de 30 % d'argile)
- Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
- Densité apparente de 1,3 à 1,5-1,6 (au niveau de BTg)
- Réserve utile de 200 à 260 mm pour un enracinement de 100 à 120 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H3 - H3+
- pH compris entre 5,0 et 6,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total ; complexe adsorbant nettement désaturé (sauf chaulage)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau marquée (forte hydromorphie)
- Risques importants de tassement en conditions non ressuyées car le taux de matière organique peut s'abaisser en dessous de 1,8 à 2,0 %, voire de 1,5 %
- Profondeur importante, substrat plus ou moins imperméable (ressuyage très lent - 3 à 4 semaines)
- Forte sensibilité à la battance et sensibilité élevée au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates moyen (Ochsenfeld et Avant-Sundgau)
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle N° 12

Loess et lehm

Sol limoneux, brun, acide, puis limon argileux beige grisé, puis orangé à 40-60 cm, devenant orangé à traînées grisâtre et nombreuses taches gris rouille jusqu'à 90-120 cm. Argile limoneuse orangé rougeâtre au delà.

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux acide hydromorphe
des vallons des collines de lehm

18**COMMENTAIRES AGRONOMIQUES****Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été.
- Améliorations possibles par drainage. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et de ruissellement. Nécessité de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

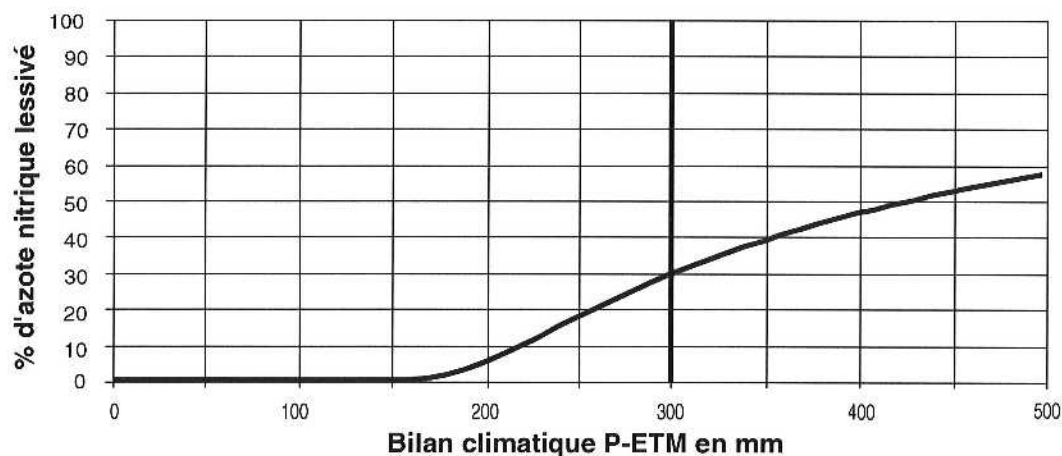
Fertilisation et entretien calcique

- Sol acide à pH compris entre 5,0 et 6,5 ; amendement calcique indispensable
- Contrôle et entretien du taux de matière organique indispensable
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement éventuel des apports azotés en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

Moyen (à P-ETM = 300 mm) dans l'Avant Sundgau et l'Ochsenfeld, sauf en cas de drainage

**Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)**

**Pouvoir épurateur**

- Médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'acidité naturelle et de l'hydromorphie de ces sols. Le risque de lessivage des nitrates doit également être pris en compte.

Sol limono-argilo-sableux profond hydromorphe sur alluvions de l'Ill

Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.0

Classification CPCS : Sol alluvial hydromorphe

Classification RP : Fluviosol brunifié rédoxique

(voir aussi fiche 1, guide Sud Alsace)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en bordure Est de la petite région. Il correspond principalement aux berges de l'Ill et à ses chenaux de diffluence.

Les sols sont constitués d'un recouvrement limono-sableux de 80 cm à plus de 1 m, sur une couche de galets non calcaires. Dans ces situations, les sols sont marqués par la remontée temporaire de la nappe à faible profondeur (moins de 1 m). L'hydromorphie est manifeste dès 50 cm.

Mise en valeur actuelle :

alternance de cultures de maïs, céréales à paille et jachères

Etendue estimée : moins de 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Proximité de l'Ill

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige blanchi de la terre, battance

- Matériau :

Matériau non calcaire,
 beige gris rouille en profondeur

au toucher (surface) :



- Texture limono-argilo-sableuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (> 100 cm) ;
 texture limono-argilo-sableuse,
 signes d'hydromorphie
 dès 50 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80 à 100 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à limon sablo-argileux en surface (15 à 20 % d'argile, 40 à 60 % de sable), sable argileux en profondeur à 70/80 cm (moins de 15 % d'argile)
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 120 à 150 mm pour 100 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H2
- pH compris entre 6,0 et 7,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

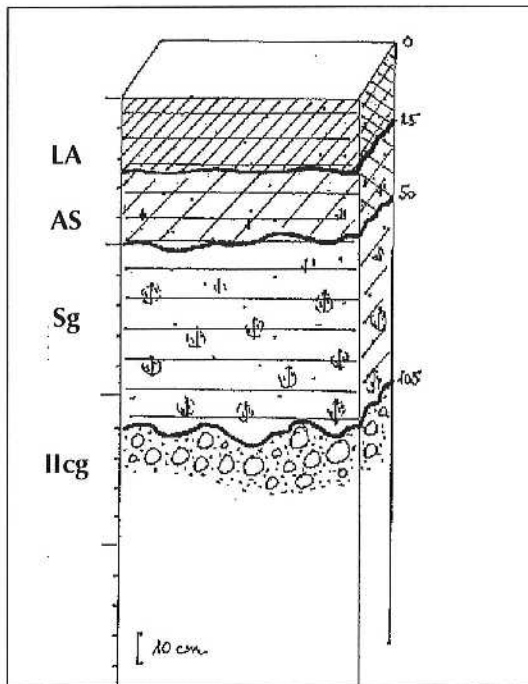
Sol limono-argilo-sableux profond hydromorphe sur alluvions de l'Ill

UN EXEMPLE DE PROFIL

Meyenheim : X = 973,8 - Y = 2335,7

Mars 1997 - Parcelle en maïs

Profil représentatif de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Limon sablo-argileux, brun (10 YR 33), structure polyédrique (30-50 mm), peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon AS (25-50 cm) - Limon argilo-sableux, beige (10 YR 34), structure polyédrique (30-50 mm), peu compact. Rares taches rouille.

Horizon Sg (50-105 cm) - Limon sablo-argileux, orangé (10 YR 56), structure prismatique (50 à 100 mm), peu compact. Très peu de racines. Nombreuses taches d'oxydo-réduction.

Horizon IICg (105-160 cm) - Sable caillouteux, gris jaunâtre (2,5 Y 53).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-25	LA	24,2	16,2	18,4	21,7	18,2	1,4
25-50	AS	20,1	17,7	18,1	21,7	21,8	0,7
50-105	Sg	22,2	18,2	19,0	27,5	12,8	0,3
105-160	IICg	85,5	4,5	3,4	2,7	3,7	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0,0	-	141	101	7,10	6,40	10,0	0,79	0,44	0,18	8,1	Sat.
7,6	0,0	-	17	-	7,20	5,80	10,4	1,66	0,17	0,35	8,9	Sat.
5,0	0,0	-	-	-	7,50	6,10	11,0	2,58	0,11	0,35	9,1	Sat.
5,4	0,0	-	-	-	7,40	5,80	4,1	1,03	0,07	0,14	4,2	Sat.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques d'inondations locales à proximité de l'Ill plus fréquemment entre fin Décembre et fin Mai
- Engorgement lié à la faible perméabilité du sol (hydromorphie à 40-50 cm) ; sols cependant « séchants » en été du fait de textures à tendance sableuse
- Forte sensibilité à la battance (nettement visible en particulier en fin d'hiver)
- Risque de lessivage des nitrates moyen (à P-ETM = 180 mm)
- Pouvoir épurateur correct sous réserve de contrôle du pH, mais parfois insuffisant à cause de l'excès d'eau

Sol limono-argilo-sableux profond sain décarbonaté sur alluvions limoneuses de débordement de l'Ill.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.1

Classification CPCS : Sol brun alluvial

Classification RP : Fluviosol brunifié, saturé, issu de limons de débordement de l'Ill

(voir aussi fiche 2, guide Sud Alsace)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce sol se situe dans les cuvettes de la plaine de l'Ill entre Mulhouse et Colmar. Il correspond aux levées de débordement de l'Ill. Sur ces plages, les sols sont en général sains sur plus de 120 cm de profondeur, plus rarement légèrement hydromorphes. Au Nord de la région près d'Andolsheim et d'Horbourg-Wihr, sur certaines surfaces, ils sont d'une composition texturale comparable aux sols sur limons loessiques si ce n'est l'absence de carbonates.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, parfois céréales, plus rarement prairies ou cultures

Etendue estimée : moins de 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE
- Localisation géographique :

Proximité de l'Ill

à l'oeil (surface) :



- Labours (grandes cultures et cultures spéciales) ; absence de cailloux

- Position dans le paysage :

Zone non inondable

au toucher (surface) :



- Texture limono-argilo-sableuse

- Matériau :

 Matériau limoneux
 non calcaire, sans galets

à la pissette (HCl) :



- Absence d'effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



- Sol profond (> 100 cm), texture limono-sableuse, couleur beige ; gley très profond (vers 1,5 à 2 m)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur importante (1 à 2 m)
- Superposition des textures : limon argilo-sableux sur 1 m de profondeur au moins (20 à 30 % d'argile)
- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 150 à 180 mm pour 1 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H0 - H1
- pH compris entre 6,0 à 6,5 sur le premier mètre sauf chaulage
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

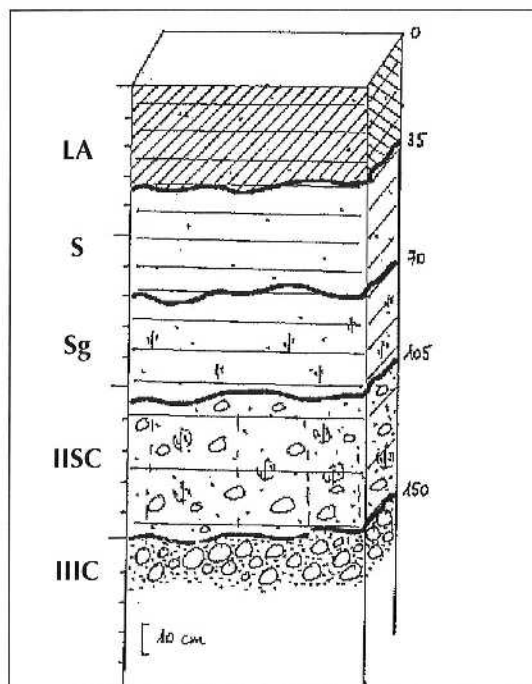
Sol limono-argilo-sableux profond sain décarbonaté sur alluvions limoneuses de débordement de l'Ill

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1994 - Parcelle en maïs

Munwiller : X = 975,4 - Y = 2338,2

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 33), structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon S (35-70 cm) - Limon argilo-sableux, beige clair (10 YR 53), structure polyédrique à prismatique (50-100 mm), compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon Sg (70-105 cm) - Limon argilo-sableux, beige (10 YR 54), structure prismatique (100 mm), très compact. Peu de racines. Quelques taches rouille.

Horizon IISC (105-150 cm) - Sable argileux, beige grisé (2,5 Y 54), structure particulaire, très compact. Très peu de racines. Nombreux galets (30 à 40 %).

Horizon IIIC (150 cm et +) - Sable caillouteux, gris jaunâtre (2,5 Y 54), compact. Très nombreux galets.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LA	14,9	18,8	22,4	22,5	19,8	1,7
35-70	S	14,7	15,9	18,5	23,7	26,1	1,0
70-105	Sg	9,2	27,7	16,8	19,4	26,0	0,9
105-150	IISC	53,1	20,6	4,2	5,2	16,4	0,5
> 150	IIIC	72,8	21,7	1,2	0,9	3,2	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH µppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/l en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	0,0	-	238 Dy	168	5,70	4,70	8,1	0,89	0,45	0,26	10,6	Sat.
7,2	0,0	-	16 JH	-	7,20	5,80	14,9	2,58	0,21	0,13	13,2	Sat.
9,1	0,0	-	18 JH	-	7,50	6,10	15,6	2,18	0,21	0,13	13,2	Sat.
8,7	0,0	-	36 JH	-	8,00	6,60	11,6	1,14	0,15	0,10	7,9	Sat.
12,9	4,6	-	25 JH	-	8,60	7,80	29,6	0,55	0,06	0,06	2,1	Sat.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Sensibilité au tassement moyenne à élevée
- Profondeur importante (1 à 2 m) et texture équilibrée
- Porosité et structure favorables à un ressuyage rapide (2 à 3 jours)
- Nappe phréatique à moyenne profondeur (entre 2 et 3 m)
- Risque de lessivage des nitrates limité (avec P-ETM = 180 mm)
- Pouvoir épurateur suffisant ; le contrôle du pH est indispensable

Région naturelle N° 12
Plaine de l'III au Sud de Colmar

Fiche de sol n°
 Limon argilo-sableux
 superficiel de la plaine de l'III

21

Sol limono-argilo-sableux peu profond et caillouteux sur alluvions de l'III.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.3 (variante à définir)

Classification CPCS : Sol alluvial superficiel

Classification RP : Fluviosol brunifié, leptique, caillouteux

(voir aussi fiche 3, guide Sud Alsace)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans toutes les parties planes de la vallée de l'III entre Mulhouse et Colmar.

La délimitation précise est difficile du fait de son imbrication avec les autres unités du domaine alluvial (fiches 20 et 22). Le seul ensemble homogène sur de grandes surfaces se situe vers Wihr-en-Plaine, Bischwihr et Andolsheim.

Mise en valeur actuelle :

maïs ; localement, jachère en prairie naturelle.

Etendue estimée : moins de 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Proximité de l'III

à l'oeil (surface) :



- Nombreux cailloux par plages

- Position dans le paysage:

Zone inondable et ses bordures

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse à argilo-limoneuse

- Matériau :

Matériau non calcaire, à galets

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide en surface et en profondeur

à la tarière :



- Texture sablo-caillouteuse ; cailloux bloquant la tarière vers 40 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de 30 à 50 cm au plus
- Superposition des textures : limon argilo-sableux (25 à 35 % d'argile), reposant sur un sable argilo-caillouteux à partir de 40 cm, compact
- Densité apparente voisine de 1,5
- Réserve utile de 60 à 80 mm pour 40 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 6,0 à 7,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

Région naturelle N° 12
Plaine de l'Ill au Sud de Colmar

Fiche de sol n°
 Limon argilo-sableux
 superficiel de la plaine de l'Ill

21

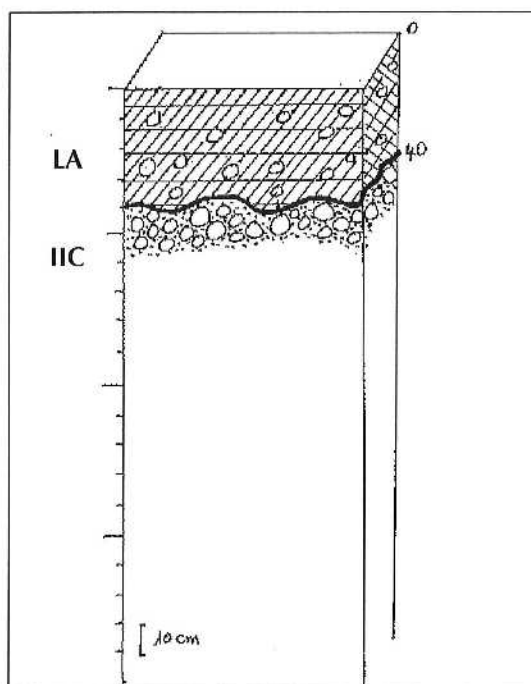
Sol limono-argilo-sableux peu profond et caillouteux sur alluvions de l'Ill.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Mars 1997 - Parcelle en maïs

Bischwihr : X = 979,8 - Y = 2356,7

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-40 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 32), structure polyédrique (20-30 mm), peu compact à compact. Racines peu nombreuses à nombreuses. Nombreux galets.

Horizon IIC (40 cm et +) - Sable caillouteux, gris.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-40	LA	18,4	15,9	9,9	19,3	33,3	3,2
> 40	IIC	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mcq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0,0	-	409	86	6,90	6,30	23,2	1,64	0,84	0,09	21,4	Sat.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très limitée ; infiltration rapide des eaux de surface
- Présence de nombreux cailloux
- Risque de lessivage des nitrates élevé (avec P-ETM = 180 mm)
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile

Sol argilo-limoneux profond hydromorphe à gley profond décarbonaté des cuvettes de l'Ill.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.0 (variante à définir)

Classification CPCS : Sol alluvial à gley

Classification RP : Fluviosol réductisol duplique

(voir aussi fiche 4, guide Sud Alsace)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce sol correspond aux cuvettes de décantation de l'Ill entre Colmar et Ensisheim. Sur ces plages, les sols sont argileux sur au moins 100 cm de profondeur. Ils présentent un excès d'eau élevé à la moindre pluie du fait d'une faible perméabilité à partir de 80 cm de profondeur et sont décarbonatés.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, parfois céréales à paille et quelques prairies

Etendue estimée : 1 à 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :
Proximité de l'Ill (d'Ensisheim à Ste Croix-en-Plaine)

à l'oeil (surface) :



- Absence de cailloux, couleur beige olive, labour rapidement émiétté

- Position dans le paysage:
Zone inondable

au toucher (surface) :



- Texture de surface argilo-limoneuse

- Matériau :
Matériau argilo-limoneux, non calcaire, sans galets, hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Absence d'effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; sain d'apparence maïs avec gley profond (vers 1,5 m)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur importante (1 à 2 m)
- Superposition des textures : argile limoneuse (35 à 45 % d'argile), reposant sur une argile
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 100 à 120 mm pour 80-120 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH compris entre 6,0 à 6,5 sur le premier mètre sauf chaulage
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

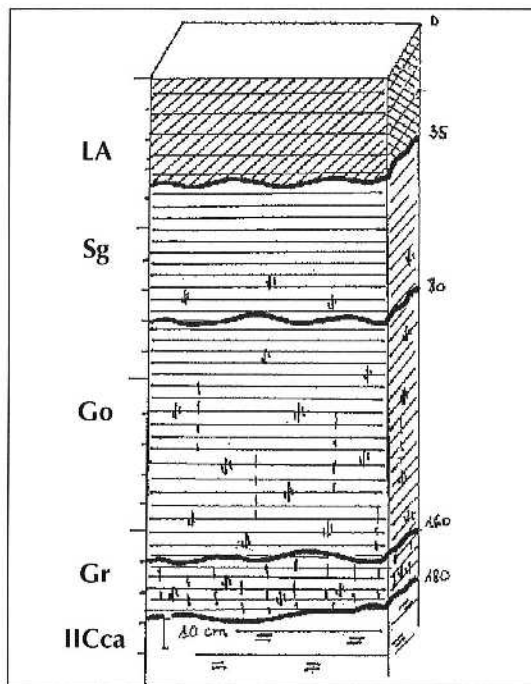
Sol argilo-limoneux profond hydromorphe à gley profond décarbonaté des cuvettes de l'Ill.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Mars 1997 - Parcelle en maïs

Meyenheim : X = 976,2 - Y = 2336,6

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Argile limoneuse, brun (2,5 Y 43), structure polyédrique à grumeleuse (5 mm), compact, peu plastique. Racines peu nombreuses.

Horizon Sg (35-80 cm) - Argile, beige olive (2,5 Y 53), structure polyédrique à prismatique (50 mm), compact, plastique. Quelques taches rouille.

Horizon Go (80-160 cm) - Argile, beige jaunâtre (2,5 Y 63), structure prismatique (50 à 100 mm), très compact, plastique. Nombreuses taches rouille.

Horizon Gr (160-180 cm) - Argile, gris rouille (10 YR 71/10 YR 58), structure prismatique (200 mm), très compact, très plastique. Taches de réduction gris bleu généralisées.

Horizon IICca (180-200 cm) - Limon argileux, gris blanc (10 YR 71), structure continue à éclats anguleux, peu compact, peu plastique. Calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-35	LA	5,9	9,1	12,4	28,0	41,8	2,7
35-80	Sg	1,8	3,0	7,2	26,4	59,9	1,6
80-160	Go	2,9	4,1	5,6	20,4	65,7	1,3
160-180	Gr	4,5	8,7	9,0	20,2	56,4	1,0
180-200	IICca	7,2	13,6	16,1	43,6	18,9	0,4

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,9	0,0	-	175	63	6,70	5,40	23,0	2,97	0,44	0,12	23,2	Sat.
7,7	0,0	-	-	-	7,50	6,00	36,0	5,01	0,42	0,20	29,3	Sat.
7,5	0,0	-	-	-	7,50	6,00	41,2	5,35	0,42	0,26	29,7	Sat.
9,1	2,2	-	-	-	8,10	6,80	48,5	4,25	0,32	0,22	24,8	Sat.
6,8	33,9	12,5	-	-	8,50	7,30	43,8	2,20	0,18	0,10	11,8	Sat.

ATOUPS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques d'inondations en hiver et au printemps
- Réserve utile limitée du fait de la texture et de l'excès d'eau. Remontées capillaires en été.
- Texture lourde dès la surface (35 à 50 % d'argile)
- Risque de lessivage des nitrates moyen (avec P-ETM = 180 mm)
- Pouvoir épurateur en principe correct, mais contrôle du pH indispensable, ainsi que du niveau d'hydromorphie

Région naturelle N° 12
Plaine de l'III au Nord de Colmar

Fiche de sol n°
**Limon à limon argileux sain et
 profond de la plaine de l'III**

23

Sol limoneux à limono-argileux, sain, profond, décarbonaté, sur alluvions de débordement de l'III.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.1

Classification CPCS : Sol brun faiblement lessivé sur limons de l'III

Classification RP : Brunisol luviqne issu de limons de l'III

(voir aussi fiche 5, guide Centre Alsace, 1^{re} édition)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à proximité des berges de l'III au Nord de Colmar. Il correspond aux levées de débordement de l'III. Sur ces plages, les sols sont sains sur plus de 120 cm de profondeur. Ils sont de qualité comparable aux sols loessiques, si ce n'est l'absence de carbonates.

Mise en valeur actuelle :
 maïs, céréales, betteraves, choux...

Etendue estimée : environ 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Position dans le paysage:**
 Zone non inondable de l'III
 et ses bordures

à l'oeil (surface) :



- Labours (grandes cultures et cultures spéciales). Pas de cailloux

- **Matériau :**
 Matériau limoneux, non calcaire,
 sans galets, sain

au toucher (surface) :



- Texture limoneuse
 à limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Absence d'effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) et sain, limon beige ; gley possible à grande profondeur (vers 1,5 à 2 m au moins)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-200 cm)
- Superposition des textures : limon à limon argileux puis argile limoneuse (30 à 40 % d'argile), reposant sur une argile sablo-caillouteuse
- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (au niveau de S)
- Réserve utile de 180 à 200 mm pour 100 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 6,5 à 8,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

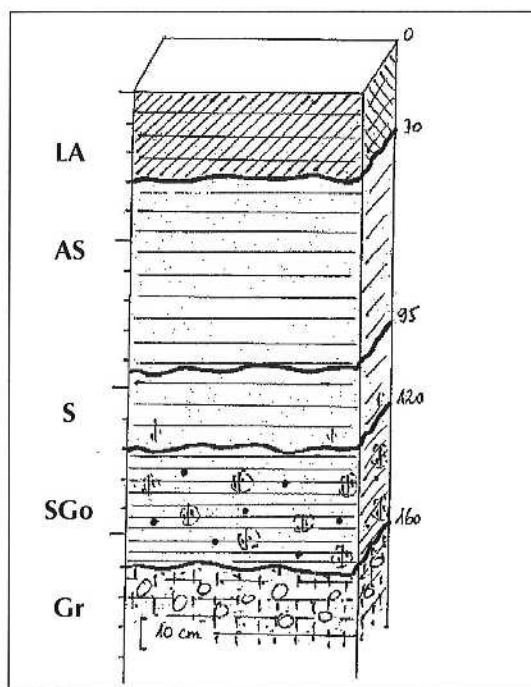
Sol limoneux à limono-argileux, sain, profond, décarbonaté, sur alluvions de débordement de l'Ill.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 1989 - Parcelle de choux

Huttenheim : X = 976,4 - Y = 2357,9

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 33), structure polyédrique (20-30 mm), peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon AS (30-95 cm) - Argile limoneuse, beige (10 YR 44), structure polyédrique (30-50 mm), peu compact. Très peu de racines.

Horizon S (95-120 cm) - Argile limoneuse, beige orangé (10 YR 46), structure lamellaire (10 mm), compact, peu plastique. Très peu de racines.

Horizon SGo (120-160 cm) - Argile, gris rouille (2,5 Y 53), structure prismatique (100 à 200 mm), très compact. Pas de racines. Nombreuses taches d'oxydo-réduction et de dégradation.

Horizon Gr (160-190 cm) - Argile sablo-caillouteuse, grise (2,5 Y 53), structure continue à éclats anguleux, très compact.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	2,1	11,7	25,3	30,8	27,2	2,2
30-95	AS	0,6	4,0	22,0	36,6	34,4	1,7
95-120	S	0,8	2,0	14,0	44,1	37,2	1,7
120-160	SGo	7,6	9,0	8,8	24,5	48,6	1,4
160-190	Gr	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,9	0,5	-	290 Dy	70	7,00	6,00	16,8	1,98	0,38	0,23	15,6	Sat.
7,1	0,3	-	10 JH	-	7,80	6,70	24,3	2,28	0,23	0,26	18,4	Sat.
7,7	0,2	-	-	-	8,00	6,80	31,5	1,88	0,23	0,29	20,1	Sat.
8,7	0,2	-	-	-	8,10	7,00	43,1	2,62	0,29	0,39	23,9	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Zone non inondable
- Terres limoneuses (25-30 % d'argile en surface)
- Pas d'hydromorphie
- Réserve utile élevée
- Risque de lessivage des nitrates très limité (avec P-ETM = 180 mm)
- Pouvoir épurateur suffisant ; contrôle du pH indispensable.

Région naturelle N° 12
Plaine de l'Ill au Nord de Colmar

Fiche de sol n°
**Argile limono-sableuse hydromorphe et
 caillouteuse de la plaine de l'Ill**

24

Sol argilo-limono-sableux hydromorphe, peu à moyennement profond, caillouteux, sur alluvions de l'Ill.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.3

Classification CPCS : Sol alluvial à pseudogley et gley

Classification RP : Fluviosol réductisol duplique issu d'alluvions caillouteuses

(voir aussi fiche 6, guide Centre Alsace, 1^{ère} édition)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe essentiellement dans les parties planes de la vallée de l'Ill au Nord de Sélestat. Les eaux de surface (pluie, inondations) s'infiltrent mal dans ce sol du fait de l'existence d'un plancher imperméable à faible profondeur. Par ailleurs, la nappe phréatique apparaît à faible profondeur, souvent entre 1 m et 1,5 m et accentue la contrainte.

Mise en valeur actuelle :
 maïs, prairies

Etendue estimée : moins de 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Zone inondable de l'Ill
 et ses bordures

à l'oeil (surface) :



- Cailloux épars

au toucher (surface) :



- Texture argilo-limoneuse
 à limono-argileuse

- Matériau :

Matériau non calcaire,
 à galets, hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Absence d'effervescence
 à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



- Texture sableuse en profondeur ;
 cailloux bloquant la tarière vers
 60 cm, traces d'hydromorphie
 dès 25 cm et parfois
 dès la surface

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu à moyennement profond (60-80 cm)
- Superposition des textures : argile limono-sableuse puis argile sableuse (30 à 40 % d'argile), reposant sur une argile sablo-caillouteuse compacte et peu perméable
- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 100 à 120 mm pour 100 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H3 - H3+
- pH compris entre 6,0 à 7,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé
- Pouvoir fixateur assez fort pour le potassium, de 40 à 60 % en sol humide (SADEF)

Région naturelle N° 12
Plaine de l'Ill au Nord de Colmar

Fiche de sol n°
**Argile limono-sableuse hydromorphe et
 caillouteuse de la plaine de l'Ill**

24

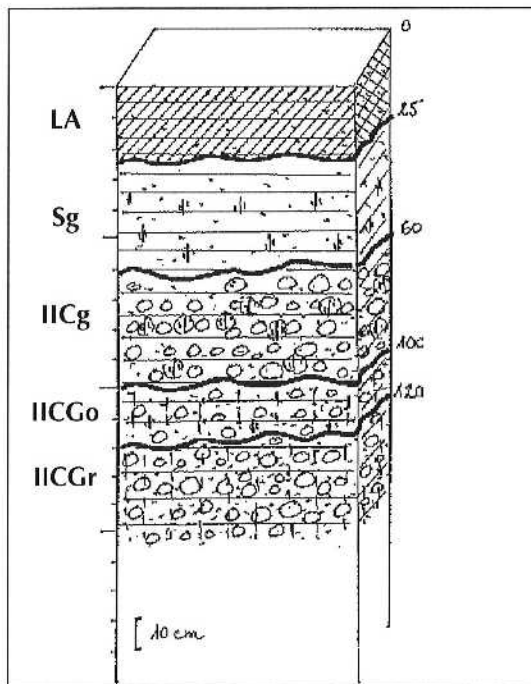
Sol argilo-limono-sableux hydromorphe, peu à moyennement profond, caillouteux, sur alluvions de l'Ill.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 1989 - Parcelle en maïs

Huttenheim : X = 988,8 - Y = 2385,7

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Argile limono-sableuse, brun (5 YR 21), structure polyédrique (5 mm) et prismatique (100 mm), peu compact, non plastique. Nombreuses racines.

Horizon Sg (25-60 cm) - Argile limono-sableuse, beige orangé (5 YR 42), structure prismatique (100 mm), compact, peu plastique. Taches rouille assez nombreuses. Nombreuses racines.

Horizon IICg (60-100 cm) - Argile sableuse, gris rouille (5 YR 52 / 58), structure polyédrique (30 mm), compact, peu plastique. Nombreuses taches d'oxydo-réduction. Peu de racines. Nombreux galets (60 %).

Horizon IICGo (100-120 cm) - Argile sablo-caillouteuse, grise (5 YR 52), structure continue à éclats anguleux, très compact. Nombreuses taches de réduction. Pas de racines. Très nombreux galets (60 à 80 %).

Horizon IICGr (120-160 cm) - Argile sablo-caillouteuse, grise (5 YR 51), structure continue. Pas de racines. Nappe à 160 cm.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-25	LA	10,0	14,0	15,4	21,4	34,9	3,9
25-60	Sg	8,1	12,6	14,1	21,6	41,6	1,3
60-100	IICg	-	-	-	-	-	-
100-120	IICGo	40,7	14,4	5,7	7,1	31,4	-
120-160	IICGr	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P205 Dy, JH ppm	P205 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	0,0	-	30 Dy	15	6,70	-	23,8	2,58	0,38	0,09	22,2	Sat.
7,0	1,0	-	0 JH	-	7,30	-	27,7	2,33	0,25	0,19	20,7	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	0,7	-	-	-	7,30	5,80	19,3	1,63	0,23	0,13	15,1	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Zone inondable avec risque de submersion à la sortie de l'hiver
- Terres lourdes (35 % d'argile en surface)
- Hydromorphie dès 30 cm et excès d'eau au printemps
- Réserve utile limitée
- Risque de lessivage des nitrates moyen (avec P-ETM = 180 mm)
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause d'une combinaison de facteurs défavorables : excès d'eau, risques d'inondations et de lessivage de l'azote.

Sol argilo-limono-sableux hydromorphe dès la surface appelé localement « Ried gris de l'III ».

Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.4

Classification CPCS : Sol hydromorphe à gley

Classification RP : Réductisol

(voir aussi fiche 7, guide Centre Alsace, 1^{ère} édition)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe au Nord de Colmar dans la partie centrale de la plaine de l'III. Il se caractérise par une hydromorphie intense présente dès la surface et un gley minéral gris à faible profondeur (30 à 50 cm). Ceci le différencie du Ried noir qui présente un horizon de surface très organique et un gley de profondeur tourbescent. La nappe phréatique est peu profonde (1 m et moins, parfois dès la surface). Ce Ried se distingue dans le paysage par la rapide submersion des cuvettes topographiques lors des épisodes pluvieux.

Mise en valeur actuelle :
 prairies naturelles, maïs

Etendue estimée : moins de 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
 Zone inondable de l'III

à l'oeil (surface) :



- Vallée plane à prairies humides

- **Matériau :**

Matériau non calcaire,
 beige grisé à gris
 dès la surface

au toucher (surface) :



- Texture de surface argilo-limono-sableuse à argileuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide en surface et en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 100 cm),
 texture argileuse, couleur gris-bleuté et nappe dès 30-50 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus)
- Superposition des textures : argilo-limono-sableuse sur tout le profil (35 à 45 % d'argile), puis argile (> 45 % d'argile) au delà de 50 cm
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (au niveau de Go ou Gr)
- Réserve utile de 100 à 120 mm pour 60 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H4
- pH compris entre 6,0 et 6,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé
- Fort pouvoir fixateur pour le potassium, de 60 à 80 % en sol humide (SADEF)

Région naturelle N° 12
Plaine de l'Ill au Nord de Colmar

Fiche de sol n°
**Argile limono-sableuse hydromorphe
 du Ried gris de l'Ill**

25

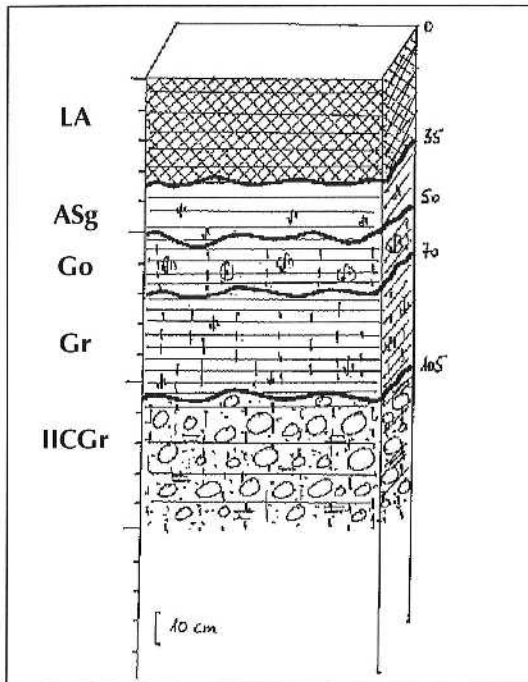
Sol argilo-limono-sableux hydromorphe dès la surface appelé localement « Ried gris de l'Ill ».

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1991 - Parcelle en maïs

Ebersheim : X = 983,1 - Y = 2378,9

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Argile limono-sableuse, brun (10 YR 32), non calcaire, structures grumeleuse (2 mm) à polyédrique (10 à 50 mm), peu compact, non plastique. Nombreuses racines.

Horizon ASg (35-50 cm) - Argile limono-sableuse, beige (10 YR 44), structure prismatique (100 mm), compact, peu plastique. Taches rouille peu nombreuses. Racines peu nombreuses.

Horizon Go (50-70 cm) - Argile, jaune grisé (5 Y 42), structure prismatique (100 mm), compact, plastique. Nombreuses taches gris rouille. Peu de racines.

Horizon Gr (70-105 cm) - Argile, grisâtre (5 Y 53/64), structure prismatique (100 mm), très compact, plastique. Nombreuses traînées grises. Pas de racines.

Horizon IICGr (105-200 cm) - Sable argilo-caillouteux, grisâtre (5 GY 51), structure continue à éclats anguleux, peu plastique. Pas de racines. Traînées grises généralisées. Calcaire. Nappe observée à 50 cm.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-35	LA	7,7	12,0	10,3	26,3	39,5	4,1
35-50	ASg	6,2	11,1	12,1	26,1	42,5	2,0
50-70	Go	3,8	9,6	14,6	23,6	47,5	0,8
70-105	Gr	3,2	8,8	18,8	23,6	45,2	0,6
105-200	IICGr	38,0	13,7	14,5	13,2	20,2	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mcq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,3	0,0	-	59	40	7,70	6,80	33,4	2,78	0,32	0,10	25,4	Sat.
7,0	0,0	-	-	-	7,60	6,60	33,8	3,03	0,26	-	22,4	Sat.
7,4	0,0	-	-	-	7,80	6,10	36,4	3,42	0,26	-	23,8	Sat.
7,0	0,0	-	-	-	7,90	6,50	38,3	3,72	0,26	-	24,1	Sat.
9,1	19,7	-	-	-	8,30	7,30	41,5	1,64	0,15	-	9,4	Sat.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques importants d'inondations (répétés en hiver et au printemps) ; contrainte d'excès d'eau marquée, hydromorphie prononcée
- Réserve utile limitée au printemps par le niveau haut de la nappe ; la RU disponible s'élève en cours de saison avec l'abaissement de ce niveau
- Profondeur importante (100 cm au plus), substrat peu perméable généralement colmaté
- Risque de lessivage des nitrates moyen (avec P-ETM = 180 mm)
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause d'une combinaison de facteurs défavorables : excès d'eau, risques d'inondations et de lessivage de l'azote.

Les sols du Vignoble Alsacien

Les collines sous-vosgiennes sont caractérisées par la forte imbrication de nombreux types de sols très différents. La description simplifiée proposée ci-dessous est issue des documents cartographiques existants (Les sols et les paysages du vignoble alsacien, CIVA, Sol-Conseil, 1990). Une correspondance (notée en italique dans le texte) avec les unités décrites pour cette cartographie permet, le cas échéant, de s'y reporter pour plus de détails.

Les terrains d'alluvions, de limons éoliens et du socle cristallin des Vosges ainsi que les terrains sédimentaires des collines sous-vosgiennes principalement calcaires, argilo-calcaires et marneux marquent les paysages. On y distingue 3 principaux champs de fractures,

- celui de Ribeauvillé qui débute à Saint Hippolyte au nord et se termine vers Turckheim,
- celui de Rouffach-Guebwiller qui s'étend de Wintzenheim à Guebwiller,
- celui de Thann, plus étroit que les 2 autres, de Hartmannswiller à Thann.

Les sols que l'on rencontre dans ces secteurs sont décrits ci-dessous. Les correspondances avec les sols en zone agricole décrits dans les fiches 1 à 25 sont indiquées.

1. Les sols sur socle siliceux (grès, schistes, granites) à la base de la montagne vosgienne

Limon sableux, profond, hydromorphe sur grès

Unités 11 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns acides sur grès

Limon sableux, brun, légèrement caillouteux (5 % de cailloux de grès vosgien), devenant sablo-limoneux puis sableux, beige orangé rose, reposant sur grès vosgien altéré vers 80-100 cm. Variantes : sur pente modérée et régulière, l'hydromorphie est fréquente à 40-50 cm de profondeur.

Limon sableux à sable limoneux, irrégulièrement profond, caillouteux sur granites

Unités 14 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns et bruns acides sur granites

Limon sableux à sable limoneux, brun, légèrement caillouteux (5-15 % de cailloux de granite), devenant sablo-limoneux puis sableux, beige jaune, reposant sur granite plus ou moins altéré à profondeur variable (20-30 cm sur les sommets, 80-100 cm en bas de pente)

Limon sableux à sable limoneux, irrégulièrement profond, caillouteux, calciques sur granites

Unités 15, 16 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns et bruns calciques sur granites

Limon sableux à sable limoneux, brun, légèrement caillouteux (5-15 % de cailloux de granite), devenant sablo-limoneux puis sableux, beige jaune, reposant sur granite plus ou moins altéré à profondeur variable (20-30 cm sur les sommets, 80-100 cm en bas de pente).

Variantes : la richesse chimique dépend de la nature minéralogique du granite et de la recarbonatation par les limons éoliens.

2. Les sols sur formations sédimentaires des collines sous-vosgiennes

21. sur roche dure

Limon argilo-sableux à sable limono-argileux, calcaire, peu à moyennement profond et caillouteux sur calcaire dur

Unités 21, 22 et associées de l'étude vignoble : Rendzines et sols bruns calcaires sur calcaire dur
Unité 21 - Limon argilo-sableux ou sable limono-argileux, brun beige, calcaire, très caillouteux (galets et cailloux calcaires), peu profond (20 à 40 cm).

Variantes : du fait de calcaires de natures diverses (oolithique, coquiller...), la roche sous-jacente peut être plus ou moins fissurée.

Unité 22 - Limon argilo-sableux ou sable limono-argileux, brun beige, calcaire, devenant argilo-limono-sableux, jaune beige, très caillouteux (galets et cailloux calcaires), reposant sur dalle ou substrat compact à 60-80 cm.

Variantes : du fait de calcaires de natures diverses (oolithique, coquiller...), la roche sous-jacente peut être plus ou moins fissurée.

Limon sableux à limon argilo-sableux, calcaire à calcique, peu à moyennement profond et caillouteux (galets du conglomérat)

Unités 23 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns calcaires sur conglomérat
Limon sableux ou argilo-sableux, brun à brun-gris, calcaire, caillouteux (galets et cailloux calcaires), devenant limono-sableux, beige jaune orangé, parfois jaunâtre reposant sur un substrat conglomératique compact.

Variantes : du fait d'apports divers, la nature des cailloux peut être variée : grès, granite, calcaire. Les sols peuvent être décarbonatés.

Limon sableux à limon argilo-sableux, calcique à décarbonaté, moyennement profond et caillouteux (galets calcaires)

Unités 24 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns calciques ou décarbonatés sur marne gréseuse

Limon sableux à argilo-sableux, brun, caillouteux (galets et cailloux calcaires), devenant sablo-argileux, beige orangé, parfois jaunâtre reposant sur marne gréseuse compacte à 60-80 cm.

Variantes : ces sols peuvent être décarbonatés et contenir des blocs gréseux épars.

22. sur substrats argileux (marnes argileuses de l'Oligocène, Trias et Lias)

Limon argilo-sableux, calcaire, profond sur marne et argile

Unités 25 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns calcaires, calciques et décarbonatés sur marne oligocène

Limon argilo-sableux, brun à brun orangé, calcaire, devenant argilo-limono-sableux, rouge orangé, assez caillouteux (galets et cailloux anguleux), reposant sur marne ou conglomérat argileux à 80-100 cm et plus.

Variantes : la profondeur du sol peut parfois être moindre (30 à 60 cm) ou comporter des poches loessiques.

Limon argileux à argile limoneuse (ou argile sableuse), irrégulièrement profond, calcaire sur marne

Unités 26 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns calcaires à caractères vertiques ou superficiel sur marnes du Trias et dolomie

Limon argileux à argile limoneuse, brun, calcaire, devenant argileux, couleur lie de vin dès 30 cm. Profondeur variable de 50 à 100 cm.

Variantes : ces sols peuvent être localement décarbonatés et contenir des pierres calcaires éparses.

Unité 26b - Limon sablo-argileux à argilo-sableux, brun, calcaire, devenant argilo-sableux, gris jaunâtre. Profondeur variable de 50 à 100 cm, très caillouteux, reposant sur matériau dolomitique pulvérulent.

Variantes : ces sols sont mêlés aux sols argileux des unités 26. On peut, localement, trouver du gypse.

Argile limono-sableuse à argile sableuse, profonde, calcaire à décarbonatée, localement hydromorphe, sur marne

Unités 27, 28 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns calcaires, calciques à caractères vertiques et sols argileux décarbonatés (pélosols) sur marnes du Lias

Unité 27 - Argile limono-sableuse à argile sableuse, brun à gris brun, calcaire, devenant argileuse, gris jaunâtre. Profondeur variable de 60 à 100 cm, reposant sur marne argilo-calcaire.

Variantes : ces sols peuvent être très caillouteux et comporter des dalles calcaires en sommet de butte.

Unité 28 - Argile limono-sableuse, brun à gris brun, décarbonatée, devenant argilo-sableuse à argileuse, brun jaune à rouge orangé et gris, reposant sur marne ou argile à 80-100 cm et plus.

Variantes : quelques cas présentent une hydromorphie liée à une imbibition du matériau argileux. Localement, les sols sont calcaires.

3. Les sols sur alluvions des rivières vosgiennes en plaine

31. sur alluvions des rivières vosgiennes

Limon sableux à sable limoneux, caillouteux, peu à moyennement profond, acide sur alluvions vosgiennes

Unités 31, 32 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns alluviaux acides ou hydromorphes

⇒ **analogue aux fiches 1 et 2**

Limon sableux à sable limoneux, brun à gris brun, devenant sableux, beige rose à brun orangé avec passées argileuses. Profondeur variable de 50 à 70 cm, reposant sur cailloutis alluvial.

Variantes : ces sols ont une profondeur variable (30 à plus de 100 cm).

32. sur cônes alluviaux et glacis d'épandage

pentés faibles et moyennes prolongeant les collines et la montagne

Limon sableux à sablo-argileux, caillouteux, peu à moyennement profond, acide à calcique (parfois calcaire) sur glacis d'alluvions vosgiennes

Unités 33, 34 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns acides ou calciques des glacis d'épandage

⇒ **analogue à la fiche 9**

Unité 33 - Limon sableux à sable limoneux, brun gris à gris brun, devenant sablo-limoneux, rose orangé. Profondeur variable de 50 à 70 cm, reposant sur cailloutis alluvial, parfois emballé dans une matrice argileuse.

Variantes : ces sols ont une profondeur variable (50 à plus de 100 cm) et peuvent être associés localement à des sols lessivés.

Unité 34 - Limon sableux à limon sablo-argileux, brun à gris brun, devenant limono-sablo-argileux, rose orangé. Profondeur variable de 70-90 cm, reposant sur cailloutis alluvial, parfois emballé dans une matrice argileuse.

Variantes : ces sols sont plus ou moins calcaires ou calciques du fait d'une recarbonatation par l'amont ou par une roche calcaire sous-jacente.

pent

Limon sableux à sablo-argileux ou argilo-sableux, caillouteux, profond, acide à calcique sur glaci

Unités 35, 36 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns colluviaux acides ou recarbonatés

⇒ **analogue à la fiche 9**

Unité 35 - Limon sableux à limon argilo-sableux, brun, devenant sablo-limoneux, brun beige orangé, profond (plus de 100 cm), très caillouteux.

Variantes : ces sols sont d'une composition très hétérogène. Ils se trouvent souvent à la base d'un amont granitique.

Unité 36 - Limon sableux à limon argilo-sableux, brun, devenant limono-sablo-argileux, jaune beige, reposant sur un cailloutis de profondeur variable (40-80 cm à plus de 100 cm).

Variantes : ces sols sont saturés en calcium par l'amont calcaire. Cela leur confère des pH élevés (> 7,5).

pent

Limon sableux à sablo-argileux, caillouteux, profond, acide et hydromorphe sur alluvions vosgiennes

Unités 37, 38, 39 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns lessivés et sols lessivés, caillouteux et hydromorphes

⇒ **analogue aux fiches 6 et 7**

Unité 37/38 - Limon sableux à limon sablo-argileux, brun, caillouteux, devenant limono-argilo-sableux, beige rose, puis argilo-sableux, orangé rose en profondeur (70-100 cm).

Variantes : quelques cas présentent une hydromorphie dès 50 cm ou un taux de cailloux élevé.

Unité 39 - Limon sableux à limon sablo-argileux, brun, caillouteux, devenant limono-argilo-sableux, jaune beige, puis argilo-limono-sableux, orangé rose vers 70-80 cm, reposant sur un cailloutis à plus de 100 cm.

Variantes : ces sols peuvent être hydromorphes dès 30-50 cm de profondeur.

buttes témoins sablonneuses du Pliocène

Limon sableux à sable limoneux, profond, acide et très hydromorphe sur argile en profondeur

Unités 30 et associées de l'étude vignoble : Sols lessivés hydromorphes à tendance planosolique

⇒ **analogue aux fiches 6 et 7**

Limon sableux à sable limoneux, brun beige, devenant sableux, beige rose ou blanc gris, puis argileux vers 60-70 cm de profondeur. Taches d'oxydation rouille vers 50-60 cm devenant nombreuses en profondeur.

Variantes : la profondeur d'apparition de l'argile est variable (30 à plus de 100 cm).

bas fonds hydromorphes

Limon argilo-sableux à argile, caillouteux, profond et très hydromorphe sur alluvions à tendance argileuse

Unités 50, 51, 52 et associées de l'étude vignoble : Sols alluviaux hydromorphes et gley

⇒ **analogue à la fiche 4**

Limon argilo-sableux, brun gris, caillouteux, devenant argileux, jaune beige, avec quelques taches rouille vers 60-80 cm (unité 50). Taches dès 40 cm pour l'unité 51 et argile lourde dès la surface pour l'unité 52.

Variantes : ces sols hydromorphes sont aussi localisés à des bas de pentes ou à des cuvettes.

4. Les levées limoneuses de plaine

Limon à limon argileux, calcaire, profond sur loess et lehm-loess

Unités 41, 42, 43 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns calcaires, calciques et faiblement lessivés sur loess et lehm-loess

⇒ **analogue aux fiches 12 à 15**

Unité 41/42 - Limon à limon sableux, beige, calcaire dès la surface, devenant limono-argileux, beige jaune, reposant sur un loess blanc beige pulvérulent avec nombreuses concrétions et pseudomycéliums calcaires.

Variantes : à proximité de la plaine, ces loess peuvent être fortement remaniés et mélangés au cailloutis rhénan.

Unité 43 - Limon argileux à limon sablo-argileux, beige, décarbonaté, devenant limono-argileux, beige jaune, vers 60 cm et reposant sur un loess profond (> 100 cm) ou sur un sable limoneux et caillouteux.

Variantes : localement, ce sol peut avoir subi un léger lessivage et présenter un niveau plus argileux vers 60-80 cm de profondeur.

Limon argileux à argile limoneuse, acide, profond, hydromorphe sur lehm

Unités 44 et associées de l'étude vignoble : Sols bruns lessivés et sols lessivés hydromorphes sur lehm

⇒ **analogue aux fiches 16 à 18**

Limon argileux à limon argilo-sableux, beige, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé, vers 60 cm et reposant sur un cailloutis sableux à plus de 100 cm.

Variantes : ce sol présente souvent une hydromorphie importante entre 40 et 60 cm.

CHAPITRE 6

SYNTHESE AGRONOMIQUE PAR THEMES

Ce chapitre a pour objectif de donner les bases d'une gestion optimale des sols pour la production agricole et pour la protection de la ressource en eau. Les méthodes de diagnostic mises en oeuvre pour caractériser la sensibilité des sols à divers facteurs de pollution sont décrites. Le lecteur trouvera ainsi une description synthétique des phénomènes en cause, mais aussi les éléments lui permettant de faire une analyse critique des résultats présentés. Conseils agronomiques par thèmes et précautions pour la mise en oeuvre de certaines techniques se côtoient pour que les sols remplissent au mieux leur double vocation de support des productions agricoles et de filtre protecteur de la ressource en eau.

10 thèmes sont traités de façon plus ou moins détaillée selon l'importance locale des phénomènes en cause. Le lecteur pourra dans la plupart des cas trouver :

- Une analyse générale de la thématique
- Les données et conclusions spécifiques à la petite région naturelle

Connaissances générales	Thématique	Données spécifiques
	Fertilisation phosphatée et potassique	p 140
	Entretien calcique et magnésien des sols	p 140
	Praticabilité des terrains	p 141
p 142-145	Sols hydromorphes et drainage	p 146
p 147-148	Sols et irrigation	p 148-150
	Inondations	p 151
p 151-161	Sols, ruissellement, érosion et flux associés	p 161-163
p 164-174	Sols et lessivage des nitrates	p 167-169, 171-172
p 174-175	Sols et devenir des produits phytosanitaires	
p 176-183	Pouvoir épurateur des sols	p 183-187

6.1. LA FERTILISATION PHOSPHATEE ET POTASSIQUE

Dans ce paragraphe ne sont mentionnés que les sols présentant des caractéristiques particulières et où les techniques à mettre en oeuvre diffèrent des préconisations habituelles de fertilisation telles qu'elles sont décrites par le COMIFER.

Dans le Piémont haut-rhinois, les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables (fiches 22, 24 et 25 surtout) présentent un bon niveau de réserves nutritives, du fait du type d'argile, d'un taux de matière organique élevé et d'une minéralisation lente de ces réserves. En cas d'excès de matière organique, ces sols peuvent poser des problèmes de rétrogradation du potassium. Ainsi, pour être efficaces, les apports doivent être importants, et apportés au plus près des stades de consommation importante de la culture.

6.2. L'ENTRETIEN CALCIQUE ET MAGNESIEN DES SOLS

Parmi tous les types de sols représentés dans la région, la plupart des sols hors vignoble méritent une attention particulière quant à la surveillance de l'état calcique. Il s'agit des sols développés sur alluvions de l'Ill et des rivières vosgiennes (fiches 1 à 11 et 19 à 25) et des lehms (fiches 15 à 18) dont le pH est souvent inférieur à 6,5 et peut tomber vers 5,5 et moins en l'absence de chaulage.

Cette seule raison devrait être suffisante pour motiver les agriculteurs à effectuer une analyse régulière de fertilité chimique de leurs parcelles situées sur ces types de sols.

Actuellement, les sols développés sur loess (fiches 12 à 14) et matériaux calcaires du vignoble (calcaires durs, marnes...) ne présentent pas de problèmes de pH. Les terrains sont de nature calcaire.

Les terrains limoneux et argilo-marneux peuvent cependant présenter localement des plages de décalcification liées au lessivage du calcium.

De nombreux sous-produits industriels riches en calcium sont disponibles dans la région ou à proximité. Ils permettent d'envisager le chaulage ou l'entretien calcique à moindre coût :

- écumes de sucrerie,
- boues chaulées de station d'épuration,
- boues cellulosiques de papeterie.

6.3. LA PRATICABILITE DES TERRAINS

De ce point de vue, les sols du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld peuvent être classés en 5 catégories.

- **les sols de plaine superficiels plutôt sablo-limono-argileux et le plus souvent filtrants (fiches 1 et 21)**

Ces sols ont une texture légère (L, LS-SL, SA à LSA) et sont de ce fait faciles à travailler. Ils sont décarbonatés voire acides. Leur stabilité structurale est relativement bonne dès que les taux de matière organique sont supérieurs à 3 %. Ils sont alors peu sensibles aux phénomènes de tassement et présentent un temps de ressuyage très rapide. Ils sont cependant superficiels, caillouteux et très filtrants et peuvent nécessiter la mise en oeuvre des techniques d'irrigation. Les surfaces des sols sous le vent proches des terrils des mines de potasse subissent une pollution chronique saline (fiche 1).

- **les sols de plaine limono-argilo-sableux à limono-sablo-argileux irrégulièrement profonds et hydromorphes (fiches 2 et 3)**

Ces sols ont une texture équilibrée (LSA à LAS, plus rarement ALS) et ne posent pas de problèmes particuliers de travail du sol. Ils sont décarbonatés, mais certains sont calciques voire légèrement calcaires (fiche 3) alors que d'autres peuvent être franchement acides (fiche 2). Ils présentent un taux de matière organique de 2 à 3 % au moins et sont donc assez stables. Ils sont peu ou pas sensibles aux phénomènes de tassement et présentent un temps de ressuyage assez rapide. Comme les précédents, les surfaces de ces sols sous le vent proches des terrils des mines de potasse subissent une pollution chronique saline.

- **les sols de glaciais limono-sablo-argileux à limono-argilo-sableux irrégulièrement profonds et hydromorphes (fiches 5 à 9, 11)**

Ces sols ont une texture a priori équilibrée (LSA à LAS), mais avec des textures de surface relativement hétérogènes. Ils sont aussi sensibles à des phénomènes de prise en masse. Ainsi, ils sont difficiles à travailler en période humide et deviennent rapidement très compacts lorsqu'ils sont ressuyés (fiches 5, 7 et 9). Ils sont décarbonatés, mais certains sont calciques voire calcaires (fiches 8 et 11) alors que d'autres peuvent être franchement acides. Ils présentent un taux de matière organique souvent voisin de 2 à 3 % et sont donc assez stables. Cependant, ponctuellement, les surfaces de certains sols sous le vent proches des terrils des mines de potasse subissent une pollution chronique saline (fiche 6). De ce fait, ils deviennent sensibles aux phénomènes de tassement et de compactage en surface comme en profondeur.

- **les sols limoneux, profonds, sains (fiches 12, 13, 15) ou hydromorphes (fiches 14, 16 à 20 et 23)**

Ces sols ont une texture assez équilibrée (L et LA, dans quelques cas LS ou LSA). Les temps de ressuyage des terrains sont corrects et ne dépassent pas quelques jours sauf exception. Ce délai doit cependant être impérativement respecté pour que le travail du sol ne pose pas de problème. Par ailleurs, le maintien de cette qualité de comportement dans le temps nécessite 2 conditions :

- un taux de matière organique entretenu dans l'horizon labouré,
- des apports de carbonate de calcium dans quelques cas.

Dans les loess (fiches 12 à 14), cette dernière condition est le plus souvent remplie (le loess est par nature un limon calcaire), seul le taux d'humus et les temps de ressuyage sont à contrôler. Dans les autres sols limoneux plus ou moins acides et hydromorphes (fiches 15 à 18 plus particulièrement), il est préférable d'y ajouter des pratiques de chaulage régulières.

Certains de ces sols (fiches 16 à 18) peuvent également nécessiter un drainage (cf. § 6.4.3. Quelques situations de sols potentiellement drainables dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld).

- **les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables en fonds de vallées (fiches 4, 10, 22, 24 et 25)**

La texture de ces sols est le plus souvent limono-argileuse ou argilo-limoneuse dès la surface (plus de 30 à 35 % d'argile), puis argileuse. Ceci les rend difficiles à travailler, même en conditions ressuyées. S'y ajoutent les problèmes d'hydromorphie liée à la présence d'une nappe à faible profondeur. Le niveau de la nappe se situe à 2 m de profondeur et moins.

Cette dernière catégorie est donc une classe de sols à fortes contraintes pour l'agriculture intensive : au printemps pour l'installation des semis en cas d'inondation, à l'automne pour les récoltes trop tardives sur ces sols lourds et humides.

6.4. LES SOLS HYDROMORPHES ET LE DRAINAGE

6.4.1. Généralités

Le guide des sols aborde cette question en précisant, pour chacun des sols inventoriés, l'importance et l'origine de l'excès d'eau lorsque celui-ci est identifiable.

A cet égard, il convient de distinguer 2 types de situations : les terres humides d'une part, les zones humides d'autre part.

Les terres humides sont les parcelles agricoles où l'excès d'eau a pour origine un défaut de drainage interne au sol, lié à l'existence d'un horizon peu perméable. L'excès d'eau apparaît quelques semaines à quelques mois par an, par mise en charge d'une nappe perchée. Cette situation est fréquemment rencontrée dans toutes les collines sous-vosgiennes, le Sundgau et l'Alsace Bossue.

Les zones humides sont les terres où l'excès d'eau dans les sols est continu, en relation avec l'existence d'une nappe d'eau permanente à faible profondeur. Cette situation est celle de nombreux secteurs de la plaine d'Alsace, où la nappe alluviale du Rhin, de l'Ill ou de l'un de ses affluents commande cet excès d'eau.

Les services de l'Etat dont l'objectif est de protéger certaines zones humides, sont amenés à adopter une autre définition. En effet le projet de loi sur l'eau de 1999, prévoyait que les zones humides fassent « l'objet d'une préservation en vue d'assurer une gestion équilibrée de la ressource en eau ». Ces zones humides concernent ici « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire ; la végétation quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Pour ces 2 ensembles (terres humides et zones humides), les travaux suivants « sont soumis à autorisation (A) ou à déclaration (D) suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et le milieu aquatique :

- la réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie supérieure ou égale à 100 ha (A), supérieure à 20 ha, mais inférieure à 100 ha (D),
- l'assèchement, l'imperméabilisation ou le remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée étant supérieure ou égale à 10 000 m² (A), supérieure à 1 000 m², mais inférieure à 10 000 m² (D) ».

Aujourd'hui, le drainage dans le département du Haut-Rhin n'est plus subventionné principalement pour ces raisons environnementales de protection des eaux superficielles. Il faut toutefois savoir qu'en moyenne en France, et en Alsace comme ailleurs, la moitié des surfaces effectivement drainées sont réalisées hors de toute aide.

Des drainages sont donc encore plausibles dans la région. Dans ce cas, les études préalables (topographie, pédologie, hydraulique) initiées dans le cadre des secteurs de référence drainage dans les années 80, assorties d'un volet environnemental, peuvent permettre de vérifier le bien fondé du drainage, de juger de son opportunité et de proposer, le cas échéant, une mise en oeuvre visant à réduire les impacts environnementaux.

6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre

Le drainage des terres agricoles par tuyaux enterrés constitue une opération d'aménagement et d'amélioration foncière aux conséquences importantes et durables, aussi bien du point de vue de l'agriculteur que de celui de la collectivité.

Le drainage de ses terres relève de la décision de l'agriculteur, commandée par une évaluation économique de cet investissement. Mais les conséquences pour la collectivité nécessitent d'encadrer ce choix par une réflexion d'ensemble sur les conditions de réalisation de l'aménagement des zones affectées par l'excès d'eau.

Les effets du drainage par tuyaux enterrés doivent être distingués suivant les 2 situations type : terres humides d'une part, zones humides d'autre part. Ils sont présentés dans les 2 tableaux suivants, en regard des questions les plus fréquemment posées au sujet de cette technique (tableau p. 144 « Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire » et tableau p. 145 « Les effets du drainage dans les situations de nappe permanente profonde d'origine alluviale »). Le drainage n'aggrave-t-il pas la sécheresse des terres, les crues, la pollution des eaux ? Ne fait-il pas disparaître les zones humides ? Le drainage ne présente pas que des effets négatifs vis-à-vis de ces questions, et un bilan mérite d'être établi. Des orientations sont également formulées sur les précautions qui doivent être réfléchies avant toute décision d'aménagement, pour en éviter les conséquences négatives.

Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire (terres humides)

Critère d'impact	Effets négatifs ⇒ <i>précautions à adopter</i>	Effets positifs
Les pratiques agricoles	<p>L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps avec comme conséquence un risque d'accroissement des surfaces de sols nus en hiver.</p> <p>⇒ <i>La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants doivent être renforcées.</i></p>	L'amélioration de la praticabilité des parcelles et la réduction de la variabilité des rendements permettent des interventions techniques mieux ajustées en fertilisation et en protection phytosanitaire.
L'alimentation en eau des cultures		Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation de la réserve en eau des sols.
Les crues du réseau hydrographique	<p>Le recreusement des fossés pour recevoir les bouches de décharge des drains crée un réseau hydrographique qui facilite l'évacuation de crues plus importantes vers l'aval.</p> <p>⇒ <i>Ne pas surcreuser les fossés de collecte. Raisonner les aménagements à l'échelle du bassin versant en prévoyant des ouvrages de laminage des crues à l'aval des zones drainées. Par exemple, dimensionner les ouvrages de franchissement des chemins pour qu'ils participent à ce laminage.</i></p> <p>⇒ <i>Retenir un débit de projet d'assainissement agricole sur la base du débit moyen journalier de fréquence annuelle au lieu de décennale.</i></p>	<p><u>Effet tampon</u> : dans les parcelles, la diminution du ruissellement et l'augmentation de la capacité de stockage pour l'eau du sol réduit les débits de crue pour les événements les plus courants.</p> <p>Cet effet disparaît avec des pluies intenses ou de longue durée. Dans ce cas, le drainage n'a plus d'influence positive car la saturation du sol est totale.</p>
Le transfert des éléments solubles : nitrates, certains produits phytosanitaires	<p>Dans un sol mieux aéré pendant les périodes habituelles d'excès d'eau, la minéralisation de l'azote et la production de nitrates sont plus intenses.</p> <p>L'eau circulant dans le sol se charge en nitrates et en résidus de certains produits phytosanitaires mobiles avec l'eau : les entraînements peuvent être importants si les pluies surviennent juste après les applications.</p> <p>Les éventuelles zones dénitrifiantes à l'échelle du paysage sont court-circuitées, l'eau issue des parcelles rejoint directement le cours d'eau.</p> <p>⇒ <i>Adopter une gestion fine de l'azote (fractionnement des apports minéraux et choix des dates d'apport des fertilisants) et choisir les produits phytosanitaires en considérant que le sol de la parcelle drainée se comporte comme une terre superficielle pour le risque de lessivage.</i></p>	<p>Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation des nitrates présents dans le sol.</p> <p>La meilleure utilisation des réserves en eau du sol conduit à une moindre variabilité des rendements qui facilite l'ajustement prévisionnel des doses d'engrais azotés.</p> <p>Le transfert de l'eau dans les sols est rapide et concerne seulement 30 à 60 % du volume du sol : en débit de pointe, il y a diminution des concentrations en nitrates.</p>
Le transfert par ruissellement des éléments liés aux particules de sol : phosphore, certains produits phytosanitaires		Le ruissellement de surface est fortement diminué par rapport à la situation initiale (jusqu'à 95 % du ruissellement hortonien) et à l'échelle de la parcelle le transfert des particules solides est limité.

Les effets du drainage dans les situations de nappe permanente profonde d'origine alluviale (zones humides du lit majeur des cours d'eau)

Le drainage rabat la nappe à un niveau plus bas qu'avant drainage. Cet aménagement est obligatoirement collectif, car il suppose une maîtrise du niveau de la nappe sur une grande surface.

Critère d'impact	Effets négatifs ⇒ <i>précautions à adopter</i>	Effets positifs
Les pratiques agricoles	<p>L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps.</p> <p>⇒ <i>La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants doivent être renforcées.</i></p> <p>Certains groupements végétaux hygrophiles peuvent disparaître suite à l'abaissement généralisé du niveau de la nappe.</p> <p>⇒ <i>La nature de l'aménagement (simples fossés régulièrement entretenus ou îlots drainés) doit être réfléchi au vu de toutes les conséquences prévisibles.</i></p>	L'amélioration de la praticabilité des parcelles et la réduction de la variabilité des rendements permettent des interventions techniques mieux ajustées en fertilisation et en protection phytosanitaire.
L'alimentation en eau des cultures	Un abaissement excessif du niveau de la nappe réduit ou supprime l'alimentation directe en eau des cultures à partir de celle-ci.	Le contrôle du niveau de la nappe est possible. Il peut permettre de maintenir une alimentation des plantes cultivées à partir des remontées capillaires.
Les crues du réseau hydrographique	<p>La recharge de la nappe par l'eau s'infiltrant à travers les sols est court-circuitée : la crue est plus forte et plus courte.</p> <p>Si le réseau de fossés préexistants est réduit par les nouveaux aménagements, la capacité de laminage des crues de la zone humide diminue.</p> <p>⇒ <i>Préserver un réseau de fossés avec des limiteurs de débit pour sa fonction de stockage des crues. La modélisation hydraulique du projet d'aménagement est possible.</i></p>	
Le transfert des éléments solubles: nitrates, certains produits phytosanitaires	<p>Dans un sol mieux aéré pendant les périodes habituelles d'excès d'eau, la minéralisation de l'azote et la production de nitrates sont plus intenses.</p> <p>L'eau circulant dans le sol se charge en nitrates et en résidus de certains produits phytosanitaires mobiles avec l'eau : les entraînements peuvent être importants si les pluies surviennent juste après les applications.</p> <p>Les éventuelles zones dénitrifiantes à l'échelle du paysage sont court-circuitées : l'eau issue des parcelles rejoint directement le cours d'eau.</p> <p>⇒ <i>Adopter une gestion fine de l'azote (fractionnement des apports minéraux et choix des dates d'apport des fertilisants) et choisir les produits phytosanitaires en considérant que le sol de la parcelle drainée se comporte comme une terre superficielle pour le risque de lessivage.</i></p> <p>⇒ <i>Contrôler la hauteur de la nappe dans le sol pour conserver des horizons dénitrifiants.</i></p>	<p>Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation des nitrates présents dans le sol.</p> <p>Le transfert de l'eau dans les sols est rapide : en débit de pointe, il y a diminution des concentrations en nitrates.</p>
Le transfert par ruissellement des éléments liés aux particules de sol : phosphore, certains produits phytosanitaires		Le ruissellement de surface est fortement diminué par rapport à la situation initiale (jusqu'à 95 % du ruissellement hortonien) et le transfert des particules solides est limité.

6.4.3. Quelques situations de sols potentiellement drainables dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld.

Dans le Piémont haut-rhinois, les sols susceptibles de justifier d'un drainage par tuyaux enterrés concernent des surfaces limitées. Il s'agit principalement des sols des fiches 7, 9, 14 et 16 à 18 qui relèvent des terres humides définies ci-dessus d'une part, et des sols des fiches 3, 4, 10, 22, 24 et 25 qui sont associés à des zones humides agricoles dans les vallées.

Pour les terres humides, on peut distinguer 2 cas :

- ❶ les sols de glacis moyennement hydromorphes de façon locale ou généralisée (fiches 7 et 9),
- ❷ les sols plus ou moins lessivés limoneux battants plus ou moins fortement hydromorphes (fiches 14 et 16 à 18).

Les sols des fiches 7 et 9 concernent des surfaces limitées et n'ont pratiquement pas été drainés par les techniques modernes. Ils ont plutôt fait l'objet d'aménagement de fossés lors des remembrements pour évacuer l'eau des secteurs où elle pouvait être en excès.

Les sols limoneux calcaires ou faiblement lessivés de la fiche 14 n'ont été drainés que localement dans les cuvettes topographiques les plus humides ou lorsqu'ils étaient associés à des sols plus hydromorphes.

Les sols limoneux humides (fiches 16 et 17), voire très humides (fiche 18) comportant un plancher imperméable entre 40 et 80 cm de profondeur ont en revanche pu être drainés au cours de ces 20 dernières années, car ils répondent bien à cet aménagement. Dans le premier cas, les écartements de drains peuvent être retenus entre 12-13 et 15 m, dans le second entre 10 et 12-13 m.

Pour les fiches 3, 4, 10 et 22, 24 et 25, l'hydromorphie est liée au battement de la nappe phréatique sous-jacente et à une position topographique basse (cuvettes alluviales). La gestion de ce type de nappe est sous la dépendance des aménagements hydrauliques de l'ensemble du bassin versant. Ainsi, sauf cas particulier pour ces sols, un drainage à l'unité parcellaire ne peut diminuer de façon notable les effets de l'excès d'eau.

Bien que le drainage des terres agricoles n'ait pas cet objectif, il contribue en partie à diminuer le ruissellement en favorisant l'infiltration et en augmentant la capacité de stockage de l'eau sur les parcelles aménagées, mais à la condition que les pratiques agronomiques soient adaptées en particulier vis-à-vis de l'entretien calcique et organique des sols qui favorise l'état structural et la porosité des sols. Cet aspect peut avoir une relative importance pour des sols limoneux les plus proches du Sundgau au Sud de la région (fiches 14 à 18) sensibles à la battance. Ils sont très ruisselants lorsqu'ils sont encroûtés.

En contrepartie, ces sols, une fois drainés se comportent comme des sols superficiels et évacuent plus vite une partie de l'eau en excès (au mieux un petit 1/3 environ), à l'époque des semis au printemps et, le cas échéant, à la récolte en automne. Ceci accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau. Les pratiques agricoles doivent être adaptées en particulier vis-à-vis de la fertilisation et du choix des produits de traitements phytosanitaires.

Dans tous les cas, si les pratiques agricoles ne sont pas révisées, le drainage contribue à des effets indésirables pour l'environnement : notamment une augmentation des rejets de nitrates et de phytosanitaires dans le milieu superficiel.

6.5. LES SOLS ET L'IRRIGATION

6.5.1. Généralités

L'irrigation a pour objectif de combler le déficit hydrique estival par un apport d'eau supplémentaire issu des réserves d'eau superficielles (rivières) ou souterraines (nappes profondes). Ce déficit est principalement lié à la réserve en eau utile des sols et à la pluviométrie.

Dans le Piémont haut-rhinois, les faibles réserves utiles de certains types de sols, un bilan hydrique peu favorable et la disponibilité de la ressource en eau souterraine ont conduit les agriculteurs à entreprendre l'irrigation des cultures d'été.

6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre

L'irrigation a des conséquences positives et négatives sur l'environnement.

Du côté des effets positifs, on peut ranger le fait qu'en levant le facteur limitant "déficit hydrique", premier facteur explicatif des variations de rendements, l'irrigation bien conduite permet de les régulariser et donc de mieux les prévoir. Cela autorise une meilleure gestion des intrants (engrais, phytosanitaires) et limite les risques d'apports excessifs de ces intrants.

Les effets négatifs sont classables en effets directs et indirects sur les ressources en eau.

Le premier effet direct est l'utilisation d'une ressource qui, dans certains cas, est limitée et où l'utilisation agricole est en concurrence avec d'autres usages. C'est rarement le cas en Alsace lorsque l'irrigation est conduite à partir de la nappe phréatique rhénane, ceci est toutefois possible dans la plaine de l'Ill lors de prélèvements d'eau en rivière. Dans le Haut-Rhin, cela représente 40 % en comptant les irrigations réalisées à partir du canal de la Hardt destiné à cet usage.

Les autres effets directs interviennent par les puits eux-mêmes qui peuvent être le lieu de pollutions accidentelles (déversement de produits). L'équipement des têtes de puits avec un système de fermeture normalisé et verrouillé constitue une précaution élémentaire.

Les effets indirects sont de 3 ordres :

❶ L'irrigation au-delà des capacités de stockage du sol pour l'eau crée un lessivage d'éléments solubles, en particulier les nitrates, ou augmente fortement le risque en cas de pluie non prévue. Ce risque est particulièrement élevé lors du démarrage des irrigations. En effet, fin juin, le maïs par exemple n'a pas atteint son développement foliaire maximal et sa consommation d'eau est inférieure à l'ETP. Son système racinaire n'est pas complètement en place et n'exploite pas encore toute la réserve en eau utile du sol telle que définie dans ce guide. Les quantités d'eau éventuellement apportées par l'irrigation doivent prendre en compte cette situation pour éviter de créer un risque de lessivage des nitrates présents en grande quantité dans le sol à cette période. Sont plus particulièrement concernés par cette question les quelques sols les plus sensibles au déficit hydrique, qui sont aussi les plus sensibles au risque de lessivage des nitrates.

Le tableau suivant indique la consommation d'eau du maïs en juin, estimée à partir des mesures de l'ETP faites à Meyenheim (Haut-Rhin).

Analyse fréquentielle de l'ETP et de l'ETM maïs en juin poste météo de Meyenheim (Données METEO-FRANCE, période 1962-1999)							
	ETP en mm			<u>ETM maïs</u> ETP	ETM maïs en mm		
Décade	médiane	Q4	max	Coeff.	médiane	Q4	max
Juin 1	40	46	50	0,7	28	32	35
Juin 2	41	45	56	0,8	33	36	45
Juin 3	42	48	67	0,9	38	43	60

Globalement, la limitation du risque lié à la sur-irrigation passe par une réduction des doses d'eau apportées lors des premières irrigations et un suivi de l'humidité du sol en cours de saison (mise en place de tensiomètres par exemple, ou encore avertissements irrigation proposés par les Chambres d'Agriculture).

② L'arrosage tardif des sols les plus argileux conduit à irriguer des sols présentant des fentes de retrait, d'où des circulations rapides d'eau vers la profondeur et des risques d'entraînement d'éléments solubles. Il serait nécessaire d'avancer les dates d'irrigation de ces sols.

③ Des irrigations trop intenses tassent les sols, soit sous l'effet de pluies instantanées trop fortes qui ont un effet de tassement direct sur le sol, soit, sur les sols sensibles à ce phénomène, par reprise en masse du sol après ennoyage. Cela a comme conséquence une limitation des potentiels de rendements, avec un risque de mauvaise utilisation des intrants. Les équipements évitant des pluies instantanées trop fortes sont à privilégier.

6.5.3. Des besoins d'irrigation assez importants pour les cultures du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld

Les besoins en eau des cultures, appréciés par un bilan climatique P-ETM sont présentés pour 2 systèmes : culture d'hiver type blé d'hiver et culture d'été type maïs grain. Les coefficients k utilisés se trouvent dans l'annexe 1 « données climatiques ».

Analyse fréquentielle des bilans climatiques P-ETM en mm pour un blé d'hiver et un maïs grain (données METEO-FRANCE).						
Poste météo et période de mesures	Blé d'hiver : bilan du 1^{er} mars au 20 juillet			Maïs grain : bilan du 21 avril au 20 septembre		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
EBERSHEIM 1963-1999	- 243	- 200	- 129	- 210	- 149	- 88
BURNHAUPT* 1977-1993	- 176	- 108	11	- 166	- 108	- 30
COLMAR 1972-1999	- 281	- 217	- 162	- 252	165	- 98
GUEBWILLER* 1968-1991	- 169	- 72	-15	- 155	- 99	- 24
MEYENHEIM 1962-1999	- 246	- 194	- 134	- 238	- 133	- 87
MULHOUSE 1972-1999	- 239	- 169	- 100	- 219	- 127	- 78
RIBEAUVILLE 1963-1994	- 227	- 155	- 68	- 188	- 131	- 69
ROUFFACH 1963-1999	- 263	- 216	- 147	- 235	- 180	- 115

* Les données sont à interpréter avec plus de prudence car la période de mesure est inférieure à 25 ans

Compte tenu des capacités de stockage pour l'eau du sol et sous l'hypothèse d'une réserve utile pleine en début de période, les besoins maximaux en irrigation peuvent être estimés, ainsi que le nombre d'apports nécessaires pour assurer cette irrigation sans risque de lessivage (on considère que la quantité d'eau apportée à chaque passage ne doit pas excéder la moitié de la valeur de la RU). Ces données constituent une aide au dimensionnement d'éventuels équipements d'irrigation.

Les résultats obtenus sont présentés ci-après, par groupe de sols aux caractéristiques voisines. Pour cette présentation nous avons retenu le poste météo de Meyenheim.

BESOINS EN EAU DES CULTURES ET IRRIGATION DANS LE PIÉMONT HAUT-RHINOIS ET L'OCHSENFELD

Calcul à partir du poste météo de MEYENHEIM
Données METEO-FRANCE, période 1962-1999

TYPES DE SOLS ET REPRESENTATIVITE	BILAN HYDRIQUE BLE D'HIVER (1er mars au 20 juillet) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			BILAN HYDRIQUE MAIS (21 avril au 20 septembre) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			COMMENTAIRES
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	
Sols à réserve utile égale ou supérieure à 180 mm (fiches 12 à 18,23 ; soit 25-30% des surfaces)	- 126 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai, soit 4 passages de 30 mm	- 74 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai, soit 2 passages de 30 mm	- 14 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin	- 118 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet, soit 4 passages de 30 mm	- 12 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juillet		L'irrigation peut s'avérer utile pour la recherche d'une qualité de production particulière.
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 19, 20 ; soit 30-35 % des surfaces)	- 166 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril, soit 5 passages de 30 mm	- 114 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai, soit 4 passages de 30 mm	- 54 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai, soit 2 passages de 30 mm	- 158 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet, soit 5 passages de 30 mm	- 52 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet, soit 2 passages de 30 mm	- 7 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juillet	L'irrigation est une sécurité dont le coût doit être mis en rapport avec la valeur des productions.
Sols à réserve utile comprise entre 80 et 120 mm (fiches 3, 9 partie amont, 22,24,25 ; soit 15-20 % des surfaces)	- 193 mm à partir de la 2 ^{ème} décade d'avril, soit 6 passages de 30 mm	- 141 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril, soit 4 passages de 30 mm	- 81 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai, soit 3 passages de 30 mm	- 185 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin, soit 4 passages de 30 mm	- 79 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet, soit 3 passages de 30 mm	- 34 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet, soit 1 passage de 30 mm	L'irrigation peut être utile, son opportunité économique mérite cependant d'être vérifiée.
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiche 1, 6 et 21 ; soit 15-20 % des surfaces)	- 220 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mars, soit 10 passages de 20 mm	- 168 mm à partir de la 1 ^{ère} décade d'avril, soit 8 passages de 20 mm	- 107 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril, soit 5 passages de 20 mm	- 212 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin, soit 11 passages de 20 mm	- 106 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin, soit 5 passages de 20 mm	- 60 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin, soit 3 passages de 20 mm	L'irrigation est une nécessité. Les systèmes permettant de limiter les doses d'apport (pivot, couverture intégrale) doivent être privilégiés.

6.6. LES INONDATIONS ET LES RISQUES D'ÉROSION ASSOCIÉS AUX CRUES

Ces risques sont effectifs sur de grandes surfaces (12 à 15 000 ha) dans les zones suivantes :

- à l'amont et à l'aval de Mulhouse, dans les vallées de l'Ill et de la Doller
- entre Guebwiller et Colmar dans la plaine de l'Ill et de la Thur,
- entre Colmar et Sélestat, dans la vallée de la Fecht et le grand Ried de l'Ill.

On pourra se reporter à la carte des zones inondables page 18. Aucune donnée quantitative précise n'existe sur les phénomènes d'érosion associés à ces inondations.

Mentionnons toutefois que ces phénomènes sont quelquefois constatés. Les agriculteurs qui cultivent des terres dans ces positions attendent ainsi le plus tard possible (mai), pour la mise en culture des parcelles, afin d'éviter les conséquences catastrophiques des entraînements de terres sous l'effet des courants d'eau violents lors des crues.

6.7. LE RUISSELLEMENT, L'ÉROSION DES SOLS ET LES FLUX ASSOCIÉS

L'eau de pluie qui arrive au sol s'infiltré, forme des flaques ou ruisselle vers l'aval. La surface du sol constitue donc une interface majeure dont l'état hydrique, la structure et le microrelief contrôlent l'infiltration en profondeur, le stockage en surface dans des flaques ou le ruissellement ainsi que nombre de processus de transferts (érosion, pollution) associés au cheminement de l'eau. Or, en milieu cultivé, la conduite des cultures, en interaction avec la nature des sols et les conditions climatiques, influence fortement les états du sol, en surface et dans les premiers horizons (cf. schéma page suivante).

L'objectif de ce chapitre du guide des sols est de donner un certain nombre d'éléments pour comprendre les transferts d'eau et mieux les gérer à l'échelle des parcelles agricoles concernées, en particulier dans les sols de glaciais (fiches 7 à 11) et les sols limoneux issus de lehm et loess (fiches 12 à 18).

6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols

Le ruissellement se forme lorsque l'eau qui ne peut s'infiltrer est mise en mouvement du fait de la gravité. **C'est un agent d'érosion important** qui peut causer l'arrachement de particules et agrégats, leur transfert sur des distances importantes, et leur dépôt en aval. Concentré, le ruissellement peut causer la formation de rigoles ou ravines là où la force tractrice de l'eau est supérieure à la résistance que le sol peut lui opposer. **Le ruissellement est également responsable du transfert en surface des substances dissoutes dans l'eau ou liées aux particules de sol.**

L'érosion hydrique des sols résulte de l'arrachement, du transport et du dépôt des particules et agrégats du sol sous l'action de la pluie et du ruissellement. Les particules et agrégats détachés de la surface du sol sous l'effet des pluies se redéposent et contribuent à la formation des croûtes de battance, au remplissage des anfractuosités et à la diminution de la rugosité. En présence de ruissellement, ils peuvent aussi être transportés sur des distances plus importantes vers l'aval et atteindre les autres parcelles, la voirie, les habitations ou les cours d'eau.

6.7.1.1. Les différents processus de formation du ruissellement

Lorsque l'eau ruisselle, plusieurs processus peuvent être en cause :

- **si l'intensité de l'eau qui arrive au sol est supérieure à l'intensité maximale possible de l'infiltration, on parle de ruissellement par dépassement de l'infiltrabilité** (ou ruissellement hortonien, **Horton, 1933**) ; ce processus se produit en particulier lorsque l'horizon superficiel a une conductivité hydraulique très limitée, par exemple une croûte en surface, un lit de semis très effondré ;
- **si le sol est déjà saturé**, quelle que soit l'intensité de la pluie et la conductivité hydraulique du sol, tout apport d'eau supplémentaire va ruisseler ou libérer en aval, par « effet piston » une quantité d'eau équivalente ; on parle de **ruissellement par saturation du sol (Cappus, 1960)** ; ce processus est souvent observé particulièrement en automne et en hiver dans les fonds de vallons où les sols gorgés d'eau peuvent occuper des surfaces assez étendues ;
- **si l'eau pénètre dans le sol des versants mais que les écoulements dépassent le flux maximal qui peut y transiter**, il y a saturation du profil et le flux en excès s'écoule en surface ; on parle alors d'**écoulement subsuperficiel et d'exfiltration (Dunne et Black, 1970)** ; c'est une situation que l'on peut rencontrer lorsqu'un horizon en profondeur est moins filtrant, par exemple une semelle de labour compactée et lissée par les outils.

6.7.1.2. Les états de surface du sol et les croûtes de battance

L'état de surface d'un sol cultivé se traduit par un système poral plus ou moins ouvert à l'air libre et un microrelief plus ou moins rugueux, présentant éventuellement une structure orientée (direction du labour, lignes de semis, empreintes des roues). **Les états de surface influencent largement l'infiltration et le stockage de l'eau dans les flaques. De ce fait, ils exercent un contrôle majeur sur la formation du ruissellement**, susceptible ensuite de se concentrer vers l'aval du fait de la topographie mais aussi de toute sorte de motifs linéaires tels les traces de roues, les fourrières, les dérayures, les limites de parcelles, les chemins.

Sur les parcelles cultivées, **les états de surface sont fortement dépendants des interactions entre le type de sol, les opérations culturales et la succession des conditions climatiques.**

(cf. schéma ci-contre et illustrations au dos)

L'état initial de la surface après un travail du sol est fragmentaire (les agrégats et mottes sont libres entre eux), poreux et meuble, plus ou moins rugueux. Sous l'effet des pluies, il devient plus continu et plus compact, progressivement ou brutalement. La couche très superficielle s'individualise par rapport au reste du profil de sol et forme une **croûte de battance**. Un premier faciès de croûte dite **structurale** est acquis du fait du compactage par les gouttes de pluie et du rejaillissement : les particules et agrégats détachés en retombant, obstruent les pores. Si des flaques se forment dans les dépressions de la microtopographie, les particules détachées des bosses encore exposées à l'impact des gouttes de pluie, retombent et vont sédimenter à des vitesses différentes suivant leur taille. Dans le fond des creux, une **croûte sédimentaire** se forme faisant apparaître des lits. Les plaques de croûtes sédimentaires s'étendent au fur et à mesure du remplissage des microdépressions, couvrant une proportion de plus en plus importante de la surface. Il s'agit du faciès le plus dégradé.

La présence de croûtes de battance diminue l'infiltrabilité, parfois considérablement : la surface d'un sol limoneux, à l'état initial, permet d'infiltrer plusieurs dizaines de millimètres par heure ce qui correspond à l'intensité de la plupart des pluies courantes. La formation d'une croûte sédimentaire peut réduire l'infiltration à des valeurs de l'ordre de 1 à 2 mm/h : les pluies même les plus faibles entraîneront l'apparition d'un excès d'eau en surface. La diminution simultanée de la rugosité réduit les possibilités de stockage dans des flaques : **l'excès d'eau va se transformer plus souvent et plus rapidement en ruissellement.**

Quelques étapes de la succession des états de surface du sol d'une parcelle sensible à la battance et en monoculture de maïs



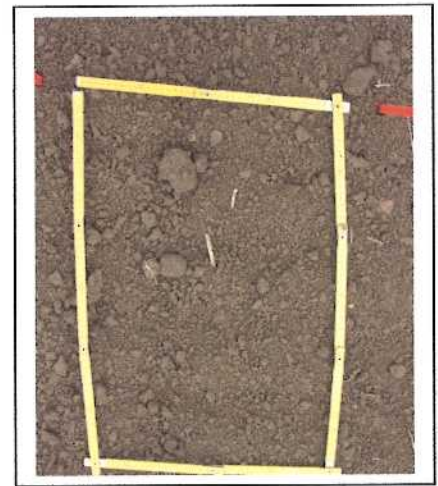
I. Octobre

Etat de surface après un labour : la rugosité est forte, il y a de nombreux macropores entre les mottes, pratiquement toute l'eau des pluies peut s'infiltrer ou être stockée dans des flaques.



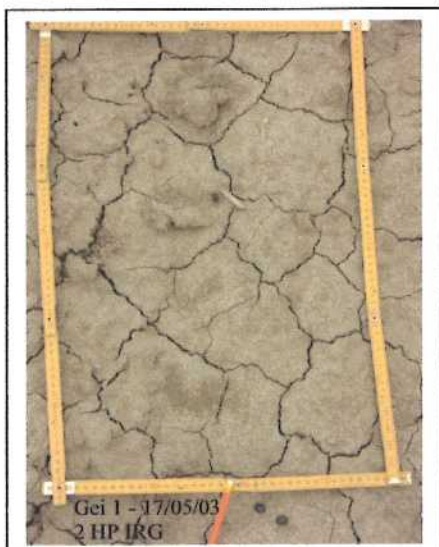
II. 28 Avril

Etat de surface en sortie d'hiver, avant reprise par les travaux culturaux du printemps. La surface est dégradée, les pores entre les mottes ont été colmatés, ces dernières sont toutes intégrées à la croûte de battance. La rugosité a fortement diminué, en particulier dans les dépressions, favorisant le ruissellement. A la faveur de quelques jours de forte chaleur et sans pluie, des fentes de dessiccation se sont formées, mais dans un sol très limoneux à faible teneur en argile, elles se refermeront dès la prochaine pluie.



III. 30 avril

La croûte a été détruite par les travaux de préparation de semis au printemps, restaurant une macroporosité entre les mottes. Mais la rugosité est réduite et le calibre des mottes assez faible.



IV. 17 Mai

Dès la première pluie relativement forte, la surface s'est fermée. Les mottes et agrégats sont intégrés à la croûte de battance. L'infiltrabilité est ainsi considérablement réduite (les fentes liés à l'assèchement se referment dès le début de la pluie) La très faible rugosité sur l'ensemble de la surface favorisera un ruissellement rapide. Depuis le 30 avril, il est tombé 38,5 mm de pluie



V. Juin

L.c maïs est développé. Malgré un couvert végétal, la surface est pratiquement complètement lisse et très dégradée.

6.7.1.3. Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol

Les croûtes de battance correspondent à un cas particulier de discontinuité réduisant la vitesse du passage de l'eau dans le sol. Il est particulièrement important dans les sols limoneux à faible teneur en argile.

Cependant, d'autres discontinuités dans le profil de sol peuvent limiter le passage de l'eau et favoriser l'écoulement subsuperficiel et l'exfiltration : elles sont de nature pédologique ou culturale (lissage par les outils, fond de lits de semence, fond du labour).

6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement

6.7.2.1. L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface

Le critère le plus important pour apprécier la résistance d'un sol à la battance est la **stabilité structurale**, qui exprime la résistance des agrégats et des mottes à l'action de l'eau. Cette résistance reflète leur comportement à l'humectation lorsqu'ils sont soumis à l'impact de gouttes d'énergie cinétique déterminée ou à une immersion.

Pour les sols cultivés les **caractéristiques intrinsèques aux sols** qui permettent une appréciation de l'appartenance à des classes de stabilité structurale **concernent essentiellement la texture et secondairement la teneur en matières organiques**.

① Le rôle déterminant de la texture

Les mesures de stabilité structurale étant rarement disponibles, l'indice de battance I_b mis au point pour les limons du Nord du Bassin Parisien (**Remy et Marin-Laflèche, 1974**) peut être appliqué aux sols limoneux d'Alsace et permettre de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir des données disponibles (analyses de terre de la base de données informatique sur les sols d'Alsace). Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$$R = ((1,5 L_f + 0,75 L_g) / (A + 10 MO)) - C$$

Avec :

L_f : limons fins ;

L_g : limons grossiers ;

A : argiles ;

MO : matières organiques en pour mille de terre

C est un coefficient utilisé dans le cas des sols calciques et calcaires, avec $C = 0,2 \times (\text{pH} - 7)$

On peut utiliser R en tant que tel selon le classement suivant :

classe 1 : $R < 1,4$, non battant

classe 2 : $1,4 < R < 1,6$, peu battant

classe 3 : $1,6 < R < 1,8$, assez battant

classe 4 : $1,8 < R < 2,0$, battant

classe 5 : $R > 2,0$, très battant

L'indice de battance I_B quant à lui est ensuite calculé selon la formule :

$$\text{Indice de battance} \\ I_B = 5 (R - 0,2)$$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$, terre stable (cf. Annexe 5).

On notera que toutes les références expérimentales accumulées depuis une vingtaine d'années convergent : **les sols limoneux ayant des teneurs inférieures à 14 % d'argile sont les plus sensibles** : ils se retrouvent bien dans la classe 5.

② Le rôle relatif de la teneur en matières organiques

Les matières organiques favorisent l'agrégation des particules entre elles et ont ainsi une influence positive sur la stabilité structurale. Cependant, si l'augmentation de la stabilité structurale avec la teneur en matières organiques est d'autant plus importante que la teneur en argile est faible, révélant la complexité des interactions texture - matière organique (**Stengel et Monnier, 1982**), les résultats expérimentaux révèlent des seuils au-dessous desquels la stabilité reste très faible : **pour les sols limoneux, aucun effet positif ne peut être mis en évidence en dessous d'une valeur comprise entre 2 et 3 %, qui est loin d'être toujours atteinte pour les sols limoneux cultivés**, sauf dans le cas spécifique et très temporaire des prairies retournées. Cependant, les recherches actuelles sur les effets des différentes fractions de la matière organique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques amènent à nuancer le raisonnement en terme de taux global.

③ Le rôle des modalités de travail du sol

Si l'entretien organique des sols qui présente de toute façon un intérêt, ne semble pas réellement permettre de discriminer les sols limoneux cultivés avec les pratiques habituelles, le non labour et les techniques culturales simplifiées (TCS) ouvrent actuellement des perspectives réellement intéressantes.

Dans ces modalités, le sol n'est plus retourné mais travaillé superficiellement. Ces techniques présentent plusieurs conséquences ayant un impact sur la dégradation des états de surface du sol (EDS), l'infiltration, le ruissellement, et l'érosion :

- un couvert en résidus (*mulch*) qui peut être important, protège le sol : le système poral sous les résidus est mieux préservé, les débris végétaux peuvent former de petits barrages ;
- la continuité du système poral du sol n'est pas rompue comme dans le cas du labour ;
- l'amélioration à terme du statut organique de l'horizon de surface devrait augmenter la stabilité structurale ;
- la cohésion plus importante de sols non ameublés accroît leur résistance à l'arrachement.

Ainsi, l'infiltration de l'eau ou son stockage en surface sont favorisés, limitant ainsi le ruissellement.

Cependant l'appropriation et la maîtrise de ces modalités par les agriculteurs restent délicates, entraînant parfois une réorganisation profonde des systèmes de culture de l'exploitation. Le bilan agronomique global doit encore être précisé sous différents points de vue : qualité sanitaire des récoltes, maîtrise du parasitisme et des adventices, ...

6.7.2.2. Les risques de ruissellement associés aux états de surface

① Identification des parcelles à risque

Pour les sols dont la stabilité structurale est faible et qui, du fait des cultures, sont très exposés aux pluies à certaines périodes de l'année, les risques de ruissellement associés à la dégradation des états de surface sont élevés.

Sont concernées toutes les parcelles dont les sols en surface appartiennent aux classes limoneuses et limono-sableuses, les plus sensibles étant ceux dont la teneur en argile est inférieure à 14 %.

Les périodes « à risques » sont celles qui suivent les chantiers de récoltes avec une forte proportion de la surface marquée par les empreintes de roues (maïs fourrage, betteraves), la période hivernale pour les céréales d'hiver, les périodes d'orages qui suivent les semis de printemps.

② Analyse des risques à l'échelle d'un bassin versant

Si, pour des conditions climatiques données (ou probables), les surfaces ruisselantes à une période donnée de l'année peuvent être identifiées par l'observation ou à partir de critères relativement simples (appartenance à une classe texturale sensible à la battance et à une catégorie de cultures et de pratiques associées), leur contribution aux flux d'eau et aux flux associés (sédiments, polluants) à l'échelle de systèmes spatiaux plus étendus (versants, bassins versants, petite région) ne peut être établie de manière proportionnelle.

Le ruissellement formé sur les parcelles dont l'état de surface est dégradé cherche à prendre la direction de la plus grande pente. Mais la direction empruntée est souvent, particulièrement dans le cas des faibles pentes, celle imposée par l'orientation du travail du sol. Sur le parcours suivi par l'eau, il y a en général des motifs linéaires (dérayures, traces de roue, fourrières, chemins...) qui collectent et concentrent les écoulements. En général ces collecteurs ont pour effet de réduire considérablement les distances entre l'endroit où le ruissellement se forme et le réseau de fossés et de cours d'eau : les possibilités éventuelles de réinfiltration le long du parcours avant d'atteindre le réseau diminuent et, une fois le réseau atteint, la vitesse et la force d'arrachement de l'écoulement augmentent. Ces motifs font souvent office de court-circuits, introduisant un changement de direction : le ruissellement rejoint plus facilement le réseau de fossés et des cours d'eau, sans passer sur les éventuelles surfaces enherbées.

Lorsque dans un bassin versant, la proportion de surface ruisselante augmente, la probabilité que les surfaces soient connectées entre elles ou à un réseau augmente également : ce constat dépasse le cadre du guide des sols, dont la vocation est centrée sur l'échelle de la parcelle. Mais il doit attirer l'attention sur certaines situations à risque, et sur la nécessité de définir des solutions à l'échelle des **bassins versants élémentaires pour limiter les transferts**.

- **solutions de type agronomique** : par exemple gérer les assolements pour introduire davantage de diversité et de discontinuités (par exemple en jouant sur la distribution des cultures d'hiver et de printemps) ; cela suppose une concertation entre les exploitants.
- **solutions de type aménagement** pour gérer les passages de l'eau (bandes enherbées, chemins, fossés, petites retenues...) qui permettent de ralentir, stocker l'excès d'eau et favoriser l'infiltration dès l'amont des bassins versants.

Différentes formes d'érosion

1.

Résultat d'un ruissellement non concentré :
l'érosion diffuse



2.

Résultat d'un ruissellement concentré :
l'érosion par incision
sous forme de rigoles



3.

Résultat d'un ruissellement concentré :
l'érosion par incision
sous forme de ravines



6.7.3. Les conséquences du ruissellement dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld

6.7.3.1. Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides)

Qu'est ce que l'érosion ?

L'érosion des sols par l'eau correspond à l'arrachement, au transport et au dépôt des particules et agrégats du sol sous l'action en général combinée de la pluie et du ruissellement. La quantité de sol arrachée dépend des forces exercées sur le sol par ces deux agents, et de la résistance que celui-ci est capable de développer. L'érosion peut prendre différentes formes qui dépendent des rôles respectifs de la pluie et du ruissellement.

Les différentes formes de l'érosion

(cf. planche d'illustrations ci-contre)

- *Détachement de terre par rejaillissement*

Le détachement s'effectue lorsque les gouttes de pluie frappent la surface du sol et projettent la terre en tous sens (effet « splash »). Si la capacité de transport du ruissellement est faible, les particules détachées vont essentiellement se déposer et modifier la structure du sol en surface (fermeture des pores, diminution du microrelief), formant une croûte dite de battance.

- *Erosion diffuse sous l'effet d'un ruissellement non concentré*

L'érosion se produit de manière diffuse (photo 1) lorsque le détachement est essentiellement dû à la pluie et que le matériel est repris par un ruissellement non concentré s'écoulant sous forme de filets. Cette forme d'érosion est parfois aussi qualifiée d'érosion « en nappe ». L'érosion diffuse se produit surtout entre les lignes de semis, elle peut être importante et à l'origine d'importants dépôts en aval.

- *Erosion par incision sous l'effet d'un ruissellement concentré*

Des incisions se forment lorsque le ruissellement se concentre en raison de la topographie ou des façons culturales (lignes de semis, traces de roues, fourrières, dérayures) et qu'il acquiert une capacité de détachement suffisante pour qu'en un endroit toutes les particules ou agrégats soient mobilisés, quelle que soit leur taille.

Ces incisions peuvent avoir le caractère éphémère de griffures qui pourront être effacées lors d'une autre pluie, ou celui de rigoles (photo 2) qui persisteront jusqu'à la prochaine opération de travail du sol.

Des incisions plus importantes, s'étendant en largeur et en profondeur jusqu'à gêner le passage des machines sont alors qualifiées de ravines. On parle de ravines éphémères (photo 3) lorsqu'elles se forment au sein des parcelles, et qu'elles peuvent être effacées par le prochain labour ou par une intervention.

Lorsque ces ravines ne sont pas rebouchées, elles prennent un caractère permanent et vont évoluer en s'élargissant et/ou en s'approfondissant.

- *Mouvements de masse*

D'autres transferts de terre peuvent se produire non pas sous l'effet du ruissellement, mais sous forme de mouvements de masse, parce que le sol présente une discontinuité et que la couche supérieure passe localement d'un état solide à un état plastique quasi-liquide.

Les formes de l'érosion en Alsace

Les différentes formes d'érosion se développent particulièrement sur des sols peu couverts par la végétation et sont favorisées par des pluies intenses et/ou des sols à faible stabilité structurale comme ceux développés sur les formations limoneuses. En Alsace, des formes diffuses et en rigoles se produisent surtout lorsque les orages de printemps s'abattent sur les préparations de semis. Néanmoins, des ravines éphémères se forment également lors des hivers particulièrement humides, dans les fonds de vallons où la saturation ne fait qu'accroître les volumes ruisselés.

En Alsace, certains versants pentus cultivés sont sensibles du fait de la présence d'une discontinuité imperméable dans le sol (superposition des limons sur un niveau argileux d'origine géologique - marnes proches de la surface - ou pédologique - horizon lessivé très argileux, ou accident cultural potentiel - tassement profond ou semelle de labour).

A l'image d'autres régions françaises à couverture limoneuse, les risques de ruissellement et d'érosion sont très probables dans le piémont haut-rhinois (**Ifen-Mate-INRA, 1998, Mate-INRA, 1996**), même si ils sont relativement limités.

Ce guide des sols n'envisage pas de donner une réponse complète vis-à-vis des risques de ruissellement et d'érosion par type de sol. En effet, 4 ensembles de paramètres interviennent : le climat, le sol, la morphologie du bassin versant, l'occupation agricole des sols (nature des cultures et parcellaire). **Le sol en tant que tel ne conditionne donc pas à lui seul le ruissellement et les éventuels phénomènes d'érosion qui l'accompagnent.** La localisation des risques de ruissellement en particulier relève donc d'une approche multicritère modélisable à l'aide d'un SIG.

6.7.3.2. La sensibilité potentielle au ruissellement des sols du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld

Nous présentons ci-dessous une échelle probable de sensibilité potentielle au ruissellement des sols du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld.

Sensibilité potentielle au ruissellement élevée

- **sols 15, 16 et 18 (collines de loess et de lehm), 5, 6 (variante) et 9 (terrasses et glacis)** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons dont les caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile de 12 à 16 %, taux de limon et de sable fin compris entre 60 et 80 %, taux de matière organique voisin de 1,5 à 1,8 %, avec un pH avant chaulage souvent susceptible d'être inférieur à 6,0-6,5.

Ces sols sont battants à très battants ($R > 1,8$ voire 2) et leur structure est très instable (classe 5). Enfin, la plupart présentent en profondeur une discontinuité pédologique nette entre 40 et 80 cm de profondeur : horizon plus argileux ou d'induration (fiches 5, 6, 9, 15 et 16), limons tassés parfois plus profondément enfoui sous des colluvions (fiche 18).

Sensibilité potentielle au ruissellement relativement modérée

- **sols 12 à 14, 17 (collines de loess et lehm), 7, 8, 11 (glacis)** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons dont les caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile voisin de 20-25 %, taux de limon et de sable fin proche de 70 % (+ ou - 5 %), taux de matière organique voisin de 1,8-2,2 %.

Ces sols peuvent être assez battants (R compris entre 1,4 et 1,8) et leur structure peut rester instable (classe 4).

Ces sols sont donc un peu plus argileux et présentent un meilleur état calcique soit du fait d'un lessivage des argiles encore récent (fiche 11) ou absent (fiches 12 à 14), ou, pour les sols plus acides, parce qu'il ont déjà été érodés et qu'un niveau plus argileux affleure en surface (fiche 17).

Sensibilité potentielle au ruissellement a priori faible ou nulle

- **sols 1 à 4, 10 (sols d'alluvions vosgiennes), 20 à 25 (sols d'alluvions ello-rhénanes)** : cette catégorie concerne les sols des vallées alluviales, à tendance sableuse et caillouteuse pour les alluvions vosgiennes, plus argileux, hydromorphes et organiques dans la plaine de l'III. Leurs caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile voisin de 10 à 15 %, taux de sables compris entre 40 et 60 % pour les alluvions vosgiennes, taux d'argile voisin de 25 à 30 % et plus, taux de limon compris entre 40 et 60 % pour les sols des alluvions de l'III. Les taux de matière organique sont souvent compris entre 2,5 et 5 %. Les pH sont voisins de 6,5 à 7,0.

Sauf cas particulier, ces sols ne sont généralement pas battants (R inférieur à 1,4) et leur structure reste assez stable (classes 2 et 3).

Ces sols, notamment si ils sont cultivés, peuvent toutefois être sensibles à l'incision, voire à l'arrachement, lors d'inondations brutales provoquées par les rivières en particulier vosgiennes.

Ces conclusions sont reprises dans chacune des fiches.

6.7.3.3. Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle

Elles peuvent être de plusieurs ordres :

- **en premier lieu, il faut viser le meilleur état calcique et organique possible des sols**, soit un taux de matière organique compris entre 2,0 et 2,5 % et un pH compris entre 6,5 et 7,0 pour les sols acides,
- **en second lieu, il faut assurer en dehors du cycle cultural, soit une couverture végétale (même légère), soit un mulch** pour donner une rugosité au sol qui diminue les risques de départs de ruissellement,
- **en troisième lieu, il faut agir sur l'époque et le type de travail du sol, ainsi que son sens** (l'idéal étant un travail en courbes de niveau sur des parcelles dont la largeur est limitée dans le sens de la pente),
- **enfin, des aménagements d'accompagnement peuvent être adjoints sur les situations les plus sensibles** en vue de casser la vitesse des eaux de ruissellement (en particulier bandes enherbées sur les sites où l'eau est susceptible de prendre le plus de vitesse).

6.7.3.4. Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires)

Les eaux qui ruissellent sont susceptibles de transporter des substances solubles ou d'autres adsorbées sur les particules de terres. Ces eaux "chargées" auront un impact sur la qualité des cours d'eau si elles les rejoignent. Il faut distinguer la qualité des eaux qui ruissellent en surface de celle des eaux qui circulent à l'intérieur du sol.

Dans ce domaine, les données sont insuffisantes pour en donner une évaluation par type de sol. Tout au plus peut-on constater que dans le Piémont haut-rhinois, les fortes pollutions des eaux superficielles et souterraines correspondent aux sols acides, très filtrants des alluvions vosgiennes d'une part, et aux sols potentiellement ruisselants des collines et des glacis limoneux.

Les transferts de nitrates

En ce qui concerne les nitrates, des mesures réalisées dans l'Ouest de la France et dans le Sundgau sur des dispositifs de type « bandes enherbées » montrent que l'eau qui ruisselle à la surface du sol est très peu chargée (teneur inférieure à 10 mg/l), sauf en cas de très faibles ruissellements (effet de concentration) et/ou de pluies intervenant immédiatement après un apport d'engrais ou de lisier. Ce n'est pas le cas des eaux qui traversent plus ou moins les sols avant de rejoindre une eau superficielle : des mesures réalisées à l'exutoire de bassins versants montrent des teneurs en nitrates variables et parfois élevées (Impact de l'infiltration de l'Ill sur la qualité de la nappe d'Alsace, DIREN 1996 - Etude de l'impact du ruissellement dans le vignoble sur la qualité de la nappe phréatique d'Alsace, DIREN 1995).

Le transfert de produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires entraînés par le ruissellement sont les matières actives fortement fixées et persistantes, qui seront progressivement entraînés avec les particules auxquelles elles sont liées à la surface du sol.

Cependant, si le ruissellement assure le transport de particules de sol, il peut aussi entraîner des produits en solution. Ainsi, une matière active mobile avec l'eau pourra être entraînée si le ruissellement survient peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface.

Le cas des phytosanitaires, pour lesquelles les données locales sont fragmentaires, est traité également au paragraphe 6.9.

Des résultats de mesures à Spechbach-le-Haut

Sur un dispositif d'étude conduit par l'ARAA, l'ITCF, l'INRA et la Chambre d'agriculture du Haut-Rhin à Spechbach - le - Haut de 1997 à 1999, le volume et la concentration en atrazine et métabolites dans les eaux de ruissellement ont été étudiés à l'aval de parcelles de 250 m². Ces parcelles étaient cultivées en monoculture de maïs sur un sol de type limoneux à limono-argileux, décarbonaté, profond et sain, présentant 2,5 % de pente. Les principales conclusions sont les suivantes :

- *Le ruissellement émis par les parcelles est très faible ou inexistant au semis du maïs et apparaît dans les semaines qui suivent, suite à la diminution de la capacité d'infiltration de la surface du sol ;*
- *Ce sont les épisodes de ruissellement intervenant dans les 2 à 3 mois suivant l'application qui génèrent l'essentiel des flux d'atrazine entraînée par ruissellement ;*
- *Pour le désherbant étudié, l'atrazine, au total moins de 0,5 % de la dose appliquée est entraînée par ruissellement hors de la parcelle. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans de nombreux sites d'étude ;*
- *Une bande enherbée de 12 mètres de large en bas de la parcelle intercepte selon l'année de 50 à 100 % du flux d'atrazine et de ses métabolites. Dans la même situation, l'efficacité d'une bande enherbée de 6 mètres varie de 40 à 99 %. Ces différences d'interception sont expliquées par les variations de la pluviométrie de fin de printemps et début d'été et leurs conséquences sur l'état du sol : durée des périodes de saturation et vitesse de dégradation des états de surface. Dans les cas défavorables, une partie du ruissellement peut traverser la bande enherbée. Les efficacités les plus faibles ont ainsi été observées en 1999, année de pluviosité exceptionnelle par le ruissellement enregistré.*
- *Le flux de nitrates entraîné par ruissellement de surface hors des parcelles est très limité, de l'ordre du kilogramme d'azote par hectare au maximum.*

6.8. LES SOLS ET LE RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

La totalité de la zone couverte par le guide des sols est classée vulnérable au sens de la directive nitrates européenne. La connaissance du risque d'entraînement des nitrates vers les eaux souterraines pour chacun des sols du secteur est importante pour de nombreuses décisions. Le choix et la conduite des systèmes de culture, la mise en oeuvre de la fertilisation azotée minérale, la réalisation de plans d'épandages des déjections animales ou de tout autre sous-produit riche en azote doivent prendre en compte ce risque.

Pour ce guide, nous avons retenu de présenter une analyse du risque potentiel de lessivage de chacun des sols, indépendamment du système de culture mis en oeuvre qui modulera l'expression de ce risque (voir encadrés ci-après « Calcul de l'indice de risque de lessivage hivernal F , d'après le modèle de I.G. Burns » et page 170 « L'analyse du risque présenté par les systèmes de culture en place »).

Nous avons retenu d'analyser ce risque sur 2 saisons :

- l'hiver, période de reconstitution des réserves en eau du sol puis de drainage, et de faible consommation d'azote par le couvert végétal quand il existe,
- le printemps, période d'apport des engrais minéraux azotés aux cultures d'été qui se mettent progressivement en place.

6.8.1. Le risque de lessivage hivernal

6.8.1.1. Généralités

Chacune des fiches descriptives d'un type de sol comporte **un indice** relatif au risque de lessivage hivernal des nitrates.

Ce risque est défini ici comme intrinsèque et potentiel. Il concerne le lessivage des nitrates présents en début de période de drainage hivernal, sur l'épaisseur de sol exploitée par les racines des cultures, et déterminée par observation chaque fois que cela était possible.

Les variations de l'indice retenu dépendent uniquement du sol - caractérisé par sa capacité au champ estimée sur la profondeur exploitable par les racines - **et du climat hivernal local**. Il permet ainsi un classement relatif des différents types de sols au sein de la petite région naturelle. Il a pour but d'attirer l'attention des agriculteurs, techniciens et aménageurs sur la variabilité spatiale des risques. Cet indice est cohérent dans son principe avec la méthode d'estimation du risque de lessivage proposée à l'occasion de l'établissement de cartes du risque de lessivage (**PIREN EAU ALSACE, 1987**).

Il l'est aussi avec l'indicateur proposé par le **CORPEN**, bâti sur l'analyse du rapport "réserve en eau du sol" sur "pluie hivernale d'octobre à mars".

Le calcul de cet indice repose sur l'utilisation d'un modèle simple d'estimation du lessivage des nitrates (**Burns, 1975**) largement éprouvé par des travaux récents. Ce modèle a été appliqué pour calculer la proportion d'azote nitrique, initialement réparti sur l'ensemble du profil de sol, qui sera entraînée hors de portée des racines dans le cadre d'un scénario agronomique et climatique précis. Il ne tient pas compte d'une éventuelle dénitrification qui peut se produire dans des sols riches en matière organique et très affectés par l'excès d'eau.

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE LESSIVAGE HIVERNAL F, D'APRES LE MODELE DE I.G. BURNS

Le modèle proposé par BURNS dès 1975 vise à rendre compte du flux de nitrates qui quittent le sol sous l'effet du drainage interne. Les variables quantitatives requises par le modèle sont :

d'une part l'humidité volumique à la capacité au champ (V_m) qui rend compte du volume maximal d'eau retenu par le sol après ressuyage,

d'autre part l'estimation de la lame d'eau drainante (d), qui est obtenue par un calcul de bilan hydrique faisant intervenir les précipitations (P), l'évapotranspiration (ETM) et l'état de reconstitution (r) de la réserve en eau du sol (RU), avec r variant de 0 à RU : $d = P - ETM - (RU - r)$

Pour calculer un indice de risque de lessivage hivernal, nous nous sommes placés dans le cas très fréquent en Alsace de la reconstitution de la réserve en eau du sol après une culture récoltée en début d'automne. Nous avons ainsi décliné l'équation proposée par Burns de la façon suivante :

$$F (\%) = \left(\frac{d}{d + \frac{V_m}{10}} \right)^{\frac{h}{2}} \times 100 = \left(\frac{P - ETM - RFU}{P - ETM - RFU + \frac{V_m}{10}} \right)^{\frac{h}{2}} \times 100$$

où

F = fraction de l'azote nitrique qui est lessivée, exprimée en %. Au départ, cet azote nitrique est celui qui reste dans le sol après la récolte. Nous l'avons supposé uniformément réparti sur l'ensemble de la profondeur h exprimée en cm.

$P - ETM - 2/3 RU$ = Estimation de la lame d'eau drainante (d) (ou "pluie efficace" des hydrogéologues). Elle est exprimée en mm et calculée entre le 1^{er} octobre et le 31 mars. Cette donnée dépend du type de sol à travers la réserve utile RU , du climat et de l'occupation du sol du lieu à travers le terme $P-ETM$. Cette lame d'eau est estimée pour un sol dont la réserve en eau facilement utilisable (RFU) est vide au départ (ici à la récolte de la culture d'été). Par convention $RFU = 2/3 RU$. Dans cette situation, le niveau de reconstitution de la réserve en eau du sol (r) est égal à $1/3 RU$. Par ailleurs, nous avons retenu $ETM = 0,5 ETP$ pour rendre compte d'un sol nu ou d'un couvert végétal peu dense, présentant ainsi un risque de lessivage maximal.

V_m = humidité volumique à la capacité au champ (soit humidité pondérale à la capacité au champ multipliée par la densité apparente du sol) sur la profondeur h , exprimée en %. Elle dépend du type de sol.

h = profondeur de sol estimée accessible aux racines des plantes cultivées, et au delà de laquelle les nitrates ne pourront plus être absorbés par une culture, exprimée en cm. Sa détermination résulte d'observations de terrain. La valeur $h/2$ en exposant est utilisée dans l'équation proposée par Burns pour rendre compte d'une répartition uniforme des nitrates présents dans le profil au départ c'est-à-dire à l'entrée de l'hiver.

Remarque :

Ce modèle rend compte du seul mouvement des nitrates sous l'effet des flux d'eau verticaux dans le sol. Il ne prend pas en compte le phénomène de dénitrification (réduction de N nitrique en N_2O et N_2 gazeux) particulièrement important dans certains sols très affectés par l'excès d'eau (cf. 6.8.3. Sols hydromorphes et dénitrification).

Ce scénario considère que :

- la réserve dite "facilement utilisable" du sol est pratiquement vide au 1^{er} octobre, comme derrière une culture d'été et que l'azote nitrique présent est uniformément réparti dans le profil.
- le sol reste nu ou avec un faible couvert végétal durant l'automne et l'hiver et on considère alors que ETM est voisine de 0,5 ETP jusqu'au 31 mars.
- le sol subit un climat hivernal humide qui se traduit par un excès d'eau climatique P-ETM de 170 à 190 mm (dans les collines sous-vosgiennes et dans la plaine), 300 mm (au pied des Vosges dans le Nord de la région et du Sundgau à Mulhouse) et 500 mm (Sundgau et pied des Vosges dans le Sud de la région) sur la période 1^{er} octobre - 31 mars. Ceci correspond à une situation rencontrée à peu près une année sur deux pour les postes météo de la région.

**Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique P-ETP
entre le 1^{er} octobre et le 31 mars**
(Données METEO-FRANCE)

Poste météo et période de mesures	PLUIES en mm			P - ETP en mm			P - ETM en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
EBERSHEIM 1963 - 1999	202	254	296	63	123	164	134	189	224
BURNHAUPT * 1977 - 1993	494	557	727	363	440	579	432	499	653
COLMAR 1972 - 1999	188	240	269	48	99	131	119	167	204
GUEBWILLER* 1968 - 1991	409	581	701	297	438	551	353	513	621
MEYENHEIM 1962 - 1999	172	234	292	50	101	142	107	168	215
MULHOUSE 1972 - 1999	277	368	455	169	225	313	224	303	386
RIBEAUVILLE 1963 - 1994	254	353	430	136	227	287	195	292	365
ROUFFACH 1963 - 1999	198	246	326	65	128	169	128	184	249

* Les données sont à interpréter avec plus de prudence car la période de mesure est inférieure à 25 ans

Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates est présenté en encadré ci-contre. Ce sont les résultats de ce calcul qui figurent dans les fiches de sol, avec un classement en 5 niveaux de risque :

Classe	F calculé pour P-ETM = 180 mm (Plaine Nord) 300 mm (Ochsenfeld, Avant-Sundgau)	Risque de lessivage hivernal
1	moins de 10 %	Très limité
2	10 à 25 %	Limité
3	25 à 40 %	Moyen
4	40 à 60 %	Elevé
5	supérieur à 60 %	Très élevé

Commentaire sur le lessivage en sols profonds quand la fertilisation est excessive

En sols profonds, la modélisation du risque de lessivage développée par Burns met en évidence que seule une très faible fraction de l'azote nitrique présent dans le sol est lessivée. Ceci explique leur classement en sols à risque de lessivage très limité. Néanmoins, il est nécessaire de moduler ce diagnostic optimiste car les pertes d'azote peuvent être significatives dans ces sols en cas de surfertilisation. Cet impact polluant est surtout dû au cumul des excès de fertilisation année après année. Une expérimentation conduite par l'INRA (Schenck et Delphin, 1996) à Epfig sur une parcelle de sol limoneux profond sur loess exploitée en monoculture de maïs légèrement surfertilisé a montré l'existence d'un drainage hivernal avec une descente de l'eau au-delà de la zone prospectée par les racines des cultures à une vitesse de l'ordre de 20 centimètres par an. Les pertes d'azote en profondeur ont atteint entre 10 et 35 unités/ha/an. Elles ont conduit à une eau de drainage chargée de 50 à 100 mg de nitrates par litre.

Une fraction des nitrates excédentaires est entraînée chaque hiver par une lame d'eau au-delà de la zone de prélèvement des racines. Ces nitrates ne subiront plus de modifications importantes et vont migrer, lentement, mais inexorablement vers la nappe phréatique.

Ainsi, même en sol profond, il est important d'ajuster la fertilisation et dans la mesure du possible de mettre en oeuvre des techniques permettant de prélever les nitrates en excès. La pratique d'un engrais vert derrière blé ou culture de primeur répond à cet objectif.

6.8.1.2. Les risques de lessivage hivernal dans le Piémont haut-rhinois et l'Ochsenfeld

Les résultats et le classement obtenus pour le Piémont haut-rhinois sous cet ensemble d'hypothèses sont présentés dans le tableau page suivante.

Nous présentons par ailleurs des éléments d'information qui permettent aux techniciens d'évaluer plus précisément les risques de lessivage hivernal. Ce sont :

- d'une part une analyse fréquentielle du bilan climatique hivernal P-ETP, qui correspond à un sol avec couverture végétale dense,
- d'autre part, dans chaque fiche, les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns où F est fonction de l'excès de bilan hydrique $P - ETM - (RU - r)$, à partir d'une situation de départ où la RFU est vide ($r = 1/3 RU$).

**Classe de risque de lessivage hivernal pour les principaux sols
du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld**

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour : P-ETM=180 mm (*) P-ETM=300 mm (**)	Appréciation du risque de lessivage des nitrates
1	Sable argilo-limoneux superficiel, acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes	RU = 60 mm Vm = 30,0 % h = 35 cm	69 % (*) 82 % (**)	5 : risque très élevé 5 : risque très élevé
2	Limon argileux, profond, sain à faiblement hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	RU = 165 mm Vm = 48,0 % h = 90 cm	5 % (*) 33 % (**)	1 : risque très limité 3 : risque moyen
3	Sable argilo-limoneux hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	RU = 90 mm Vm = 24,0 % h = 70 cm	50 % (*) 71 % (**)	4 : risque élevé 5 : risque très élevé
4	Limon sablo-argileux hydromorphe, à gley, sur alluvions vosgiennes	RU = 120 mm Vm = 28,0 % h = 70 cm	38 % (*) 64 % (**)	3 : risque moyen 5 : risque très élevé
5	Limon sablo-argileux, induré en profondeur, hydromorphe sur alluvions vosgiennes	RU = 165 mm Vm = 32,0 % h = 75 cm	19 % (*)	2 : risque limité
6	Sable argilo-limoneux, peu profond, dégradé en surface par salure secondaire	RU = 70 mm Vm = 28,0 % h = 45 cm	63 % (*) 78 % (**)	5 : risque très élevé 5 : risque très élevé
7	Limon argilo-sableux profond, hydromorphe de glacis	RU = 120 mm Vm = 37,0 % h = 70 cm	28 % (*)	3 : risque moyen
8	Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe de glacis sur loess remanié	RU = 180 mm Vm = 35,0 % h = 100 cm	6 % (*)	1 : risque très limité
9	Limon sablo-argileux, moyennement profond, hydromorphe de glacis	RU = 170 mm Vm = 40,0 % h = 90 cm	39 % (**)	3 : risque moyen
10	Limon argilo-sableux hydromorphe sur alluvions vosgiennes	RU = 150 mm Vm = 38,0 % h = 85 cm	45 % (**)	4 : risque élevé
11	Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur molasse alsacienne et conglomérat	RU = 140 mm Vm = 36,0 % h = 80 cm	50 % (**)	4 : risque élevé
12	Limon, calcaire, profond, des levées loessiques	RU = 170 mm Vm = 32,0 % h = 90 cm	12 % (*) 47 % (**)	2 : risque limité 4 : risque élevé
13	Limon argileux calcaire profond des vallons loessiques	RU = 180 mm Vm = 32,0 % h = 105 cm	7 % (*) 40 % (**)	1 : risque très limité 3 : risque moyen
14	Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond, hydromorphe des vallons humides loessiques	RU = 240 mm Vm = 30,0 % h = 120 cm	1 % (*) 28 % (**)	1 : risque très limité 3 : risque moyen
15	Limon argileux décarbonaté profond des levées loessiques	RU = 220 mm Vm = 32,0 % h = 120 cm	1 % (*) 29 % (**)	1 : risque très limité 3 : risque moyen

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour : P-ETM=180 mm (*) P-ETM=300 mm (**)	Appréciation du risque de lessivage des nitrates
16	Limon argileux à argile limoneuse légèrement acide hydromorphe profond des collines de lehm	RU = 200 mm Vm = 42,0 % h = 100 cm	29 % (**)	3 : risque moyen
17	Limon argileux à argile limoneuse, érodé, profond des collines de lehm	RU = 200 mm Vm = 47,0 % h = 90 cm	29 % (**)	3 : risque moyen
18	Limon à limon argileux acide hydromorphe des vallons des collines de lehm	RU = 200 mm Vm = 38,0 % h = 110 cm	29 % (**)	3 : risque moyen
19	Limon argilo-sableux hydromorphe de la plaine de l'III	RU = 120 mm Vm = 27,7 % h = 100 cm	26 % (*)	3 : risque moyen
20	Limon argilo-sableux sain de la plaine de l'III	RU = 180 mm Vm = 30,0 % h = 95 cm	10 % (*)	2 : risque limité
21	Limon argilo-sableux superficiel de la plaine de l'III	RU = 60 mm Vm = 45,4 % h = 40 cm	53 % (*)	4 : risque élevé
22	Argile limoneuse hydromorphe de la plaine de l'III	RU = 100 mm Vm = 38,8 % h = 60 cm	36 % (*)	3 : risque moyen
23	Limon à limon-argileux, sain et profond de la plaine de l'III	RU = 180 mm Vm = 37,5 % h = 100 cm	5 % (*)	1 : risque très limité
24	Argile limono-sableuse hydromorphe et caillouteuse de la plaine de l'III	RU = 110 mm Vm = 28,5 % h = 100 cm	27 % (*)	3 : risque moyen
25	Argile limono-sableuse hydromorphe du Ried gris de l'III	RU = 100 mm Vm = 44,8 % h = 60 cm	31 % (*)	3 : risque moyen

- Vm = Humidité volumique à la capacité au champ = mesure d'humidité pondérale à la capacité au champ multipliée par la densité apparente pour les différents horizons, exprimée en % (dépend donc du type de sol)
- h = profondeur de sol retenue en tenant compte de l'enracinement potentiel des cultures en cm (dépendante du type de sol)
- F = % des nitrates initialement présents supposés uniformément répartis sur la profondeur h, qui seront lessivés

Avertissement : dans le tableau ci-dessus, les paramètres retenus pour les calculs de F (Vm, RU et h) se rapportent généralement au profil considéré comme représentatif du type de sol.

Les calculs ont été réalisés pour 2 valeurs de P-ETM hivernal (180 et 300 mm) pour tenir compte de la variabilité des situations climatiques en plaine et dans les collines au Nord de Cernay (*), ou près du Sundgau et de la montagne vosgienne au Sud de Cernay (**).

L'ANALYSE DU RISQUE PRESENTE PAR LES SYSTEMES DE CULTURE EN PLACE

Pour aller au-delà d'un indice de risque propre au sol et au climat, il faut en outre prendre en compte les systèmes de culture pratiqués et les risques qui peuvent y être associés - de la prairie permanente à la succession de cultures d'été laissant le sol nu en hiver - ainsi que l'état des pratiques agricoles à l'échelle parcellaire - surfertilisation azotée ou ajustement des doses - par exemple.

Pour ce faire, FERTI-MIEUX propose de choisir, en les rangeant de ceux qui présentent le moins de risques de pertes de nitrates vers ceux qui en présentent le plus, les systèmes de culture d'une part et les milieux (sol x climat) de l'autre.

Ce classement est lui-même repris en faisant intervenir en dernier lieu la variabilité interannuelle des rendements qui va influencer sur la facilité ou non à prévoir les besoins en azote des cultures. Cela donne la grille de risque ci-dessous (Sebillotte et Meynard, 1990) :

		Risque de lixiviation d'azote hors de portée des racines les plus profondes durant les cycles culturaux successifs		
		Faible à nul	Intermédiaire	Fort à certain
Variabilité interannuelle des potentialités agricoles	FAIBLE : Besoins en azote assez prévisibles	A	B	C
	FORTE : Besoins en azote imprévisibles	D	E	F

A l'intérieur de cette grille de risques, on peut distinguer les situations :

- pour lesquelles les **risques** de pertes de nitrates sont **élevés** car les nitrates seront très vite hors de portée des racines (sols peu épais et/ou très filtrants en climat présentant des périodes d'excédent hydrique $P-ETM > 0$ (cases C et F) ;
- qui seront **faiblement, voire rarement polluantes**, dès lors que les fertilisations seront conformes aux besoins, car les nitrates resteront, en général, dans la zone de colonisation des racines (sols épais, accessibles aux racines, en climat avec un excédent hydrique $P-ETM$ peu important) (cases A et D) ;
- qui présenteront des **risques de pollution de manière irrégulière** selon le climat de l'année en interaction avec les cultures présentes (cases B et E, cas le plus général).

Cette méthode peut être retenue à l'occasion de diagnostics ponctuels visant à préciser les risques réels de lessivage de surfaces considérées comme importantes vis-à-vis de l'alimentation en eau de la nappe phréatique.

Pour plus de précisions, consulter « Protection de l'eau - Le guide FERTI-MIEUX pour évaluer les modifications des pratiques des agriculteurs » D. Lanquetuit, M. Sebillotte - ANDA - 1997

6.8.2. Le risque de lessivage printanier

6.8.2.1. Généralités

Ce risque de lessivage peut affecter les situations de culture d'été en début de croissance sur lesquelles ont été effectués des apports récents d'engrais minéraux azotés, ou de matières fertilisantes organiques riches en azote rapidement minéralisable (fumiers, lisiers, fientes, certaines boues de station d'épuration).

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE LESSIVAGE PRINTANIER F D'APRES LE MODELE DE I.G. BURNS

Pour le calcul du risque de lessivage printanier, nous avons retenu les caractéristiques alsaciennes suivantes :

- Une réserve utile du sol pleine au 21 avril, simulant un semis sur des sols dont la réserve a été reconstituée au cours de l'hiver et au début du printemps. La lame d'eau drainante (d) est estimée par le terme $P-ETM$, car $r = RU$ au départ.
- Des nitrates présents en surface du sol comme dans le cas d'un apport d'engrais réalisé autour du semis. L'exposant prend alors la valeur h correspondant à la profondeur de sol accessible aux racines.
- L' ETM est calculée pour le maïs en début de croissance avec un coefficient k variant de 0,3 à 0,9 selon le stade de développement.

L'équation de Burns se décline alors de la façon suivante :

$$F (\%) = \left(\frac{P-ETM}{P-ETM + \frac{Vm}{10}} \right)^h \times 100$$

6.8.2.2. Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld

Pour illustrer ce risque, nous avons choisi de présenter :

❶ les données du bilan climatique correspondant à une culture d'été implantée courant avril comme un maïs ou un tournesol (voir tableau "Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique entre le 21 avril et le 30 juin").

❷ les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns, selon un scénario spécifique à cette situation printanière (cf. encadré ci-dessus). La hiérarchie établie entre les sols pour les classes de risque de lessivage hivernal se retrouve pour l'analyse du risque printanier. Aussi, nous avons choisi de ne représenter que 4 types de sols, représentatifs des classes de risque de lessivage hivernal (cf. graphique page suivante).

Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique, entre le 21 avril et le 30 juin (Données METEO-FRANCE)						
Poste météo et période de mesures	PLUIES en mm			P - ETM maïs en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
EBERSHEIM 1963 - 1999	123	160	195	- 24	+ 1	+ 47
BURNHAUPT* 1977 - 1993	165	184	216	+ 12	+ 41	+ 76
COLMAR 1972 - 1999	115	147	164	- 31	- 4	+ 22
GUEBWILLER* 1968 - 1991	141	181	206	- 2	+ 30	+ 71
MEYENHEIM 1962 - 1999	123	147	187	- 34	- 2	+ 36
MULHOUSE 1972 - 1999	126	161	204	- 26	+ 12	+ 57
RIBEAUVILLE 1963 - 1994	132	158	211	- 32	+ 7	+ 60
ROUFFACH 1963 - 1999	108	149	167	- 43	- 9	+ 25

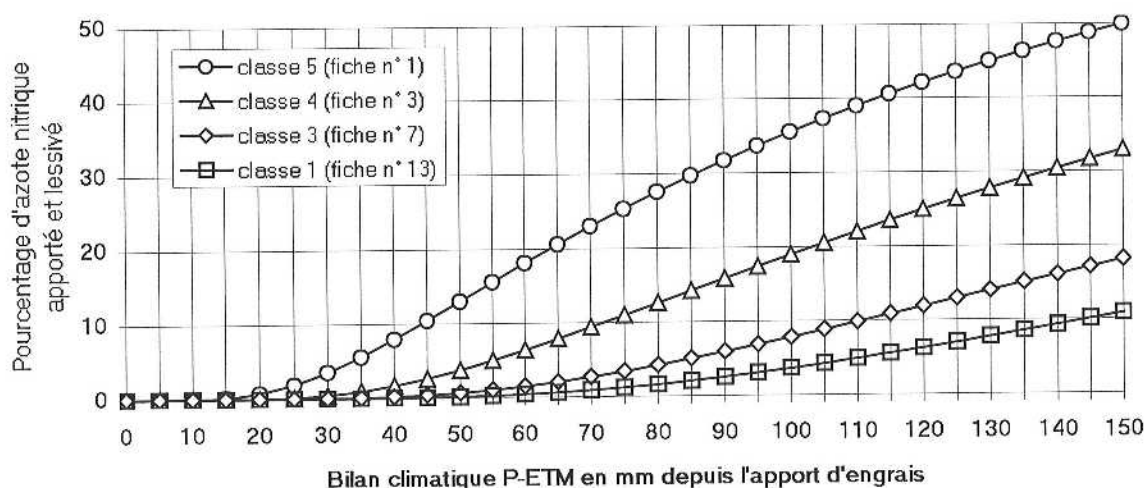
*Les données sont à interpréter avec plus de prudence car la période de mesure est inférieure à 25 ans

Le bilan climatique P-ETM maïs du 21 avril au 30 juin ne fait pas apparaître d'excès pour la plus grande partie de la région, sauf sur ses marges où il ne dépasse pas 30 à 40 mm un an sur deux. Une année sur cinq, il peut être compris entre 30 et 60 mm (jusqu'à 75 mm aux marges Sud de la région). Ces excédents ne créent pas de pertes supérieures à 10 % des nitrates apportés en surface pour la plupart des sols à l'exception des quelques sols les plus filtrants.

Il ressort néanmoins de cette analyse que des risques de lessivage printanier existent en particulier pour les sols les plus superficiels (fiches n° 1, 3, 6 et 21).

Ceci doit conduire à systématiser le fractionnement en 3 fois des apports d'engrais azotés aux cultures d'été dans les situations où le risque de lessivage printanier est le plus probable, en cherchant à retarder au maximum les apports importants pour les ajuster au calendrier des besoins de la culture.

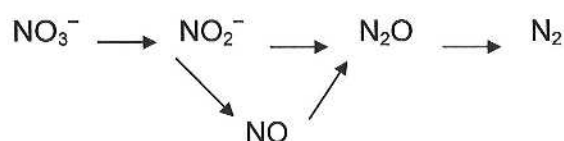
Risque de lessivage des nitrates de l'engrais apporté au printemps sur un sol avec une réserve utile pleine (modèle de Burns)



6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification

Le modèle de lessivage de Burns ne tient pas compte des phénomènes de dénitrification qui dans les sols organiques et hydromorphes, peut conduire à une épuration de l'eau drainante et diminuer le taux de nitrates.

La dénitrification correspond à une réduction des nitrates du sol par action de micro-organismes, principalement des bactéries. Elle comporte la chaîne de réactions suivantes allant jusqu'à la libération de gaz N_2 .



Selon les bactéries ou les conditions de milieu, la chaîne de réactions est réalisée totalement ou partiellement, ce qui peut conduire à des accumulations variées des formes intermédiaires et notamment à la libération de protoxyde d'azote N_2O (Hénault, 1995). La proportion d'azote libérée sous forme de N_2O lors de la dénitrification est très variable, allant de 0 à 100% et les facteurs de régulation sont encore mal connus.

Les principaux facteurs favorisant le processus de dénitrification dans le sol sont :

- la richesse en matière organique des sols,
- le degré d'anaérobiose lié au régime hydrique des sols,
- la concentration en nitrates et autres oxydes d'azote dans le sol.

La réaction est activée par des températures plus élevées du sol ; le pH optimal se situe entre 6 et 8.

Les mécanismes de régulation de cette transformation sont complexes et son intensité est très variable. Les pertes d'azote ainsi occasionnées peuvent aller de quelques kg à plusieurs dizaines de kg N/ha/an (Hénault 1993).

Dans la bibliographie actuellement disponible, quelques chiffres peuvent être relevés :

Dénitrification observée	Système étudié
environ 5 à 10 kg N/ha/an avec pointe exceptionnelle de 20 à 50 kg N/ha/an	maïs en loess et en <u>sol hydromorphe humifère</u> de la plaine d'Alsace (J. Hack, 1997)
3 à 10 kg N/ha de mars à mi-octobre	Blé sur sol argilo-limoneux (Germon, 1985)
15 à 20 kg N/ha de mi-mars à mi-septembre	Prairies temporaires avec mode d'exploitation intensif (Germon et Couton, 1989)
68 kg N/ha/an	sol faiblement drainé sous forêt (Lawrance, 1995 et Hanson, 1994)
5 kg N/ha/an	sol modérément drainé sous forêt (Lawrance 1995, Hanson 1994)

Dans les zones en bordure de rivières ou les zones de battement de la nappe où la dénitrification est la plus active, elle est aujourd'hui parfois considérée comme une voie de dépollution des eaux chargées en nitrates. Cependant, comme cela a été signalé plus haut, la réaction de dénitrification peut ne pas être totale et libérer préférentiellement du N_2O qui est un gaz à très fort effet de serre. Son augmentation dans l'atmosphère est indésirable. La dénitrification, dont on ne maîtrise pas toutes les étapes, peut ainsi dans certains cas, apparaître comme un transfert de pollution de l'eau du sol ou des nappes vers l'atmosphère.

Dans les sols hydromorphes cultivés, le risque de lessivage des nitrates est sans doute surestimé par le modèle de Burns qui ne prend pas en compte la dénitrification. L'erreur commise reste cependant modérée du fait des modestes quantités d'azote concernées en zone cultivée. Cette réaction importante sous forêt alluviale comme par exemple la forêt de l'Illwald reste cependant un argument pour le maintien des zones humides, ripisylves, forêts humides. Mais attention à ne pas transférer une pollution de l'eau vers une pollution de l'atmosphère.

Le meilleur moyen de préserver l'aquifère de la pollution azotée est encore de raisonner la gestion de l'azote au plus près des besoins des cultures pour limiter les excès.

6.9. LE SOL ET LE DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

L'usage des produits phytosanitaires est largement répandu en agriculture pour se prémunir des effets néfastes des adventices ou des parasites des plantes, ainsi que dans des usages non agricoles, pour l'entretien des espaces verts et des infrastructures collectives (routes, voies ferrées, parking,...).

D'une manière générale, les données sur ce sujet sont très fragmentaires pour le territoire français et quasiment inexistantes pour le Piémont haut-rhinois. Aucun résultat spécifique à la région d'étude ne peut donc être présenté.

En agriculture, la cible du traitement est soit le feuillage, soit le sol lui-même. Mais entre 70 et 100 % de la matière active appliquée aboutira sur ou dans le sol. Le comportement du produit, en interaction avec les caractéristiques du sol et de la parcelle va conditionner son devenir, en particulier le risque d'un transfert vers les eaux de surface par ruissellement ou vers les eaux souterraines par lixiviation.

Le comportement de la matière active doit être envisagé sous 2 aspects :

- **la mobilité**, c'est-à-dire l'aptitude du produit à suivre les mouvements de l'eau du sol. Elle résulte de la solubilité dans l'eau, mais plus encore de l'affinité de la matière active pour les particules solides du sol, en particulier la matière organique. Elle est décrite par le coefficient de partage carbone organique - eau, Koc. Ainsi, une molécule dont le Koc est élevé sera peu mobile dans le sol. Les sols riches en matière organique retiendront fortement les matières actives et d'autant plus que leur Koc sera élevé.
- **la persistance**, c'est-à-dire sa résistance à la dégradation sur et dans le sol sous l'effet de réactions chimiques, d'une dégradation biologique ou sous l'effet de la lumière. Elle est décrite par la durée de survie de la molécule dans le sol, exprimée par le temps de demi-vie DT 50.

6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines

La présentation de deux cas opposés permet de comprendre les mécanismes en jeu :

- **Une matière active - ou un métabolite résultant de sa dégradation partielle - à la fois mobile avec l'eau et persistante**, sera facilement entraînée par les mouvements de l'eau dans le sol, en particulier le drainage profond. Elle pourra ainsi être retrouvée dans les eaux souterraines, où sa dégradation sera encore plus lente que dans le sol du fait de la quasi absence de possibilité de dégradation biologique.

Dans cette situation, les particularités du sol vont jouer un rôle,

- d'une part du point de vue du risque de lessivage, pour la vitesse de transfert,
- d'autre part du point de vue de l'activité biologique, pour la capacité à dégrader la molécule,
- enfin par la teneur en matière organique, pour les possibilités de fixation de la matière active.

Les grandeurs caractéristiques du sol déterminantes pour l'évaluation de ce risque sont la réserve utile, sur l'épaisseur régulièrement exploitée par les racines des cultures et sans hydromorphie, et secondairement la teneur en matière organique. Mais ces caractéristiques de base doivent être appréciées en tenant compte de l'existence possible de chemins préférentiels pour l'écoulement de l'eau à travers le sol, comme les fentes de retrait observables dans les sols argileux à certaines périodes de l'année.

Cette analyse se rapproche de celle réalisée dans le cadre de l'estimation du pouvoir épurateur du sol vis-à-vis du recyclage de la matière organique, ou du devenir des composés-traces organiques biodégradables.

- **A contrario, une molécule fortement fixée et peu persistante** disparaîtra vite du sol, décomposée en gaz carbonique et eau avant d'avoir été lessivée.

Ainsi, le choix des matières actives adaptées apparaît prioritaire dans la prévention du risque sur les sols les plus sensibles au risque de lessivage.

6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement

Le transfert par ruissellement, concerne plutôt les matières actives fortement fixées et persistantes, qui seront progressivement entraînées avec les particules auxquelles elles sont liées à la surface du sol .

Cependant, si le ruissellement assure le transport de particules de sol, il peut aussi entraîner des produits en solution. Ainsi, une matière active mobile avec l'eau pourra être entraînée si le ruissellement survient peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface.

L'apparition du ruissellement sur une parcelle est conditionnée par de nombreux facteurs autres que les caractéristiques du sol (voir § 6.7. La formation du ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés). Aussi, la prévention de ce risque dépend plutôt des choix de techniques agricoles limitant l'apparition, l'importance ou la propagation du ruissellement que de considérations sur les caractéristiques intrinsèques du sol.

6.10. LE POUVOIR EPURATEUR DES SOLS

La capacité des sols à digérer des matières organiques biodégradables et à recycler des éléments minéraux est de plus en plus souvent mise à contribution par la collectivité : il s'agit ainsi d'éliminer au mieux des déchets d'origine urbaine ou industrielle, tels que des boues de station d'épuration des eaux usées ou des composts issus du traitement de déchets divers. Dans le cadre de l'activité agricole, cette aptitude est également sollicitée par les épandages de déjections animales des élevages, même si cette fonction semble aller de soi aux yeux de beaucoup : la réalisation de plans d'épandage pour les déjections d'élevages relevant de la législation des installations classées comme pour le recyclage des déchets en agriculture impose une bonne connaissance du pouvoir épurateur des sols. Cette exigence est d'autant plus forte que le Piémont haut-rhinois est un milieu classé en zone vulnérable.

AVERTISSEMENT

Nous ne nous intéresserons qu'à la capacité des sols agricoles à assurer un traitement correct des effluents liquides ou solides apportés avec des quantités d'eau limitées. Dans la pratique, ceci correspond à des apports pouvant aller jusqu'à 100 m³/ha/an environ, correspondant à une lame d'eau de 10 mm au plus. Les critères d'appréciation proposés ne sont pas automatiquement valides dans d'autres cas, par exemple pour envisager la capacité de sols non agricoles à traiter des eaux usées domestiques brutes.

6.10.1. Qu'est-ce que l'épuration par le sol ?

Rappelons que cette fonction assignée au sol vise à obtenir le degré d'épuration le plus élevé possible d'un déchet, en valorisant le maximum des éléments minéraux apportés grâce à une production végétale et en intégrant la matière organique qui le compose au cycle des matières organiques du sol.

Cet objectif sera atteint sous deux conditions :

- ① Le transfert de la charge polluante que représente le déchet hors du système sol-plante ne doit concerner que des éléments qui ne conduisent pas à une pollution du milieu récepteur par nature ou par concentration. Ici c'est la nappe alluviale qu'il s'agit particulièrement de protéger, et le sol doit présenter des caractéristiques minimales pour maîtriser ce risque.
- ② Il ne doit pas y avoir d'accumulation dans le sol d'éléments pouvant condamner à terme toute production agricole. Ce dernier point implique avant tout une bonne connaissance du déchet.

Nous considérerons que les sous-produits épandus, qu'ils soient d'origine agricole ou non, sont susceptibles de porter atteinte au sol et à la qualité des eaux souterraines de diverses façons :

- par leur contamination en micro-organismes pathogènes,
- par leur richesse en matière organique biodégradable,
- par leur teneur en éléments minéraux assimilables par les plantes,
- par la présence d'éléments-traces métalliques ou de composés-traces organiques.

Cependant, chaque sous-produit est spécifique d'une activité, et la prise en compte de sa composition est indispensable pour porter un jugement sur la possibilité d'effectuer un épandage sur un sol identifié.

6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle

La connaissance du pouvoir épurateur du sol est l'un des éléments permettant d'apprécier **l'aptitude à l'épandage d'une parcelle**. Ce n'est pas le seul. Interviennent également dans cette appréciation l'environnement et le voisinage parcellaire comme la présence d'habitations ou la proximité d'un cours d'eau, la pente, le risque d'inondation, le système de culture pratiqué. Ces contraintes doivent être prises en compte et discutées lors de la constitution des **plans d'épandage**, dans le respect de la réglementation s'appliquant au déchet concerné (règlement sanitaire départemental, réglementation des installations classées, réglementation relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, ...).

6.10.3. Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ?

L'appréciation du pouvoir épurateur du sol est construite autour de 5 objectifs :

- la protection des eaux souterraines contre le risque de pollution organique non toxique et la protection des sols contre un excès de matière organique biodégradable non toxique,
- la protection des eaux souterraines contre un risque de contamination biologique,
- la protection des eaux souterraines contre le risque de lessivage d'éléments minéraux majeurs,
- la protection des sols et des eaux souterraines contre les micropolluants métalliques ou organiques,
- la protection des eaux de surface.

① Protection des eaux souterraines contre le risque de pollution organique non toxique et protection des sols contre un excès de matière organique biodégradable non toxique.

Le risque est lié au transfert direct éventuel de substances organiques solubles ou facilement entraînées par l'eau, mais supposées *a priori* non toxiques, du sol vers les eaux souterraines. En effet, la présence de matière organique dans l'eau altère sa potabilité. Le sol doit être apte à retenir et réorganiser tous les apports organiques qu'il reçoit : pour cela, son activité biologique doit être suffisante et les temps de rétention des substances organiques solubles suffisamment longs.

Dans ces conditions, la capacité d'un sol à "digérer" et réorganiser de la matière organique est très élevée : elle s'élève jusqu'à 1 tonne de matière organique par ha et par jour hors de la période froide, et permet de traiter au moins 30 tonnes de DCO par ha sur une année (**JC. Germon, 1977**).

Cette démarche conduit à exclure les sols présentant une hydromorphie trop importante (classes H3+ et H4), dont l'activité biologique est réduite, mais aussi les sols sains dont la réserve utile est insuffisante et/ou la perméabilité trop élevée.

La grille suivante est proposée :

- épandage exclu pour toutes les réserves utiles inférieures à 50 mm,
- épandage toléré pour les réserves utiles entre 50 et 100 mm, si la vitesse d'infiltration mesurée est comprise entre 50 et 200 mm/h,
- épandage admis pour les réserves utiles supérieures à 100 mm, sauf si la vitesse d'infiltration mesurée est supérieure à 200 mm/h.

L'usage de ces critères de jugement doit tenir compte du type d'apport organique envisagé, en flux comme en qualité : un apport de compost mûr présente moins de risques qu'un épandage de matières très fermentescibles, potentiellement riches en composés solubles.

N.B. : la vitesse d'infiltration n'est pas une donnée stable en référence aux types de sol décrits dans le guide. Elle dépend de l'état de surface du sol qui évolue rapidement sous l'action des pluies - battance en surface diminuant l'infiltrabilité et favorisant le ruissellement - et de l'état d'humidité des horizons superficiels. Par exemple, des sols à forte teneur en argile pourront présenter des fentes de retrait en période sèche et auront à ce moment de l'année des vitesses d'infiltration très élevées. Des mesures sur les parcelles proposées dans un plan d'épandage peuvent être nécessaires pour valider les sites ou définir des périodes plus favorables.

② Protection des eaux souterraines contre un risque de contamination biologique

Ce risque est lié à l'existence possible dans le déchet de bactéries, virus et parasites pathogènes pour l'homme ou les animaux. Leur présence dans les eaux souterraines est indésirable si ces eaux constituent une ressource d'eau potable.

Cependant, le temps de survie des micro-organismes indésirables est toujours fini dans le milieu constitué par le sol et par le substrat géologique où circule l'eau. Par ailleurs, ce milieu joue aussi un rôle de filtre. Ainsi, la protection des points de captage d'eau potable est assurée par un périmètre de protection. Celui-ci doit matérialiser un temps de transfert suffisant pour assurer l'élimination du risque microbiologique. Enfin, une contamination de ce type est toujours réversible.

La réglementation actuelle de l'épandage des déchets en agriculture comme celle s'appliquant aux périmètres de captage, ne donnent cependant pas de critère précis pour décider de la faisabilité des épandages dans les périmètres de protection.

A titre indicatif, nous proposons de retenir les critères d'acceptabilité suivants, basés sur le choix d'un temps de transfert et d'une capacité de filtration et rétention suffisants pour assurer la protection. Ces critères sont basés sur la connaissance, pour chaque type de sol, de la réserve utile, de la perméabilité mesurable, et de l'épaisseur de la zone non saturée entre surface du sol et niveau supérieur de la nappe.

⇒ **Dans les périmètres de protection rapprochés des captages d'eau potable :** épandage exclu sur les sols dont la réserve utile est inférieure à 100/120 mm et la vitesse d'infiltration supérieure à 200 mm/h ; l'épandage doit de plus être réalisé en dehors des périodes d'excès d'eau climatique (novembre à mars).

⇒ **Dans les périmètres de protection éloignés des captages d'eau potable,**

- dans le cas où l'épaisseur de la zone non saturée - épaisseur du terrain géologique comprise entre la surface du sol et le toit de la nappe - est supérieure à 7 mètres, pas de restriction spécifique,
- dans le cas où l'épaisseur de la zone non saturée est inférieure à 7 m (c'est le cas de certains secteurs des nappes alluviales) épandage possible sur les sols dont la réserve utile est d'au moins 100 mm, et la vitesse d'infiltration inférieure à 200 mm/h.

⇒ **Hors des périmètres de protection des captages d'eau potable, pas de restriction.**

④ Protection des eaux souterraines contre le risque de lessivage d'éléments minéraux majeurs

L'azote est le principal élément lessivable dont on vise le recyclage par une production végétale.

Ainsi, la maîtrise du risque de lessivage de l'azote apporté par un déchet passe d'abord par les modalités d'usage du sous-produit : date d'apport, dose et prise en compte de l'azote libéré dans la fertilisation des cultures.

La prise en compte du risque de lessivage propre à chaque type de sol est nécessaire dans l'élaboration d'un plan d'épandage. Pour des déchets riches en azote facilement disponible, ceci doit conduire à limiter les apports d'été et d'automne sur les sols où le risque de lessivage est certain et élevé (classes 4 et 5), à prévoir un couvert végétal en automne après les épandages d'été et à privilégier les apports au printemps.

④ Protection des sols et des eaux souterraines contre les micropolluants métalliques et organiques

Vis-à-vis des micropolluants, la protection des eaux et celle des sols sont liées par les mécanismes d'immobilisation, de remobilisation et de transfert de ces substances : une molécule ou un élément aujourd'hui retenu dans le sol ne migrera pas dans l'eau, mais pourra devenir indésirable pour la production agricole par suite de teneurs excessives. Demain, il pourra être de nouveau mobilisé suite à une modification des conditions du sol (évolution du pH par exemple), ou bien encore des dérivés de la molécule apparaîtront, issus de sa transformation par voie biologique ou physico-chimique.

Pour les métaux, le pH du sol détermine leur solubilité. Pour éviter à la fois la migration de métaux solubilisés vers les eaux souterraines et leur absorption par les plantes, aucun apport de déchets contenant des éléments-traces métalliques ne doit être réalisé sur des sols dont le pH est inférieur à 6. Ce pH minimal peut être obtenu et doit être maintenu par chaulage.

Pour les composés-traces organiques, la connaissance des mécanismes de transfert est trop fragmentaire pour proposer une règle de décision concernant le sol. Tout au plus peut-on avancer que l'épandage sur des sols présentant une activité biologique correcte constitue une première précaution vis-à-vis des substances organiques biodégradables.

Dans tous les cas, la surveillance des teneurs des sols en éléments-traces métalliques et en composés-traces organiques s'impose dans le cadre des **plans d'épandage** de déchets susceptibles d'en contenir. Des valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols sont d'ailleurs fixées par la réglementation relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées (cf. tableau suivant).

Valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols

D'après l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles, les valeurs fréquemment observées en Alsace (Baltzer, 1993 ; MRA68, 1999) et la proposition de seuil « d'alerte » (selon Baize, 1997).

Eléments-traces dans les sols	Valeur limite en mg/kg MS	Valeurs observées * en Alsace en mg/kg MS	Seuil « d'alerte » ** en mg/kg MS
Cadmium	2	0,25 à 0,40	0,60
Chrome	150	30 à 60	60
Cuivre	100	15 à 25	30
Mercure	1	< 0,15	0,30
Nickel	50	20 à 40	45
Plomb	100	20 à 40	50
Zinc	300	45 à 90	100

* chiffres en mg/kg de matière sèche (MS) correspondant à 3 cas sur 4

** seuil rarement dépassé en Alsace, dans moins d'un cas sur 10

⊗ Protection des eaux de surface

Le sol pris isolément ne joue pas un rôle déterminant dans la protection des eaux de surface, rivières et plans d'eau, sauf dans un cas : une sensibilité élevée du sol à la battance peut conduire à des états de surface fréquemment et rapidement fermés après les opérations de travail du sol. Dans cette situation, la vitesse d'infiltration diminue, jusqu'à moins de 5 mm/h, et le coefficient de ruissellement augmente. C'est le cas par exemple des sols limoneux, surtout s'ils sont décarbonatés et présentent un taux de matière organique inférieur à 1,5 %.

Le mécanisme de pollution concerné est l'entraînement par ruissellement des produits épandus à la surface du sol. La protection effective des eaux de surface peut être assurée au travers du respect d'un certain nombre de conditions concernant la parcelle. La pente du terrain, la distance par rapport aux eaux de surface, la présence d'obstacles s'opposant à la propagation du ruissellement entre la parcelle et celles-ci, la présence d'un drainage interceptant le ruissellement, les conditions climatiques de la période d'épandage, le risque d'inondation éventuel, les délais d'enfouissement après épandage doivent être analysés. Les contraintes qui en découlent devront être prises en compte par le plan d'épandage. Elles ne sont pas retenues pour juger du pouvoir épurateur du sol.

6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols

Pour l'épandage de boues de station d'épuration, il est nécessaire de prendre en compte plus particulièrement certains critères :

- le pH du sol qui, si il est voisin de 6,0 / 6,5, sera représentatif d'un sol tout indiqué pour recevoir des boues chaulées,
- le pouvoir minéralisateur du sol pour le recyclage de la matière organique apportée dans les boues, souvent inversement proportionnel à l'intensité de l'excès d'eau du sol,
- la vitesse de filtration du sol en surface après un épandage et sa capacité de rétention en eau, en particulier s'il s'agit de boues liquides.

L'un des objectifs de l'étude des sols est d'estimer le pouvoir épurateur des sols décrits. Celui-ci est défini en fonction de plusieurs critères liés aux sols, notamment : la réserve utile, l'hydromorphie, le risque de lessivage hivernal des nitrates et l'état calcique (pH et CaCO₃). Pour ces critères, on peut définir :

- 5 classes de réserve utile : > 180 mm, 140-180 mm, 100-140 mm, 60-100 mm, ≤ 60 mm
- 5 classes d'hydromorphie : 0, 1, 2, 3/3+ et 4 (selon JC. Favrot, 1983),
- 5 classes de risque de lessivage des nitrates (selon formule de Burns) : très limité (F<10%), limité (10%<F<25%), moyen (25%<F<40%), élevé (40%<F<60%), très élevé (F>60%),
- 5 classes d'état calcique (pH/CaCO₃) : très acide (pH < 5), acide (pH de 5 à 6), modérément acide ou décarbonaté (pH de 6 à 7), calcique (pH > 7 et CaCO₃ < 2 %), calcaire (pH > 7 et CaCO₃ > 2 %).

Ces classes permettent de présenter le tableau d'estimation suivant du pouvoir épurateur :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

avec les définitions suivantes des classes de pouvoir épurateur :

A : pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure,

B : pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

(contrôle du pH, vérification de l'excès d'eau, gestion de la fertilisation azotée...)

C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

La classe de pouvoir épurateur est définie par le niveau de contrainte le plus élevé atteint par l'un des 4 critères. Ce résultat peut être modulé en fonction de la variabilité du terrain en particulier lorsqu'elle conduit à des valeurs de part et d'autre d'une valeur seuil de classe de critère (RU, lessivage...).

Ainsi, un sol brun calcaire profond sur loess en plaine présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur est donc A

A l'inverse, un sol limono-argilo-sableux peu profond (50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'III présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur est donc C

Enfin, un sol limoneux à argilo-limono-sableux, moyennement profond de la plaine du Rhin présentera le tableau suivant :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur sera donc B

Ainsi, l'utilisation du pouvoir épurateur des sols à des fins de recyclage agricole permet de postuler a priori que " 60 cm de sol sain, à texture équilibrée, drainage interne satisfaisant, avec un pH de 6,0-6,5 " représente les conditions minimales d'une épuration satisfaisante de la matière organique dans les sols (cas B).

Un classement qualitatif des 4 critères pour définir le pouvoir épurateur a été réalisé pour toutes les unités cartographiques de sols définies dans cette étude. Toutefois, à l'échelle du zonage présenté dans ce guide, la variabilité possible des situations de sols à l'intérieur d'une même unité cartographique conduit à une certaine variabilité autour de la note de classement. Il est donc nécessaire de compléter cette approche à l'échelle parcellaire après reconnaissance et vérification des types de sols.

Enfin, rappelons que l'aptitude des parcelles à l'épandage, outre le pouvoir épurateur des sols, nécessite la prise en compte du type de produit à épandre, de la succession culturale, de la pente, des contraintes réglementaires (zone inondable, périmètres de captage d'eau potable, proximité de cours d'eau, zone habitée...).

Sur le plan pratique ceci conduit donc à noter systématiquement lors de la prospection de terrain les paramètres suivants :

- l'effervescence à l'acide chlorhydrique (présence-absence de carbonate de calcium),
- la profondeur du sol et ses textures par horizon (permet une estimation de la réserve utile en eau),
- l'hydromorphie (taches rouille, taches de décoloration), les obstacles à l'infiltration de l'eau (niveaux compactés sous le labour, accumulation d'argile en profondeur...) et la situation dans le paysage.

En outre, les valeurs du pH, des taux d'argile en surface et de matière organique sont issues de 2 sources :

- les analyses de terre de surface issues de la base de données régionale sur les sols d'Alsace gérée par l'ARAA,
- les analyses physico-chimiques standards en laboratoire (SADEF Aspach-le-Bas, Haut-Rhin) réalisées sur les échantillons prélevés des fosses pédologiques réalisées dans le cadre de ce guide des sols.

6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols du Piémont haut-rhinois et de l'Ochsenfeld

L'examen de chacun des types de sols au regard de ces critères conduit à proposer un classement des sols en **3 catégories** (voir tableau page suivante).

A : Pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure

- **sols 8, 13 et 14** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons loessiques des collines.

B : Pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

- **sols 12, 15** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons loessiques des hauts de collines.
- **sols 16 et 17** : le contrôle du pH est indispensable, particulièrement si les produits épandus contiennent des éléments-traces métalliques, de même que la vérification du niveau d'excès d'eau dans le sol.
- **sols 7, 9, 10 et 11** : sur certaines surfaces, la sensibilité au lessivage des nitrates impose d'être attentif à la gestion de l'azote et à la localisation par rapport aux captages.
- **sols 2, 3, 5, 19, 20, 22 et 23** à cause de la proximité des nappes sous jacentes et des sols 1, 4, 6, 21, 24 et 25 au sein des mêmes parcelles.

C : Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

L'utilisation de ces sols pour le recyclage agricole de sous-produits n'est envisageable qu'avec des restrictions sévères concernant la nature du produit, les périodes d'épandage, l'état de couverture du sol. L'épandage de sous-produits solides minéraux, ou pré-traités par compostage, ou à rapport C/N élevé représente le cas le plus favorable. L'épandage de sous-produits liquides à faible rapport C/N sur un sol nu représente le cas le plus défavorable.

- **sols 18** : l'excès d'eau hivernal voire printanier prononcé ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions et limite sérieusement le calendrier d'épandage. De plus, sans entretien calcique, ces sols sont naturellement acides (pH voisin de 5,5).
- **sols 4, 24 et 25** : l'excès d'eau hivernal voire printanier prononcé ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions et limite sérieusement le calendrier d'épandage. L'apport de sous-produits minéraux demeure possible selon leur intérêt agronomique.
- **sols 1, 6 et 21** : la faible RU ne permet pas de garantir des conditions d'épuration correctes en toutes conditions.

Ces conclusions sont reprises dans chacune des fiches.

APPRECIATION DU POUVOIR EPURATEUR DES SOLS DU PIEMONT HAUT-RHINOIS ET DE L'OCHSENFELD

N° fi- che	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydro- morphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbona- tation	
1	Sable argilo-limoneux superficiel, acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes	< 60 mm	0	5 : très élevé	5,5 à 6,5 sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile.
2	Limon argileux, profond, sain à faiblement hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	160 à 200 mm	1	1 à 3 : très limité à moyen	6,0 à 7,0 sol non calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
3	Sable argilo-limoneux hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	80 à 100 mm	2 à 3+	4 à 5 : élevé à très élevé	6,0 à 7,0 sol non calcaire	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant à cause de la faible réserve utile, l'excès d'eau et les inondations potentielles.
4	Limon sablo-argileux hydromorphe, à gley, sur alluvions vosgiennes	120 à 160 mm	3 à 4	3 à 4 : moyen à très élevé	< 6,0 sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau, des inondations potentielles, du faible pH et de la sensibilité au lessivage des nitrates.
5	Limon sablo-argileux, induré en profondeur, hydromorphe sur alluvions vosgiennes	160 à 200 mm	2 à 3	2 : limité	5,5 à 6,0 en surface, 6,5 à 7,0 à 60 cm sol acide	B : pouvoir épurateur suffisant. La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH reste nécessaire.
6	Sable argilo-limoneux peu profond, dégradé en surface par salure secondaire	60 à 80 mm	2	5 : très élevé	5,0 à 6,0 et moins sol très acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile.
7	Limon argilo-sableux profond, hydromorphe de glacis	120 à 160 mm	2 à 3	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile. Le contrôle du pH est nécessaire.
8	Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe de glacis sur loess remanié	160 à 220 mm	0 à 1	1 : très limité	7,5 à 8,0 et plus sol calcique à calcaire	A : pouvoir épurateur suffisant à élevé.
9	Limon sablo-argileux, moyennement profond, hydromorphe de glacis	160 à 200 mm	2 à 3+	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté à acide	B : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile. Le contrôle du pH est nécessaire.

N° fi- che	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydro- morphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbona- tation	
10	Limon argilo-sableux hydromorphe sur alluvions vosgiennes	150 à 180 mm	3	4 : élevé	6,0 à 7,0 sol décarbonaté	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant voire médiocre. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont indispensables.
11	Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur molasse alsacienne et conglomérat	120 à 160 mm	2 à 3	4 : élevé	7,0 à 7,5 sol calcique à calcaire	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
12	Limon, calcaire, profond, des levées loessiques	180 à 200 mm	0	2 à 4 : limité à élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
13	Limon argileux calcaire profond des vallons loessiques	180 à 200 mm	0	1 à 3 : très limité à moyen	8,0 à 8,5 sol calcaire	A : pouvoir épurateur suffisant à élevé. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
14	Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond, hydromorphe des vallons humides loessiques	220 à 260 mm	2 à 3	1 à 3 : très limité à moyen	8,0 à 8,5 sol calcaire	A : pouvoir épurateur suffisant à élevé. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste nécessaire.
15	Limon argileux décarbonaté profond des levées loessiques	220 à 240 mm	0 à 2	1 à 3 : très limité à moyen	7,0 à 7,5 sol calcique à calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile. Le contrôle du pH est nécessaire.
16	Limon argileux à argile limoneuse légèrement acide hydromorphe profond des collines de lehm	180 à 220 mm	2 à 3	3 : moyen	5,5 à 6,0 en surface jusqu'à 6,5 en profondeur sol acide	B : pouvoir épurateur à peine suffisant à cause de l'acidité naturelle limite. Le contrôle du pH est indispensable. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.

17	Limon argileux à argile limoneuse, érodé, profond des collines de lehm	160 à 240 mm	2 à 3	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté à acide	B : pouvoir épurateur à peine suffisant à cause de l'acidité naturelle limite. Le contrôle du pH est indispensable. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
18	Limon à limon argileux acide hydromorphe des vallons des collines de lehm	200 à 260 mm	3 à 3+	3 : moyen	5,0 à 6,5 sol très acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'acidité naturelle, de l'hydromorphie de ces sols et du risque de lessivage des nitrates.
19	Limon argilo-sableux hydromorphe de la plaine de l'III	120 à 150 mm	2	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH est indispensable. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
20	Limon argilo-sableux sain de la plaine de l'III	150 à 180 mm	0 à 1	2 : limité	6,0 à 6,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le contrôle du pH est indispensable.
21	Limon argilo-sableux superficiel de la plaine de l'III	60 à 80 mm	0	4 : élevé	6,0 à 7,0 sol décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile.
22	Argile limoneuse hydromorphe de la plaine de l'III	100 à 120 mm	2 à 3	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté	B (à C) : pouvoir épurateur en principe correct. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste indispensable ainsi que le contrôle du pH.
23	Limon à limon argileux sain et profond de la plaine de l'III	180 à 200 mm	0	1 : très limité	6,5 à 8,0 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le contrôle du pH est indispensable.
24	Argile limono-sableuse hydromorphe et caillouteuse de la plaine de l'III	100 à 120 mm	3 à 3+	3 : moyen	6,0 à 7,0 sol décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau, des inondations potentielles et du risque de lessivage d'azote nitrique en hiver .
25	Argile limono-sableuse hydromorphe du Ried gris de l'III	100 à 120 mm	4	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau, des inondations potentielles et du risque de lessivage d'azote nitrique en hiver .

ANNEXES

① DONNEES CLIMATIQUES

② TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

③ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

④ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

⑤ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

⑥ METHODES D'ANALYSES UTILISEES ET SYMBOLES EMPLOYES POUR LE DESSIN DES PROFILS

⑦ EXPLOITATION DU FICHER D'ANALYSES DE TERRE ET DONNEES PONCTUELLES UTILISEES

⑧ CORRESPONDANCES ENTRE LES FICHES DU GUIDE N°12, LA CLASSIFICATION CPCS, LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE, LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS

① DONNÉES CLIMATIQUES

1. RAPPEL DE DEFINITIONS POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION DES ANALYSES CLIMATIQUES

ETR (Evapotranspiration réelle) : Evaporation d'un couvert végétal composée pour une part de l'évaporation directe de l'eau du sol et pour une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu (déficit climatique, vent...) et du couvert végétal dont les besoins en eau peuvent ne pas être satisfaits en totalité. Elle est exprimée en mm de hauteur d'eau. Elle est encore appelée évaporation réelle (pour un sol nu en condition d'humidité moyenne, on considère que $ETR = ETM = 0,5 ETP$).

ETP (Evapotranspiration potentielle) : Elle correspond à l'ETM d'une culture donnée, sans restriction d'eau, bien adaptée et choisie comme référence dans des conditions climatiques données (généralement un gazon maintenu ras). Elle est aussi appelée évapotranspiration de référence.

ETM (Evapotranspiration maximale) : Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.

RU (Réserve Utile) : Part accessible aux plantes du volume de porosité pouvant contenir durablement de l'eau. C'est une caractéristique relativement permanente d'un horizon ou d'un type de sol. Elle est exprimée sous forme d'une lame d'eau indépendante de la surface considérée (en mm d'eau). Elle correspond à la teneur en eau comprise entre les valeurs de la capacité au champ et du point de flétrissement.

RFU (Réserve facilement utilisable) : Elle correspond à la part de RU facilement prélevable par les plantes : au-delà de cette limite, les mécanismes de défense des plantes contre la sécheresse sont mis en oeuvre (flétrissement).
Il est couramment admis que $RFU = 2/3 RU$.

Bilan climatique : $Bc = \text{Pluie} - ETM$

Bilan hydrique : $Bh = \text{Pluie} - ETM + RU$

2. ETAT DES DONNEES DISPONIBLES

Les données utilisées dans ce guide proviennent de relevés réalisés sur 8 postes météorologiques de la région.

- 5 postes avec des données pluviométriques et thermométriques : Colmar, Guebwiller, Meyenheim, Mulhouse et Ribeauvillé,
- 3 postes avec des données pluviométriques seules : Ebersheim, Burnhaupt et Rouffach.

Pour l'ETP, l'information est fournie par la station météorologique de Meyenheim, extrapolée pour le calcul des bilans hydriques de tous les autres postes.

Toutes les données utilisées ont été fournies et leur traitement réalisé par le service météorologique inter-régional Nord-Est de METEO-France.

3. CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES ET TYPOLOGIE DES POSTES METEO

3.1. La pluviométrie

La pluviométrie médiane annuelle pour la zone varie de 570 à 1033 mm selon les postes. Cette variabilité est essentiellement liée à la localisation des sites par rapport aux reliefs des Vosges et du Sundgau (autour de 600 mm en plaine, 700 à 750 mm au pied des reliefs - Mulhouse et Ribeauvillé -, autour de 1000 mm à proximité du Sundgau - Guebwiller et Burnhaupt).

A proximité du Sundgau, la pluviométrie d'été est conditionnée par des orages apportant plus d'eau sur les plus hauts reliefs. La pluviométrie de printemps est plutôt liée au passage de perturbations d'origine atlantique.

Tous les postes présentent un pic commun de pluviosité en mai-juin. C'est le maxima pour les postes de plaine. Pour les autres postes au pied des reliefs, la répartition des pluies dans l'année connaît un autre maxima :

- novembre à janvier d'une part, mais toutefois moins important que mai-juin pour les postes situés au pied des reliefs,
- novembre à février-mars d'autre part, mais cette fois plus important que celui de mai-juin pour les postes proches du Sundgau.

avec des pluies mensuelles pour les 2 périodes de 80 à 100-120 mm une année sur deux pour Ribeauvillé, Mulhouse, Guebwiller et Burnhaupt, avec 15 à 18-20 jours de pluie mensuels.

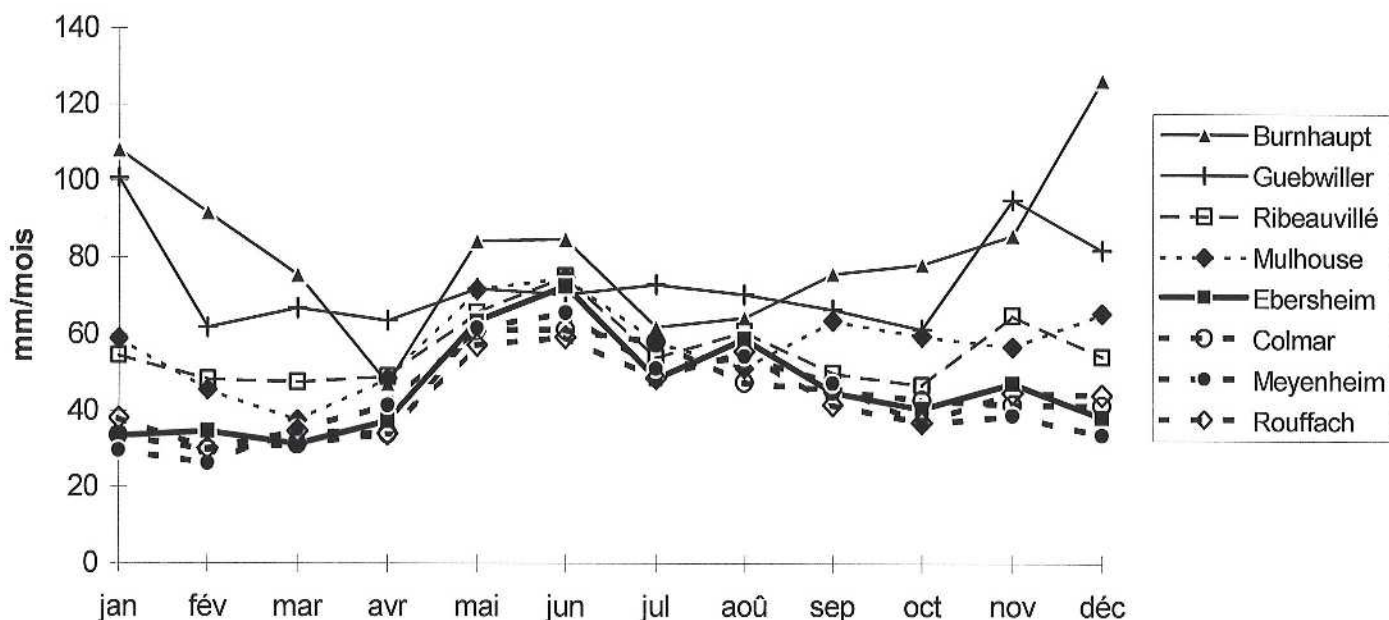
Pour ces 4 postes, les autres périodes sont moins arrosées en comparaison. En mars-avril et de juillet à octobre, la pluviométrie médiane mensuelle est de 50-60 à 80 mm avec 10-12 à 15 jours de pluie mensuels. Pour les 4 postes de plaine, elle est de 30 à 40-50 mm au maximum de Septembre à Avril avec le même nombre de jours de pluie mensuels. Enfin, les orages estivaux apportent 60 mm de pluie en Juillet-Août.

PLUVIOMETRIES MEDIANES MENSUELLES ET MEDIANES ANNUELLES

(Données METEO France)

poste période	Ebersheim 1963-1999	Burnhaupt 1977-1993	Colmar 1972-1999	Guebwiller 1968-1991	Meyenheim 1962-1999	Mulhouse 1962-1999	Ribeauvillé 1963-1994	Rouffach 1963-1999
médianes mensuelles								
janvier	33,5	108,1	33,4	100,7	29,6	58,8	54,5	38,0
février	34,7	91,7	29,8	61,8	26,3	45,5	48,3	30,1
mars	31,4	75,5	31,3	66,9	35,2	37,6	47,6	34,7
avril	37,4	47,1	34,0	63,6	41,5	48,5	49,1	34,0
mai	63,5	84,4	61,2	72,0	61,7	71,7	65,7	57,3
juin	72,7	85,0	61,3	70,5	65,8	74,9	75,3	59,4
juillet	48,6	62,1	58,2	73,2	51,3	58,3	54,0	48,8
août	58,9	64,6	47,6	70,6	54,5	51,3	60,9	55,8
septembre	45,1	76,1	45,7	66,8	47,5	63,8	50,1	41,8
octobre	40,8	78,6	43,0	61,6	36,7	59,8	47,0	37,2
novembre	47,4	86,2	41,9	95,5	39,1	57,0	65,3	45,0
décembre	38,6	127,1	41,7	82,4	33,9	65,8	54,5	44,5
médianes annuelles	607,6	1033,0	570,0	979,9	605,5	741,6	728,0	605,7

Pluviométries médianes mensuelles des 8 postes météo retenus pour le Piémont haut-rhinois



3.2. La température et ses extrêmes

La **température moyenne annuelle** s'établit vers les reliefs et le Sundgau autour de 9,5 °C (Guebwiller et Ribeauvillé) alors qu'elle est de 10,2-10,5°C à Colmar, Meyenheim et Mulhouse, avec une amplitude thermique d'environ 18°C (janvier : 0,7 à 0,9°C et juillet : 18,4-19,0 °C à Guebwiller et Ribeauvillé, 1,2 à 1,7 et 19,4-19,8°C respectivement pour les mêmes mois à Colmar, Meyenheim et Mulhouse).

Les hivers sont humides et froids avec des températures moyennes minimales proches de - 5 à - 6°C en janvier et février (dont 3 à 5 jours de gel < - 10 °C).

Les stations de Guebwiller et Ribeauvillé présentent 70 à 90 jours de gel annuel, dont environ 50 à 60 jours pour les mois de décembre, janvier et février.

La période de gel s'étale d'octobre à avril, avec des **risques de gelées précoces** situés 1 année sur 2 entre le 22 et le 30 octobre. Certaines années peuvent être plus précoces et les premières gelées peuvent être observées, 2 années sur 10 dès le 15 octobre.

Les **risques de gelées tardives** se situent une année sur 2 du 14 au 21 avril, les plus tardives ayant lieu la 1^{ère} décade de mai 2 années sur 10 à Colmar et Meyenheim.

Les **fortes chaleurs** apparaissent 2 années sur 10, dans la 1^{ère} quinzaine de juin, et peuvent perturber la phase de remplissage des grains des céréales à paille ou bien encore l'activité photosynthétique du maïs.

Analyse fréquentielle des températures extrêmes
(Données METEO FRANCE)

TYPE DE RISQUE	à COLMAR (1972 – 1999)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	30/09	15/10	22/10	30/10	28/11
Dernières gelées	08/03	09/04	21/04	02/05	25/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	02/06	08/06	21/06	05/07	09/07

TYPE DE RISQUE	à GUEBWILLER* (1968 – 1991)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	05/10	19/10	27/10	06/11	16/11
Dernières gelées	21/03	12/04	20/04	29/04	08/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	02/06	11/06	30/06	09/07	09/07

TYPE DE RISQUE	à MEYENHEIM (1962 – 1999)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	18/09	16/10	22/10	31/10	16/11
Dernières gelées	27/03	12/04	22/04	03/05	19/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	02/06	07/06	22/06	02/07	08/07

TYPE DE RISQUE	à MULHOUSE (1972 – 1999)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	03/10	19/10	30/10	07/11	28/11
Dernières gelées	29/03	12/04	20/04	28/04	15/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	04/06	7/06	21/06	03/07	08/07

TYPE DE RISQUE	à RIBEAUVILLE (1963-1994)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	05/10	19/10	28/10	08/11	01/12
Dernières gelées	12/03	02/04	14/04	25/04	08/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	04/06	16/06	27/06	08/07	09/07

* Données à interpréter avec plus de prudence car la période de mesure est inférieure à 25 ans

4. DONNEES CLIMATIQUES PARTICULIERES

4.1 Sommes des températures

Ces données sont présentées pour 4 postes de relevés thermométriques pour lesquels des séries suffisamment longues sont disponibles : Colmar, Meyenheim, Mulhouse et Bergheim.

Les sommes de température en base 6 °C permettent de décrire, à partir de la date de semis, le rythme de développement d'un grand nombre de **cultures d'été**, et de prévoir les dates de récolte possibles à l'automne. Les valeurs fréquentielles relevées sont les suivantes :

Analyse fréquentielle des sommes de température base 6 entre le 20 avril et le 15 octobre (Données METEO-FRANCE)			
Poste météo	Q1	médiane	Q4
COLMAR* (1972 – 2001)	1675°C	1846°C	1956°C
MEYENHEIM (1972 – 2001)	1769°C	1921°C	1978°C
MULHOUSE (1972 – 2001)	1754°C	1907°C	1972°C
BERGHEIM** (1988 – 2001)	1854°C	1936°C	1999°C

* Le poste situé au débouché d'une vallée vosgienne enregistre des températures sensiblement plus faibles qu'en plaine.

**Données à interpréter avec plus de prudence car la période de mesure est inférieure à 25 ans

Ces données climatiques doivent être confrontées aux exigences des cultures pour atteindre leurs différents stades de développement. Ces éléments sont fournis dans le tableau suivant :

Exigences en sommes de températures base 6 de différentes variétés de maïs		
Variété	Semis-floraison	Semis-récolte grain (35 % d'humidité)
LG2244	830 à 850 °C	1630 à 1650 °C
NEXXOS	880 à 900 °C	1665 à 1675 °C
CLARICA	905 à 925 °C	1680 à 1700 °C
DK312	905 à 925 °C	1705 à 1725 °C
BENICIA	930 °C	1720 °C
PR38K29	955 à 975 °C	1775 à 1800°C
DK353	925 à 950 °C	1805 à 1825 °C

La maturité grain sera toujours atteinte le 15 octobre une année sur deux dans toute la petite région naturelle et quelle que soit la variété de maïs.

Cependant les variétés de maïs les plus tardives (PR38K29, DK353) n'atteignent pas la maturité grain le 15 octobre une année sur cinq (sauf à Bergheim).

Si on regarde les dates d'atteinte d'une somme de température donnée (voir tableaux suivants), on observe qu'en plaine ces variétés atteindront toujours leur maturité grain 4 années sur 5 entre le 22 et 28 octobre (7 et 10 octobre à Bergheim).

Statistiques sur les dates d'atteinte d'une somme de température donnée en base 6 °C

Poste de COLMAR* - Période 1972-2001			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1500 °C	25 août	04 septembre	14 septembre
1550 °C	29 août	08 septembre	21 septembre
1600 °C	04 septembre	14 septembre	30 septembre
1650 °C	08 septembre	18 septembre	09 octobre
1700 °C	14 septembre	23 septembre	20 octobre
1725 °C	17 septembre	26 septembre	26 octobre
1750 °C	21 septembre	30 septembre	06 novembre
1800 °C	27 septembre	07 octobre	/
1825 °C	30 septembre	12 octobre	/

Poste de MEYENHEIM - Période 1972-2001			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1500 °C	24 août	01 septembre	12 septembre
1550 °C	28 août	06 septembre	14 septembre
1600 °C	01 septembre	11 septembre	19 septembre
1650 °C	06 septembre	15 septembre	26 septembre
1700 °C	11 septembre	20 septembre	03 octobre
1725 °C	14 septembre	24 septembre	08 octobre
1750 °C	16 septembre	26 septembre	11 octobre
1800 °C	21 septembre	02 octobre	22 octobre
1825 °C	23 septembre	04 octobre	28 octobre

Poste de MULHOUSE - Période 1972-2001			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1500 °C	24 août	30 août	09 septembre
1550 °C	29 août	03 septembre	14 septembre
1600 °C	03 septembre	08 septembre	20 septembre
1650 °C	08 septembre	14 septembre	28 septembre
1700 °C	12 septembre	20 septembre	06 octobre
1725 °C	15 septembre	22 septembre	09 octobre
1750 °C	17 septembre	25 septembre	14 octobre
1800 °C	23 septembre	01 octobre	22 octobre
1825 °C	26 septembre	04 octobre	25 octobre

Poste de BERGHEIM** - Période 1988-2001			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1500 °C	21 août	26 août	01 septembre
1550 °C	25 août	31 août	07 septembre
1600 °C	29 août	06 septembre	11 septembre
1650 °C	02 septembre	11 septembre	18 septembre
1700 °C	07 septembre	17 septembre	23 septembre
1725 °C	10 septembre	20 septembre	26 septembre
1750 °C	12 septembre	22 septembre	29 septembre
1800 °C	16 septembre	29 septembre	07 octobre
1825 °C	26 septembre	01 octobre	10 octobre

* Le poste situé au débouché d'une vallée vosgienne enregistre des températures sensiblement plus faibles qu'en plaine.

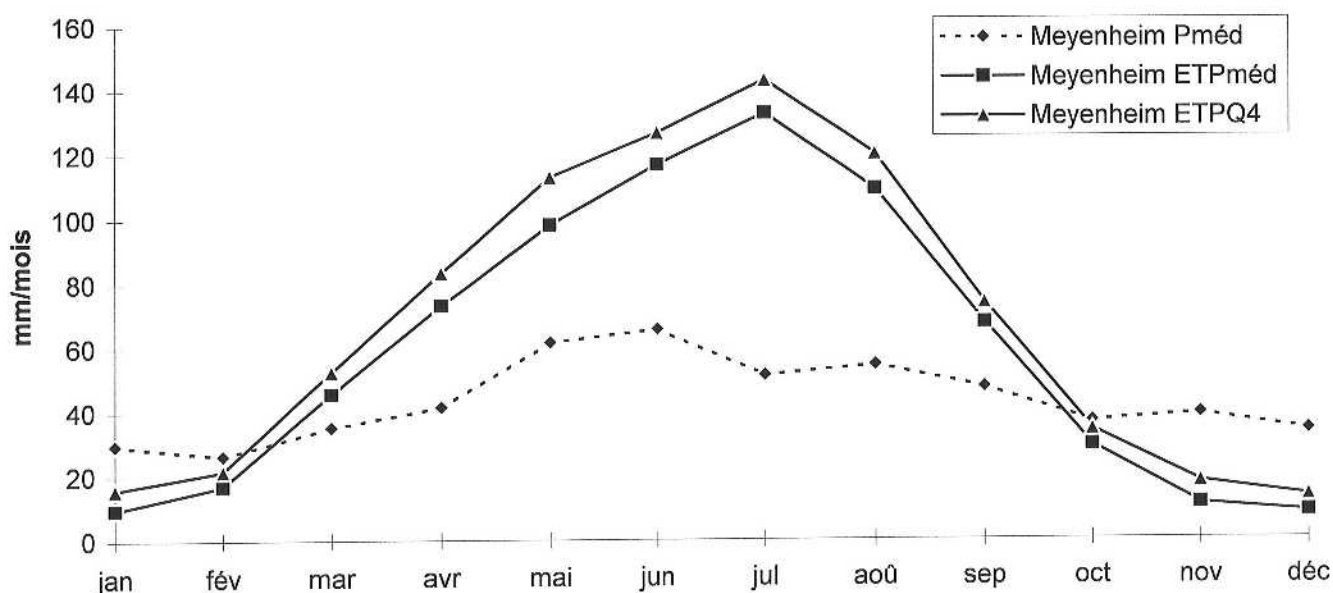
**Données à interpréter avec plus de prudence car la période de mesure est inférieure à 25 ans

4.2 Evapotranspiration potentielle et bilans hydriques

Dans ce paragraphe figurent les données brutes qui ont servi au calcul de l'évapotranspiration potentielle et des bilans hydriques. Ceux-ci sont présentés et commentés dans le **chapitre 6** de l'ouvrage, dans les paragraphes traitant des sols et de l'irrigation d'une part, du risque de lessivage des nitrates d'autre part. Les valeurs de la médiane et du dernier quintile de l'ETP sont données par le tableau et le graphique suivants.

ETP MEDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES		
Données METEO France poste de Meyenheim période 1966-1995		
ETP mensuelles	médiane	Q4
janvier	9.6	15.9
février	16.9	21.6
mars	45.7	52.5
avril	73.3	83.4
mai	98.4	113.2
juin	117.1	127.1
juillet	133.2	143.6
août	109.6	120.6
septembre	67.7	74.1
octobre	29.2	34.2
novembre	10.9	17.8
décembre	8.3	13.4
moyennes annuelles	722.9	774.2

ETP et pluie mensuelles du poste météo de MEYENHEIM (1966-1995)



Date de début de déficit hydrique

Les hypothèses retenues pour l'algorithme de calcul de la date de début de déficit hydrique pour le maïs et pour le blé sont les suivantes :

- la réserve utile est pleine au départ (1^{er} mars pour le blé, 21 avril pour le maïs),
- du 1^{er} mars au 20 juillet pour le blé et du 21 avril au 20 septembre pour le maïs, la pluie est ajoutée et l'ETM est retirée de la valeur de la réserve,
- la valeur de la réserve est plafonnée à la valeur de la RU (fixée pour un sol donné), les excédents passent en écoulement,
- la date de début de déficit hydrique correspond à la décade où les 2/3 de la réserve utile sont vides (RFU vide).

Coefficients utilisés pour les calculs d'ETM

Pour les cultures de blé et de maïs, les coefficients k retenus pour une ETP Penman décadaire proviennent de sources AGPM pour le maïs et METEO FRANCE pour le blé. Ce coefficient est défini pour les principaux stades de développement de la culture. Les dates de réalisation de ces stades en Alsace ont été déterminées à dire d'expert.

COEFFICIENT d'ETM			
Blé		Maïs	
décade	coefficient	décade	coefficient
Mars - 1	1,0	Avril - 3	0,30
Mars - 2	1,0	Mai - 1	0,30
Mars - 3	1,0	Mai - 2	0,40
Avril - 1	1,0	Mai - 3	0,50
Avril - 2	1,0	Juin - 1	0,70
Avril - 3	1,0	Juin - 2	0,80
Mai - 1	1,2	Juin - 3	0,90
Mai - 2	1,2	Juillet - 1	1,00
Mai - 3	1,2	Juillet - 2	1,15
Juin - 1	1,2	Juillet - 3	1,15
Juin - 2	1,2	Août - 1	1,10
Juin - 3	1,0	Août - 2	1,10
Juillet - 1	1,0	Août - 3	1,00
Juillet - 2	0,3	Septembre - 1	1,00
Juillet - 3	0,3	Septembre - 2	0,90
		Septembre - 3	0,70

② TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

REPARTITION SIMPLIFIEE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES EN ALSACE

PETITES REGIONS D'ALSACE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

FORMATION SUPERFICIELLE et origine géologique

1. Alluvions fluviales (Plaine du Rhin, de l'Ille et rivières vosgiennes)

11. Alluvions rhénanes anciennes : terrasses et Hardt																
12. Alluvions rhénanes récentes : basse plaine																
13. Alluvions de l'Ille et des vallées du Sundgau																
14. Alluvions vosgiennes Centre Bruche-Andlau, Fecht-Giessen																
15. Alluvions vosgiennes Nord Lauter, Sauer-Moder-Zorn																
16. "Rieds" Ello-Rhénans (+ Bruch de l'Anlau)																
17. Alluvions vosgiennes Sud Lauch-Thur-Doller																

2. Dépôts éoliens de limons (Loess et lehm)

21. Loess et lehm-loess																
22. Lehm																

3. Terrains argilo-caillouteux des collines (Collines sous-vosgiennes de la plaine d'Alsace et Plateau Lorrain d'Alsace Bossue)

31. Argile																
32. Marne (argile calcaire)																
33. Calcaire dur																
34. Calcaire gréseux																
35. Conglomérat																

4. Terrains de montagne (Vosges et Jura Alsacien)

41. Calcaire du Jura																
42. Grès des Vosges																
43. Granite et gneiss des Vosges																
44. Autres roches des Vosges																

Légende petites régions d'Alsace	1. Outre-Forêt	9. Vignoble Sud	■ Présence généralisée sur la région
	2. Basse plaine rhénane Nord	10. Plaine Sud Alsace	
	3. Pays de Hanau	11. Sundgau et Jura Alsacien	■ Présence occasionnelle ou localisée sur la région
	4. Arrière Kochersberg	12. Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld	
	5. Kochersberg	13. Alsace Bossue	
	6. Plaine d'Erstein/Bruch de l'Andlau	14. Vosges gréseuses du Nord	
	7. Vignoble Nord	15. Vosges cristallines du Sud	
	8. Plaine Centre Alsace		

TYPOLOGIE DES SOLS DE LA PLAINE D'ALSACE

Ces tableaux ont été construits à partir de 3 sources d'information :

- des extraits partiels du fichier régional d'analyses de terre CLARA constitué en 1988 à partir de résultats disponibles pour les 30 dernières années,
- le fichier complet d'analyses de terre des témoins Ø azote de 1987 à 1992 (plus de 200 analyses),
- les profils de sols réalisés en Alsace pour différentes études de 1983 à 1992 (près de 500 profils disponibles)

Ils permettent ainsi d'avoir quelques critères simples chiffrés par type de sol, ce qui est une aide supplémentaire pour rapporter une analyse de terre à un code sol donné. Ces critères sont en principe quasi-permanents. Les valeurs mentionnées sont indicatives. Elles représentent les cas les plus fréquemment rencontrés dans l'ensemble de la plaine d'Alsace. Le pH et le taux de matière organique n'ont pas été mentionnés du fait de pratiques agricoles susceptibles de variations importantes à la parcelle selon les systèmes de cultures pratiquées

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
		Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g					

1A. LA PLAINE ALLUVIALE DU RHIN ET DE L'ILL

11. Alluvions rhénanes anciennes : Terrasses ("Ried Brun")	11.0	Hardt superficielle	14 à 24	0 à 5	8 à 18	0	< 30	30	Guide 10 Fiches 6 à 8	Terrasse au sud de Colmar
	11.1	("Ried brun" caillouteux calcaire ou décarbonaté)	20 à 28	0 à 2 et 2 à 20	10 à 16	0	30/40	20 à 30	Guide 10 Fiche 9	Terrasse au nord de Colmar
	11.2	Hardt profonde ("Ried brun" profond sain)	18 à 34	2 à 30	8 à 18	0	> 120	0	Guide 10 Fiche 10 (Rustenhart)	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.3	Variante hydromorphe ("Ried brun" profond hydromorphe)	22 à 32	0 à 15	12 à 22	2 à 3	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.4	Variante moyennement profonde (60-80 cm)	voir 11.1			0	60/80	0 à 5		

12 Alluvions rhénanes récentes : Basse plaine ("Ried blond")	12.0	Basse plaine S. superficielle	20 à 24	6 à 22	8 à 12	0	30/50	10 à 15	Guide 10 Fiche 12	Bords du Rhin
	12.1	Basse plaine S. profonde	20 à 24	8 à 20	8 à 12	0	> 120	0 à 5	Guide 10 Fiche 11	Bords du Rhin
	12.2	Basse plaine LS. profonde hydromorphe	20 à 24	20 à 30	8 à 10	2 à 3	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	vers Saasenheim Schœnau
	12.3	Basse plaine LS. très hydromorphe	28 à 32	0 à 20	12 à 22	3	> 120	0	Guide 10 Fiche 13	vers Saasenheim Schœnau
	12.4	"Ried gris" rhénan calcique hydromorphe	40 à 55	0	32 à 38	3 à 4	60 ou +	0	Guide 08 Fiche 15	vers Saasenheim Schœnau

13 Alluvions de l'III (et "Ried gris")	13.0	Alluvions L. de l'III sur Cx à 80/100 cm	20 à 35	0	8 à 20	0 à 2	80/100	0 à 10	Guide 10 Fiche 2	Ensisheim Ste Croix en plaine
	13.1	Alluvions L. de l'III profondes	25 à 35	0	15 à 25	0	> 120	0	Guide 08 Fiche 5	Nord de Colmar
	13.2	"Ried gris" L.Sa sur Cx à 30 cm	28 à 40	0	15 à 25	0	30/40	0 à 10	Guide 10 Fiche 3	Zone inondable de l'III
	13.3	"Ried gris" LAS/AL sur Cx à 60 cm	35 à 45	0	24 à 28	3	50/60	0 à 5	Guide 10 Fiches 4 et 5	Zone inondable de l'III
	13.4	"Ried gris" LA/AL Gley	35 à 50	0	15 à 25	3 à 4	> 100	0	Guide 08 Fiche 7	Zone inondable de l'III

Localement, on note la présence de fragments de terrasse avec des sols 11.1, plus rarement 11.2 et 11.3 dans le domaine des alluvions de l'III (Herbsheim, Hilsenheim, Rosfeld, Wittorheim)

16 "Rieds" - organiques ("Ried noir")	16.1	"Ried noir" de l'III	45 à 60	0	35 à 45	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 8	Zone inondable de l'III
	16.2	"Ried noir" de l'III recouvert de limons	35 à 55	0 à 2	25 à 35	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 9	Rathsamhausen
	16.3	"Ried noir" rhénan de transition	20 à 45	8 à 20	25 à 45	3	50 à > 120	0 à 10	Guide 08 Fiche 10	Limite de la zone inondable de l'III
	16.4	"Ried noir" rhénan LA-A tourbeux	20 à 35	0	40 à 120	2 à 3	> 100	0	Témoins Ø N CLARA	Reichstett La Wantzenau
	16.5	"Ried noir" rhénan LSA organique/SCx	35 à 45	0	30 à 150	3	30 à 40	0 à 10	Guide 05 Fiche 22	Reichstett La Wantzenau
	16.6	"Ried noir" rhénan LA-A tourbescent	45 à 55	0		3	> 100	0	Guide 05 Fiche 20	Schirrhein

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
		Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g					

1B. LES RIVIERES VOSGIENNES

14 Alluvions des rivières vosgiennes centrales : Giessen-Fecht, Bruche-Andlau	14.1	Sol à S. fin des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 120	0 à 10	Guide 08 Fiche 2/3	Scherwiller Sélestat
	14.2	Sol superficiel SCx ou sol lessivé	10 à 15	0	< 6	2 à 3	< 50	10 à 40	Guide 06 Fiche 7	Bruche de Molsheim à Hangenbieten
	14.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	15 à 25	0	6 à 15	2 à 3	60 à 100	0	Guide 08 Fiche 4	Stotzheim et environs
	14.4	Loess hydromorphe (voir aussi 21.6)	18 à 28	5 à 10	.	2 à 3	> 120	0	Guide 06 Fiche 5	"Bruch" de l'Andlau
	14.5	Loess argileux à gley calcaire	18 à 28	15 à 20	.	3 à 4	> 120	0	Guide 06 Fiche 11	"Bruch" de l'Andlau
	14.6	Gley calcaire tourbeux ou tourbescent	25 à 35	15 à 25	.	4	> 120	0	Guide 06 Fiche 12	"Bruch" de l'Andlau
	14.7	Sol LAS à SA lessivé sur glacis d'épandage	15 à 25	0 à 2	6 à 10	1 à 3	> 120	0	Guide 06 Fiche 9	Base des collines hors lit majeur des rivières vosgiennes

15 Alluvions des rivières vosgiennes du Nord : Lauter Sauer-Moder-Zorn	15.1	Sol SL des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 4	Mommenheim Hochfelden-Hoerdt
	15.2	Sol A/AL à gley de la cuvette alluviale	35 à 50	0	22 à 30	3 à 4	> 100	0	Guide 05 Fiche 19	Mommenheim Hochfelden-Hoerdt
	15.3	Sol LSA/LAS colluvial du bas des collines	20 à 30	0 à 5	10 à 15	2 à 3	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 1	Mommenheim Hochfelden-Hoerdt
	15.4	Sol S (Pliocène) brun-rosâtre-blanc des terrasses	4 à 8	0	2 à 6	0 à 2	> 120	5 à 15	Guide 05 Fiche 16	Haguenau Bischwiller
	15.5	Sol A (Pliocène) gris-jaunâtre des terrasses	.	0	.	3	> 100	< 5	Guide 05 Fiche 15	Haguenau Bischwiller

17 Alluvions des rivières vosgiennes du Sud : Lauch-Thur-Doller	17.1	Alluvions fines (Sf) des bords de rivières	12 à 20	0	8 à 14	0	50 à 100	< 5	Guide 12 Fiche 2	Ensisheim à Cernay
	17.2	Alluvions grossières (SCx) des bords de rivières	8 à 18	0	6 à 12	0	<< 50	5 à 10	Guide 12 Fiche 1	Ensisheim à Cernay
	17.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	20 à 30	0	15 à 20	2 à 3	60 à 100	0 à 5	Guide 12 Fiche 4	Ensisheim à Cernay
	17.4	Sol à Sg des buttes	6 à 12	0	< 6	0 à 2	50 à 120	10 à 15	Guide 10 Fiche 19	Ensisheim à Cernay
	17.5	Sol LS lessivé à pseudogley argileux	10 à 15	0	6 à 12	2 à 3	> 100	0	Guide 12 Fiche 5	Ensisheim à Cernay
	17.6	Lehm-loess hydromorphe	15 à 18	0	6 à 10	2 à 3	> 100	0	Guide 11 (Fiche 26)	Près de Mulhouse

Des sols très proches du type 13.0 peuvent apparaître en bordure du domaine de l'III

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
		Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g					

2. LES DEPOTS EOLIENS DE LIMONS

21	Loess et lehm-loess									
21.0	Loess légers	15 à 18	10 à 30	8 à 12	0	> 120	0	Guide 11 Fiche 1	Outre Forêt Sundgau	
21.1	Loess moyens (loess typique si calcaire dès la surface)	18 à 24	0 à 10	8 à 16	0	> 120	0	Guide 11 Fiche 2	Outre Forêt Sundgau	
21.2	Loess lourds	24 à 28	0 à 10	8 à 16	0	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	Arrière Kochersberg	
21.3	Loess très lourds	28 à 35	0 à 5	15 à 20	0	> 120	0	Guide 05 Fiche 6	Arrière Kochersberg	
21.4	Lehm sur loess (décarbonaté sur 1 m au plus)	12 à 26	0	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 11 Fiche 7	Outre Forêt Sundgau	
21.5	Loess colluvionné	15 à 35	6 à 20	6 à 15	0 à 3	> 120	0	Guide 11 Fiche 3	Toutes régions avec loess (1, 3, 4, 5, 6 et 11)	
21.6	Loess hydromorphe	15 à 25	< 6	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 11 Fiche 4	Toutes régions avec loess (1, 3, 4, 5, 6 et 11)	

22	Lehm								
22.0	Lehm (L/LA-LaS- ou LSa)	12 à 25	0	5 à 15	3	> 100	0	Guide 11 (Fiche 12)	Outre Forêt Sundgau
22.1	Lehm sur cailloux	10 à 15	0	6 à 10		50 à 60	< 5	Guide 11 (Fiches 9,15)	Sundgau
22.2	Lehm LSa profond	< 12	0	6 à 10		80 à 100	0	Guide 11 Fiche 8	Outre Forêt Sundgau
22.3	Lehm L peu profond	12 à 18	0	6 à 10		40 à 60	0		Sundgau
22.4	Lehm hydromorphe (ex. : lehm sur argile)	18 à 25	0	6 à 10		A à 30	0	Guide 11 (Fiche 13)	Outre Forêt Sundgau
22.5	Lehm colluvionné	25 à 45	0	15 à 25	1 à 3	> 100	0	Guide 11 (Fiche 16)	Outre Forêt Sundgau
22.6	Lehm argileux (couche d'argile mise à nu par érosion)	25 à 35	0	10 à 15		> 100	0	Guide 11 Fiche 14	Outre Forêt Sundgau

⑧ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

Bibliographie régionale

Bibliographie thématique

- **risque de lessivage des nitrates**
- **sols hydromorphes et dénitrification**
- **sols et ruissellement**
- **sols et devenir des produits phytosanitaires**
- **entretien calcique**
- **pouvoir épurateur**
- **potentialités des cultures**
- **sols et irrigation**
- **sols et drainage**
- **sols et pédologie**

BIBLIOGRAPHIE REGIONALE

- ARAA (1995) - Etude de l'impact du ruissellement dans le vignoble sur la qualité de la nappe phréatique d'Alsace. Azote, phosphore et sulfates. 49 p.
- BOUDOT J.P. et al. (1979) - Carte phytoécologique d'Alsace au 1/100.000^{ème} - ULP Strasbourg - Région Alsace
- BRGM - Cartes géologiques de la France au 1/50 000^{ème} - Feuilles de Thann n° 412 (notice de 137 p.), Mulhouse n° 413 (notice de 27 p.), Neuf-Brisach n° 378 (notice de 43 p.), Colmar n° 342 (notice de 55 p.), Sélestat n° 307 (notice de 47 p.).
- Centre de Géographie appliquée (1979) - Carte des ressources en eau et contraintes hydrologiques d'aménagement - ULP Strasbourg - Région Alsace
- CLARA - Banque Régionale d'Analyses de Terre de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
- COCHET Ph. (1997) - Opération Ferti-mieux sur le secteur du Piémont Haut-Rhinois, diagnostic agronomique préalable sur les pratiques agricoles - SUAD du Haut-Rhin, Chambre d'Agriculture, 47 p. + annexes
- DEMDAMI L. (1981) - Essai de caractérisation géotechnique des formations superficielles et des sols du Sundgau. Application aux problèmes de l'aménagement régional. Thèse. Univ. Paris VI, xxx p.
- DUBOIS G., FRANC DE FERRIERE PJJ. (1955) - Carte géologique et agronomique du département du Haut-Rhin au 1/100 000^{ème}. Notice, 29 p. - SGAL - Préfecture et Conseil Général du Haut-Rhin
- DUPRAT A., SIMLER L., VALENTIN J. (1979) - La nappe phréatique de la plaine du Rhin en Alsace Sciences géologiques n°60 - Institut de géologie - Université Louis Pasteur - Strasbourg - 266 p.
- EAT Environnement (1997) - Opération Ferti-Mieux sur le Piémont Haut-Rhinois, analyse de la situation initiale et diagnostic hydrogéologique. Région Alsace, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, EAT Environnement, 47 p.
- EAT Environnement (1997) - Opération Ferti-Mieux sur le Sundgau, analyse de la situation initiale et diagnostic hydrogéologique. Région Alsace, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, EAT Environnement, 91 p.
- GOBILLON Y., GAILDRAUD C. (1993) - Inventaire général 1991/1992 de la qualité de la nappe de la plaine d'Alsace - Ministère de l'environnement - Région Alsace et Agence de l'eau Rhin-Meuse -27 p.
- IGN - Cartes topographiques au 1/25 000^{ème} de Thann, 3620E, Mulhouse, 3720 W, Neuf-Brisach, 3719 W, Colmar, 3718 W, Sélestat, 3717W (série bleue), au 1/100 000^{ème} St Dié-Mulhouse, 31 (série verte)
- LEBRETON A. (Cap environnement), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (1999) - Guide des sols d'Alsace - Piémont Bas-Rhinois, 189 p., Région Alsace.
- LEBRETON A. (Cap environnement), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (2001) - Guide des sols d'Alsace - Kochersberg et plateau de Brumath, 226 p., Région Alsace.
- METTAUER H., TUAL Y., HUCK C. et TRENDEL R. (1983) - De la connaissance du comportement physique et mécanique des sols de l'Est de la France - Agronomie 3 (2) pp. 141-152.
- METTAUER H., SCHENCK C., KAYASSEH M., BOUSLAH H. (1986) - Atlas des sols d'Alsace - Ochsenfeld, cône alluvial de la Thur, 16 p., INRA Colmar
- PARTY JP. (1996) - Enracinement et potentialités du maïs en plaine d'Alsace. ARAA / SOL-CONSEIL, Mastère d'Agronomie INA-PG, 53 p. + annexes

- PARTY JP. (Sol Conseil), DUCHAUFOR H., REVOL P., THALER A. (1990) - Les sols et les paysages du vignoble alsacien, 145 p. + annexes + atlas cartographique au 1/25 000^{ème} - CIVA.
- PARTY JP. (Sol Conseil), MEINRAD G., HISSLER Ch. (2001) - Etude pédologique interdépartementale en Alsace- Cartographie des sols au 1/50 000^{ème} - Ademe-Agence de l'Eau, ARAA-MRA68.
- PARTY JP. (Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (1994) - Guide des sols d'Alsace - Plaine Centre-Alsace, 145 p., Région Alsace, Chambre régionale d'Agriculture.
- PARTY JP. (Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (1999) - Guide des sols d'Alsace - Plaine Sud-Alsace, 183 p., Région Alsace.
- PARTY JP. (Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (2001) - Guide des sols d'Alsace – Sundgau et Jura alsacien, 252 p., Région Alsace.
- PIREN EAU Alsace-ULP Strasbourg (1991) - Qualité agricole de l'eau de la nappe phréatique d'Alsace dans le secteur d'Ensisheim-Colmar. Essai de classification et de cartographie. Région Alsace, Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin, MDPa, 34 p.
- REGION ALSACE (2000) – Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur (1996 – 2000) – volume 2 – Résultats de la campagne de prélèvements et d'analyses.
- ROQUE J., HARDY R. (1981) - Etude agro-pédologique dans le Sundgau. DDA du Haut-Rhin, INRA, 309 p.
- SRAE Alsace et Comité Technique de l'Eau (1990) - Carte de la maîtrise des excès d'eau en Alsace éditée par la Région Alsace.
- VOGT H., METTAUER H., KOLLER R., PAUTRAT C., (1986) Carte des formations superficielles d'Alsace au - ARAA.

BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE**RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES**

- BERNHARD C. (1985) - Evaluation du risque de contamination des eaux souterraines du Ried Centre Alsace par les nitrates - Institut de mécanique des fluides - Université Louis Pasteur - 192 p.
- I.G. BURNS (1976) - Equations to predict the leaching of nitrate uniformly incorporated to a known depth or uniformly distributed throughout a soil profile, J. Agri. Sci. Cambridge, 86, p. 305-313
- I.G. BURNS (1975) - An equation to predict the leaching of surface applied nitrate, J. Agri. Sci. Cambridge, 85, p. 443-454
- Anonyme (1987) - Détermination du coefficient de lessivage f (modèle de Burns), Perspectives agricoles, n° 115, p 52
- PIREN EAU Alsace-ULP Strasbourg (1987) - Cartes du risque de lessivage des nitrates dans les sols au 1/25.000 feuilles n° 6 (Neuf-Brisach) et feuille n° 8 (Hirtzfelden, Fessenheim), Département du Haut-Rhin, Ministère de l'Environnement, Agence de l'eau Rhin-Meuse.
- SEBILLOTTE M., MEYNARD J.M. (1990) - Systèmes de culture, systèmes d'élevage et pollutions azotées -International symposium nitrates-eau-agriculture - R. Calvet/INRA - Paris - p. 289-312
- SCHENCK C. DELPHIN J-E (1996) - Observation de longue durée in situ des principaux paramètres intervenant dans le transfert de l'eau et des nitrates dans les sols cultivés en Alsace.

SOLS HYDROMORPHES ET DENITRIFICATION

- CELLIER P. (1997) - Les émissions d'ammoniac (NH₃) et d'oxydes d'Azote (NO_x et NO₂) par les sols cultivés : mécanismes de production et quantification des flux, Les colloques INRA N°83, p 25-37
- MARIOTTI A. (1997), Quelques réflexions sur le cycle biogéochimique de l'azote dans les agrosystèmes, Les colloques INRA N°83, p 9-22
- HACK J. (1997), N₂O Emissionen und Denitrifikationsbedingte Stickstoffverluste landwirtschaftlich genutzter Böden im Elsass unter Berücksichtigung von Boden und Witterungsfaktoren sowie der nitratereduzierenden und nitrifizierenden Mikroflora, 300 p
- HENAULT C., GERMON J.C., (1995), Quantification de la dénitrification et des émissions de protoxyde d'azote N₂O par les sols, Agronomie, 15, p 321-355.

SOLS ET RUISSELLEMENT

- AREAS (1998) – Erosion, inondation, turbidité, agriculteurs, un large champ de solutions, 36 p.
- AUZET V., (1987) - L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects agronomiques, CEREG, 60 p.
- AUZET V. (1990) ,L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects aménagements, CEREG, 39 p.
- AUZET A.V. (1999) – Extrait - in L'influence humaine dans l'origine des crues – Etat de l'art et actes du colloque Paris 18 – 19 novembre 1996 – Ed. Leblois, p 25-37
- AUZET A.V. (2000) – Ruissellement, érosion et conditions de surface des sols à l'échelle de versants et petits bassins versants – Mémoire d'habilitation à diriger des recherches – université Louis Pasteur Strasbourg, 79 p + annexes

- BOIFFIN J., PAPY F., EIMBERCK M.,(1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré I - Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion, *Agronomie*, 8 (8), p. 663-673.
- DAROUSSIN J. (1997) - Utilisation d'un système d'information géographique pour modéliser le ruissellement et l'érosion. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 377-386
- DECROUX J., PUGINIER M.,(1993) - Rôle du paysage agricole dans la dynamique de l'azote. Intérêt de l'approche bassin versant agricole. Exemple d'Auradé, p. 96 - 104
- IFEN (1998) - Le sol, un patrimoine à protéger. *Les données de l'environnement*, N° 38, 4 p.
- INRA-IFEN-MATE (1998) - Etude de l'aléa érosion en France, Ed. IFEN, 90 p. + CDRom
- KING D., LE BISSONNAIS Y. (1992) - Rôle des sols et des pratiques culturales dans l'infiltration et l'écoulement des eaux. Exemple du ruissellement et de l'érosion sur les plateaux limoneux du Nord de l'Europe. *CR Acad. Agric. Fr.*, 78, 6, pp. 91-105
- KING D., LE BISSONNAIS Y., HARDY R., EIMBERCK M., MAUCORPS J., KING C. (1992) - Spatialisation régionale de l'évaluation des risques de ruissellement. Exemple du Nord-Pas de Calais. *Revue SIGAS*, 2, 2, pp. 229-246
- LE BISSONNAIS Y., GASCUEL-ODOUX C. (1998) - L'érosion hydrique des sols cultivés en milieu tempéré. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 129-144
- LE BISSONNAIS Y., PAPY F. (1997) - Les effets du ruissellement et de l'érosion sur les matières en suspension dans l'eau. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 265-280
- LUDWIG B. (2000) – Les déterminants agricoles du ruissellement et de l'érosion – De la Parcelle au bassin versant, *Ingénieries – EAT – N°22*, p 37 à 47
- MARTIN Ph., MEYNARD JM. (1997) - Systèmes de culture, érosion et pollution des eaux par l'ion nitrate. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 303-322
- MATE-DPPR (1996) - Les coulées de boues liées à l'érosion des terres agricoles en France. Rapport de synthèse
- PAPY F., BOIFFIN J., (1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré II - Evaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles, *Agronomie* 8 (9), p. 745 - 756.
- PAPY F., DOUYER C., (1991) - Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques, *Agronomie* 11, pp. 201-215.
- PAPY F., MARTIN P., BRUNO J.F., (1996) - Comment réduire les risques d'érosion par les pratiques agricoles ? S'adapter aux systèmes érosifs et au contexte économique, *Forum sécheresse, pollution, inondation, érosion - Poitiers*.
- RIOU C., BONHOMME R., CHASSIN P., NEVEU A., PAPY F. (1997) - L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. Ed. INRA, 411 p.
- STENGEL P., GELIN S. (1998) - Sol interface fragile. Ed. INRA, 214 p.
- VANSTEELANT J.Y., TREVISAN D., PERRON L.,DORIOZ J.M., ROYBIN D., (1997) - Conditions d'apparition du ruissellement dans les cultures annuelles de la région lémanique. Relation avec le fonctionnement des exploitations agricoles, *Agronomie*, 17, p. 65 - 82.

SOLS ET DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET DES ELEMENTS TRACES

- BAIZE D. (1997) - Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France) - Ed. INRA, 409 p.
- BALTZER C. (1993) - Les métaux lourds dans les boues d'épuration urbaines du Bas-Rhin : quel risque en cas d'épandage agricole. DESS, Univ. Strasbourg, 75 p.
- CAMBIER Ph., MENCH M. (1998) - Contamination des sols par les métaux lourds et autres éléments traces. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 161-172
- GUYOT C. (1992) - Protection des cultures et protection des eaux souterraines : les mécanismes d'infiltration - in Colloque Phyt'eau - Ministère de l'agriculture, Ministère de l'environnement, Ministère de la santé, UIPP - Versailles - p 63-77
- HAYO M.G. VAN DER WERF (1997) - Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement - in Courrier de l'environnement n°31 - INRA - Paris - p 5-22
- MRA 68 (1999) - Les métaux lourds parlons-en. Tabou(e) story. Brochure technique, 12 p.
- SCHIAVON M., BARRIUSO E., LICHTFOUSE E., MOREL J-L. (1997) - Contamination des sols et des productions agricoles par les produits phytosanitaires et les micropolluants organiques - in Qualité des sols et des produits agricoles, 3^{ème} rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre GEMAS - COMIFER - G. Thevenet et P. Riou - Blois - p 155-169

ENTRETIEN CALCIQUE

- COPPENET M., AILLOT B., CARIOU G., COLOMB B., DARRE J., HAUT R., (1986) - Etat calcique des sols et fertilité : le chaulage, COMIFER-ACTA, Paris, 166 p.

POUVOIR EPURATEUR

- GERMON JC et al. (1977) - Effets d'épandages répétés d'eaux résiduares de conserveries sur la microflore du sol - CR de l'Académie d'Agriculture, vol., p. 516-524, Paris
- MARESCA B. et al (1979) - L'épandage des eaux usées, manuel de recommandations techniques - Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Environnement et du cadre de vie, Ministère de la Santé et de la Famille - La Documentation française, Paris.
- FAVROT J.C. (1983) - Cartographie et caractérisation du comportement hydrique des sols - INRA Montpellier - SES n° 545 - 33 p.

POTENTIALITES DES CULTURES

- COMBE L., PICARD D., coordinateurs (1994) - Elaboration du rendement des principales cultures annuelles - INRA - Paris - 191 p.
- HERVE J.J. (1991) - Potentialités des milieux et choix des objectifs de rendement - Quelles fertilisations demain ? Premier forum européen de la fertilisation raisonnée, Strasbourg - COMIFER - Paris - p. 161-167
- LIMAUX F. (1991) - Adaptation de la fertilisation azotée à des systèmes céréaliers moins intensifs - Quelles fertilisations demain ? Premier forum européen de la fertilisation raisonnée, Strasbourg - COMIFER - Paris - p. 168-178

SOLS ET IRRIGATION

- AFEID, (1996) Journées techniques nationales, Irrigation et drainage dans le contexte économique et environnemental actuel.
- DELPHIN J.E., SCHENCK C., (1997) - Observation de longue durée in situ des principaux paramètres intervenant dans le transfert de l'eau et des nitrates dans les sols cultivés en Alsace.
- ITADA, (1996) - Rapport de synthèse sur le programme d'études réalisées par l'Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique.

SOLS ET DRAINAGE

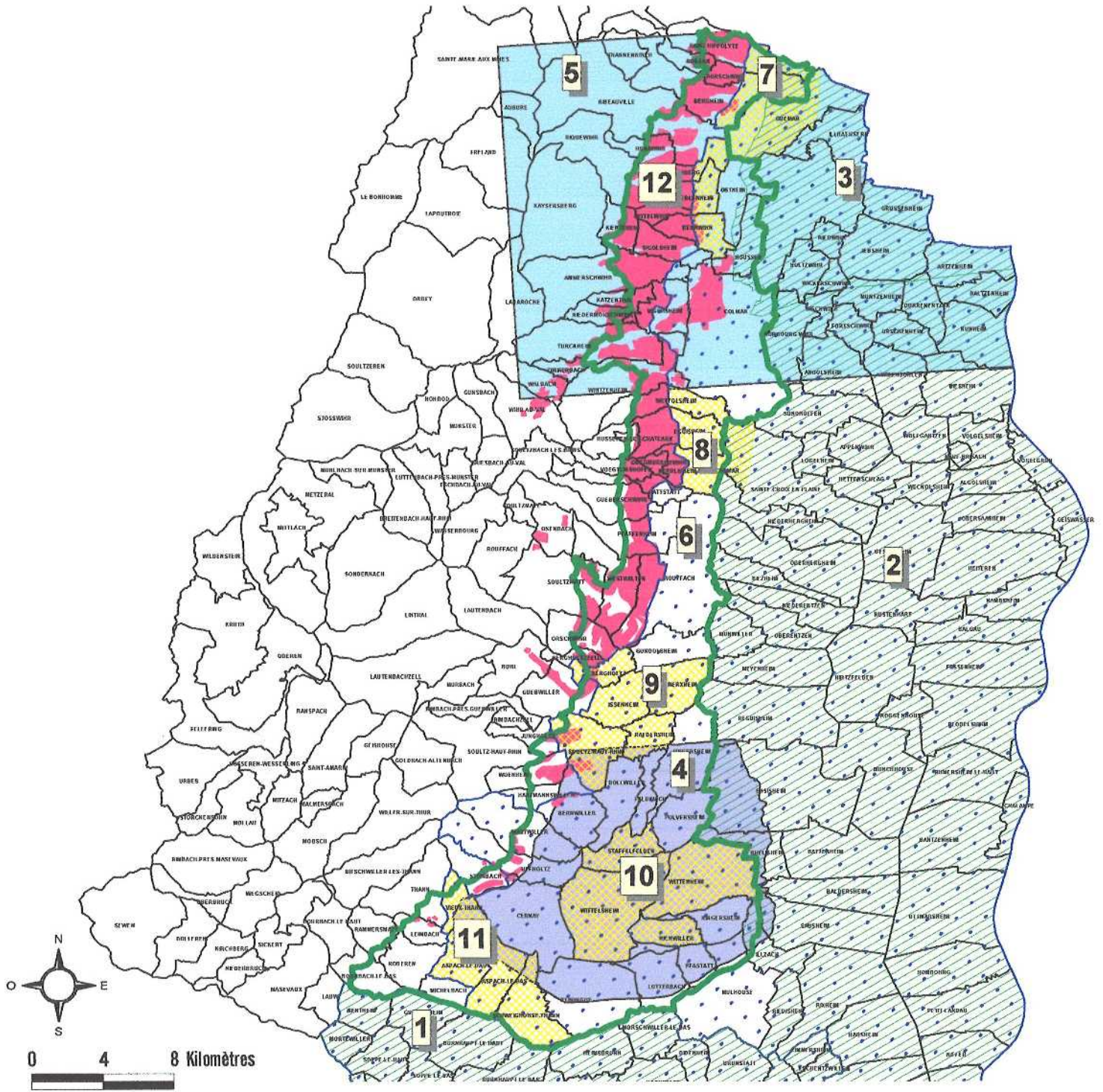
- CURMI P. et al (1997) - Rôle du sol sur la circulation et la qualité des eaux au sein de paysages présentant un domaine hydromorphe. Incidences sur la teneur en nitrates des eaux superficielles d'un bassin versant armoricain, Etudes et gestion des sols, 4, 2, 1997, p 95-114
- LESAFFRE B., ARLOT M-P.(1991) - L'impact du drainage sur le milieu, Courants n°11, septembre-octobre 1991, p 46-53
- FAVROT J.-C., DEVILLERS J.-L. (1976) - Evaluation des besoins en drainage des terres agricoles. CR colloque CENECA, Paris 1976, p 1 - 5
- ZIMMER D. (1995) - Drainage, assainissement agricoles et crues : un débat qui reste d'actualité, Géomètre n°7, juillet 1995, p 36-39
- ARLOT M-P. (1995) - Qualité des eaux de drainage agricole : mieux la connaître et mieux la gérer, Géomètre n°7, juillet 1995, p 20-22


SOLS ET PEDOLOGIE


- AFES (1992) - Référentiel pédologique principaux sols d'Europe - INRA -222 p.
- AFES (1995) - Référentiel pédologique français - INRA - Paris - 331 p.
- BAIZE D. (1988) - Guide des analyses courantes en pédologie - INRA - Paris - 172 p.
- BAIZE D. et JABIOL B. (1996) - Guide de description des sols - INRA - Paris - 400 p.
- CHAMAYOU H., LEGROS JP. (1989) - Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol - ACCT, Techniques vivantes - 593 p.
- LEGROS JP. (1996) - Cartographies des sols. Presses polytechniques et universitaires de Lausanne. Collection Gérer l'Environnement - 321 p.
- LOZET J., MATHIEU C. (1997) - Dictionnaire de Science du Sol - Ed. Lavoisier - 488 p.
- MATHIEU C., PIELTAIN F. (1998) - Analyse physique des sols. Méthodes choisies - 275 p.


④ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES


Etudes de sols disponibles dans le secteur du guide des sols "Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld"





 Guide des sols "Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld"


 Guides des sols
Sundgau et Jura alsacien (1)
Plaine Sud-Alsace (2)
Plaine Centre Alsace (3)

 Atlas des sols d'Alsace -Ochsenfeld,
cône de déjection de la Thur au 1/100 000 (4)

 Carte des terres agricoles Colmar-Artolsheim
au 1/50 000 (5)

 Etude pédologique interdépartementale
Sud-Alsace au 1/50 000 (6)

 Les paysages et les sols du vignoble alsacien
au 1/25 000 (12)

 Etudes préalables au recyclage agricole
des déchets au 1/25 000
Station de Bergheim et environs (7)
Stations d'Eguisheim et de Herrlisheim (8)
Station d'Issenheim du SIVOM de Guebwiller (9)
Station du SIVU de Wittelsheim-Staffelfelden-Richwiller (10)
Station du district de Saint-Amarin (11)

BD Carto IGN®

© IGN Paris 2002 - Autorisation N° 7020046

Réalisation : ARAA - Bd sols Alsace - juin 2003

⑥ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

Dénomination du sol en termes courants

-Référence dans la typologie des sols d'Alsace

Nom dans la classification CPCS (*classification élaborée par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols et largement utilisée en France depuis 1967 et jusqu'au début des années 90*)

Nom dans le Référentiel pédologique (*nouveau système de classification qui remplace la classification CPCS*)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Localisation préférentielle du type de sol, topographie
Description des matériaux et processus de mise en place du sol
Facteurs de formation du sol

Mise en valeur actuelle : (occupation du sol observée)

Etendue estimée :
(à l'échelle de la petite région naturelle)

Photographie de paysage caractéristique de l'unité de sol,
ou photographie de détail de la surface du sol si elle a des particularités marquées,
ou bloc diagramme illustrant la position dans le paysage de l'unité de sol,
ou extrait du zonage agropédologique situant l'unité de sol par rapport aux autres

Commentaires

CRITERES DE RECONNAISSANCE

Localisation géographique

Position topographique

Matériau dominant (description synthétique avec caractères les plus marquants : texture éléments grossiers, effervescence, couleur)

(Les observations recensées ci-dessous dans 4 rubriques, ne sont pas notées systématiquement, elles n'apparaissent que lorsqu'elles sont remarquables et caractéristiques de l'unité de sol.)

à l'oeil (surface du sol): couleur de la terre
éléments grossiers
aspect de la structure du sol en

surface

au toucher (surface): texture simplifiée

à la pissette : Effervescence
(réaction à l'acide chlorhydrique HCl en solution à 10%)

à la tarière : (observation du sol en profondeur jusqu'à 1m 20)
éléments grossiers
succession des textures
couleur
tâches d'hydromorphie
profondeur (matériel meuble)

Région naturelle N°
sous-région

Fiche sol N°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

UN EXEMPLE DE PROFIL

Commune : coordonnées X Lambert2, Y Lambert2

Date

Occupation du sol

REPRESENTATIVITE du profil par rapport à l'unité de sol

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Indication des horizons du profil suivant la codification du référentiel pédologique

Photographie en couleurs du profil pédologique avec délimitation des différents horizons

Pour chaque horizon on trouve

- son nom selon le référentiel pédologique
- sa profondeur d'apparition (haut et bas),
- les observations de terrain relatives à la texture, la présence de calcaire, la couleur, la structure, la compacité, la présence de racines...

Seules les observations remarquables et caractéristiques du profil sont retenues ici. De plus ces informations sont le **résultat de l'appréciation du spécialiste**. Elles peuvent présenter un certain décalage par rapport aux valeurs analytiques ci-dessous mais elles se rapprochent plus de ce qu'un opérateur de terrain peut observer

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	code horizon RP	granulométrie 5 classes					%Matière Organique
		Sable Grossier	Sable Fin	Limon Grossier	Limon Fin	Argile	

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

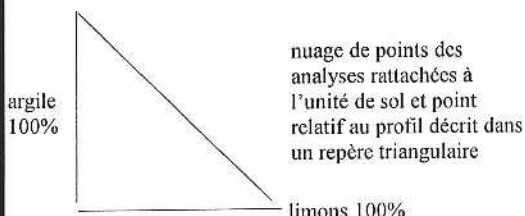
PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total et actif	P2O5 Dyer, JH et Olsen	pH eau	pH KCl	Bases échangeables Ca Mg K Na CEC	S/T saturation
-----	----------------------	------------------------	--------	--------	-----------------------------------	----------------

méthode précisée

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

Triangle de texture



Variabilité des textures de surface :

(précise l'origine des analyses de terre utilisées pour décrire la variabilité des textures de surface à travers le triangle de texture ci-contre)

Dénomination du sol en termes courants

Enracinement du maïs

*Le cas échéant, les facteurs limitant l'enracinement sont décrits à cet emplacement.
C'est cette profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.*

Profil d'enracinement du maïs

*La présence de racines est notée à partir d'un dénombrement réalisé dans un maillage de 2 cm x 2 cm sur une largeur d'1 m.
Les cases grises correspondent à la présence d'une racine de diamètre inférieur à 1 mm. Les cases noires illustrent la présence d'une racine de diamètre supérieur. A proximité de la surface, quand le chevelu racinaire est très dense, l'horizon entier est figuré en gris.*

CARACTERES GENERAUX DU SOL

profondeur du sol (*c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement*)

texture de surface simplifiée (*avec variations possibles*)
texture de profondeur simplifiée (*avec variations possibles*)
pierrosité

battance calculée à partir des valeurs mesurées sur le profil

densité apparente mesurée sur le profil

RU sans prise en compte des remontées capillaires

porosité / perméabilité

classe d'hydromorphie selon Favrot

origine de l'excès d'eau

pH initial sans intervention (*fourchette de valeurs*)

valeurs pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques calcaire

variante de l'unité de sol décrite selon ses caractéristiques :

Le renseignement de ces caractères fait appel à la connaissance de terrain. L'objectif est la description de la variabilité de l'unité de sol. Les paramètres en gras sont renseignés dans tous les cas, les autres ne sont précisés que dans les cas opportuns.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

satisfaction des besoins en eau
obstacle à l'enracinement
aptitude à se réchauffer
ressuyage, risque de tassement
contrainte due à l'excès d'eau
contrainte liée à la localisation
risque de ruissellement, d'érosion (*→ synthèse dans le chapitre 6.7.3.2.*)

Parmi ces caractères, ne sont mis en évidence que ceux qui sont vraiment significatifs.

risque de lessivage des nitrates : (*termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.8.1.2.*)

pouvoir épurateur : (*termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.10.5.*)

Région naturelle N°
sous-région

Fiche sol N°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités (et aménagement foncier éventuel)

culture et rendements possibles en l'état

culture et rendements possibles après aménagement foncier éventuel, drainage ou irrigation

Eventuellement information sur les risques pour l'environnement d'un aménagement foncier

(→ synthèse dans le chapitre 6.4.2. et 6.5.2.)

Praticabilité et travail du sol

précautions à prendre

mode et période d'intervention

Fertilisation et entretien calcique (→ synthèse dans le chapitre 6.1. et 6.2.)

Ces conseils se situent par rapport à des cultures actuellement pratiquées sur ce type de sol nature, forme, conseil de fractionnement des apports...

Risque de lessivage de l'azote

Une estimation du risque de lessivage des nitrates est faite d'après le modèle de lessivage de Burns sous hypothèse de fertilisation azotée ajustée et avec les données météorologiques de la petite région naturelle

Le graphique donne en ordonnée le pourcentage d'azote nitrique présent dans le sol à l'entrée de l'hiver et qui sera entraîné hors de portée des racines par l'excès d'eau (en abscisse).

→ Enoncé et explication de la formule utilisée et synthèse dans le chapitre 6.8.1.

Graphique de modélisation du
lessivage hivernal des nitrates

Pouvoir épurateur (→ synthèse dans le chapitre 6.10.5.)

estimation du pouvoir épurateur du sol

possibilités d'apport de boues

choix des produits

mise en garde

Complément pour la compréhension du volet 3 des fiches de sol



**Pour la lecture des fiches
déplier le volet ci-contre**

**Il donne les définitions des variables
descriptives complexes
et précise le cas échéant
les valeurs de classes utilisées**

CARACTERES GENERAUX DU SOL

• **profondeur du sol** : c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.

• **indice de battance** : L'indice de battance I_B a été mis au point pour les limons du Nord du Bassin Parisien (Remy et Marin-Laffèche, 1974). Appliqué aux sols limoneux d'Alsace, il permet de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir de données disponibles (analyses de la base de données régionale sur les sols d'Alsace). Il n'a pas été calé pour les sols de glaciis du Piémont, il est à utiliser avec plus de prudence dans ce cas. Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$$R = ((1,5 Lf + 0,75 Lg) / (A + 10 MO)) - C$$

avec, Lf : limons fins ; Lg : limons grossiers ; A : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre

C, coefficient utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2x(pH-7)$

L'indice de battance I_B est ensuite calculé selon la formule : $I_B = 5x(R - 0,2)$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$ terre stable.

On peut utiliser I_B ou R en tant que tel selon les classements suivants :

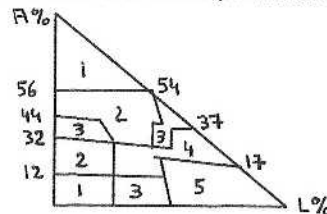
classe 1 : $R < 1,4$	non battant
classe 2 : $1,4 < R < 1,6$	peu battant
classe 3 : $1,6 < R < 1,8$	assez battant
classe 4 : $1,8 < R < 2,0$	battant
classe 5 : $R > 2,0$	très battant

OU

classe 1 : $I_B < 6$	non battant, stable
classe 2 : $6 < I_B < 7$	peu battant
classe 3 : $7 < I_B < 8$	assez battant
classe 4 : $8 < I_B < 9$	battant
classe 5 : $I_B > 9$	très battant

• **classes de stabilité structurale** : Normalement mesurée en laboratoire, la stabilité structurale peut aussi être évaluée par le biais du triangle de texture :

Classe 1 : très stable
Classe 2 : stable
Classe 3 : moyennement stable
Classe 4 : instable
Classe 5 : très instable



Pour l'horizon de surface labouré,
(INRA Avignon)

• **réserve utile en eau du sol (RU)** : Part accessible aux plantes du volume de porosité du sol, pouvant contenir durablement de l'eau. La RU est calculée à partir des valeurs de densité apparente mesurées dans le profil représentatif de l'unité de sol, pour la profondeur de sol prospectée par les racines d'une culture annuelle de type maïs (fourchettes de valeurs permettant d'intégrer la variabilité de l'unité de sol pour la profondeur d'enracinement) sans prise en compte des remontées capillaires.

• **classes d'hydromorphie selon Favrot** : La note d'hydromorphie traduit les difficultés de circulation de l'eau dans le sol. Cette classification distingue 6 classes :

H0 :	Absence totale de tache rouille sur 120 cm à 130 cm ; sols à bon drainage interne
H1 :	Quelques taches rouille et concrétions au-dessous de 80 cm ; sols à drainage interne moyen
H2 :	Quelques taches rouille et bariolage brun et gris peu contrasté entre 50 et 80 cm ; éventuellement taches d'oxydo-réduction (plages rouille et grises) importantes à partir de 80 cm, sols à drainage interne faible ou imparfait
H3 :	Taches rouille dès 20-30 cm sous l'horizon de labour et éventuellement taches d'oxydo-réduction importantes à partir de 50 cm ; sols à drainage interne très faible
H3+ :	Taches rouille dès la surface et taches d'oxydo-réduction importantes dès 30 cm ; sols à drainage interne extrêmement faible
H4 :	Plages rouille et grises dès la surface et gley apparaissant entre 50 et 120 cm (horizon grisâtre ou gris bleuté uniforme, putride). Cas observé dans les dépressions et les vallées ; sols à drainage interne extrêmement faible

• **pH** : par défaut c'est le pH initial sans intervention (fourchette de valeurs) qui est donné, si nécessaire dans les sols acides recevant souvent des amendements calcaires les valeurs de pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques sont également précisées.

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

risque de lessivage des nitrates : Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates selon Burns est présenté en encadré page 165. Il exprime la fraction F d'azote nitrique lessivée en dessous de la zone de prélèvement des racines. Un classement en 5 niveaux de risque a été adopté :

Classe 1 : $F < 10 \%$,	risque très limité
Classe 2 : $10 \% < F < 25 \%$,	risque limité
Classe 3 : $25 \% < F < 40 \%$,	risque moyen
Classe 4 : $40 \% < F < 60 \%$,	risque élevé
Classe 5 : $F > 60 \%$,	risque très élevé

• **pouvoir épurateur** : Le concept de pouvoir épurateur est décrit pages 177 à 183. Il est défini en fonction de plusieurs critères liés au sol, notamment : la réserve utile, l'hydromorphie, le risque de lessivage hivernal des nitrates et l'état calcique (pH et $CaCO_3$). 3 principales catégories d'aptitude des sols à recycler des matières organiques sont distinguées :

- pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure



















- pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières (contrôle du pH, vérification du niveau d'excès d'eau)

- pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant : l'utilisation de ces sols pour le recyclage agricole de sous-produits n'est envisageable qu'avec des restrictions sévères concernant la nature du produit, les périodes d'épandage, l'état de couverture du sol. L'épandage de sous-produits solides minéraux, ou pré-traités par compostage, ou à rapport C/N élevé représente le cas le plus favorable. L'épandage de sous-produits liquides à faible rapport C/N sur un sol nu représente le cas le plus défavorable

**⑥ METHODES D'ANALYSES UTILISEES
ET
SYMBOLES EMPLOYES
POUR LE DESSIN DES PROFILS**

	ABREVIATION	METHODE UTILISEE	EXPRESSION DES RESULTATS
Préparation de l'échantillon		Séchage à l'air. Broyage mécanique Tamisage à 2 mm.	En poids de terre séchée à 105 °
Analyses granulométriques		Méthode internationale :	
. Sable grossier	Sg 200 à 2000 μ	Agitation mécanique avec hexamétaphosphate.	en g pour 100 g de terre fine
. Sable fin	Sf 50 à 200 μ	Sédimentation et pipetage pour l'argile et les limons (Pipette de Robinson). Tamisage des sables.	
. Limon grossier	Lg 20 à 50 μ		
. Limon fin	Lf 2 à 20 μ		
. Argile	A < 2 μ		
Texture	Triangle du GEPPA (1967), simplifié pour l'Alsace		
Analyses chimiques			
. Carbone	C	Combustion sèche, four à induction = C X 1,72	en g pour 100 g de terre fine
. Matière organique	MO		
. Azote total	N		
. Rapport Carbone/Azote	C/N	Méthode Kjeldhal : attaque sulfuri- que avec catalyseur - distillation	
. Calcaire total	CaCO ₃ tot.	Calcimétrie Bernard Méthode Joret Hébert : extraction par l'oxalate d'ammonium (sols alcalins). Méthode Dyer : extraction par l'acide citrique 2 % (sols acides). Méthode Olsen : extraction par NaHCO ₃ 0,5 N + Fna ou FNH ₄ .	en %
. Phosphore assimilable	P ₂ O ₅ ass. ou P. ass.		en g pour 1000 g de terre fine
. pH eau et pH KCl	pHeau, pH KCl		Contact 1/2 heure. Sol/eau : 1/2,5
. Bases échangeables			
- Calcium	Ca	Extraction par l'acétate de NH ₄ N à pH 7. Dosage, absorption atomique.	en milliéquivalents pour 100 g de terre (meq/100 g)
- Magnésium	Mg		
- Potassium	K		
- Sodium	Na		
. Somme des bases échangeables	S	Méthode Metson : saturation par acétate de NH ₄ à pH 7. Distillation V = S/T X 100	en %
. Capacité d'échange des cation	CEC ou T		
. Taux de saturation	S/T		
. Oligoéléments			
- Fer	Fe DTPA	Mise en solution au DTPA Dosage	en ppm
- Manganèse	Mn DTPA		
- Cuivre	Cu DTPA		
- Zinc	Zn DTPA		
- Bore	B soluble		
Caractéristiques physiques			
. Densité apparente sèche	Das	Méthode des petits cylindres (100 cm ³) Presse à plaque Presse à plaque 15 bars	en g pour 100 g de terre fine
. Humidité de rétention	Hr		
. Point de flétrissement	Hf		
. Conductivité hydraulique	K	Méthode de Murtz	cm/h
. Limites d'Atterberg		Méthode Casagrande-Dunod	
- Limite de liquidité	LL		
- Limite de plasticité	LP		
- Indice de plasticité	IP		
. Instabilité structurale	Is	Tests de Hénin	
. Essais de compactage		Essais Proctor	
- Seuil d'humidité critique	$\Delta S/\Delta W$		

LEGENDE DES SYMBOLES PEDOLOGIQUES

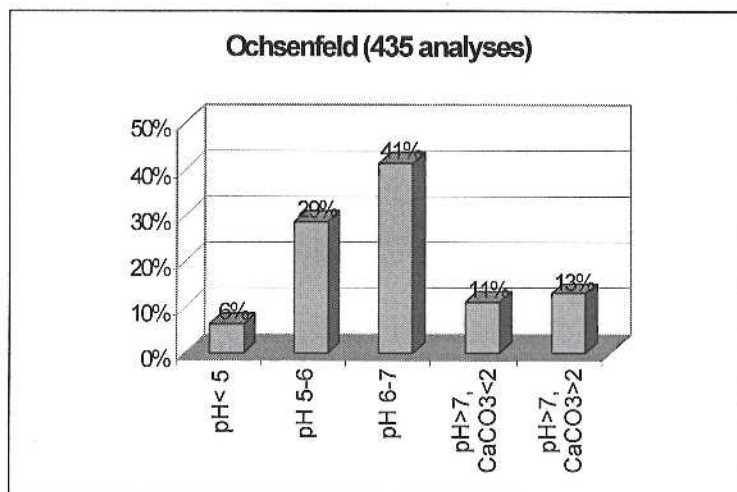
	Matière organique moyenne (1,8 à 3,5 %)
	Matière organique moyenne à assez forte (3,5 à 8,0 %)
	Matière organique forte (8,0 à 12,0 %)
	Texture limoneuse
	Texture sableuse (% de sable d'autant plus important que les points sont rapprochés)
	Texture argileuse (% d'argile d'autant plus important que les traits sont rapprochés)
	Cailloux ou blocs calcaires
	Cailloux ou blocs gréseux
	Galets siliceux roulés (quartz)
	Présence de CaCO ₃ (effervescence à HCl)
	Plaquettes calcaires
	Taches rouille d'oxydation du fer
	Concrétions noires ferro-manganiques
	Taches gris-rouille d'oxydo-réduction du fer
	idem, en glosses
	Gley réduit
	Gley oxydé ou semi-gley
	Taches d'altération et de décoloration gris blanche

La légende des symboles utilisés pour le dessin des profils est inspirée de DUCHAUFOR Ph. (1977), JABIOL et GEGOUT (1992), BAIZE et JABIOL (1996).

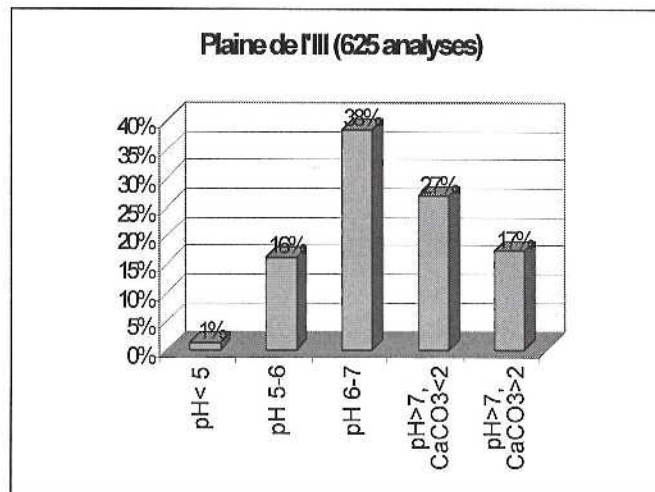
⑦ EXPLOITATION DU FICHIER D'ANALYSES DE TERRE ET DONNEES PONCTUELLES UTILISEES

REPARTITION DES ANALYSES ISSUES DU FICHER REGIONAL D'ANALYSES DE TERRE SELON LEUR ETAT CALCIQUE PAR PETITS SECTEURS

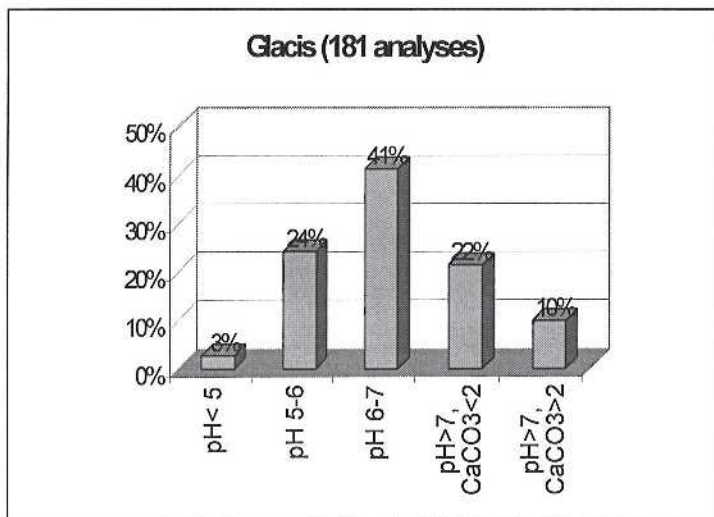
OCHSENFELD ET ALLUVIONS VOSGIENNES



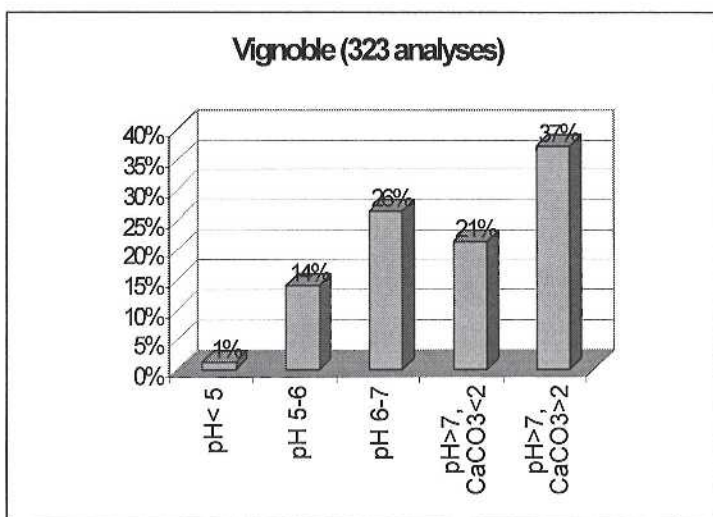
PLAINE DE L'ILL



GLACIS DE PIEMONT ET LIMONS EOLIENS



VIGNOBLE ALSACIEN



Sources des données : base de données régionale sur les sols d'Alsace (ARAA)

Le fichier d'analyses de terre géré par l'ARAA a fourni 1 817 analyses sur les 78 communes du périmètre du Piémont haut-rhinois. Afin d'établir les triangles de texture, seules les analyses comportant une granulométrie complète ont été retenues, soit un total de 1 564 analyses. C'est ce groupe qui a servi à élaborer les triangles de texture par fiches de sols pour ce guide.

Dans un premier temps, les communes ont été triées selon les ensembles suivants : Vignoble, Glacis et Loess du Piémont, Plaine de l'III et Ochsenfeld. Ceci a permis dans un deuxième temps, au vu du zonage préliminaire des sols de rapporter chaque analyse à un ensemble de sols pour un choix de 3 ou 4 fiches dans chaque cas. Pour cela, nous avons réparti les analyses dans un triangle de texture en y associant le pH et le taux de CaCO₃ total.

Dans un troisième temps, sur ces 4 triangles, chaque fiche de sol a été identifiée par une courbe enveloppe du lot d'analyses les constituant. Ce sont ces triangles synthétiques qui illustrent chacune des fiches.

Ces analyses n'étant que rarement géoréférencées (328 analyses, soit environ 20 %), elles ont fait l'objet d'une répartition cartographique par commune. On y constate la répartition suivante (voir schémas ci-contre) :

- Vignoble : 323 analyses,
- Glacis et loess du Piémont : 181 analyses,
- Plaine de l'III : 625 analyses,
- Ochsenfeld : 435 analyses.

D'après le pourcentage des analyses de terre dont le pH est inférieur à 7, ces 4 graphes montrent bien l'amplification de l'acidité des terrains selon l'ordre suivant :

1. Vignoble, avec 41 % d'analyses à pH < 7,
2. Plaine de l'III, avec 55 % d'analyses à pH < 7,
3. Glacis, avec 68 % d'analyses à pH < 7,
4. Ochsenfeld, avec 76 % d'analyses à pH < 7.

Notons enfin pour mémoire les détails suivants :

- seules 328 analyses sont référencées en coordonnées XY, soit environ 20 %,
- une majorité d'analyses (sauf pour CEC - 28 %, Na - 12 % et Ca - 3 %) présente un profil chimique complet (CEC, Ca, Mg, K, Na) en plus de la granulométrie, du pH, du CaCO₃ et du carbone,
- l'analyse du CaCO₃ actif n'est pratiquement jamais réalisée (environ 2 %),
- enfin, 370 analyses (un peu moins de 25 %) concernent l'un ou l'autre des oligo-éléments suivants : Fe, Mn, Cu, Zn, Bo.

⑧ CORRESPONDANCES ENTRE

- **LES FICHES DU GUIDE PIEMONT HAUT-RHINOIS,**
- **LA CLASSIFICATION CPCS,**
- **LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE,**
- **LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS,**
- **ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS**

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS - Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
1	Sable argilo-limoneux superficiel, acide et caillouteux sur alluvions vosgiennes	Sol alluvial superficiel acide et caillouteux – Fluvisol leptique caillouteux	17.2	-
2	Limon argileux, profond, sain à faiblement hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	Sol alluvial profond sain sur alluvions vosgiennes récentes – Fluvisol pachique sain	17.1	-
3	Sable argilo-limoneux hydromorphe, sur alluvions vosgiennes	Sol alluvial hydromorphe sur alluvions vosgiennes récentes – Fluvisol hydromorphe	17.1 (variante à définir)	-
4	Limon sablo-argileux hydromorphe, à gley, sur alluvions vosgiennes	Sol alluvial hydromorphe à gley sur alluvions vosgiennes – Fluvisol rédoxique à réductique	17.3	-
5	Limon sablo-argileux, induré en profondeur, hydromorphe sur alluvions vosgiennes	Sol alluvial lessivé sur alluvions vosgiennes anciennes – Fluvisol luvique issu d'alluvions anciennes	17.5	-
6	Sable argilo-limoneux peu profond, dégradé en surface par salure secondaire	Sol alluvial lessivé dégradé par salure secondaire sur alluvions vosgiennes – Fluvisol luvique halomorphe	A définir	-
7	Limon argilo-sableux profond, hydromorphe de glacis	Sol alluvio-colluvial faiblement lessivé sur glacis d'origine vosgienne – Colluviosol fluviatique légèrement luvique	14.7	-
8	Limon argilo-sableux peu ou pas hydromorphe de glacis sur loess remanié	Sol alluvio-colluvial sur loess remanié – Colluviosol fluviatique issu de loess remanié	A définir	-
9	Limon sablo-argileux, moyennement profond, hydromorphe de glacis	Sol alluvio-colluvial lessivé hydromorphe sur glacis d'origine vosgienne – Colluviosol fluviatique luvique rédoxique	A définir	-
10	Limon argilo-sableux hydromorphe sur alluvions vosgiennes	Sol alluvial argileux hydromorphe sur alluvions-colluvions d'origine vosgienne – Fluvisol colluvique rédoxique	A définir	-
11	Argile limono-sableuse calcique hydromorphe sur molasse alsacienne et conglomérat	Sol brun calcique à calcaire hydromorphe sur conglomérat et molasse – Calcisol rédoxique issu de molasse	A définir	-
12	Limon, calcaire, profond, des levées loessiques	Sol brun calcaire sur loess – Calcosol issu de loess	21.1	Guide Sundgau Fiches 1, 2
13	Limon argileux calcaire profond des vallons loessiques	Sol brun calcaire colluvial sur loess – Calcosol colluvique issu de loess	21.5	Guide Sundgau Fiche 3
14	Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond, hydromorphe des vallons humides loessiques	Sol brun calcaire colluvial hydromorphe sur loess – Colluviosol rédoxique calcique issu de loess	21.6	Guide Sundgau Fiche 4
15	Limon argileux décarbonaté profond des levées loessiques	Sol brun faiblement lessivé sur lehm-loess – Brunisol luvique issu de lehm-loess	21.4	Guide Sundgau Fiches 7,8
16	Limon argileux à argile limoneuse légèrement acide hydromorphe profond des collines de lehm	Sol brun lessivé hydromorphe (légèrement érodé) sur lehm – Luvisol rédoxisol issu de lehm	22.0 (variante hydromorphe H2)	Guide Sundgau Fiches 12, 13

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS - Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
17	Limon argileux à argile limoneuse, érodé, profond des collines de lehm	Sol lessivé hydromorphe érodé sur lehm – Luvisol rédoxisol tronqué issu de lehm	22.6	Guide Sundgau Fiche 14
18	Limon à limon argileux acide hydromorphe des vallons des collines de lehm	Sol lessivé colluvial hydromorphe sur lehm – Luvisol colluvique rédoxique issu de lehm	22.5 (variante hydromorphe H3+)	Guide Sundgau Fiche 16
19	Limon argilo-sableux hydromorphe de la plaine de l'III	Sol alluvial hydromorphe – Fluvisol brunifié rédoxique	13.0	Guide Sud Alsace Fiche 1
20	Limon argilo-sableux sain de la plaine de l'III	Sol brun alluvial – Fluvisol brunifié, saturé, issu de limons de débordement de l'III	13.1	Guide Sud Alsace Fiche 2
21	Limon argilo-sableux superficiel de la plaine de l'III	Sol alluvial superficiel – Fluvisol brunifié, leptique, caillouteux	13.3 (variante à définir)	Guide Sud Alsace Fiche 3
22	Argile limoneuse hydromorphe de la plaine de l'III	Sol alluvial à gley – Fluvisol réductisol duplique	13.0 (variante à définir)	Guide Sud Alsace Fiche 4
23	Limon à limon argileux sain et profond de la plaine de l'III	Sol brun faiblement lessivé sur limons de l'III – Fluvisol brunifié, saturé, issu de limons de débordement de l'III	13.1	Guide Centre Alsace 1 ^{ère} édition Fiche 5
24	Argile limono-sableuse hydromorphe et caillouteuse de la plaine de l'III	Sol alluvial à pseudogley et gley – Fluvisol réductisol duplique issu d'alluvions caillouteuses	13.3	Guide Centre Alsace 1 ^{ère} édition Fiche 6
25	Argile limono-sableuse hydromorphe du Ried gris de l'III	Sol hydromorphe à gley – Réductisol	13.4	Guide Centre Alsace 1 ^{ère} édition Fiche 7

**Ce document a été réalisé
avec le soutien technique et financier de
la Région Alsace et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse**

