

Guide des sols d'Alsace

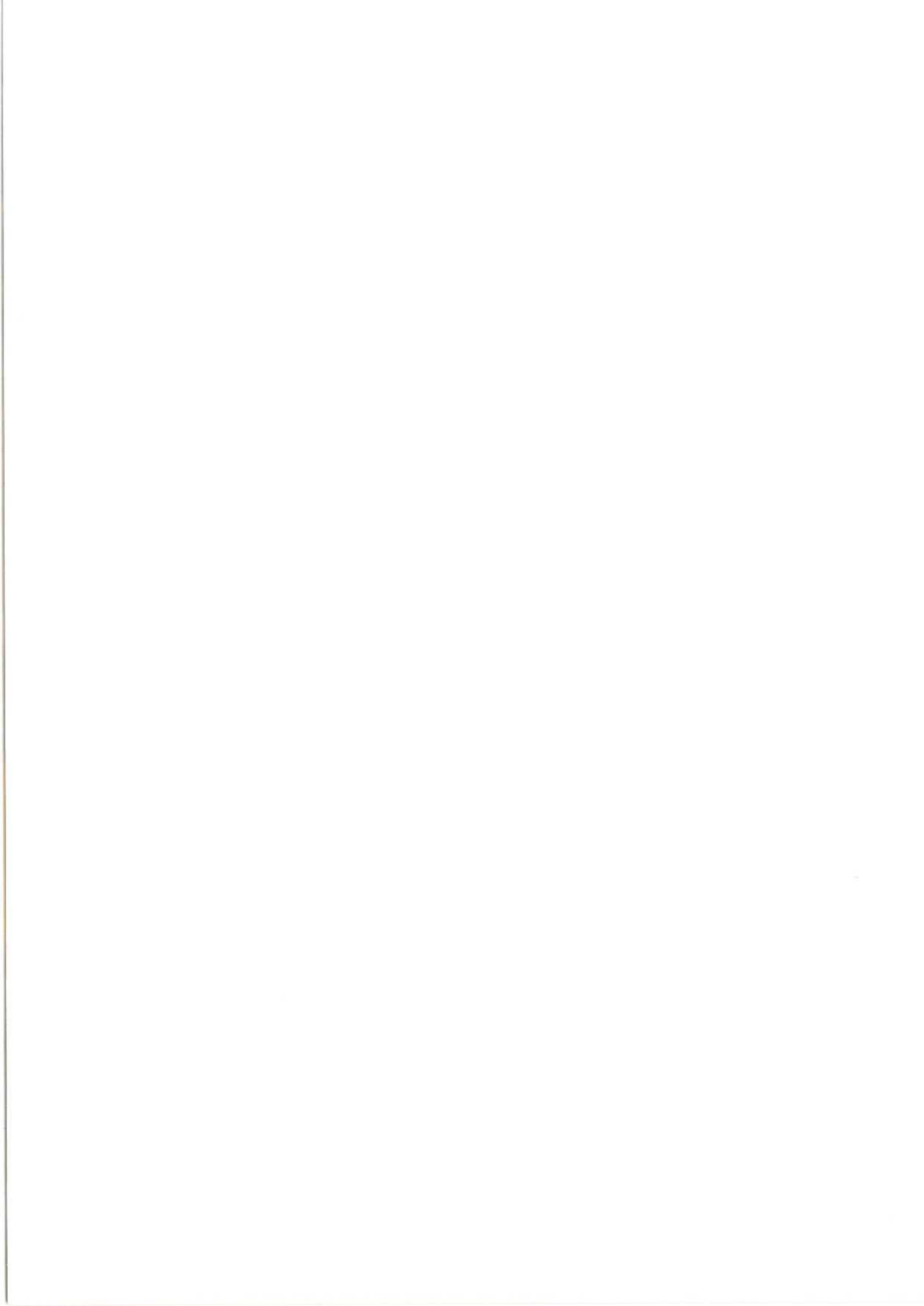


Petite région naturelle N°5 Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

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



- Septembre 2001 -



Guide des sols d'Alsace

Petite région naturelle N° 5

Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

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

Auteur : CAP ENVIRONNEMENT (Anne LEBRETON-THALER)

**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 2001

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	
« Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg ».....	11
3.1. La délimitation de la petite région Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg.....	11
3.2. Les outils pour une connaissance des sols à l'échelle régionale.....	12
3.3. Comprendre la géologie et les paysages.....	13
3.4. Hydrologie souterraine et hydrologie de surface.....	17
3.4.1. Hydrologie souterraine.....	17
3.4.2. Qualité des eaux souterraines, vulnérabilité.....	19
3.4.3. Hydrologie de surface.....	21
3.4.4. Qualité des eaux de surface.....	22
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 DES COLLINES DE BRUMATH, DU KOCHERSBERG ET DE L'ARRIERE KOCHERSBERG.....	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.....	36
5.2. Les fiches de sols.....	39
5.3. Le zonage agro-pédologique au 1/100 000.....	42

6. SYNTHÈSE AGRONOMIQUE PAR THÈMES	139
6.1. La fertilisation phosphatée et potassique limitée aux plaines alluviales argileuses.....	140
6.2. L'entretien calcique et magnésien des sols nécessaire sur près de 50 % des surfaces.....	140
6.3. La praticabilité des terrains très variable suivant les secteurs.....	141
6.4. Les sols hydromorphes et le drainage.....	142
6.4.1. Généralités.....	142
6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre.....	142
6.4.3. Les terres humides : sols drainables dans les collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg, moins de 10 % des surfaces.....	143
6.4.4. Les zones humides : préserver leur fonction écologique.....	142
6.5. Les sols et l'irrigation.....	143
6.5.1. Besoins en eau des cultures des Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg.....	146
6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre.....	148
6.6. Les inondations et les risques d'érosion associés aux crues.....	149
6.7. Le ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés.....	149
6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols.....	149
6.7.1.1. <i>Les différents processus de formation du ruissellement</i>	151
6.7.1.2. <i>Les états de surface du sol et les croûtes de battance</i>	151
6.7.1.3. <i>Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol</i>	153
6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement.....	153
6.7.2.1. <i>L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface</i>	153
6.7.2.2. <i>Les risques de ruissellement associés aux états de surface</i>	154
6.7.3. Conséquences du ruissellement dans les collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg.....	155
6.7.3.1. <i>Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides)</i>	155
6.7.3.2. <i>La sensibilité potentielle au ruissellement des sols des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg</i>	157
6.7.3.3. <i>Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle</i>	158
6.7.3.4. <i>Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires)</i>	159
6.8. Les sols et le risque de lessivage des nitrates.....	160
6.8.1. Le risque de lessivage hivernal.....	160
6.8.1.1. <i>Généralités</i>	160
6.8.1.2. <i>Des risques de lessivage hivernal généralisés dans les collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg</i>	163
6.8.2. Le risque de lessivage printanier.....	167
6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification.....	169
6.9. Le sol et le devenir des produits phytosanitaires.....	170
6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines.....	171
6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface	171
6.10. Le pouvoir épurateur des sols.....	172
6.10.1. Qu'est-ce que l'épuration par le sol?	172
6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle.....	173
6.10.3. Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ?	173
6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols.....	177
6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg.....	179

ANNEXES

- Données climatiques.....	184
- Typologie régionale des sols.....	193
- Bibliographies régionale et thématique.....	199
- Inventaire des documents pédologiques disponibles.....	207
- Guide pour la lecture des fiches de sols.....	211
- Méthodes d'analyse utilisées et symboles employés pour le dessin des profils.....	219
- Correspondances entre les fiches du guide n°5, la classification CPCS, le référentiel pédologique, la typologie régionale des sols et les autres guides des sols	223

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 des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg**. Ce n'est ni un inventaire exhaustif des différents types existants, ni une cartographie détaillée des sols, caractérisés par une forte variabilité tant en milieu alluvionnaire que dans le secteur du champ de fractures de Saverne. 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, ce guide aidera l'agriculteur et son conseiller à :

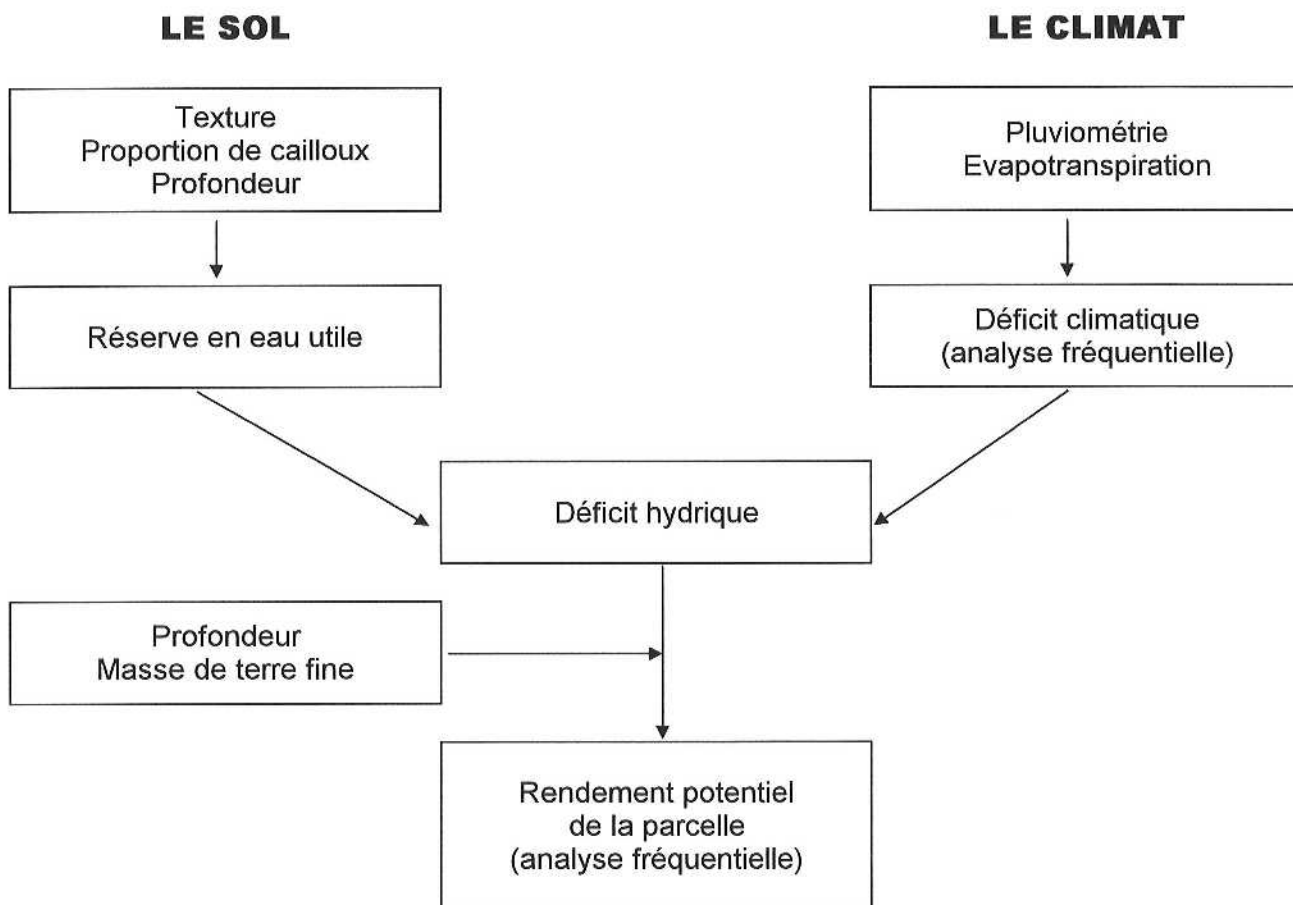
- choisir les cultures et la rotation,
- décider des itinéraires techniques,
- évaluer les risques d'exploitation,
- raisonner la recherche et/ou l'extrapolation de références technico-économiques.

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 page suivante (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 enregistrées dans les différentes situations de dates de semis et de types de terres.

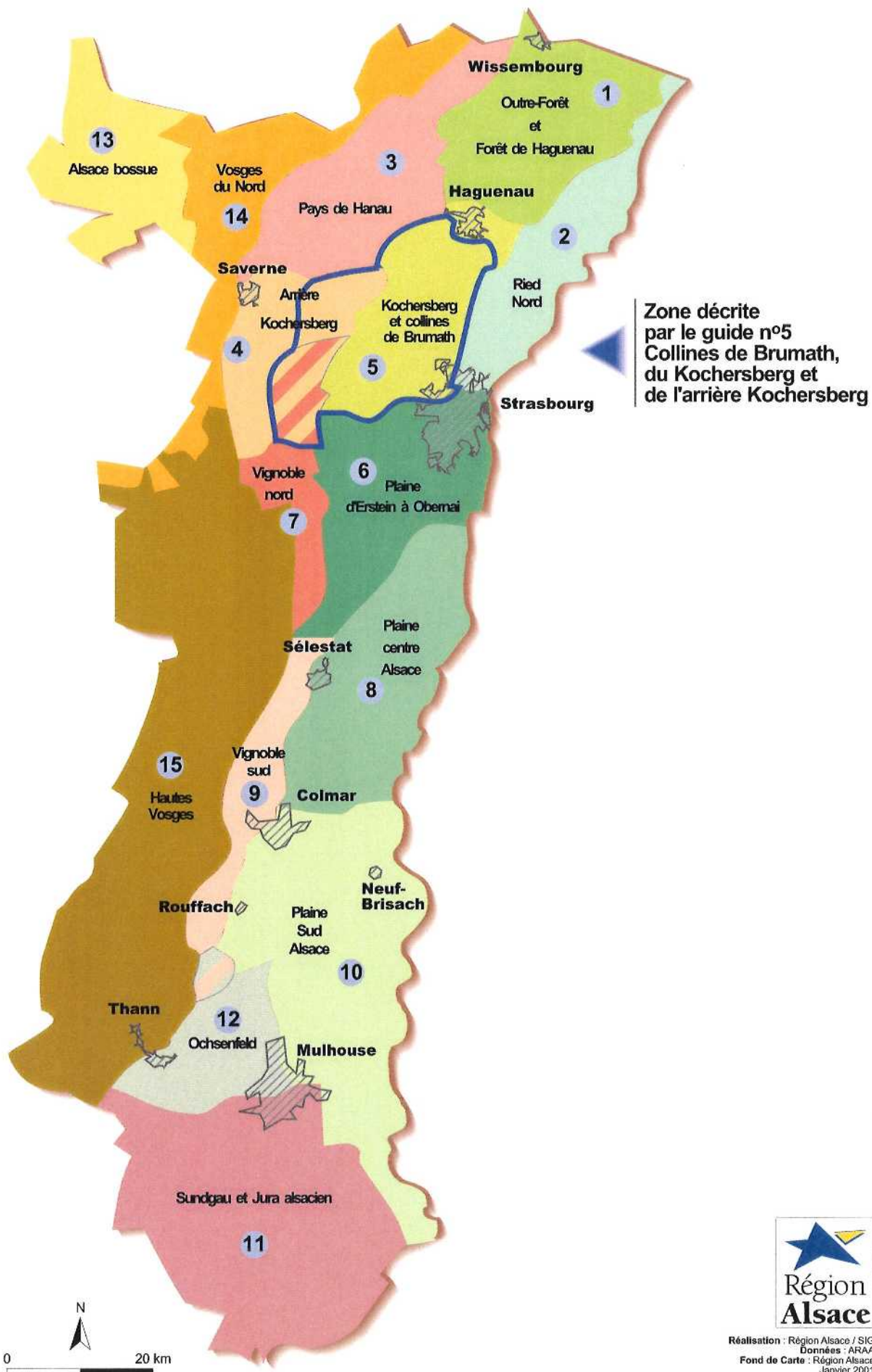
Les niveaux de peuplement requis ayant été déterminés, la dose d'azote et la protection phytosanitaire peuvent être ajustées au mieux.

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

Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

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** (C. PAUTRAT, H. METTAUER, H. VOGT, 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 (cf. carte des petites régions naturelles d'Alsace présentée ci-contre).

3.1. LA DELIMITATION DE LA PETITE REGION "COLLINES DE BRUMATH, DU KOCHERSBERG ET DE L'ARRIERE KOCHERSBERG"

La petite région "Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg" est limitée :

- au Nord par la vallée de la Moder,
- à l'Ouest par les Vosges gréseuses et les collines de Marmoutier,
- à l'Est par la plaine rhénane,
- au Sud par la basse vallée de la Bruche.

Elle représente une surface totale d'environ 75 000 ha.

Cette petite région est remarquable sur 3 points :

- Des dépôts de loess importants couvrent près des 3/4 de la surface de cette région.
- La grande variété de matériaux, tant au niveau des collines sous-vosgiennes (diversité des assises secondaires qui affleurent en mosaïque) qu'au niveau des matériaux alluvionnaires déposés par les rivières vosgiennes ou le Rhin, est de surcroît compliquée par les apports loessiques remaniés. Un effort de synthèse a été réalisé, et de ce fait toutes les nuances de sols n'ont pu être représentées. Il subsiste une certaine variabilité des situations réelles par rapport aux types décrits.
- La moitié Est de cette petite région présente deux réservoirs aquifères importants : l'aquifère dans le Pliocène et l'aquifère principal rhénan. Il découle de cette situation qu'une grande attention sera portée aux caractéristiques des sols pouvant avoir des conséquences environnementales : risque de lessivage des éléments minéraux, pouvoir épurateur.

Il va de soi que certains des sols répertoriés dans ce périmètre seront également présents dans les autres petites régions situées entre les collines sous-vosgiennes et le Rhin, à savoir :

- le Piémont Bas Rhinois (région naturelle n° 6 ayant fait l'objet d'un guide édité en 1999),
- le Ried Nord (région naturelle n°2 dont le guide doit être réalisé)

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,
- la base de données informatique sur les sols d'Alsace.

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. Elle 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 d'Alsace** 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. 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

(cf. Carton géomorphologique des paysages de la petite région naturelle « Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'Arrière Kochersberg » au dos)

Le secteur d'étude comprend cinq grandes unités géomorphologiques :

- Les dépôts loessiques : le Kochersberg et les collines de Brumath
- Les collines sous-vosgiennes : la région de Hochfelden, l'arrière Kochersberg, le vignoble et les bassins de Still et de Gresswiller
- Les cônes alluviaux des rivières vosgiennes : cônes de la Zorn, et cône de la Moder
- Les vallées actuelles : vallée de la Zorn, vallée de la Moder, vallée de la Mossig et vallée de la Bruche et les vallons des ruisseaux afférents
- La vallée du Rhin

Le massif vosgien, présent à l'extrême Sud-Ouest du secteur d'étude, domaine de la forêt, n'est cité que pour mémoire, il ne sera pas traité dans ce guide.

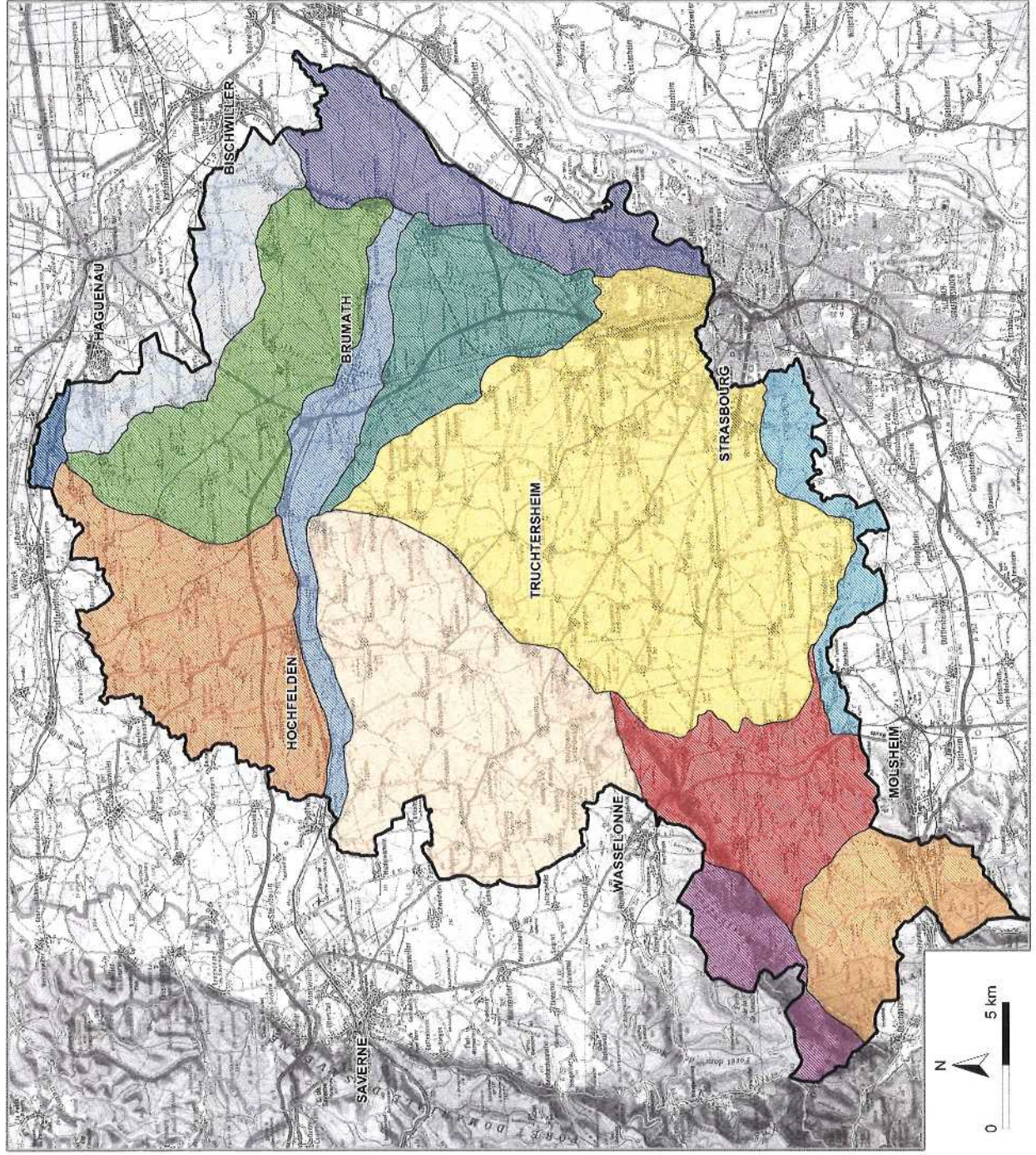
Les dépôts loessiques : Le Kochersberg et les collines de Brumath

(fiches de sol 1 à 4)










D'épaisses couches de loess, déposées à l'Ouest de la vallée du Rhin, caractérisent une région très fertile, au relief mollement vallonné. La vallée de la Zorn y sépare le Kochersberg au Sud, des collines de Brumath au Nord.

- ◆ **Le Kochersberg** se présente comme un plateau régulièrement incliné vers l'Est, entaillé par des ruisseaux de direction générale Ouest-Est : la Souffel, le Mulbaechel et leurs différents ruisseaux afférents. La couverture loessique y est très épaisse, elle dépasse souvent 30 m et elle repose sur les dépôts marneux de l'Oligocène qui affleurent au pied de quelques versants. Le Kochersberg ou Ackerland (terres labourées) constitue l'une des grandes zones agricoles d'Alsace avec une polyculture très diversifiée alliant les cultures de céréales (blé, orge, maïs), les cultures spéciales (tabac, houblon, betteraves sucrières), les cultures fourragères en vue d'un élevage bovin à l'étable (viande et lait), quelques vignes et arbres fruitiers, quelques cultures maraîchères (asperges) et quelques élevages spécialisés (volailles, porcs).
- ◆ **Les collines de Brumath** ont un relief plus confus et une hydrographie moins bien ordonnée et diversement orientée avec le Rissbach et le Seltenbach, affluents de la Zorn, et le Lohgraben et le Jaegerbaechel, affluents de la Moder. Les dépôts loessiques y sont moins épais que sur le Kochersberg. Ils reposent sur des formations sablo-argileuses





Carton géomorphologique des paysages de la petite région naturelle "collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg"




unités géomorphologiques

-  collines du Kochersberg ou Ackerland
-  collines de Brumath
-  cône de la Zorn
-  sables de Haguenau et cône de la Moder
-  vallée de la Zorn
-  vallée de la Moder
-  vallée de la Bruche
-  vallée du Rhin et Ried
-  Massif Vosgien

collines sous vosgiennes

-  région de Hochfelden
-  arrière Kochersberg
-  vignoble
-  bassins de Still et de Gresswiller

 limite du guide des sols

du Pliocène. La région des collines de Brumath est également une belle région agricole mais de caractère plus traditionnel que le Kochersberg : aux céréales sont associés les cultures fourragères, le houblon, certaines cultures maraîchères telles que les asperges, les pommes de terre et les oignons.

Les collines sous-vosgiennes

(fiches de sols 5 à 13)

Elles correspondent à une zone de transition, plus ou moins large, séparée des Vosges, par la faille vosgienne et de la plaine alluviale du Rhin, par la faille rhénane. Elles constituent du point de vue structural et géologique une unité bien définie appelée : **Champ de fracture de Saverne**. C'est une zone très variée et fortement ondulée dont l'aspect est lié à la diversité des matériaux marneux et calcaires qui affleurent en mosaïque, par suite d'un jeu tectonique complexe. Les altitudes s'échelonnent entre 150 m et 400 m.

Les terrains secondaires variés appartenant au Trias et au Jurassique sont souvent recouverts par des dépôts loessiques de quelques mètres, situés soit en position topographique haute, soit sur des versants. Ces loess sont nettement plus argileux que ceux du plateau du Kochersberg. Souvent décarbonatés, ces limons sont les restes d'un ancien complexe loessique, ils ont été très altérés et souvent déplacés sous formes de coulées de boue en raison des conditions hydromorphiques locales, liées à la nature peu perméable du substrat.

Les collines sous-vosgiennes sont entaillées par différentes vallées au Nord, par la Zorn, et ses affluents : le Rohrbach, le Lienbach, le Bachgraben et le Landgraben, et au Sud par la Mossig, et les ruisseaux de Still et de Gresswiller affluents de la Bruche.

Au sein des collines sous-vosgiennes, on distingue du Nord au Sud :

- ◆ **Les régions de Hochfelden et de l'arrière Kochersberg** séparées par la vallée de la Zorn. Le paysage est dominé par les cultures. Le sommet des collines, ou les pentes abruptes, portent des petites forêts ou des broussailles, ou encore, localement de grandes prairies naturelles ou aménagées en pâtures.
- ◆ **Le secteur du vignoble** situé sur les versants de la vallée de la Mossig et de ses affluents. Secteur fortement accidenté, de Marlenheim à Wolxheim, il est dominé par la culture de la vigne, et des fruitiers sur les coteaux, on note quelques cultures céréalières sur les dépôts limoneux et des prairies dans les bas fonds humides.
- ◆ **Les bassins de Still et de Gresswiller**, situés de part et d'autre de la vallée de la Bruche, au pied du massif vosgien. Ces secteurs plus froids et plus humides présentent un paysage plus "montagnard", avec de nombreuses prairies, mais aussi des vergers sur les terrains en pente, et des cultures céréalières sur les limons.

Les cônes alluviaux des rivières vosgiennes

(fiches de sol 14 à 17)

Les vallées de la Zorn et de la Moder s'ouvrent en de larges éventails au niveau de leur débouché sur la vallée du Rhin. On distingue du Nord au Sud

- ◆ **les Sables de Haguenau** - ou Pliocène sableux d'Haguenau - Vaste aire d'épandage d'alluvions anciennes de la Moder, formées de sables, de graviers et de lentilles d'argiles. C'est le domaine de la forêt (forêt de Haguenau), mais aussi de quelques zones cultivées : cultures fourragères, maïs.

- ◆ **Les cônes de la Zorn et de la Moder** - Ces cônes dominent de quelques mètres la vallée de la Zorn et la vallée du Rhin. Ils sont formés d'alluvions essentiellement sableuses, ils sont en grande partie boisée, on note cependant la présence de quelques champs et prairies, mais l'aspect le plus original est celui des environs de Hoerdt où s'est développée une quasi-monoculture de l'asperge. Le cône de la Zorn, largement développé au Sud de la vallée actuelle, est drainé par deux petits ruisseaux, le Neubaechel et le Schlossgraben.

Les vallées actuelles des rivières vosgiennes et les vallons des ruisseaux afférents

(fiches de sol 18, 19 et 21)

Les vallées des rivières vosgiennes sont formées d'alluvions grossières sables et/ou cailloutis, recouvertes, le plus souvent, par des limons de débordement. Ces vallées, humides, soumises aux inondations, sont occupées par des prairies de fauche, de la forêt, mais aussi par quelques cultures de maïs et de céréales.

- ◆ **La vallée de la Zorn** est la principale vallée, qui traverse la zone d'étude. Elle est nettement marquée dans le paysage. Elle entaille les collines sous-vosgiennes et les régions à couverture loessique. Sa largeur est assez constante, mais assez resserrée à l'Ouest jusqu'à Mommenheim. En aval, elle s'élargit quelque peu et présente de petites terrasses sablo-caillouteuses.
- ◆ **La vallée de la Mossig**, au Sud est étroite et encaissée entre les coteaux viticoles, avant de rejoindre la Bruche.
- ◆ **Les vallées de la Moder et de la Bruche** sont deux vallées limitrophes du secteur d'étude. La Moder fait partie des rivières vosgiennes du Nord : Sauer, Moder, Zorn, aux caractéristiques voisines. La Bruche fait partie des rivières vosgiennes centrales : Giessen, Fecht, Bruche, et Andlau. La vallée de la Bruche est présentée plus en détails dans le guide n°6 du Piémont Bas-Rhinois

Différents ruisseaux affluents de ces rivières dissèquent la zone d'étude. Ces **fonds de vallons**, limono-argileux à argileux, hydromorphes, sont le domaine de la prairie humide et du maïs.

La vallée du Rhin

(fiches de sol 20 et 22)

La vallée du Rhin est constituée, dans la zone d'étude, par une zone déprimée appelée le Ried. Les alluvions sablo-limoneuses, sont recouvertes d'alluvions récentes argileuses. Les sols sont souvent noirâtres à évolution tourbeuse. Des étendues de tourbe véritable, d'épaisseur très variable, se rencontrent au pied du talus du cône de la Zorn et de la région des collines de Brumath. La vallée est marquée surtout par la culture de maïs, mais aussi par les prairies et les petits bois. La mise en culture a été rendue possible par les aménagements hydrauliques du Rhin.

3.4. HYDROLOGIE SOUTERRAINE ET HYDROLOGIE DE SURFACE

*Données principalement extraites de l'étude "Opération ferti-mieux - les collines de la Zorn –
EAT ENVIRONNEMENT- 1997*

3.4.1 Hydrologie souterraine

La zone d'étude présente deux zones nettement distinctes en ce qui concerne les ressources en eau souterraine :

- **A l'Ouest** : les collines sous-vosgiennes présentent surtout des systèmes aquifères discontinus, peu étendus, et aux ressources en eau très limitées. Les ressources en eau de ces aquifères reposent essentiellement sur la fraction d'eau de pluie infiltrée. Leur vulnérabilité à toute pollution est grande, mais ils bénéficient d'une protection relative liée au recouvrement loessique qui les surmonte. Le fond de la vallée de la Zorn, au niveau des collines sous-vosgiennes, est occupé par des alluvions qui constituent également un aquifère peu étendu, alimenté par divers apports latéraux et par les précipitations (il draine une grande partie des eaux des collines sous-vosgiennes). Ne bénéficiant pas de protection naturelle contre les pollutions de surface, il correspond à un réservoir vulnérable à toute source de contamination.
- **A l'Est** : la plaine alluviale du Rhin est le siège de deux aquifères : l'aquifère principal alluvial Rhénan et l'aquifère dans le Pliocène (collines de Brumath et cône de la Moder). Ils se développent dans des alluvions sableuses et graveleuses vosgiennes ou rhénanes, reposant sur un substratum marneux. Ces deux aquifères à perméabilité d'interstice constituent des réservoirs importants : ils représentent des ressources en eau de 291 millions de m³ pour le premier et de 153 millions de m³ pour le second. Soit, en tout, un peu plus de 1% de la ressource totale de la nappe pour sa partie alsacienne (35 milliards de m³). La nappe principale rhénane, dont le toit est à quelques mètres de profondeur, a un écoulement orienté globalement Sud-Ouest - Nord-Est. La vitesse d'écoulement de la nappe varie d'Ouest en Est de 3 à 1 m/j. Elle présente une grande vulnérabilité aux pollutions car les terrains la surmontant sont perméables et ne constituent pas une bonne protection. La nappe pliocène quant à elle, a un écoulement divergent qui varie d'une direction Nord-Sud à Est-Ouest. La vitesse d'écoulement des eaux souterraines dans la nappe est inférieure à 1 m/j. Surmontée en grande partie par une couverture loessique, la nappe pliocène, est dotée d'une relative protection contre la pollution.

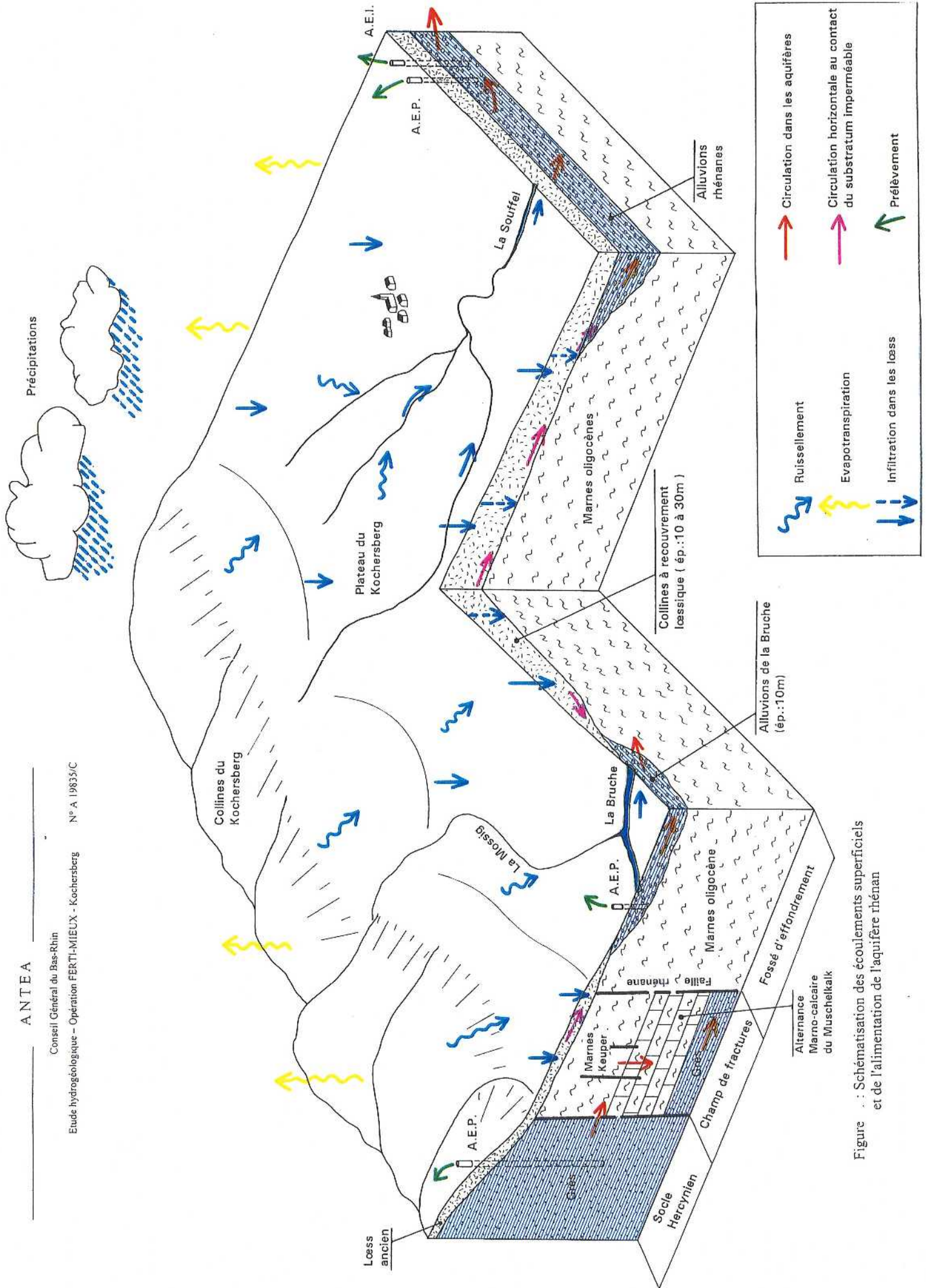


Figure : Schématisation des écoulements superficiels et de l'alimentation de l'aquifère rhénan

3.4.2. Qualité des eaux souterraines, vulnérabilité

La qualité des eaux souterraines, définie uniquement dans la plaine, permet de faire apparaître des zones de contamination importantes en nitrates. D'une façon générale, les eaux souterraines dans la plaine montrent des teneurs en nitrates de plus en plus faibles d'Ouest en Est.

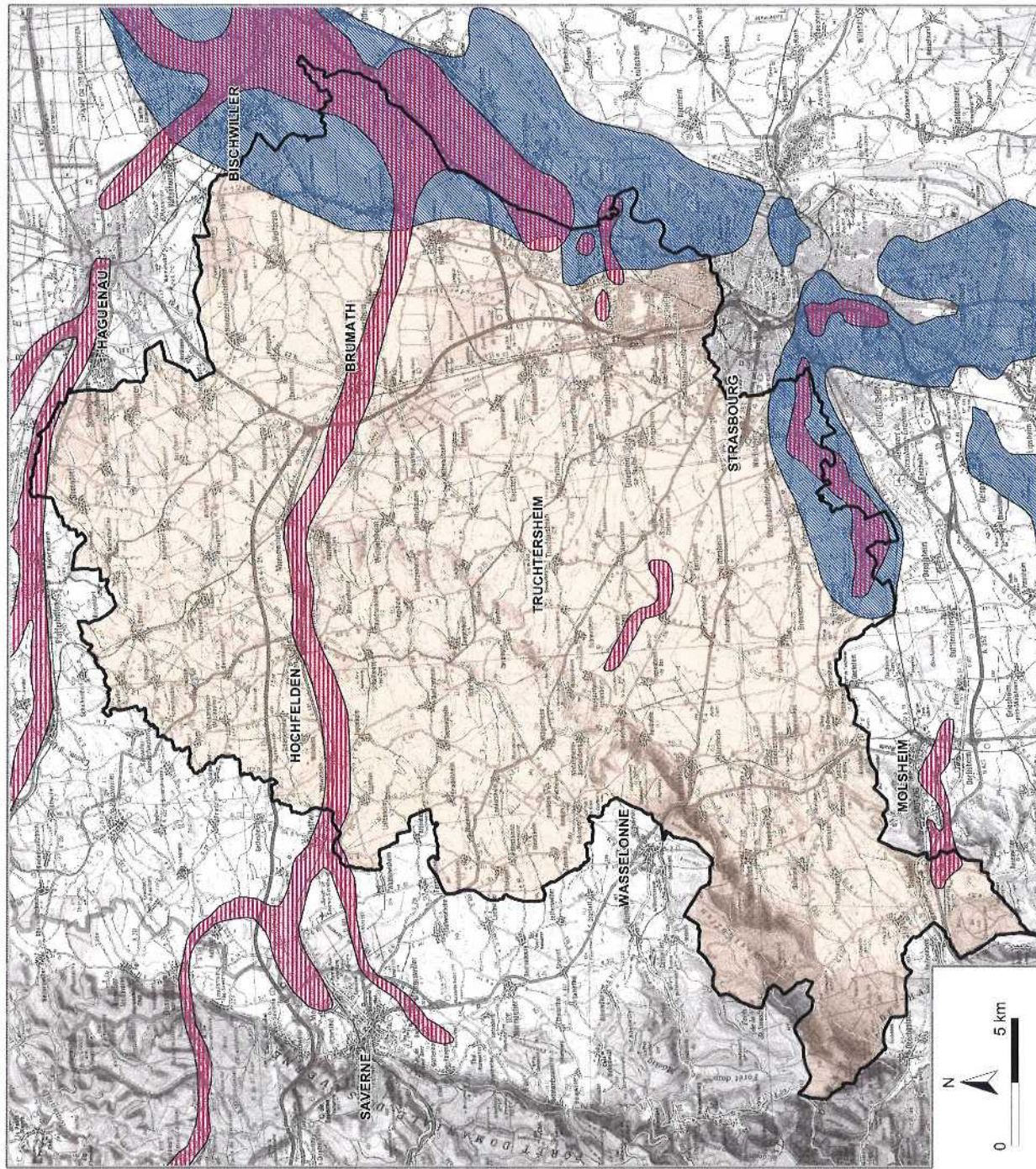
La qualité de la nappe alluviale principale rhénane vis-à-vis des nitrates est variable. Les teneurs sont comprises entre 10 et 50 mg/l. La concentration la plus élevée (> 50 mg/l) a été mesurée sur un point situé sur la partie méridionale du cône de la Zorn.




La nappe dans le Pliocène ayant des vitesses de circulation d'eau réduites, bénéficie de faible dilution et montre une contamination en nitrates importante, localisée un peu en aval des collines sous-vosgiennes, où des concentrations supérieures à 100 mg/l ont été relevées.

La nappe principale du Rhin est également contaminée en certains points par de l'atrazine, de la simazine et des organohalogénés volatils (Chloroforme, Tétrachloroéthylène et Trichloréthylène). Des résultats détaillés sont présentés dans l'Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin Supérieur réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la Région Alsace.

Les dépôts loessiques présentent une perméabilité inférieure à celle des alluvions. Les secteurs caractérisés par la présence de ces dépôts de surface bénéficient donc d'une plus grande protection vis-à-vis de toute pollution de surface. Toutefois, la protection ne sera pas totale et correspondra davantage à un retardement de la propagation (cf. paragraphe 6.8.1. "Commentaire sur le lessivage en sols profonds quand la fertilisation est excessive"). La protection de la nappe par les loess est donc très relative et ne concerne pas certains éléments comme les nitrates. **Dans ce cas, la couche de loess ne permet que de retarder la pollution, mais pas de la retenir.**

Les zones inondables dans la petite région naturelle "collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg"



-  champs d'inondations
-  zone de remontée de la nappe à moins de 2 mètres du sol
-  limite du guide des sols



3.4.3. Hydrologie de surface

Le domaine d'étude s'inscrit principalement dans le bassin versant de la Zorn, mais aussi dans le bassin versant de la Bruche au Sud et de la Moder au Nord.

La Zorn, affluent, rive droite de la Moder à Rohrwiller, sous affluent, rive gauche du Rhin, prend sa source à 800 m d'altitude dans les Vosges. Le secteur d'étude couvre la Basse Zorn.

Le réseau hydrographique comprend du Nord au Sud :

- trois affluents secondaires de la Moder : le Jaegerbaechel (rive droite), le Lohgraben (rive droite) et le Waschgraben (rive droite)
- la Zorn, cours d'eau majeur du domaine d'étude
- un affluent principal de la Zorn : la Mossel (rive droite)
- sept affluents secondaires de la Zorn : le Lienbach (rive gauche), le Rohrbach (rive droite), le Bachgraben (rive gauche), le Landgraben (rive gauche), le Rissbach (rive droite), le Seltenbach (rive gauche) et le Rottgraben (rive droite).
- un affluent de l'III : la Souffel (rive gauche)
- la Bruche (en partie)
- un affluent principal de la Bruche : la Mossig (rive gauche)
- deux affluents secondaires de la Bruche : le ruisseau de Still (rive gauche), le ruisseau de Gresswiller (rive droite)

Les vallées de la Zorn, de la Moder et de la Bruche et ponctuellement la Souffel sont périodiquement soumises aux inondations (cf. carte ci-contre).

Les débits caractéristiques des rivières du secteur sont présentés dans le tableau suivant :

	Débit moyen du mois le plus sec*	Débit moyen du mois le plus humide*	Crue biennale	Crue décennale
La Zorn à Waltenheim	2,95 m ³ /s en août	10,9 m ³ /s en février	55,0 m ³ /s	100,0 m ³ /s
La Souffel à Mundolsheim	0,170 m ³ /s en août	0,405 m ³ /s en février	2,60 m ³ /s	4,50 m ³ /s
La Mossig à Soultz-les-Bains	0,760 m ³ /s en septembre	2,38 m ³ /s en février	11,0 m ³ /s	20,0 m ³ /s
La Bruche à Holtzheim	2,07 m ³ /s en août	15,4m ³ /s en février	80,0 m ³ /s	140,0 m ³ /s

* moyenne sur la période de référence 1974-1998, source DIREN Alsace/SEMA

3.4.4. Qualité des eaux de surface

Dans le bassin versant de la Zorn la qualité physico-chimique des cours d'eau est passable voire médiocre (*étude "opération fertimieux - les collines de la Zorn -EAT ENVIRONNEMENT- 1997*). Tous les cours d'eau présentent une pollution azotée importante surtout les affluents de la Zorn.

D'après les résultats d'une campagne de mesures réalisées en 1991-1992, les concentrations en azote Kjeldahl représentent souvent la part la plus importante soit 60 à 90 % de l'azote total. Cette pollution est à mettre en relation avec les rejets des élevages et les rejets liés à l'absence d'assainissement. Dans quelques affluents de la Zorn dont le Seltenbach et le Landgraben ce sont les teneurs en nitrates qui sont les plus importantes (55 à 70 % de l'azote total). Des mesures faites en 1995 ont montré une tendance générale à l'augmentation de la part d'azote sous forme de nitrates.

Sur la base de calculs faits pour les années 1993 à 1995 on estime dans la Zorn un flux moyen d'azote transitant dans les cours d'eau de 320 t N/ an.

Qualité des eaux de la Bruche, de la Mossig et de la Souffel (*extrait de l'étude hydrogéologique - opération ferti-mieux-Kochersberg- ANTEA-2001*) :

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des qualités générales des cours d'eau ainsi que les facteurs déclassant par ordre de priorité

	Qualité générale	Composés déclassants
Souffel	3 - Médiocre	MES, NO ₃ , NO ₂ , NH ₄ , NK _j , NH ₄ , PO ₄ , PO ₂
Landgraben	3 - Médiocre	NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , PO ₄ , DBO ₅ , MES, O ₂
Mossig	1B - Bonne	NO ₃ , NO ₂ , P
Bruche Holtzheim	1B - Bonne	NO ₂ , P
Bruche Gresswiller	1A - Excellente	PO ₄ , P, NO ₃ , NO ₂

Il apparaît que la Souffel et le Landgraben présentent une qualité physico-chimique dégradée, voire très dégradée pour la Souffel au regard des concentrations en composés azotés, matières phosphorées et matières en suspension.

Vis-à-vis des nitrates les concentrations moyennes annuelles percentiles 90 (valeur supérieure à 90 % des mesures) dans les cours d'eau sur le Kochersberg pour 1999 sont les suivantes :

- 5,6 mg/l de NO₃ dans la Bruche à Gresswiller
- 6,9 mg/l de NO₃ dans la Bruche à Holtzheim
- 18,0 mg/l de NO₃ dans la Mossig à Soultz -les Bains
- 40,0 mg/l de NO₃ dans le Landgraben à Vendenheim
- 64,0 mg/l de NO₃ dans la Souffel à Mundolsheim

Il ressort que les teneurs en nitrates sont plus élevées dans la Souffel et le Landgraben que dans la Bruche et la Mossig. Dans la Souffel, la tendance générale depuis 1994 (38 mg/l de NO₃ en 1994) est à l'augmentation. Dans le Landgraben la tendance est également à l'augmentation depuis 1997.

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 dissociés 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 après 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)

Les sols hydromorphes ont, comme leur nom l'indique, une morphologie fortement influencée par un excès d'eau provoquant un déficit en air et donc en oxygène. Cela se traduit par des processus de réduction du fer et du manganèse (en période humide) ou d'oxydation (en période d'assèchement). A l'état oxydé, le fer se concentre sous forme de taches rouilleuses, d'enduits noirs (souvent en association avec le manganèse), de nodules, voire à l'état de cuirasse très dure. Sous forme réduite, le fer donne aux horizons une couleur uniformément bleutée, verdâtre ou grisâtre. Par suite les horizons du sol soumis alternativement à des processus d'oxydation et de réduction se reconnaissent aisément par leur bariolage, associant des trainées grises et des taches ocreuses.

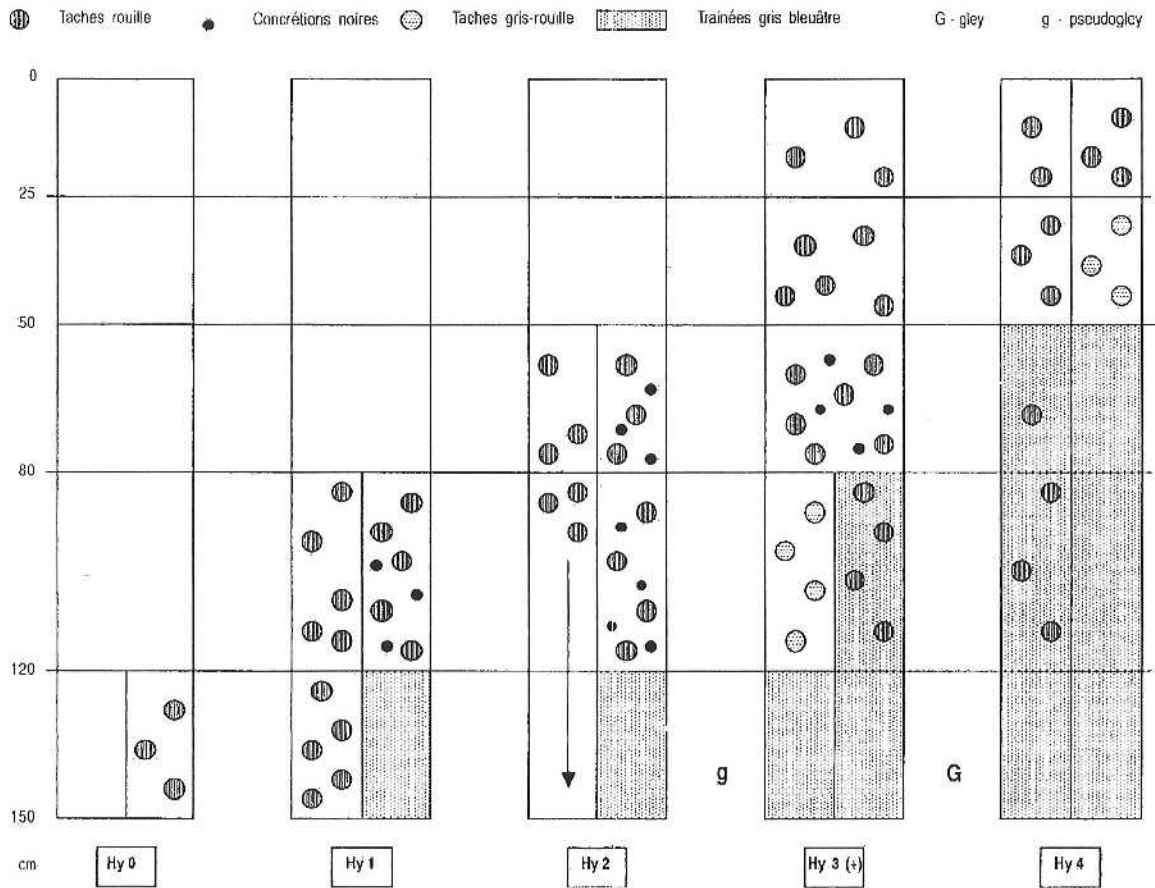
La saturation des sols par l'eau résulte

- soit d'une nappe apparaissant en période humide, dite **nappe perchée temporaire** sur des couches imperméables. L'hydromorphie est de type **pseudogley**, caractérisée par la présence d'un horizon rédoxique
- soit de la remontée d'une **nappe alluviale permanente**, l'hydromorphie est de type **gley**, caractérisée par la présence d'un horizon réductique
- soit de la présence d'une lame d'eau en surface (submersion)
- ou encore d'imbibitions capillaires dans le cas de sols argileux à porosité fine.

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 et illustration ci-après, 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 la lettre O, ou par H quand ils sont assez longuement saturés en eau.

PLUS EN PROFONDEUR, apparaissent fréquemment 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, et 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). Exemples : horizons CGr, CGo.

⇒ **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. Exemple : horizon Btg en sol lessivé 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 calcaire, S₁ S₂ pour désigner deux matériaux superposés d'altération.

Les chiffres romains sont utilisés pour indiquer une superposition de différents matériaux. Exemples IIC₁, IIC₂ pour désigner des matériaux différents (sables en C₁, et cailloutis en C₂).

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 qui permettent de confirmer et de préciser les observations réalisées 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 soumis au même système de culture et de fertilisation. Elle permet d'adapter les fertilisations en phosphore, potasse, magnésie, 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 (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.
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'oeil 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	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.

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 des dépôts éoliens massifs des matériaux limoneux les plus anciens 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.

CHAPITRE 5

LES TYPES DE SOLS DES COLLINES DE BRUMATH, DU KOCHERSBERG ET DE L'ARRIERE KOCHERSBERG

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** 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 de la carte de répartition des différentes unités géomorphologiques des paysages de la petite région naturelle « Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg », paramètres facilement identifiables de texture, carbonatation, pierrosité et position dans le paysage...

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 (FAVROT, 1977).

5.1. LA CLE D'IDENTIFICATION DES FICHES DE SOLS

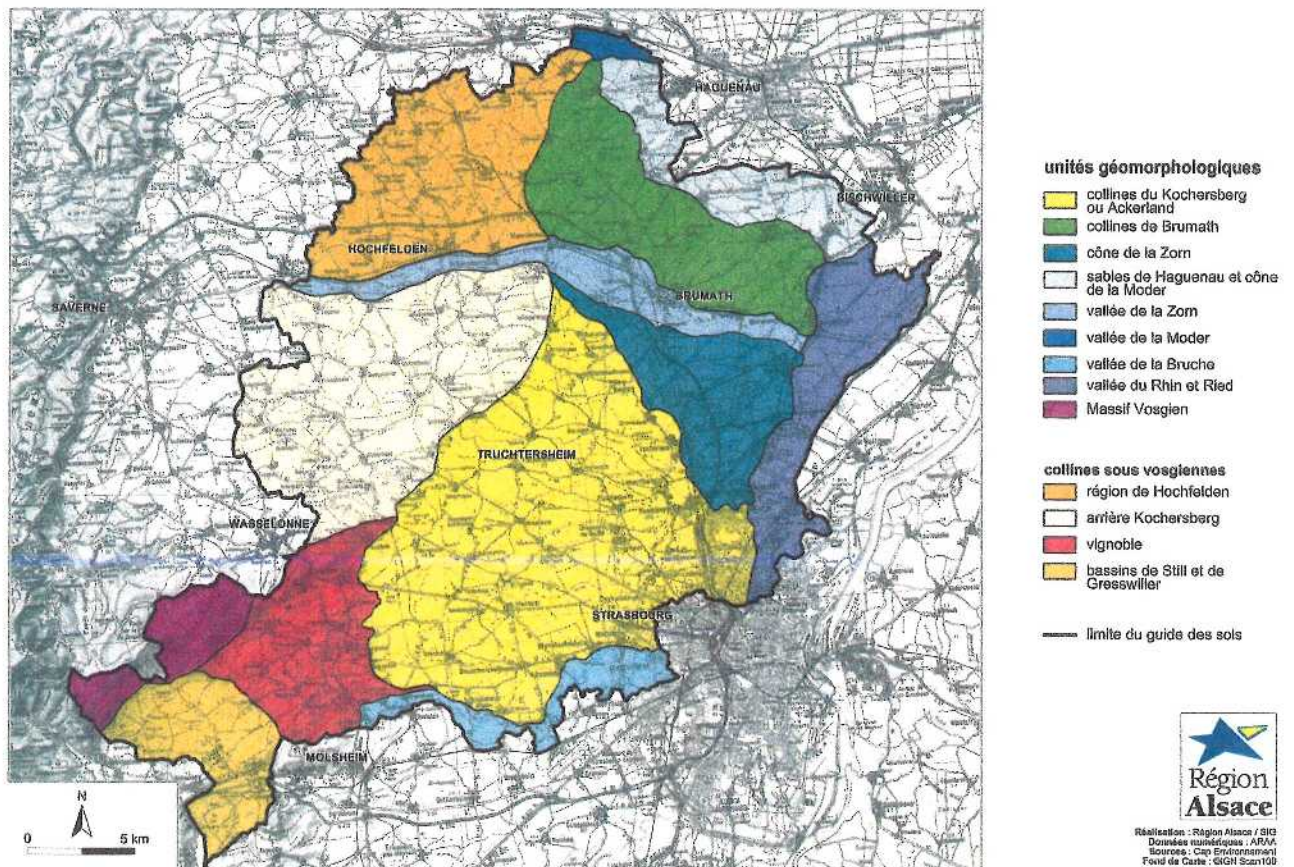
Elle est basée en premier lieu sur la répartition des sols en fonction des différentes unités géomorphologiques du secteur d'étude (cf. carte des unités géomorphologiques), puis sur les matériaux qui constituent le sol, caractérisés par leur texture et/ou leur carbonatation et/ou leur pierrosité, enfin sur la position dans le paysage.

Les sols des fonds de vallons qui recoupent les différentes unités géomorphologiques sont rattachés à l'unité des "vallées des rivières vosgiennes et vallons des ruisseaux afférents" pour éviter les répétitions.

En outre, il faut noter que seuls les principaux types de sols de cette petite région naturelle de 75 000 ha sont présentés ici et de ce fait on pourra observer sur le terrain des sols non décrits dans ce guide.

Le zonage agro-pédologique au 1/100 000^{ème} présente la répartition de ces principaux types de sols. A cette échelle, peu précise, (1 cm sur la carte = 1 km sur le terrain) les unités cartographiques présentées regroupent, le plus souvent, plusieurs types de sols différents.

Carton géomorphologique des paysages de la petite région naturelle "collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg"



CLE D'IDENTIFICATION DES FICHES DE SOLS

Ensemble géomorphologique	Texture et/ou carbonatation et/ou pierrosité	Position dans le paysage	Fiche correspondante
Kochersberg et collines de Brumath (hors fonds de vallons)	Limonos-argileux, non calcaire en surface	Position topographique plane ou haut de pente faible	N°1 (page 47): Sol limono-argileux calcique sur loess
		Position topographique plane ou légère dépression	N°2 (page 51) : Sol limono-argileux en surface puis argilo limoneux, décarbonaté, profond sur loess
		Bas de pente	N°4 (page 59): Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm
	Limonos-argileux, calcaire	Versant (pente convexe)	N°3 (page 55): Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess
		Bas de pente	N°4 (page 59): Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm
Collines sous-vosgiennes : région de Hochfelden, arrière Kochersberg, vignoble, bassins de Still et de Gresswiller (hors fonds de vallons)	Texture limono-argileuse, argilo-limoneuse ou limono-sableuse (dépôts de loess anciens altérés et soliflués)	Replat et versant en pente faible	N°5 (page 65) : Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux
		Replat et versant en pente faible. Partie Ouest de l'arrière Kochersberg	N°6 (page 69) : Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux
		Replat et versant en pente faible. Bassins de Still et de Gresswiller	N°8 (page 77) : Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm
		Bas de pente	N°7 (page 73) : Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess ou lehm argileux
	Texture argileuse (affleurements d'argile ou de marne)	Versants en pente moyenne à faible	N°9 (page 81) : Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe sur marne
		Versants en pente forte	N°10 (page 85) : Sol argileux, calcaire à calcique hydromorphe localement sur marne
	Texture argilo-caillouteuse (affleurements de marne calcaire ou dolomitiques)	Versants en pente moyenne à forte	N°12 (page 93) : Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement sur marne calcaire ou dolomitique
	Texture sablo-caillouteuse (affleurements de grès Rhétien)	Versant, replat	N°11 (page 89) : Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux
	Forte pierrosité (affleurements de calcaire dur, ou de conglomérat)	Versants en pente moyenne à forte	N°13 (page 97) : Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond sur roche dure calcaire

Ensemble géomorphologique	Texture et/ou carbonatation et/ou pierrosité	Position dans le paysage	Fiche correspondante
Sables de Haguenau et Cônes de la Moder et de la Zorn (hors fonds de vallons)	Texture sableuse	Collines (Sables de Haguenau)	N°14 (page 103) : Sol sableux sur sables de Haguenau
		Terrasses (sables de Hoerd) et sables de Gries)	N°16 (page 111) : Sol sableux, acide, peu profond sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder
	Texture sablo-argileuse	Collines (sables argileux de Haguenau)	N°15 (page 107) : Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe sur argiles sableuses de Haguenau
		Terrasses Légère dépression	N°17 (page 115) : Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe, sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn
Vallée de la Zorn, vallée de la Moder, vallée de la Bruche et fonds de vallons des différents ruisseaux afférents	Texture sableuse	Terrasses bordant les vallées de la Zorn et de la Moder	N°18 (page 121) : Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses de la Zorn et de la Moder
		Vallée de la Bruche	<i>cf. guide des sols d'Alsace Piémont Bas-Rhinois</i> fiche n°7 : sol sableux, peu profond, hydromorphe sur cailloutis de la Bruche
	Texture limono-argileuse à argileuse,	Plaines alluviales de la Zorn, de la Moder et de la Bruche	N°19 (page 125) : Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche
		Fonds de vallons hydromorphes	N°21 (page 135) : Sol argileux à limono-argileux, calcaire ou décarbonaté profond hydromorphe sur matériau alluvio-colluvial
Vallée du Rhin - Ried	Texture argileuse, parfois fortement humifère	Plaine alluviale du Rhin	N°20 (page 131) : Sol argileux fortement hydromorphe sur argiles rhénanes
	Texture limono-sableuse, fortement humifère ou tourbe véritable	En bordure Ouest de la plaine alluviale du Rhin et au sein de l'unité précédente (fiche n°20)	N°22 (page 137) : Sol limono-sableux, tourbescent, noir, fortement hydromorphe sur sable caillouteux rhénan

5.2. LES FICHES DE SOLS

Deux ensembles de fiches ont été constitués : le premier comporte les fiches détaillées spécifiques à la région d'étude, en tout 20 fiches. Le second comporte des fiches simplifiées décrivant des sols marginaux pour la région d'étude, soit 2 fiches.

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, figurant en bas de page et réalisé après compilation des analyses de sols du fichier d'analyses de terre de la base de 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**, l'ensemble 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.

Liste des fiches détaillées (sols caractéristiques des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg)

Fiche n°1	Sol limono-argileux, calcique, sur loess - <i>- Loess moyens du Kochersberg et des collines de Brumath -</i>	p. 47
Fiche n° 2	Sol limono-argileux en surface puis argilo-limoneux, décarbonaté, profond, sur loess <i>- Loess légers du Kochersberg et des collines de Brumath -</i>	p. 51
Fiche n°3	Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess <i>- Loess des versants du Kochersberg et des collines de Brumath -</i>	p. 55
Fiche n°4	Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm <i>- Loess et lehm colluvionnés du Kochersberg et des collines de Brumath -</i>	p. 59
Fiche n°5	Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux <i>- Loess lourds des collines sous-vosgiennes -</i>	p. 65
Fiche n°6	Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux <i>- Lehms lourds des collines sous-vosgiennes -</i>	p. 69
Fiche n° 7	Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess ou lehm argileux <i>- loess et lehms lourds colluvionnés des collines sous-vosgiennes -</i>	p. 73
Fiche n°8	Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm <i>- Lehms hydromorphes des bassins de Still et de Gresswiller -</i>	p. 77
Fiche n°9	Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne <i>- Argiles hydromorphes des collines sous-vosgiennes -</i>	p. 81
Fiche n°10	Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne <i>- Argiles calcaires des collines sous-vosgiennes -</i>	p. 85
Fiche n°11	Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux <i>- Sables caillouteux des collines sous-vosgiennes -</i>	p. 89
Fiche n°12	Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique <i>- Argiles caillouteuses calcaires des collines sous-vosgiennes -</i>	p. 93

Fiche n°13	Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire - <i>Calcaires durs des collines sous-vosgiennes</i> -	p. 97
Fiche n°14	Sol sableux sur sables de Haguenau - <i>Sables de Haguenau</i> -	p. 103
Fiche n°15	Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau - <i>Sables argileux hydromorphes de Haguenau</i> -	p. 107
Fiche n°16	Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder - <i>Sables des cônes de la Zorn et de la Moder</i> -	p. 111
Fiche n°17	Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn - <i>Sables hydromorphes du cône de la Zorn</i> -	p. 115
Fiche n°18	Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses de la Zorn et de la Moder - <i>Terrasses de la Zorn et de la Moder</i> -	p. 121
Fiche n°19	Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche - <i>Plaines alluviales argileuses hydromorphes, des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche</i> -	p. 125
Fiche n°20	Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes - <i>Ried noir argileux</i> -	p. 131

Liste des fiches simplifiées (types de sols moins représentatifs)

Fiche n° 21	Sol argileux à limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, hydromorphe sur matériau alluvio-colluvial - <i>Fonds de vallon et bas fonds hydromorphes</i> -	p. 135
Fiche n°22	Sol limono-sableux, tourbescent, noir, fortement hydromorphe sur sable caillouteux rhéna - <i>Ried noir sableux</i> -	p. 137

5.3. LE ZONAGE AGRO-PEDOLOGIQUE AU 1/100 000^{EME}

Ce zonage a été réalisé à partir des documents cartographiques disponibles sur les sols du secteur (cf. carte en annexe 4), à savoir :

- Cartes géologiques de la France au 1/50 000^{ème} du BRGM : Bouxwiller, Haguenau, Saverne, Brumath-Drusenheim, Molsheim, Strasbourg.

- Carte Départementale des Terres Agricoles (CDTA) de Strasbourg au 1/50 000^{ème} - Ministère de l'Agriculture - SATEC - SODETEG - 1984

- Carte Départementale des Terres Agricoles de Haguenau au 1/50 000^{ème} - Ministère de l'Agriculture - SATEC - SODETEG - 1984

- Carte Départementale des Terres Agricoles de Molsheim au 1/50 000^{ème} - Ministère de l'Agriculture - INRA - 1982

- Les unités de paysage et les sols du vignoble alsacien - Cartographie au 1/25 000^{ème} - Comité Interprofessionnel du Vin d'Alsace - GIE SOL-CONSEIL - 1990

- Étude des sols et des eaux du périmètre de protection des puits de pompage de Mommenheim, cartographie au 1/10 000^{ème} - Syndicat d'alimentation en eau potable de Hochfelden et environs - GIE SOL CONSEIL - 1990-

- Étude des sols du périmètre de captage d'eau du SIVOM de la Basse Zorn, cartographie au 1/10 000^{ème} et détermination des risques de lessivage - SIVOM de la Basse Zorn - GIE SOL CONSEIL - 1991-

- Etude de vulnérabilité des futurs champs captants du Syndicat d'adduction d'eau de Strasbourg-Nord - cartographie des sols au 1/25 000^{ème} - ANTEA -1995-

En outre 200 sondages à la tarière à main ont été réalisés et 2000 analyses de sols, issues de la base de données informatique sur les sols et réparties sur les 132 communes du secteur d'étude, ont été exploitées.

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

LES FICHES DE SOLS

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Loess moyens du Kochersberg et des collines de Brumath

1

Sol limono-argileux, calcique, sur loess

Typologie des sols d'Alsace : code 21.1 (variante à définir)

Classification CPCS : Sol brun calcique - Classification RP : Calcisol, limono-argileux, issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol couvre d'importantes surfaces sur les dépôts loessiques du Kochersberg et des collines de Brumath, il est situé en position haute dans le paysage. Le Kochersberg se présente comme un vaste plateau entaillé par des vallons, le secteur des collines de Brumath est plus vallonné.

Les dépôts loessiques calcaires, constitués par des apports éoliens du Quaternaire, se sont décarbonatés en surface dans les secteurs en position plane ou en pente faible. La profondeur de décarbonatation peut varier, elle est de 70 à 80 cm dans le sol typique, mais elle est parfois limitée à 40-50 cm. Au contraire, en position plane ou légèrement déprimée, la décarbonatation est plus poussée, et elle est associée à un lessivage des argiles (fiche n°2).

Mise en valeur actuelle

maïs, céréales, tabac, houblon, betteraves sucrières

Etendue estimée : 20 %



Les dépôts loessiques : domaine des grandes cultures

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Kochersberg et collines de Brumath

à l'oeil (surface) :



- brun clair

au toucher (surface) :



- limono-argileux

- Position topographique :

plane ou peu pentue

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence ou effervescence faible en surface, forte en profondeur

- Matériau :

loess

à la tarière :



- limono-argileux, brun clair, puis limon beige jaunâtre en profondeur

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Sol limono-argileux, calcique, sur loess

Fiche de sol n°

Loess moyens du Kochersberg et des collines de Brumath

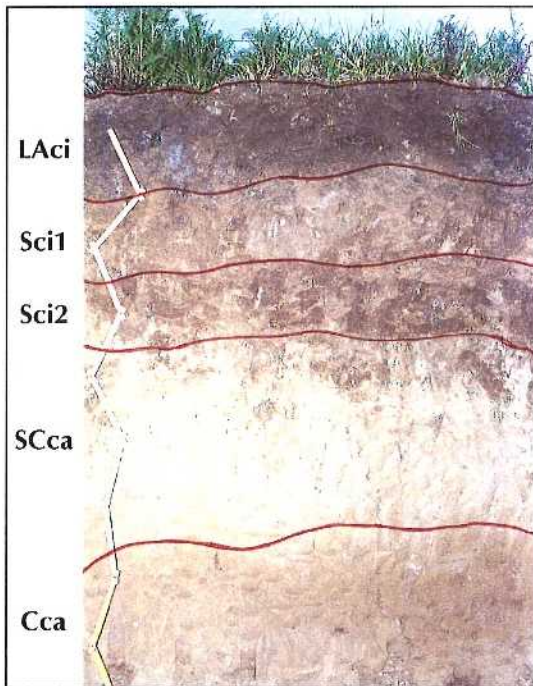
1

UN EXEMPLE DE PROFIL

BERSTETT : X = 990,7 Y = 2421,5

Octobre 1999 - Engrais vert après maïs

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAc1 (0 - 25 cm) - Limon argileux, brun jaunâtre foncé, structure grumeleuse, meuble. Racines nombreuses.

Horizon Sci1 (25 - 50 cm) - Limon argileux, brun jaunâtre, structure polyédrique subanguleuse, compact. Racines nombreuses.

Horizon Sci2 (50 - 70 cm) - Limon argileux, brun, structure polyédrique, compact. Racines nombreuses.

Horizon SCca (70 - 130 cm) - Limon, calcaire, jaune brunâtre, avec de nombreuses concrétions calcaires en pseudomycélium, structure polyédrique subangulaire, peu compact. Racines peu nombreuses.

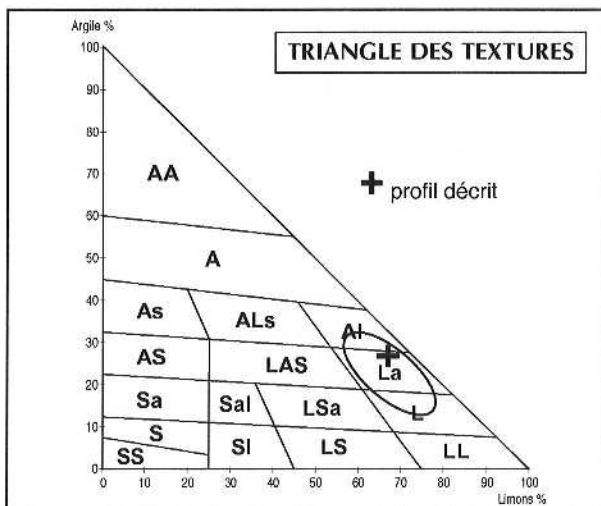
Horizon Cca (130 cm et plus) - Limon, calcaire, brun jaunâtre clair, avec quelques concrétions calcaires en pseudomycélium et en "poupées de loess", meuble. Racines très peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAc1	0,6	2,1	37,1	33,4	24,7	2,1
25-50 cm	Sci1	0,3	1,9	38,3	34,3	24,3	1,0
50-70 cm	Sci2	0,1	1,5	33,0	31,8	32,8	0,8
70-130 cm	SCca	3,1	3,0	40,5	36,4	16,7	0,4
> 130 cm	Cca	2,2	2,6	44,0	35,8	15,1	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0,0	-	-	120	7,3	6,3	13,03	1,88	0,72	0,13	13,5	sat
8,0	0,0	-	-	10	8,0	7,0	16,46	1,59	0,30	0,10	11,9	sat
7,7	0,0	-	-	-	8,1	7,0	21,17	1,79	0,36	0,10	15,3	sat
8,1	27,6	7,1	-	-	8,6	7,8	39,98	1,19	0,15	0,03	6,7	sat
6,9	19,4	4,3	-	-	8,6	7,9	37,84	1,34	0,13	0,03	6,5	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 450 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols des secteurs du Kochersberg et des collines de Brumath pour les types de sols décrits dans les fiches 1, 2, 3 et 4

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Sol limono-argileux, calcique, sur loess

Fiche de sol n°
 Loess moyens du Kochersberg et des collines de Brumath

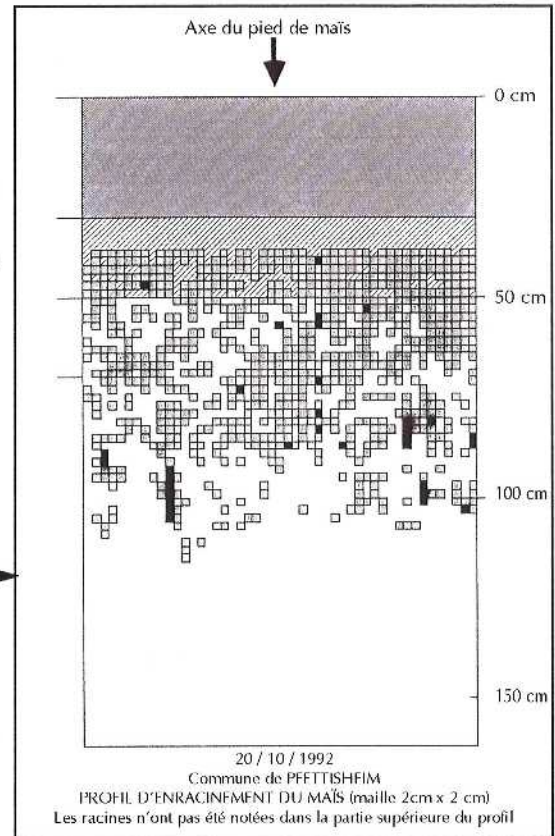
1

Enracinement du maïs

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur une variante de ce type de sol (décarbonatation moins marquée que le sol typique), situé dans la petite région naturelle du Kochersberg.

Enracinement profond (1m et plus)

dernière racine à 118 cm →



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol supérieure à 1,20 m
- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
- Indice de battance : 7,2 - sol assez battant -
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,4 (de LA à Cca)
- Réserve utile : 170 à 190 mm d'eau pour une profondeur d'enracinement de 1,10 m
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH initial sans intervention compris entre 7 et 8 en surface et 8 et 8,5 en profondeur
- 0 % à 5 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % en profondeur
- Saturé sur tout le profil
- **variante de l'unité de sol :**
sol calcaire à partir de 50 cm
(profil racinaire présenté ci-dessus)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant à élevé

Sol limono-argileux, calcique, sur loess

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier

Praticabilité et travail du sol

- Structure peu fragile par rapport aux interventions

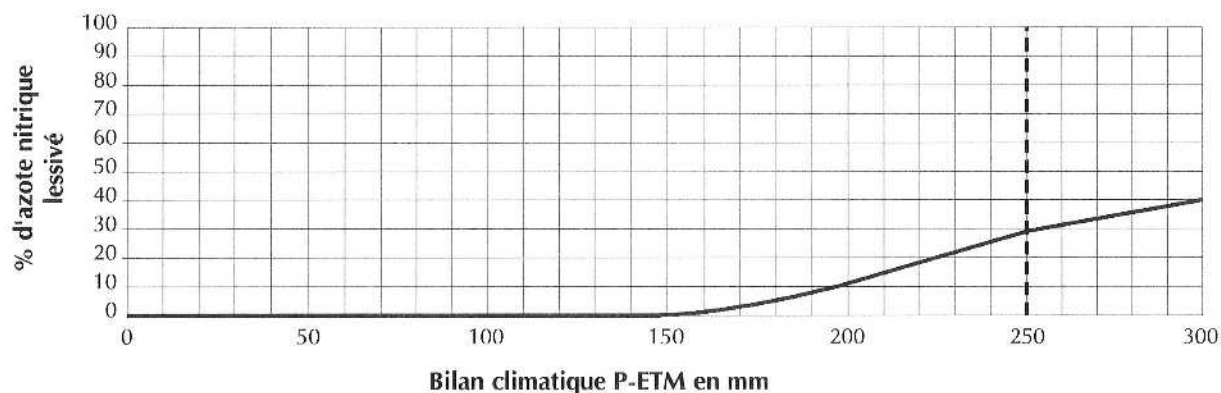
Fertilisation et entretien calcique

- Au printemps faire les apports azotés en 1 à 2 fois,
- Amendement calcique à prévoir éventuellement après analyse de terre

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen si la fertilisation azotée est ajustée

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur suffisant à élevé,
- Attention au risque de lessivage de l'azote,
- Surveiller le pH

Sol limono-argileux en surface puis argilo-limoneux, décarbonaté, profond, sur loess

Typologie des sols d'Alsace : code 21.4

Classification CPCS : Sol brun lessivé à lessivé - Classification RP : Néoluvisol à luvisol, limono-argileux, resaturé, issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est localisé sur les dépôts loessiques du Kochersberg et des collines de Brumath dans les secteurs en position plane ou en légère dépression.

Le Kochersberg se présente comme un vaste plateau entaillé par des vallons, le secteur des collines de Brumath est plus vallonné.

Les dépôts loessiques calcaires, constitués par des apports éoliens du Quaternaire, se sont décarbonatés. Et plus particulièrement, dans ces secteurs en position plane ou légèrement déprimée, où la concentration des eaux pluviales facilite la décarbonatation et le lessivage des argiles.

Ce type de sol est situé au sein de l'unité beaucoup plus vaste des loess moyens (fiche n°1), dont il se distingue par une texture plus argileuse vers 60 - 70 cm, liée au lessivage des argiles.

Mise en valeur actuelle

Maïs, céréales et cultures spéciales (tabac, houblon...)

Etendue estimée : 6 %



Repousse de tabac blond qui se plaît bien sur ce sol décarbonaté situé dans une légère dépression du dépôt loessique

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Kochersberg et collines de Brumath

à l'oeil (surface) :



- brun clair

au toucher (surface) :



- limono-argileux

- Position topographique :

plane ou légèrement déprimée

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence en surface, effervescence forte en profondeur (>1 m)

- Matériau :

Loess

à la tarière :



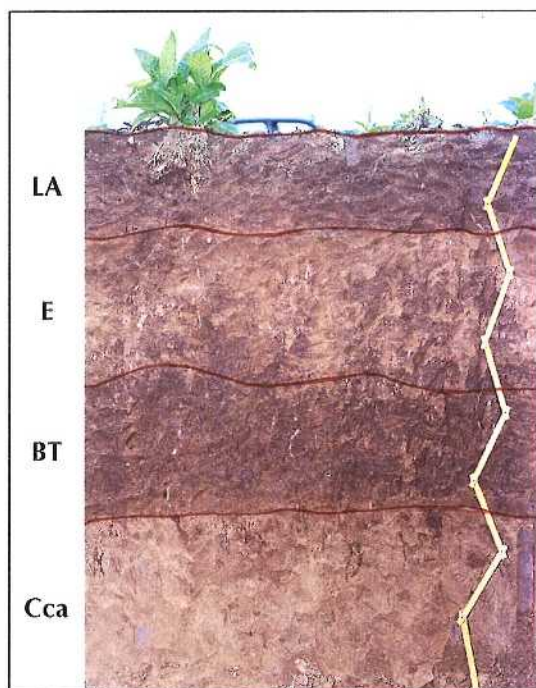
- sol profond (>1 m) limono-argileux, brun clair, puis argilo-limoneux brun plus foncé, puis limon beige calcaire en profondeur

Sol limono-argileux en surface puis argilo-limoneux, décarbonaté, profond, sur loess**UN EXEMPLE DE PROFIL**

MOMMENHEIM : X=989,3 Y=2431,8

Octobre 1999 - tabac blond

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0 - 25 cm) - Limon argileux, brun foncé jaunâtre foncé, structure grumeleuse, meuble. Racines nombreuses.

Horizon E (25 - 65 cm) - Limon argileux, brun jaunâtre, structure polyédrique subanguleuse, meuble. Racines peu nombreuses.

Horizon BT (65 - 105 cm) - Argilo-limoneux, brun foncé jaunâtre, structure polyédrique nette, compact. Racines très peu nombreuses.

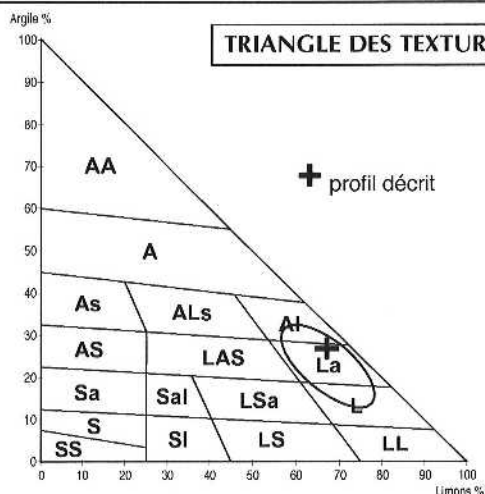
Horizon Cca (105 - 140 cm) - Limoneux, calcaire, jaune brunâtre, avec de nombreuses concrétions calcaires sous forme de pseudomycélium, meuble. Racines très peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25cm	LA	4,2	4,2	40,6	29,3	20,2	1,5
25-65 cm	E	1,8	3,7	39,9	32,0	22,0	0,5
65-105 cm	BT	0,4	2,3	30,1	31,1	35,5	0,6
105-140 cm	Cca	5,3	3,9	37,8	37,2	15,5	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O ₅ Dy ppm	P2O ₅ jH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/l en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	0,0	-	-	90	7,0	6,2	10,32	1,44	0,53	0,03	10,3	sat
7,2	0,0	-	-	10	8,1	7,0	12,71	0,94	0,26	0,03	9,8	sat
7,1	0,7	-	-	-	8,0	6,7	18,96	1,59	0,38	0,10	15,5	sat
8,1	27,2	6,7	-	-	8,6	7,9	37,49	1,24	0,13	0,06	6,7	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 450 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du Kochersberg et des collines de Brumath pour les types de sols décrits dans les fiches 1, 2, 3 et 4

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Loess légers du Kochersberg et des collines de Brumath

2**Sol limono-argileux en surface puis argilo-limoneux, décarbonaté, profond, sur loess****Enracinement du maïs**

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

Enracinement jusque vers 1,00 m

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface limono-argileuse
- Indice de battance : 9,6 - sol très battant
- Densité apparente : comprise entre 1,40 et 1,45 en surface
- Réserve utile : 200 mm d'eau pour un enracinement limité à 1 m
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH initial sans intervention compris entre 6,0 et 7,0 en surface et 8,0 et 8,5 en profondeur
- pH après amendement : 7,5
- 0 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % en profondeur
- Saturé sur tout le profil

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Sensibilité au tassement et risque de formation de croûtes de battance
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limono-argileux en surface puis argilo-limoneux, décarbonaté, profond, sur loess

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement)

Praticabilité et travail du sol

- Structure peu fragile par rapport aux interventions, cependant risque de tassement et présence de semelles de labour si travail en conditions non ressuyées.

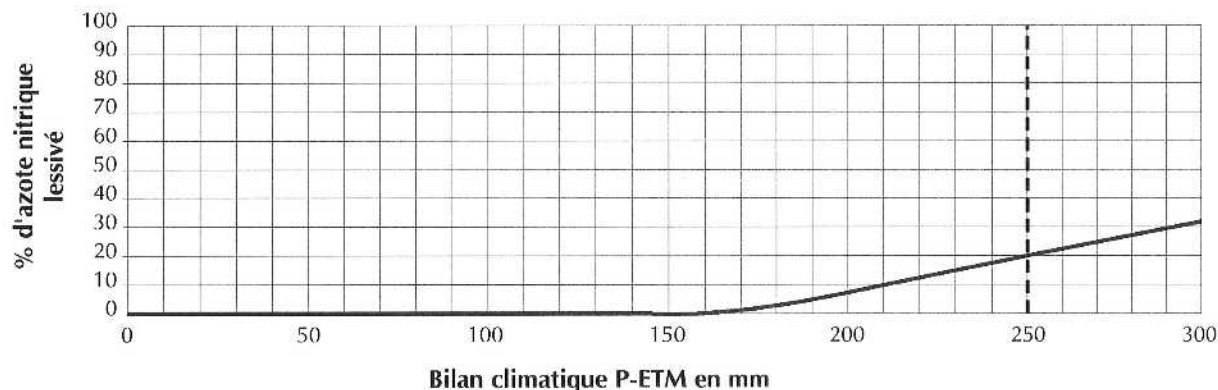
Fertilisation et entretien calcique

- Amendements calciques nécessaires pour le maintien du pH entre 6,5 et 7,5
- Au printemps, faire les apports azotés en 1 à 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque limité si la fertilisation azotée est ajustée

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur suffisant
- Surveillance du pH indispensable

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

3

Loess des versants du Kochersberg et des collines de Brumath

Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess

Typologie des sols d'Alsace : code 21.1 (variante à définir)

Classification CPCS : Sol brun calcaire - Classification RP : Calcisol limoneux, issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les versants des vallons qui découpent le Kochersberg et les collines de Brumath.

Le Kochersberg se présente comme un vaste plateau entaillé par des vallons, le secteur des collines de Brumath est plus vallonné.

Dans les secteurs en pente de plus de 5 % le sol est constamment rajeuni par l'érosion et le loess apparaît dans les labours.

Mise en valeur actuelle
 maïs et céréales à paille

Étendue estimée : 2 à 3 %



En milieu de versant le sol est érodé, le loess de teinte claire, apparaît dans les labours

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Kochersberg et collines de Brumath

à l'oeil (surface) :



- brun clair à beige localement lors des labours

- Position topographique :

Versant en pente convexe

au toucher (surface) :



- limono-argileux

- Matériau :

Loess

à la pissette (HCl) :



- effervescence forte dès la surface et sur tout le profil

à la tarière :



- limono-argileux, brun clair, puis limon beige jaunâtre apparaissant à moins de 60 cm de profondeur

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

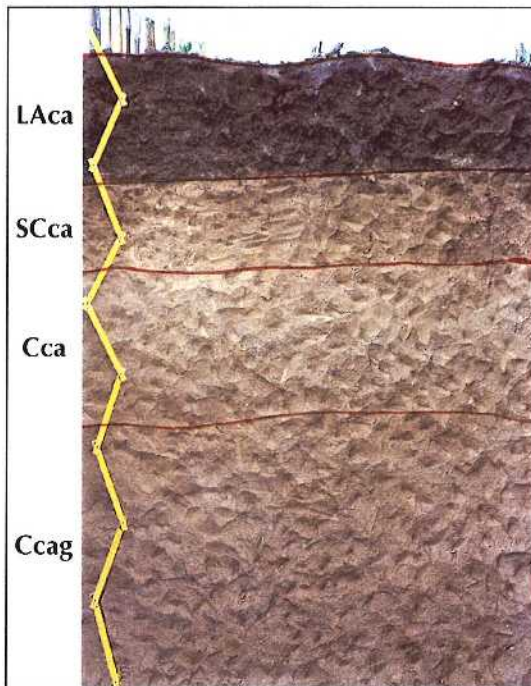
Loess des versants du Kochersberg et des collines de Brumath

3**Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess****UN EXEMPLE DE PROFIL**

Octobre 1999 - maïs ensilage

HOCHSTETT : X = 992,1 Y = 2432,3

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAca (0 - 30 cm) - Limon argileux, calcaire, brun, structure grumeleuse, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon SCca (30 - 55 cm) - Limoneux, calcaire, brun jaunâtre, pseudo-mycéliums calcaires abondants, structure polyédrique subanguleuse, peu compact. Racines très nombreuses.

Horizon Cca (55 - 90 cm) - Limoneux, calcaire, jaune brunâtre, pseudo-mycéliums calcaires abondants, peu compact. Racines nombreuses.

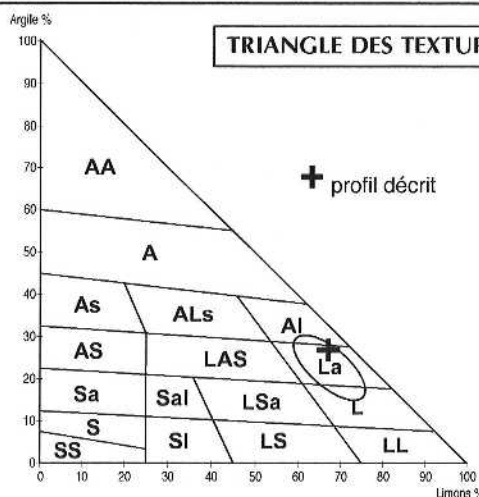
Horizon Ccag (90 - 160 cm) - Limoneux, calcaire, jaune brunâtre clair avec des petites taches rouille, peu compact. Racines peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	I.G.	I.F.	A.	
0-30 cm	LAca	1,5	2,7	36,1	33,3	24,4	2,0
30-55 cm	SCca	2,3	3,1	41,5	36,8	15,9	0,4
55-90 cm	Cca	2,2	2,8	42,4	37,8	14,4	0,3
90-160 cm	Ccag	1,4	2,4	40,5	40,7	14,7	0,4

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ JII ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	10,3	2,8	-	330	8,2	7,5	39,63	1,64	0,79	0,03	12,1	sat
8,7	21,9	5,0	-	20	8,6	7,8	38,56	0,99	0,15	0,06	7,2	sat
8,0	24,5	5,1	-	-	8,6	7,9	39,27	0,89	0,13	0,06	6,3	sat
9,5	26,8	5,6	-	-	8,7	8,0	38,91	0,94	0,11	0,06	5,9	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 450 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du Plateau du Kochersberg et des collines de Brumath pour les types de sols décrits dans les fiches 1, 2, 3 et 4

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

3

Loess des versants du Kochersberg et des collines de Brumath

Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess

Enracinement du maïs

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

Enracinement régulier jusqu'à 90 cm.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol de 60 cm environ, niveau d'apparition du loess
- Texture de surface limono-argileuse
- Indice de battance : 6,5 - sol peu battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,3 et 1,4 (de LA à Cca)
- Réserve utile : 170 mm d'eau pour une profondeur d'enracinement de 0,90 m
- Sensibilité au ruissellement et à l'érosion (liée à la topographie)
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH initial compris entre 7,5 et 8,5 en surface et 8,0 et 8,5 en profondeur
- 10 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % en profondeur
- Saturé sur tout le profil

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Sensibilité au ruissellement et à l'érosion (liée à la topographie)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant à élevé

Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier

Praticabilité et travail du sol

- Pour limiter les problèmes de ruissellement et d'érosion, cultiver de préférence les parcelles perpendiculairement à la pente

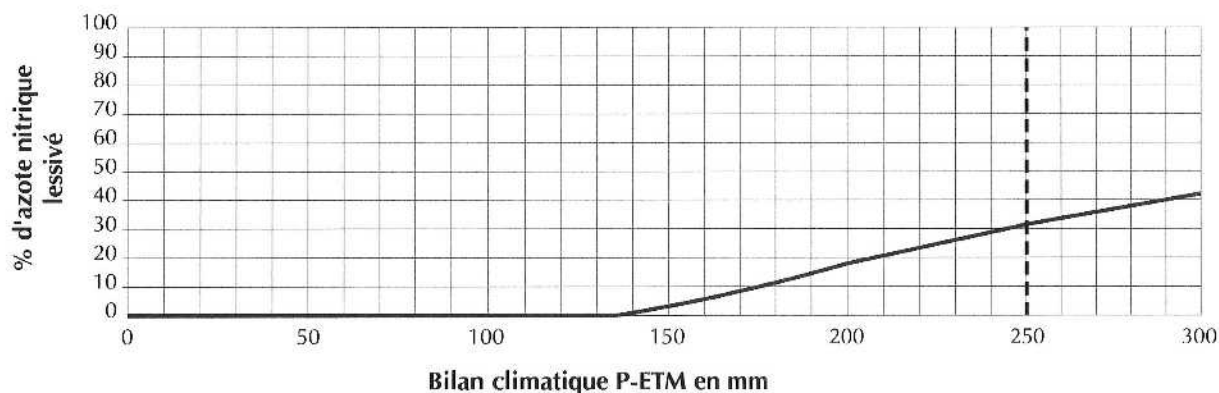
Fertilisation et entretien calcique

- Surveiller le taux de matière organique
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois
- Pas d'entretien calcique à prévoir
- Mesure de l'indice de pouvoir chlorosant (IPC) à faire en préalable à l'implantation de vergers

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen si la fertilisation azotée est ajustée

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

**Pouvoir épurateur**

- Pouvoir épurateur suffisant à élevé
- Attention au lessivage des nitrates

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Loess et lehm colluvionnés du Kochersberg
 et des collines de Brumath

4

Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm

Typologie des sols d'Alsace : code 21.5

Classification CPCS : Sol brun calcaire ou calcique colluvial - Classification RP : Calcisol ou calcisol, colluvique limoneux, issu de loess ou lehm-loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé en position de bas de pente des vallons qui découpent les dépôts loessiques du Kochersberg et des collines de Brumath.

Dans ces secteurs, le sol reçoit par ruissellement les apports des versants environnants : loess ou lehm (loess décarbonatés). Ces sols sont profonds, calcaires ou décarbonatés, sur loess au-delà de 1 m de profondeur. Ils sont sains ou, sinon hydromorphes en profondeur, ce qui les distingue des sols des fonds de vallons (fiche 21) qui sont hydromorphes dès la surface.

Mise en valeur actuelle

Maïs, céréales, cultures fourragères

Étendue estimée : 2 à 3 %



Vallon qui découpe les dépôts loessiques. Des grandes cultures occupent les bas de pente, et des prairies les bas fonds hydromorphes

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- | | | |
|--|------------------------|---|
| - Localisation géographique :
Kochersberg et collines de Brumath | à l'oeil (surface) : |  - brun |
| | au toucher (surface) : |  - limono-argileux |
| - Position topographique :
Bas de pente | à la pissette (HCl) : |  - effervescence nulle à forte en surface |
| | à la tarière : |  - limono-argileux, brun jaunâtre foncé jusqu'à 50 cm de profondeur puis limon beige jaunâtre, avec parfois des taches d'hydromorphie, sur loess à plus de 1 m |
| - Matériau :
Loess et lehm | | |

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Loess et lehm colluvionnés du Kochersberg
 et des collines de Brumath

4

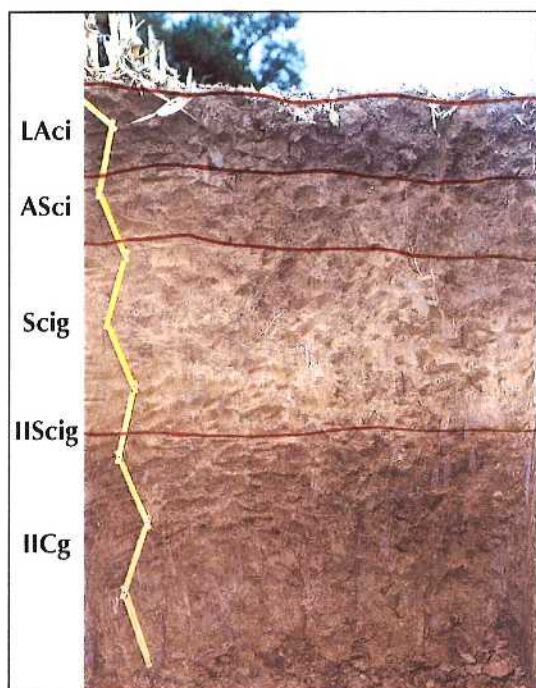
Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm

UN EXEMPLE DE PROFIL

HOCHSTETT: X = 992,7 Y = 2433,9

Octobre 1999 - maïs

Profil représentant une variante de l'unité de sol : lehm colluvionné hydromorphe



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcI (0 - 30 cm) - Limon argileux, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subangulaire, compact. Racines nombreuses.

Horizon ASci (30 - 55 cm) - Limon argileux, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subanguleuse, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon Scig (55 - 110 cm) - limon argileux, brun jaunâtre avec des petites taches rouille et noires, peu abondantes, structure polyédrique subangulaire, compact. Racines peu nombreuses.

Horizon IISci (110 - 150 cm) - argilo-limoneux, brun jaunâtre foncé avec de nombreuses taches rouille et noires, structure polyédrique, très compact. Racines très peu nombreuses.

Horizon IICg (150 - 170 cm) - limoneux, calcaire, brun jaunâtre avec de nombreuses taches rouille et quelques taches noires, compact. Pas de racines.

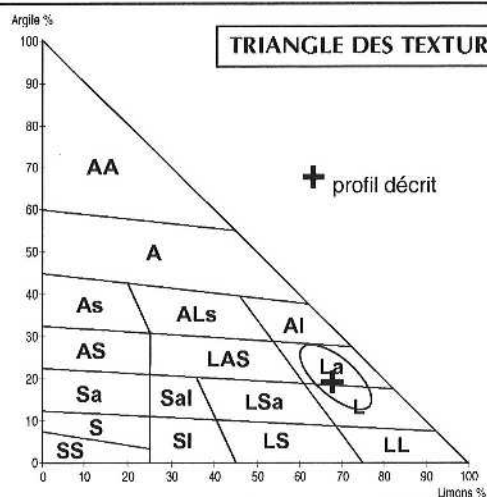
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	I.G.	I.F.	A.	
0-30 cm	LAcI	2,8	4,9	42,8	28,6	18,4	2,4
30-55 cm	ASci	2,1	4,8	44,4	29,2	18,4	1,1
55-110 cm	Scig	1,7	4,9	44,1	30,5	18,2	0,6
110-150 cm	IISci	0,5	2,6	33,3	29,9	33,1	0,5
150-170	IICg	1,9	2,4	41,5	34,6	19,4	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P205 Dy ppm	P205 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	0,4	-	-	50	7,1	6,1	12,78	1,49	0,21	0,03	12,1	sat
7,5	0,0	-	-	10	7,8	6,9	13,96	1,14	0,17	0,03	9,5	sat
7,3	0,0	-	-	-	8,2	7,2	10,57	1,34	0,17	0,06	8,3	sat
6,1	0,0	-	-	-	8,2	6,8	17,31	2,63	0,32	0,13	14,5	sat
6,7	15,9	3,8	-	-	8,4	7,6	39,98	1,98	0,17	0,10	8,7	sat

TRIANGLE DES TEXTURES



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des 450 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du Plateau du Kochersberg et des collines de Brumath pour les types de sols décrits dans les fiches 1, 2, 3 et 4

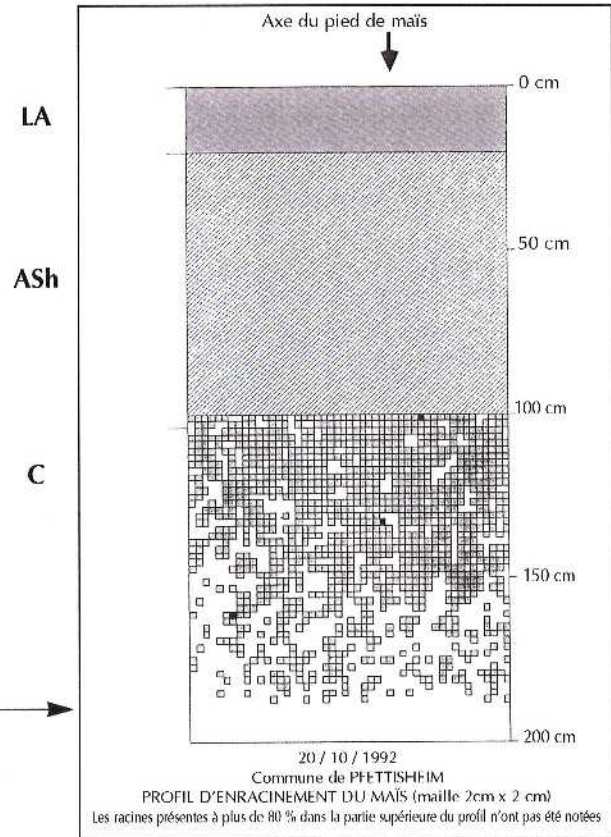
Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm

Enracinement du maïs

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol analogue, mais non hydromorphe dans la région voisine de la Plaine d'Erstein à Obernai.

Enracinement profond 1m et plus, pour les sols sains ou faiblement hydromorphe (H0, H1)

→ dernière racine comptée
 à 188 cm. Il en existe
 encore au delà de 200 cm



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1,20 m
- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
- Indice de battance : 7,7 - sol assez battant
- Densité apparente : comprise entre 1,3 et 1,5 sur tout le profil
- Réserve utile : 190 mm d'eau pour une profondeur d'enracinement de 1,10 m
- Classe d'hydromorphie : H0 à H2
- Origine de l'excès d'eau : perméabilité réduite en profondeur et apport d'eau important lié à la position de bas de pente
- pH initial compris entre 6,5 et 8,0 en surface et 8,0 et 8,5 en profondeur
- 0 % à 20 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % en profondeur
- Saturé sur tout le profil

ATOUPS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Enracinement éventuellement limité en cas d'hydromorphie marquée (H2)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Sur sol sain large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier
- Pour les sols hydromorphes (H2) amélioration possible par drainage
- 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

- Structure peu fragile par rapport aux interventions cependant risque de tassement et présence de semelles de labour si travail en conditions non ressuyées

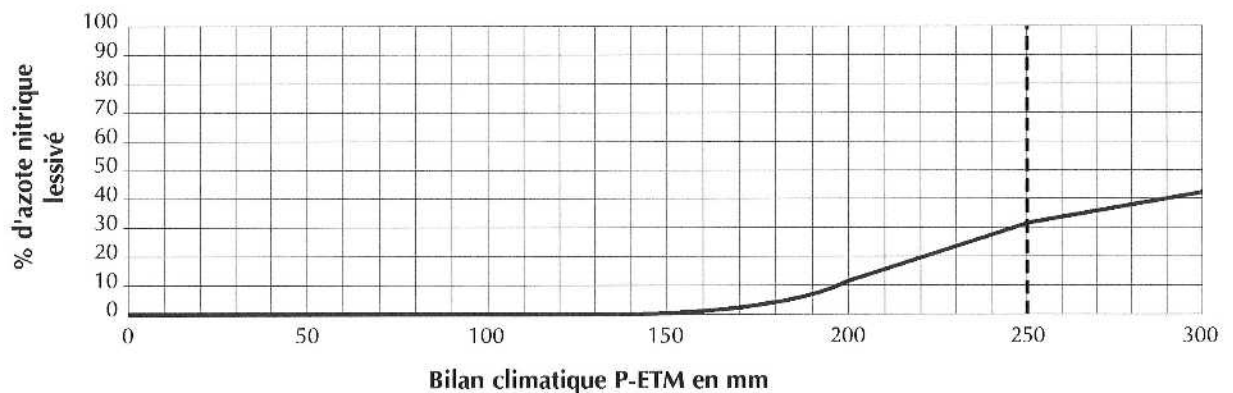
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique nécessaire pour le maintien du pH entre 6,5 et 7,5
- Au printemps apporter l'azote en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen si la fertilisation azotée est ajustée

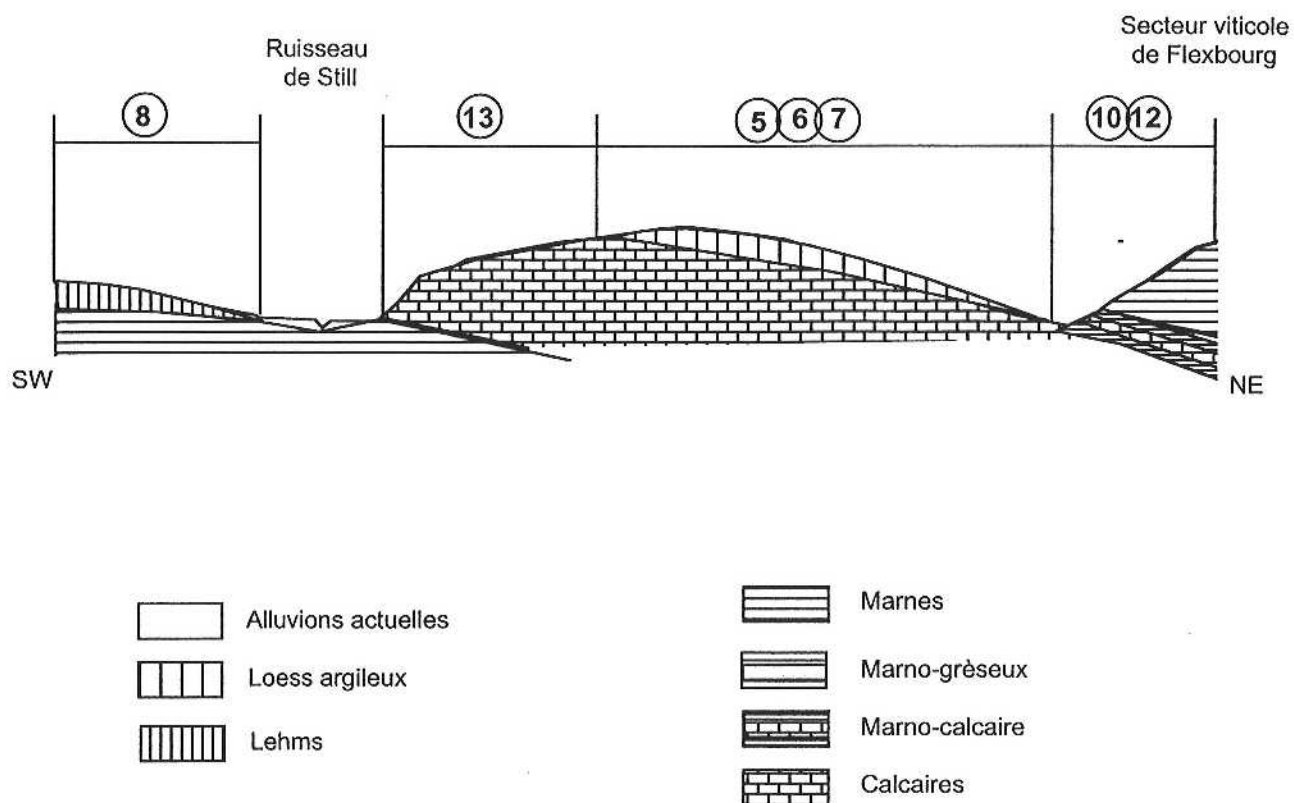
**Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)**



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur juste suffisant
- Contrôles du pH et de l'excès d'eau indispensables

SECTEUR VITICOLE DE MARLENHEIM-WOLXHEIM ET BASSINS DE STILL ET DE GRESSWILLER



Fiche 5 : Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux

Fiche 6 : Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux

Fiche 7 : Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess ou lehm argileux

Fiche 8 : Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm

Fiche 9 : Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne

Fiche 10 : Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne

Fiche 11 : Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux

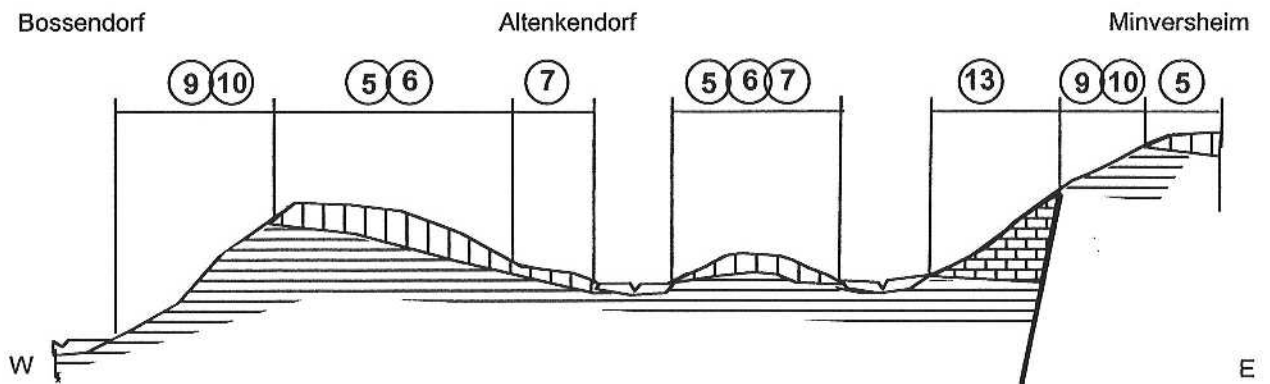
Fiche 12 : Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique

Fiche 13 : Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire

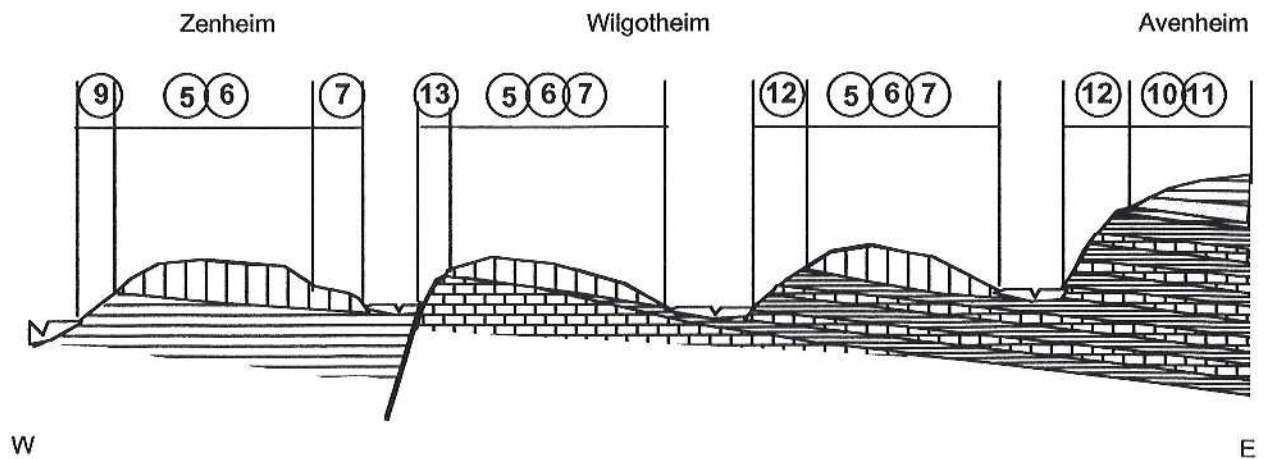
LES COLLINES SOUS-VOSGIENNES :
région de Hochfelden, Arrière Kochersberg,
secteur viticole Marlenheim à Wolxheim, bassins de Still et de Gresswiller
Fiches (5) à (13)

LOCALISATION DES SOLS DANS LE PAYSAGE

REGION DE HOCHFELDEN



ARRIERE KOCHERSBERG



Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Loess lourds des collines sous-vosgiennes

5

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux

Typologie des sols d'Alsace : code 21.3

Classification CPCS : Sol brun calcique - Classification RP : Calcisol, limono-argileux, issu de loess argileux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les dépôts loessiques des collines sous-vosgiennes, région variée, fortement ondulée dont l'aspect est lié à un champ de fractures qui juxtapose des matériaux marneux et marno-calcaires.

Ces loess, plus argileux que ceux du Kochersberg, sont les restes d'un ancien complexe loessique, très altéré et souvent déplacé sous forme de coulées de boue glissant sur le substrat marneux, peu perméable, qui peut apparaître localement sur les versants, formant des "mouillères". Majoritairement ces loess argileux sont situés en position topographique haute : replats et hauts de versants, mais ils tapissent aussi les versants en pente faible.

Mise en valeur actuelle

maïs , céréales, cultures fourragères

Etendue estimée : 10 à 15 %



Limons plus lourds des collines sous-vosgiennes

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines sous-vosgiennes- Arrière Kochersberg et région de Hochfelden

- Position topographique :

replats et versants en pente faible

- Matériau :

Loess argileux

à l'oeil (surface) :



- brun jaunâtre

au toucher (surface) :



- limono-argileux à argilo-limoneux

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence en surface, effervescence forte en profondeur

à la tarière :



- limono-argileux à argilo-limoneux, brun jaunâtre foncé puis limoneux brun jaunâtre plus clair, avec des concrétions calcaires vers 1,00 m

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

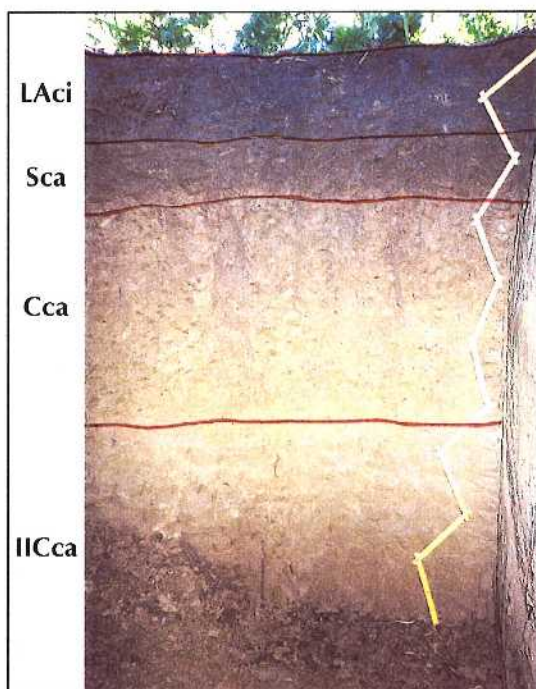
Loess lourds des collines sous-vosgiennes

5**Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux****UN EXEMPLE DE PROFIL**

Octobre 1999 - Engrais vert après maïs

ALTECKENDORF : X = 986,1 Y = 2433,26

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAci (0- 25 cm) -Limono-argileux, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subangulaire, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon Sca (25 - 50 cm) -Limono-argileux, faiblement calcaire, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subanguleuse, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon SCca (50 - 110 cm) - Limon argileux, calcaire, brun jaunâtre, structure polyédrique subanguleuse, peu compact. Racines nombreuses.

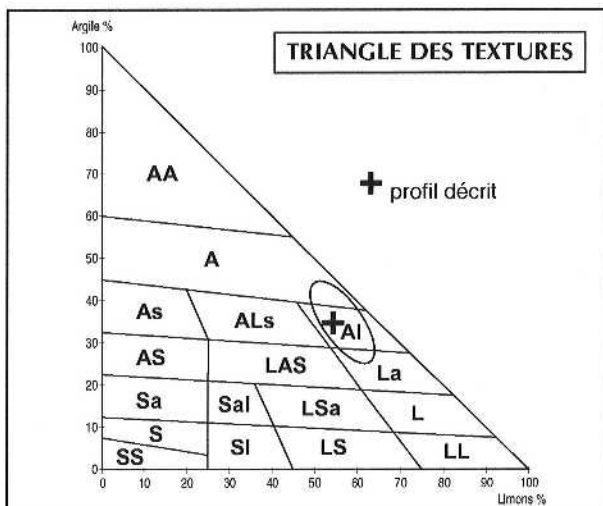
Horizon IICca (110 - 160 cm) - Limoneux, calcaire, brun jaunâtre avec quelques taches ocres et grises, meuble. Concrétions calcaires sous forme de poupées de loess. Racines peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	I.G.	I.F.	A.	
0-25 cm	LAci	5,4	3,6	29,5	29,5	29,7	2,2
25-50 cm	Sca	3,9	2,7	28,5	29,8	34,0	1,1
50-110 cm	SCca	4,6	3,0	29,4	36,6	25,9	0,5
110-160 cm	IICca	3,7	2,0	31,9	43,3	18,5	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O ₅ Dy ppm	P2O ₅ JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
8,2	1,6	-	-	120	8,2	7,3	27,35	1,39	0,60	0,03	15,5	sat
7,9	2,9	-	-	10	8,3	7,4	38,56	1,49	0,38	0,06	15,0	sat
7,5	17,4	4,1	-	-	8,5	7,6	40,70	1,04	0,23	0,06	10,4	sat
7,8	19,5	4,7	-	-	8,6	7,7	39,98	0,99	0,15	0,03	8,2	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 183 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs des collines sous-vosgiennes pour les types de sols décrits dans les fiches 5, 6 et 7.

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Loess lourds des collines sous-vosgiennes

5

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond 1 m et plus

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol 1,10 m environ
- Texture de surface limono-argileuse à argilo-limoneuse
- Indice de battance : 4,2 - sol non battant
- Densité apparente : comprise entre 1,4 et 1,6 (de LA à SCca)
- Réserve utile : 200 mm pour une profondeur d'enracinement de 1,00 m
- Classe d'hydromorphie : H0, H1
- pH sans intervention compris entre 6,5 et 8,0 en surface et 8,5 en profondeur
- 0 % à 10 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % en profondeur
- Saturé sur tout le profil
- **Variante de l'unité de sol** : sol plus hydromorphe (H2) à proximité des affleurements marneux

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage assez rapide, sauf sur versants Nord ou à proximité des affleurements marneux
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier, sauf à proximité des affleurements marneux où le captage de mouillères est parfois nécessaire.
- 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

- Structure peu fragile par rapport aux interventions, cependant risque de tassement, travailler en conditions ressuyées.
- Pratiquer un labour d'automne ou d'hiver

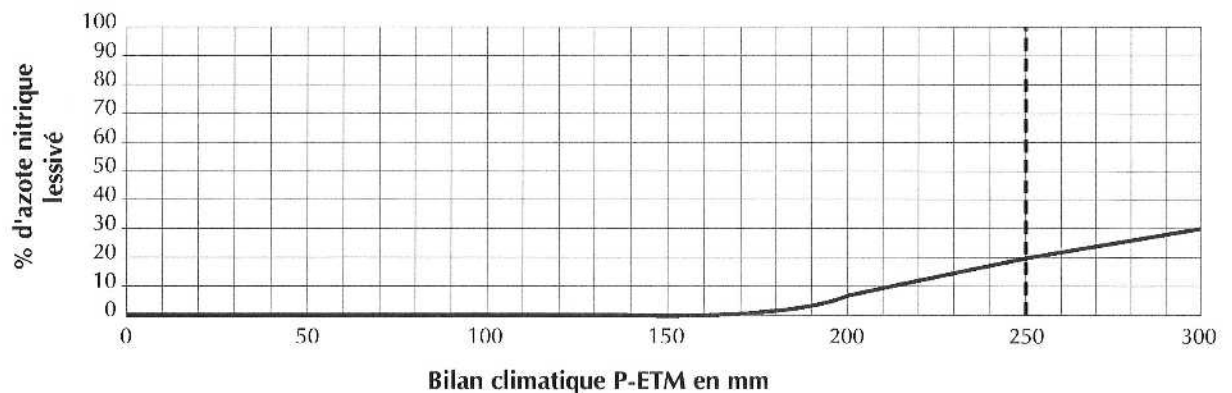
Fertilisation et entretien calcique

- Au printemps apporter l'azote en 1 ou 2 fois
- Amendement calcique à prévoir éventuellement après une analyse de terre

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque limité si la fertilisation azotée est ajustée, sauf en cas de drainage

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

**Pouvoir épurateur**

- Pouvoir épurateur suffisant
- Contrôles du pH et de l'excès d'eau indispensables

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Lehms lourds des collines sous-vosgiennes

6**Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux**

Typologie des sols d'Alsace : code 21.3

Classification CPCS : Sol brun calcique - Classification RP : Calcisol, argilo-limoneux, issu de lehm argileux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les dépôts de lehms (loess décarbonatés) de l'arrière Kochersberg, plutôt à l'Ouest du secteur d'étude : communes de Wolschheim, Westhouse-Marmoutier, Zehnacker, Rangen,...

Ces lehms sont les restes d'un ancien complexe loessique, très altéré, décarbonaté et souvent déplacé sous forme de coulées de boue glissant sur le substrat marneux, peu perméable, qui peut apparaître localement sur les versants, formant des "mouillères".

Majoritairement ces lehms sont situés en position topographique haute : replats et hauts de versants, mais ils tapissent aussi les versants en pente faible.

Mise en valeur actuelle
maïs et céréales

Etendue estimée : 3 à 5 %



*Les lehms lourds de l'arrière Kochersberg présentent
une couleur brun foncé au labour*

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Arrière Kochersberg, partie ouest

à l'oeil (surface) :



- brun foncé

au toucher (surface) :



- argilo-limoneux

- Position topographique :

Replats et versants en pente faible

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence en surface, parfois faible effervescence en profondeur

- Matériau :

Lehm argileux

à la tarière :



- argilo-limoneux brun, puis limono-argileux brun jaunâtre en profondeur avec parfois des concrétions calcaires

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Lehms lourds des collines sous-vosgiennes

6

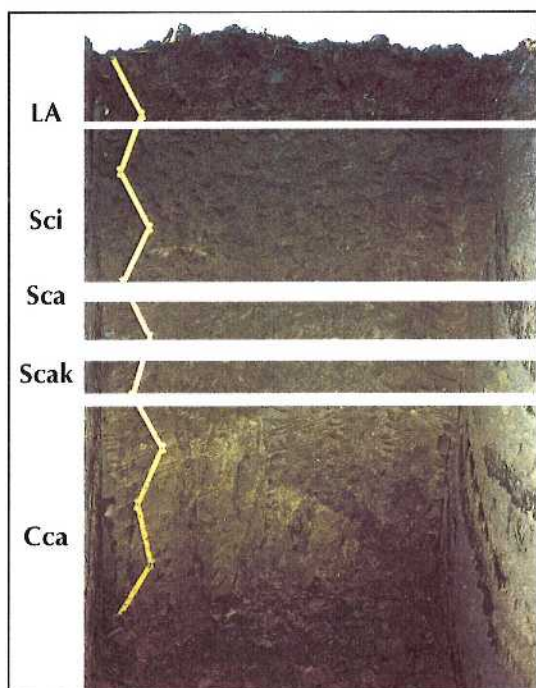
Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux

UN EXEMPLE DE PROFIL

WOLSCHHEIM : X=976,8 Y=2424,1

Octobre 1999 - labour après maïs

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0 - 30 cm) - Argilo-limoneux, brun foncé, structure polyédrique, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon Sci (30 - 85 cm) - Limon argileux, brun, structure polyédrique subanguleuse, meuble. Racines peu nombreuses.

Horizon Sca (85 - 110 cm) - Argilo-limoneux, faiblement calcique, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique, peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon Scak (110 - 125 cm) - Limon argileux, calcaire, brun olive, structure polyédrique subanguleuse, peu compact, nombreuses concrétions calcaires en pseudomycélium. Racines très peu nombreuses.

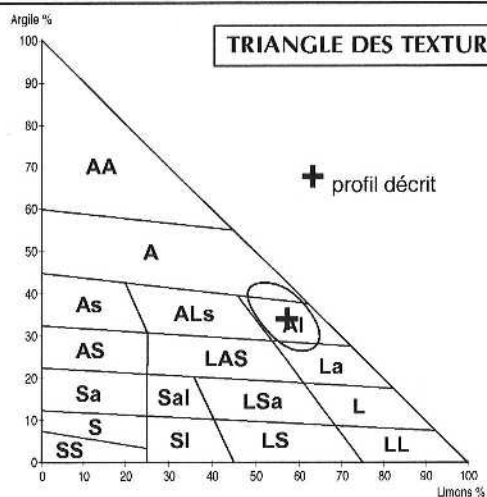
Horizon Cca (125 - 170 cm) - Limon argileux, calcaire, brun jaunâtre, peu compact, concrétions calcaires peu abondantes. Racines très peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	3,0	4,3	26,7	30,9	32,9	2,3
30-85 cm	Sci	2,0	4,6	33,1	34,0	25,7	0,7
85-110 cm	Sca	1,1	2,3	25,4	30,9	39,6	0,7
110-125 cm	Scak	-	-	-	-	-	-
125-170 cm	Cca	3,3	2,9	25,4	36,5	31,1	0,8

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O ₅ Dy ppm	P2O ₅ JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	1,4	-	-	560	8,0	7,2	26,45	1,69	1,41	0,03	17,3	sat
7,8	2,2	-	-	290	8,3	7,4	29,24	1,04	0,38	0,03	11,9	sat
7,0	1,2	-	-	-	8,3	7,3	28,13	1,64	0,51	0,06	18,3	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,6	4,5	-	-	-	8,4	7,4	43,91	1,88	0,30	0,03	15,1	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 183 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs de la région du champ de fractures de Saverne pour les types de sols décrits dans les fiches 5, 6 et 7.

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Lehms lourds des collines sous-vosgiennes

6

Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond supérieur 1,00 m

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface argilo-limoneuse
- Indice de battance : 3,9 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,3 et 1,5 (de LA à Cca)
- Réserve utile : 190 mm pour une profondeur d'enracinement de 1,00 m
- Classe d'hydromorphie : H0, H1
- pH sans intervention compris entre 6,5 et 8,0 en surface
- 0 % à 3 % de calcaire total en surface, inférieur à 10 % en profondeur
- Saturé sur tout le profil
- **Variante de l'unité de sol** : sol plus hydromorphe (H2) à proximité des affleurements marneux

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage un peu lent
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur suffisant à élevé

Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialité moyennes à élevées (plus limitées que pour les sols de la fiche 5)
- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier, sauf à proximité des affleurements marneux où le captage de mouillères est parfois nécessaire.
- 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

- Travailler en condition ressuyées pour éviter les problèmes de tassement
- Pratiquer un labour hivernal

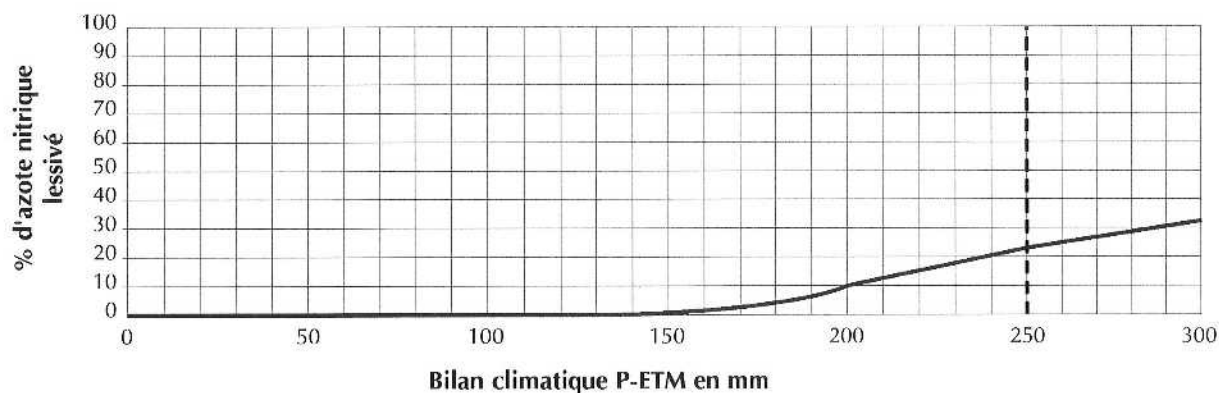
Fertilisation et entretien calcique

- Amendements calciques à prévoir éventuellement après une analyse de terre
- Au printemps apporter l'azote en 1 ou 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque limité si la fertilisation azotée est ajustée, sauf en cas de drainage

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur suffisant à élevé

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Loess et lehms lourds colluvionnés des collines sous-vosgiennes

7

**Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe
 sur loess ou lehm argileux**

Typologie des sols d'Alsace : code 21.5

Classification CPCS : Sol brun calcaire ou calcique colluvial

Classification RP : Calcisol ou calcisol, colluvique, argilo-limoneux, issu de loess et lehm argileux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les bas des versants loessiques des collines sous-vosgiennes. Dans ces secteurs, le sol reçoit par ruissellement les apports des versants environnants : loess ou lehms argileux, restes d'un ancien complexe loessique, altéré et parfois décarbonaté.

Mise en valeur actuelle

maïs, céréales à paille, cultures fourragères ...

Étendue estimée : 2 à 3 %



*En bas de pente, sur les dépôts loessiques des collines sous-vosgiennes,
 des sols profonds aux fortes potentialités*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Champ de fractures de Saverne-Arrière Kochersberg et région de Hochfelden

- Position topographique :

Bas de pente, vallon

- Matériau :

Loess et lehms argileux

à l'oeil (surface) :



- brun jaunâtre foncé

au toucher (surface) :



- argilo-limoneux

à la pissette (HCl) :



- effervescence nulle à forte en surface et en profondeur

à la tarière :



- argilo-limoneux, brun jaunâtre foncé jusqu'à 50 cm de profondeur, puis argilo-limoneux à limono-argileux brun jaunâtre, avec parfois des taches d'hydromorphie sur loess-argileux à plus de 1,00 m

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg****Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe
sur loëss ou lehm argileux**

Fiche de sol n°

Loess et lehms lourds colluvionnés des collines sous-vosgiennes

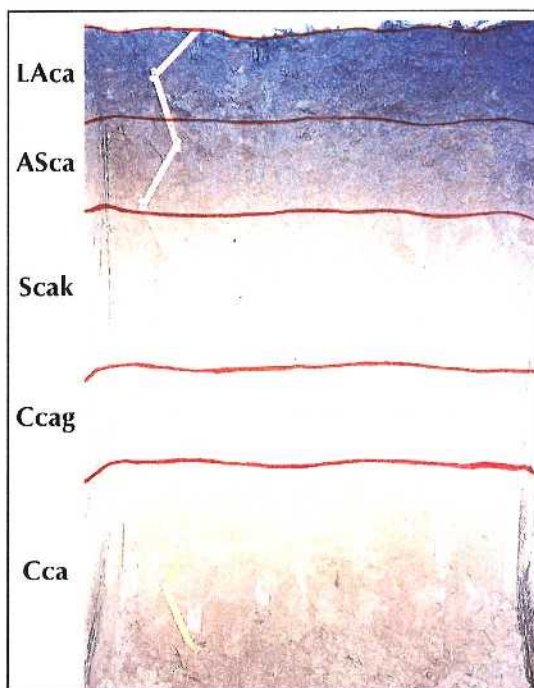
7

UN EXEMPLE DE PROFIL

NEUGARTHEIM : X=984,2 Y=2419,9

Octobre 1999 - maïs

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAca (0 - 25 cm) - Argilo-limoneux, calcaire, brun, structure grumeleuse, meuble. Racines nombreuses.

Horizon ASca (25 - 55 cm) - Argilo-limoneux, calcaire, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon Scak (55 - 100 cm) - Limon argileux, calcaire, brun jaunâtre, concrétions calcaires abondantes sous forme de pseudo-mycélium et nodules, structure polyédrique subanguleuse, peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon Ccag (100 - 120 cm) - Limon argileux, calcaire, brun vert olive avec de nombreuses petites taches brun jaunâtre, peu compact. Racines très peu nombreuses.

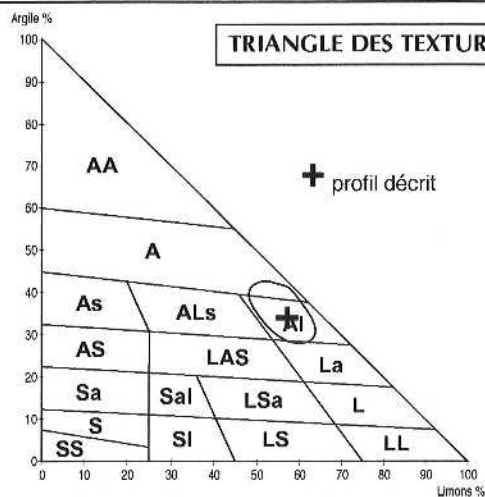
Horizon Cca (120 - 170 cm) - Limon argileux, calcaire, brun jaunâtre foncé, peu compact. Racines très peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	I.G.	I.F.	A.	
0-25 cm	LAca	3,0	4,7	24,6	30,7	34,4	2,7
25-55 cm	ASca	5,9	7,3	21,1	31,6	33,1	1,0
55-100 cm	Scak	7,8	3,3	27,6	40,7	20,0	0,5
100-120 cm	Ccag	-	-	-	-	-	-
120-170 cm	Cca	3,7	3,5	27,9	40,0	24,2	0,7

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	ClC	
8,8	10,3	2,6	-	280	8,2	7,4	41,41	1,59	1,17	0,03	17,4	sat
8,1	22,8	8,6	-	30	8,5	7,6	45,34	1,79	0,36	0,03	14,6	sat
8,6	29,4	9,9	-	-	8,6	7,9	39,63	1,93	0,13	0,03	7,5	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,4	19,1	6,0	-	-	8,5	7,7	42,48	2,78	0,15	0,06	10,2	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 183 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs de la région du champ de fractures de Saverne pour les types de sols décrits dans les fiches 5, 6 et 7.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg****Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe
sur loëss ou lehm argileux**

Fiche de sol n°

Loess et lehms lourds colluvionnés des collines sous-vosgiennes

7

Enracinement du maïs

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

Enracinement régulier jusqu'à 100 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol supérieure à 1,20 m
- Texture de surface argilo-limoneuse, limono-argileuse en profondeur
- Indice de battance : 3,1 - sol non battant
- Densité apparente : comprise entre 1,2 et 1,4 sur tout le profil
- Réserve utile : 190 mm d'eau pour une profondeur d'enracinement de 1,00 m
- Classe d'hydromorphie : H0 - H1 - H2
- pH initial sans intervention compris entre 6,5 et 8,5 en surface et 8,0 et 8,5 en profondeur
- 0 % à 20 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % en profondeur
- Saturé sur tout le profil
- **Variante de l'unité de sol** : sol plus hydromorphe (H3) localement

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Enracinement éventuellement limité en cas d'hydromorphie (H2- H3)
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur suffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Sur sol sain large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier
- Pour les sols hydromorphes (H2-H3) amélioration possible par drainage
- 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

- Travailler en conditions ressuyées pour éviter les problèmes de tassement

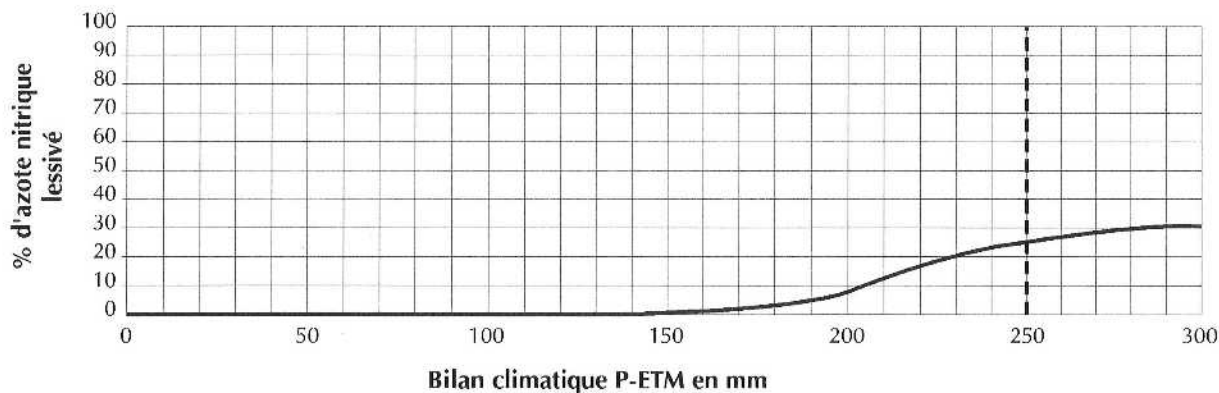
Fertilisation et entretien calcique

- Au printemps apporter l'azote en 1 ou 2 fois
- Amendement calcique à prévoir éventuellement après une analyse de terre

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque limité si la fertilisation azotée est ajustée, sauf en cas de drainage

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

**Pouvoir épurateur**

- Pouvoir épurateur suffisant
- Contrôles du pH et de l'excès d'eau indispensables

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

8

Lehms hydromorphes des bassins de Still et de Gresswiller

Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm

Typologie des sols d'Alsace : code 22.0. (variante à définir)

Classification CPCS : Sol lessivé dégradé à pseudogley - Classification RP : Luvisol dégradé, rédoxique, issu de lehm

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les dépôts loessiques anciens, décarbonatés des bassins de Still et de Gresswiller, parfois remaniés avec des sables vosgiens. Situés de part et d'autre de la vallée de la Bruche, au pied du massif vosgien, les bassins de Still et de Gresswiller, présentent un relief collinaire, très découpé. Cette partie des collines sous-vosgiennes se caractérise par un climat plus froid et plus humide et présente un paysage plus "montagnard", avec de nombreuses prairies, mais aussi des vergers sur les terrains en pente, et des cultures céréalières sur les limons.

Mise en valeur actuelle
 Mais , céréales et prairies

Etendue estimée : 1 à 2 %



*Au pied du massif vosgien les bassins de Still et de Gresswiller
 présentent un milieu plus rude : plus froid et plus humide*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
 Bassins de Still et de Gresswiller

à l'oeil (surface) :



- brun jaunâtre

- **Position topographique :**
 collines, versants en pente faible

au toucher (surface) :



- limono-argileux à limono-sableux

- **Matériau :**
 Lehm

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le profil

à la tarière :



- limoneux brun jaunâtre, taché de rouille vers 30 cm sur limon-argileux compact brun jaunâtre taché rouille et de noir à partir de 50 - 60 cm

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Lehms hydromorphes des bassins de Still et de Gresswiller

8

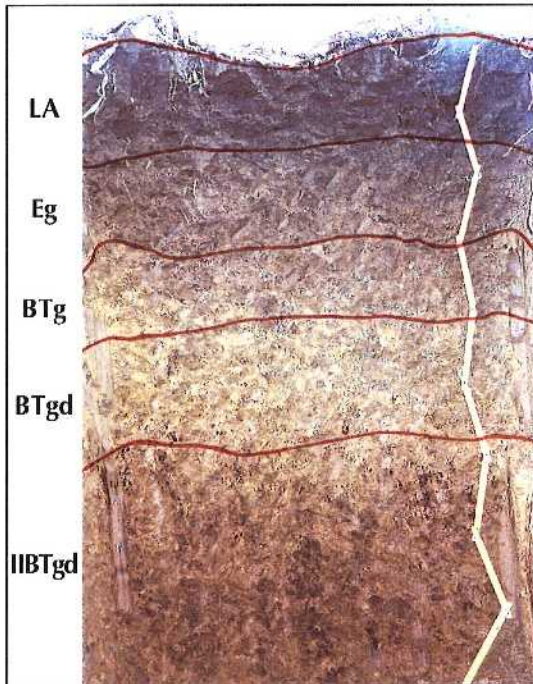
Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm

UN EXEMPLE DE PROFIL

STILL : X=972,8 Y=2407,9

Octobre 1999 - labour après maïs

Profil représentatif de l'unité de sol (pH relevé par un chaulage récent)



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0 - 30 cm) - Limon, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subangulaire, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon Eg (30 - 45 cm) - Limon, brun jaunâtre taché de rouille, structure polyédrique subanguleuse, compact. Racines nombreuses.

Horizon BTg (45 - 70 cm) - Limon argileux, brun jaunâtre avec des taches rouille et des concrétions noires, structure polyédrique très nette, compact. Racines peu nombreuses.

Horizon BTgd (70 - 105 cm) - Limon argileux, jaune brunâtre avec des taches rouille et grises en trainées verticales et des concrétions noires, structure polyédrique, très compact. Racines très peu nombreuses.

Horizon IIBTgd (105 - 160 cm) - Argilo-limoneux, brun orangé avec de grandes taches rouille en trainées verticales (glosses) et de très nombreuses concrétions noires, structure polyédrique, très compact. Racines très peu nombreuses.

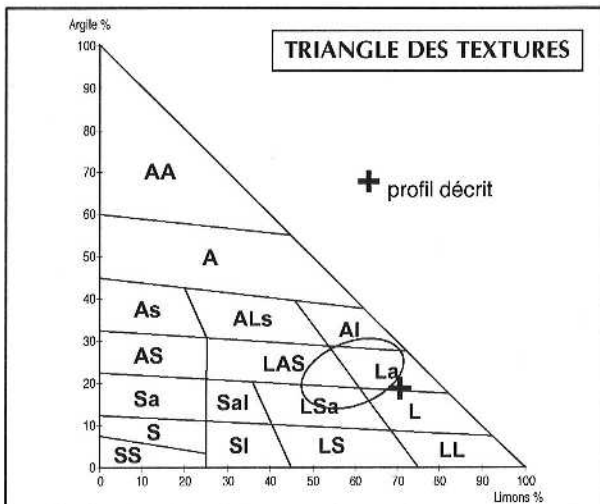
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	3,8	6,6	31,7	37,6	18,1	2,1
30-45 cm	Eg	4,2	6,5	32,1	38,0	18,5	0,6
45-70 cm	BTg	3,2	4,9	26,6	38,8	26,1	0,4
70-105 cm	BTgd	4,6	5,2	26,4	37,8	25,7	0,2
105-160 cm	IIBTgd	3,1	4,7	21,3	32,6	38,2	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ IH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,3	0,26	-	-	370	8,0	6,8	13,28	0,99	0,79	0,03	10,6	sat
7,3	0,16	-	-	10	7,9	6,3	8,85	1,34	0,36	0,03	8,5	sat
5,4	0,16	-	-	-	7,6	6,1	11,71	2,28	0,23	0,06	10,4	sat
4,2	0,16	-	-	-	7,4	5,9	10,92	2,53	0,21	0,10	10,6	sat
3,0	-	-	-	-	6,8	5,2	16,31	4,27	0,32	0,13	16,3	sat

TRIANGLE DES TEXTURES



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des 7 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les bassins de Still et de Gresswiller pour des sols de ce type.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Lehms hydromorphes des bassins de Still et de Gresswiller

8**Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm****Enracinement du maïs**

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

Enracinement limité par l'hydromorphie et l'horizon BTgd très compact vers 70 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface limono-argileuse à limono-sableuse, puis argilo-limoneuse en profondeur
- Indice de battance : 8,2 - sol battant
- Densité apparente : comprise entre 1,4 et 1,6 sur tout le profil
- Réserve utile : 150 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,70 m
- Classe d'hydromorphie : H3, H3+
- Origine de l'excès d'eau : perméabilité réduite liée à un horizon plus argileux et très compact vers 70 cm
- pH initial sans intervention compris entre 5,5 et 7,0, relevé à plus de 7,0 après amendement
- Moins de 1 % de calcaire total en surface

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Enracinement limité par un horizon très compact vers 70 cm
- Ressuyage lent
- Sol sensible au tassement et à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités moyennes pour les cultures d'été, faible pour les cultures d'hiver
- Amélioration possible par drainage
- 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.
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps
- Travailler en conditions ressuyées pour éviter les problèmes de tassement

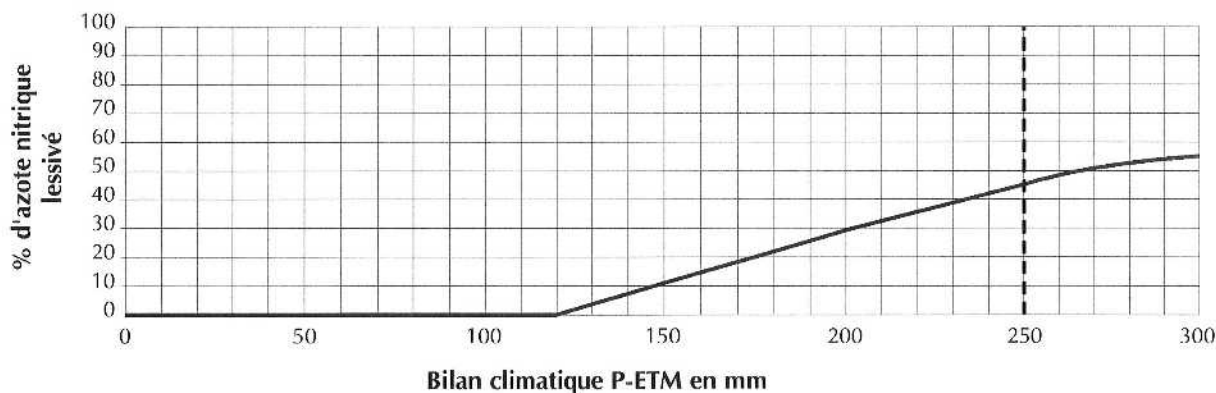
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique nécessaire
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé

Lessivage hivernal des nitrates



avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)

Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau qui ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions. Attention également au risque de lessivage des nitrates.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Argiles hydromorphes des collines sous-vosgiennes

9

Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Pélosol à pseudogley - Classification RP : Pélosol rédoxique sur marne

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les pentes marneuses des collines sous-vosgiennes (sur marnes du Lias ou autres argiles ex. Oligocène) : région de Hochfelden et arrière Kochersberg. Ce sol est marqué par l'excès d'eau à faible profondeur, tantôt plastique et asphyxiant en période humide, tantôt durci comme de la brique en période sèche.

Mise en valeur actuelle

Maïs ensilage, blé, prairies, vignes, vergers

Etendue estimée : 2 à 3 %

Sur les versants marneux de l'arrière Kochersberg et de la région de Hochfelden, des sols hydromorphes, aux faibles potentialités

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Région de Hochfelden et arrière Kochersberg

à l'oeil (surface) :



- brun

au toucher (surface) :



- argilo-limoneux

- Position topographique :

versants et bas de versants en pente moyenne

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence en surface, parfois en profondeur

- Matériau :

Marnes

à la tarière :



- argile limoneuse brun à brun grisâtre, tachée de rouille, reposant sur marne calcaire à profondeur variable (60 cm à plus de 100 cm)

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Argiles hydromorphes des collines sous-vosgiennes

9

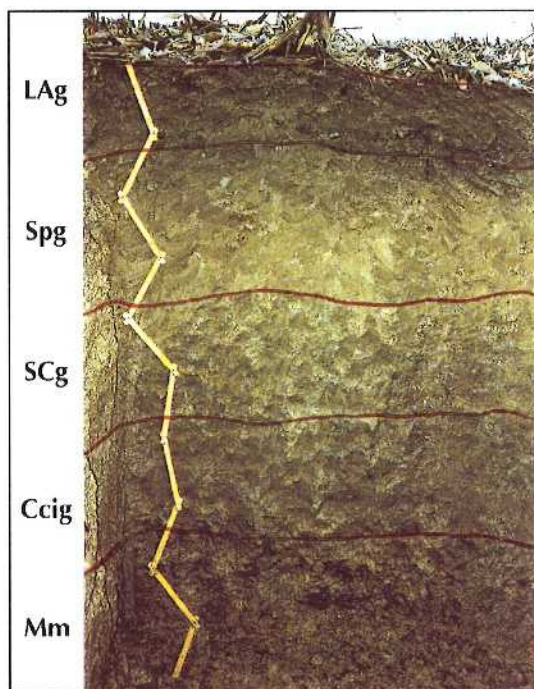
Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne

UN EXEMPLE DE PROFIL

GRASSENDORF: X=987,4 Y=2436,2

Octobre 1999 - maïs

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAg (0 - 25 cm) - Argile limoneuse, brun taché de rouille et de gris, structure polyédrique, compact. Racines très nombreuses.

Horizon Spg (25 - 65 cm) - Argile limoneuse, brun jaunâtre avec de nombreuses taches ocre et grises, structure prismatique, compact. Racines nombreuses.

Horizon SCg (65 - 100 cm) - Argile limoneuse, brun grisâtre taché d'ocre et de noir, structure prismatique, compact. Racines peu nombreuses.

Horizon Ccig (100 - 150 cm) - Argile limoneuse, brun gris foncé taché d'ocre, structure polyédrique subanguleuse peu nette, compact. Racines très peu nombreuses.

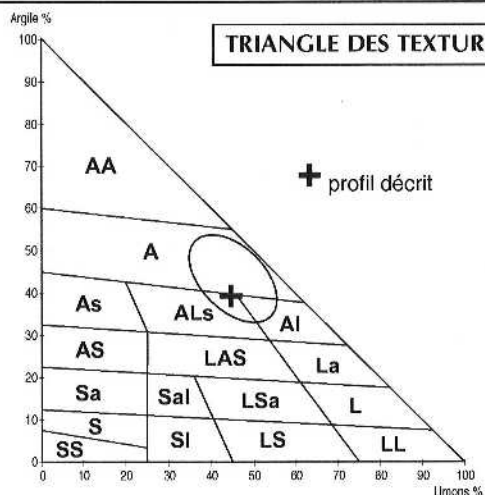
Horizon Mm (150 cm et plus) - Argile, calcaire, brun jaunâtre foncé, compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAg	2,0	12,5	21,2	21,7	39,7	2,9
25-65 cm	Spg	1,0	13,0	21,3	17,0	47,0	0,8
65-100 cm	SCg	1,0	20,5	24,9	13,0	40,2	0,4
100-150 cm	Ccig	1,2	20,8	27,4	17,0	33,2	0,5
> 150 cm	Mm	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 jH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,5	0,0	-	270	-	6,4	5,2	15,74	1,29	0,72	0,03	18,2	0,98
6,9	0,4	-	-	10	7,2	5,5	18,06	1,34	0,43	0,06	17,3	sat
5,5	0,4	-	-	-	7,3	5,5	16,39	1,04	0,32	0,06	13,7	sat
8,1	0,4	-	-	-	7,9	6,5	16,39	0,79	0,26	0,03	12,1	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 83 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du champ de fractures de Saverne pour des sols de ce type

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

9

Argiles hydromorphes des collines sous-vosgiennes

Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond (70-90 cm) limité par l'hydromorphie

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol variable comprise entre 0,60 et plus de 1,00 m
- Texture argilo-limoneuse à argileuse
- Indice de battance : 2,5 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,4 et 1,7 sur tout le profil
- Réserve utile : 140 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,80 m
- Classe d'hydromorphie : H3, H3+
- Origine de l'excès d'eau : perméabilité réduite liée à une forte teneur en argile (hydromorphie d'imbibition)
- pH initial sans intervention compris entre 6 et 7 en surface
- pH après amendement : 7,5
- Parfois légèrement désaturé en surface
- de 0 à 3 % de calcaire total en surface

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau suffisante
- Enracinement limité par l'hydromorphie
- Ressuyage lent, difficulté de rentrer dans les parcelles au printemps
- Sol lourd : travail du sol difficile
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialités faibles pour les cultures d'été, moyennes pour les cultures d'hiver
- Faible amélioration possible par drainage
- 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

- Ressuyage lent au printemps, aptitude au réchauffement moyenne
- Travail du sol difficile du fait de la texture lourde
- Pratiquer un labour hivernal

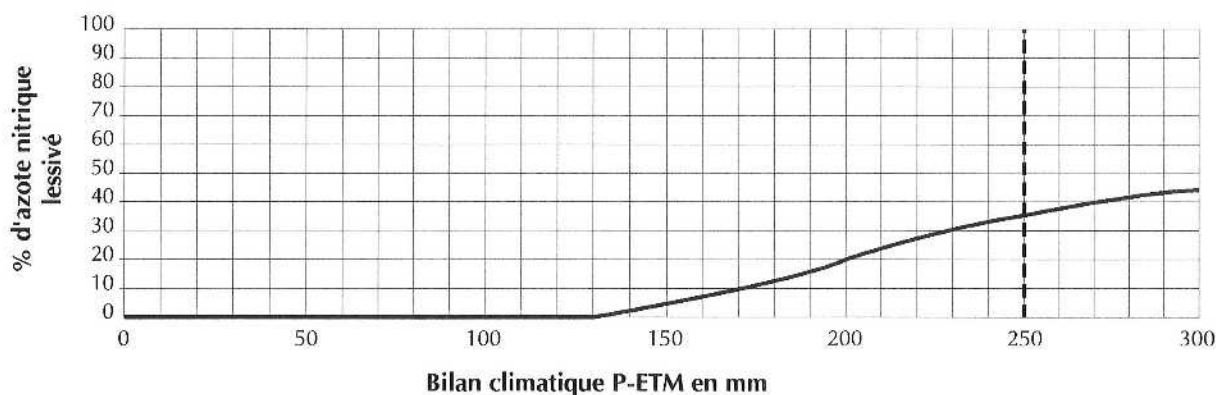
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique parfois nécessaire après analyse de terre

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen

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

**Pouvoir épurateur**

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau qui ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions.
- Attention également au risque de lessivage des nitrates.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Argiles calcaires des collines sous-vosgiennes

10**Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne**

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun calcaire à calcique à caractère vertique - Classification RP : Calcisol à calcisol à caractère vertique sur marne

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les versants marno-calcaires pentus des collines du champ de fractures de Saverne (surtout sur marnes du Lias) : Région de Hochfelden et arrière Kochersberg.

Ce sol est marqué par une forte teneur en argile, il est difficile à travailler. Massif en période humide, il présente en été de larges fissures.

Mise en valeur actuelle

Maïs ensilage, blé, prairies, vergers.

Etendue estimée : 5%



Sols très lourds, difficiles à travailler.

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Région de Hochfelden, Arrière Kochersberg, collines sous-vosgiennes du vignoble.

- Position topographique :

versants en pente forte

- Matériau :

Marnes

à l'oeil (surface) :



- brun, fissuré en été

au toucher (surface) :



- argileux

à la pissette (HCl) :



- effervescence sur tout le profil, parfois faible à nulle en surface

à la tarière :



- argileux, parfois taché de rouille à partir de 40 cm, reposant sur marne calcaire à profondeur variable (60 cm à 100 cm)

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Argiles calcaires des collines sous-vosgiennes

10

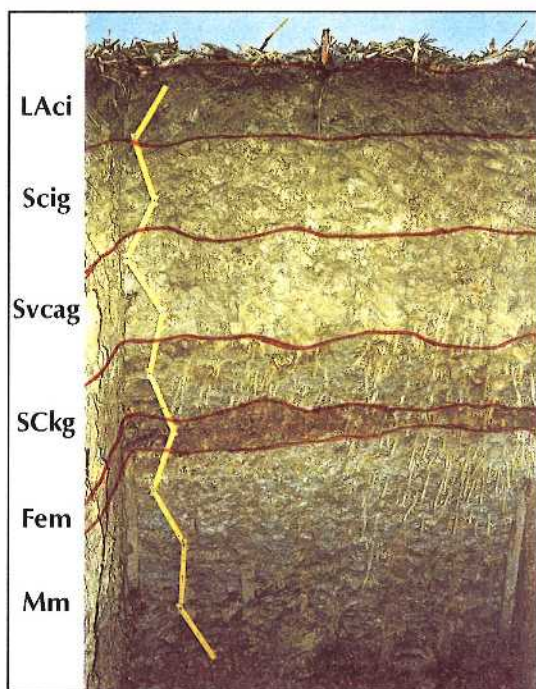
Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne

UN EXEMPLE DE PROFIL

GINGSHEIM : X=986,0 Y=2426,3

Octobre 1999 - maïs

Profil représentatif d'une variante hydromorphe

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAc1 (0 - 25 cm) - Argile, faiblement calcaire, brun jaunâtre, structure polyédrique, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon Scig (25 - 45 cm) - Argile, faiblement calcaire, brun jaunâtre clair avec de petites taches rouille et noires, structure prismatique, peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon Svcag (45 - 75 cm) - Argile, calcaire, beige grisâtre avec des taches ocre et noires peu nombreuses, structure prismatique, faces de glissement, très compact. Racines peu nombreuses.

Horizon SCkg (75 - 100 cm) - Argile, calcaire avec de nombreuses concrétions calcaires en pseudo-mycélium, brun rougeâtre taché de brun jaunâtre et de noir, structure polyédrique peu nette, très compact. Racines très peu nombreuses.

Horizon Fem (100 - 115 cm) - Croûte ferro-manganique, discontinue.

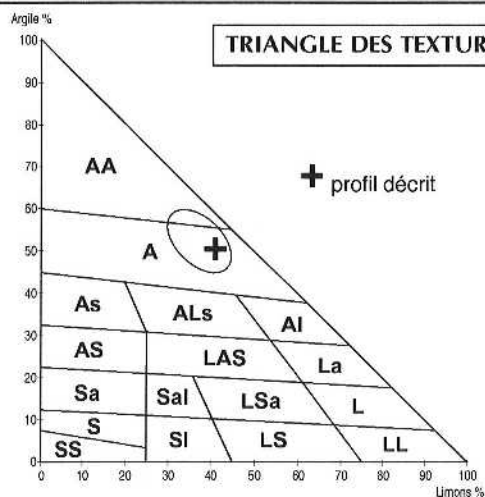
Horizon Mm (115 - 150 cm) - Argile, calcaire, gris foncé, massif, très compact. Racines très peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAc1	4,6	2,0	9,6	27,2	52,6	4,1
25-45 cm	Scig	2,4	2,1	6,7	29,7	58,0	1,0
45-75 cm	Svcag	2,1	2,9	6,0	36,8	51,5	0,7
75-100 cm	SCkg	14,8	14,0	7,1	29,2	34,5	0,4
100-115 cm	Fem	-	-	-	-	-	-
115-150 cm	Mm	3,1	4,4	5,7	42,7	43,7	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	0,8	-	-	80	7,6	6,9	32,38	1,59	0,75	0,06	26,3	sat
6,1	0,6	-	-	10	8,1	6,9	34,70	1,39	0,40	0,10	23,6	sat
5,9	6,0	4,9	-	-	8,3	7,3	51,41	1,24	0,34	0,10	19,5	sat
5,8	31,2	5,4	-	-	8,4	7,5	43,55	0,94	0,23	0,06	12,9	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,7	21,2	8,7	-	-	8,4	7,4	46,41	1,04	0,26	0,06	14,6	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 22 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du champ de fractures de Saverne pour des sols de ce type

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Argiles calcaires des collines sous-vosgiennes

10

Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond (60-80 cm) limité par un horizon compact et localement par l'hydromorphie.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol de 0,80 à 1,00 m
- Texture argileuse à très argileuse
- Indice de battance : ne peut pas être calculé, formule non valable quand le sol a une teneur en argile supérieure à 50 % - Sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,2 et 1,5 sur tout le profil
- Réserve utile : 140 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,70 m
- Classe d'hydromorphie : H1 à H3 localement
- Origine de l'excès d'eau : perméabilité réduite liée à une forte teneur en argile (hydromorphie d'imbibition)
- pH compris entre 6,5 et 8,0 en surface
- Calcaire total 0 à 10 % en surface

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Régime hydrique très contrasté. Le sol sec et dur en été, devient humide et très plastique à la suite des premières pluies
- Enracinement limité par un niveau argileux compact et localement par l'hydromorphie
- Aptitude au réchauffement médiocre du fait du taux d'argile et de l'humidité souvent élevée
- Sol lourd : travail du sol difficile
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialité moyenne à faible
- Sol valorisant mieux les cultures d'hiver que les cultures d'été.

Praticabilité et travail du sol

- Sol difficile à travailler du fait de la texture lourde, nécessitant une alternance gel-dégel pour l'amélioration de sa structure
- Travailler en conditions ressuyées pour éviter les problèmes de tassement
- Pratiquer un labour hivernal

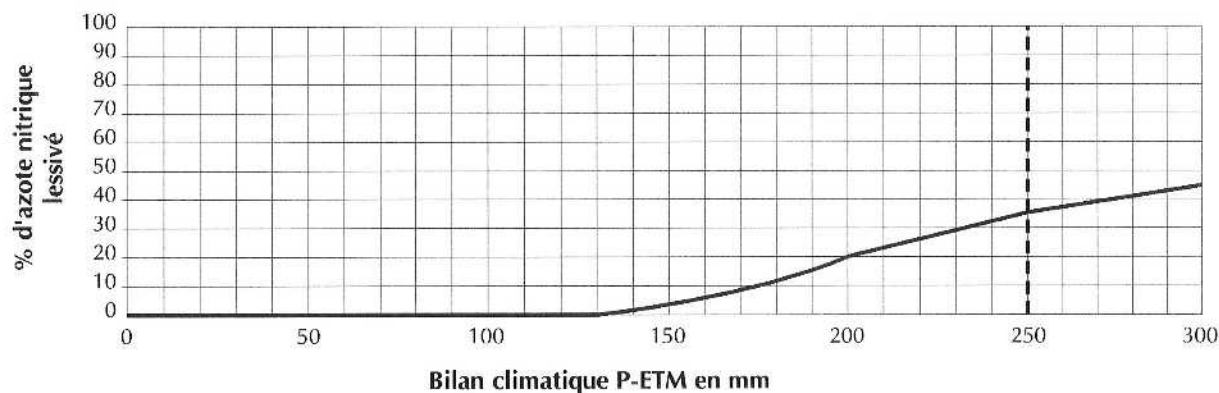
Fertilisation et entretien calcique

- Pas de problème particulier

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen

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

**Pouvoir épurateur**

- Pouvoir épurateur suffisant, le contrôle de l'excès d'eau est indispensable.
- Attention au risque de lessivage des nitrates

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Sables caillouteux des collines sous-vosgiennes

11

Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux

Typologie des sols d'Alsace : code 34. non défini

Classification CPCS : Sol brun à pseudogley - Classification RP : Brunisol, rédoxisol à charge gréseuse sur matériau gréseux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les formations gréseuses (grès Rhétien) qui affleurent localement sur les versants des collines de l'Arrière Kochersberg, notamment sur le versant Nord de la vallée de la Zorn, de Mutzenhouse à Waltenheim.

Ce sol est marqué par une forte teneur en sable et par sa pierrosité. Localement il est hydromorphe et présente un comportement instable de "sable mouvant".

Mise en valeur actuelle

maïs, céréales à paille, prairies

Etendue estimée : moins de 1 %



Sols caillouteux avec des blocs gréseux visibles en surface.

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Arrière Kochersberg, communes de Mutzenhouse et Waltenheim

- Position topographique :

versant, replat

- Matériau :

gréseux

à l'oeil (surface) :



- brun , avec des cailloux et des pierres de grès

au toucher (surface) :



- sableux à limono-sableux

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le profil

à la tarière :



- sableux, brun foncé puis brun ocre, tarière bloquée par les cailloux vers 40 cm.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Sables caillouteux des collines sous-vosgiennes

11

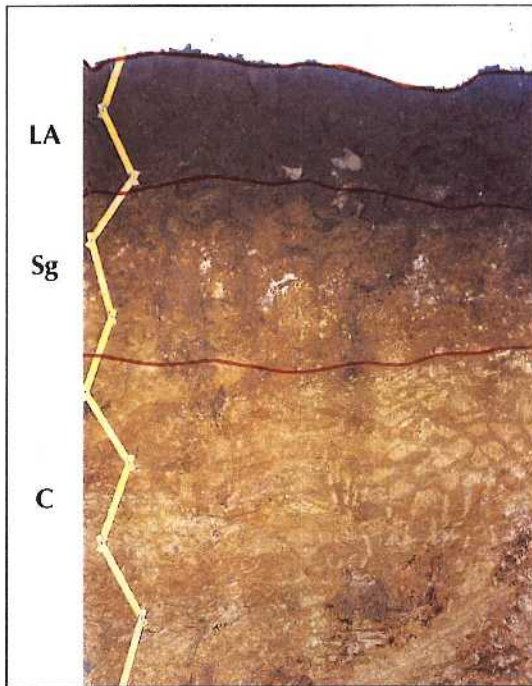
Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux

UN EXEMPLE DE PROFIL

HOCHFELDEN : X=985,4 Y=2429,4

Octobre 1999 - maïs

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0 - 40 cm) - Sable avec 10 % de cailloux gréseux, brun foncé, structure polyédrique subangulaire, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon Sg (40 - 80 cm) - Sable argileux avec 20 % de cailloux gréseux très altérés, brun clair avec de nombreuses taches ocre, structure polyédrique, compact. Racines peu nombreuses.

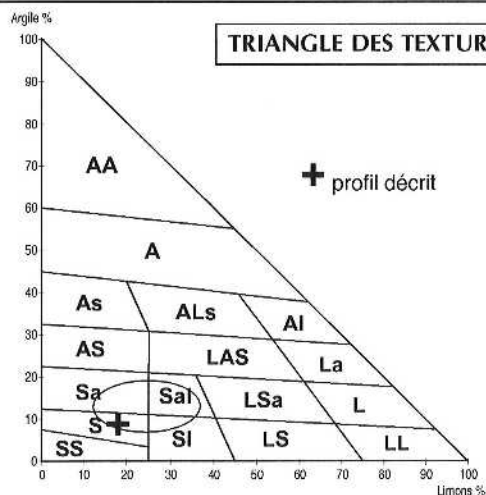
Horizon C (80 - 200 cm) - Sable avec 30 % de cailloux, pierres et blocs gréseux altérés, beige jaunâtre, massif, très compact. Racines très peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-40 cm	LA	35,8	35,7	9,2	8,2	9,8	1,4
40-80 cm	Sg	3,6	62,2	5,8	5,2	22,9	0,2
80-200 cm	C	5,9	77,8	5,0	2,0	9,2	0,0

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P205 Dy ppm	P205 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	0,0	-	540	-	6,3	5,4	4,93	0,55	0,49	0,03	5,7	sat
5,1	0,4	-	-	190	7,5	6,2	13,35	1,39	0,36	0,10	11,9	sat
2,9	0,4	-	-	-	7,7	6,7	4,64	0,40	0,11	0,03	4,2	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 6 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du champ de fractures de Saverne pour des sols de ce type

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Sables caillouteux des collines sous-vosgiennes

11

Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond (60-80 cm) limité par un horizon compact et par les cailloux.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol 0,60 m à 0,80 m
- Texture de surface sableuse, puis sablo-argileuse de 40 à 80 cm
- Taux de cailloux supérieur à 30 % dans tout le profil
- Indice de battance : ne peut pas être calculé, formule non valable quand le sol a une teneur en cailloux supérieure à 15 % - Sol non battant -
- Densité apparente estimée entre 1,5 et 1,8
- Réserve utile estimée 60 à 80 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m
- Classe d'hydromorphie : H2/3, excès d'eau lié à un horizon plus argileux ralentissant le ressuyage
- pH initial sans intervention compris entre 5,5 et 6,5
- pH compris entre 6,0 et 7,0 après amendement
- Moins de 1 % de calcaire total

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée
- Enracinement limité par la forte pierrosité et par l'excès d'eau
- Forte sensibilité au tassement, faible stabilité structurale, "localement se comporte comme des sables mouvants"
- Travail du sol difficile du fait de cette instabilité et du fait de la pierrosité, usure du matériel
- Risque de lessivage des nitrates très élevé du fait de la faible RU
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialités moyennes à faibles
- Amélioration possible localement par captage de mouillères
- 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

- Sol difficile à travailler du fait de la pierrosité, usure du matériel, et problème de l'instabilité des terrains

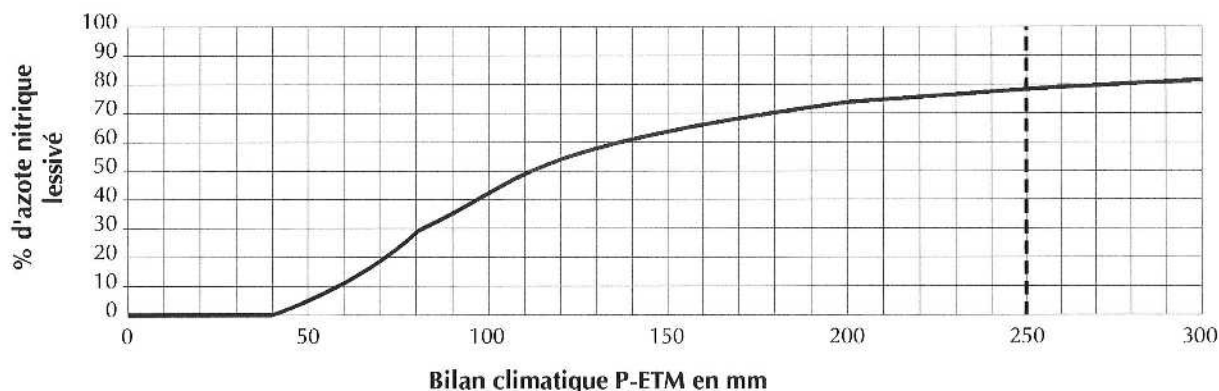
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique indispensable
- Au printemps fractionnement des apports azotés en deux fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé

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

**Pouvoir épurateur**

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause d'une combinaison de facteurs défavorables : excès d'eau, faible RU et pH bas

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Argiles caillouteuses calcaires des collines sous-vosgiennes

12

Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun à calcaire à calcique- Classification RP : Calcisol à charge calcaire sur marne calcaire ou dolomitique

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les formations marno-caillouteuses calcaires ou dolomitiques (Keuper, Muschelkalk, Lettenkohle) des collines sous vosgiennes : arrière Kochersberg, vignoble, en position de sommet de collines ou de pentes moyennes à faibles. Lorsqu'ils sont bien exposés ces sols sont le domaine de la vigne ou des vergers.

Ce sol est marqué par une forte teneur en argile et par la présence de cailloux. Il est difficile à travailler, tantôt plastique en période humide, tantôt durci comme de la brique en période sèche.

Ce type de sol est décrit dans le document "Les unités de paysage et les sols du vignoble alsacien" CIVA 1990, unité de sols n° 26.

Mise en valeur actuelle

vergers, vignoble, cultures fourragères, prairies

Etendue estimée : 3 à 5%



*Des sols lourds, caillouteux, aux faibles potentialités,
 à proximité des coteaux viticoles bien exposés*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Région de Hochfelden, Arrière Kochersberg, collines sous-vosgiennes du vignoble, bassin de Still

- Position topographique :

sommet de collines et pentes moyennes à fortes

- Matériau :

Marnes calcaires ou dolomitiques

à l'oeil (surface) :



- brun foncé, avec des cailloux calcaires

au toucher (surface) :



- argilo-limoneux

à la pissette (HCI) :



- effervescence sur tout le profil mais d'intensité variable

à la tarière :



- argilo-limoneux, brun foncé, puis brun plus clair, limono-argileux compact, parfois difficile à pénétrer à la tarière à cause des cailloux

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Argiles caillouteuses calcaires des collines sous-vosgiennes

12

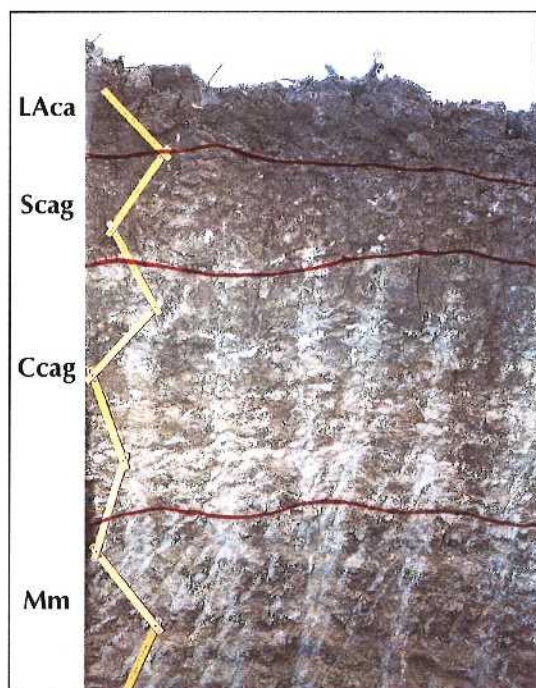
Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique

UN EXEMPLE DE PROFIL

WESTHOFFEN : X=977,1 Y=2412,2

Octobre 1999 - tournesol

Profil représentatif d'une variante hydromorphe



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0 - 25 cm) - Argile limoneuse, calcaire, avec 5 % de cailloux calcaires, brun jaune verdâtre foncé, structure poly-édrique, compact. Racines nombreuses.

Horizon Scag (25 - 65 cm) - Argile limoneuse, calcaire, avec 10 % à 15 % de cailloux en lits horizontaux, brun jaune verdâtre avec de nombreuses taches grises et quelques taches ocre, structure prismatique, très compact. Racines peu nombreuses.

Horizon Ccag (65 - 95 cm) - Limon argilo-sableux, faiblement calcaire, avec 15 % de cailloux altérés en lits horizontaux, vert jaunâtre taché d'ocre, massif, très compact. Racines très peu nombreuses.

Horizon Mm (95 - 130 cm) - Limon argilo-sableux, faiblement calcaire, vert jaune grisâtre, massif, très compact. Pas de racines.

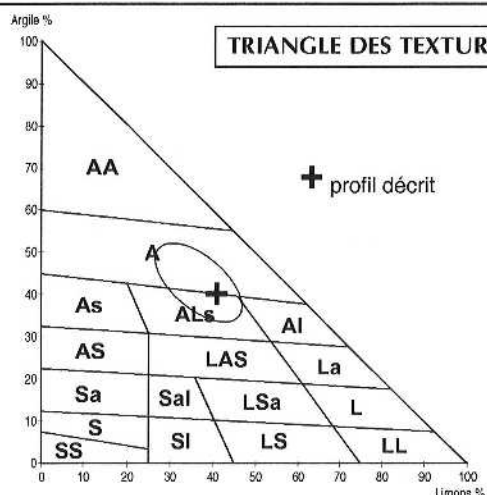
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAca	8,5	8,2	12,4	27,2	41,4	2,3
25-65 cm	Scag	1,5	11,5	13,6	32,2	40,8	0,4
65-95 cm	Ccag	9,2	15,2	17,3	33,5	24,5	0,2
95-130 cm	Mm	3,3	33,2	16,7	23,7	22,9	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mg/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,1	17,0	1,49	-	170	8,3	7,2	40,70	2,98	1,55	0,03	17,1	sat
6,2	16,6	2,12	-	10	8,5	7,2	43,20	4,36	0,58	0,03	18,1	sat
7,1	38,8	2,02	-	-	8,6	7,3	38,20	3,37	0,36	0,03	11,3	sat
2,9	17,1	1,81	-	-	8,6	7,2	37,49	4,07	0,47	0,03	14,2	sat

TRIANGLE DES TEXTURES



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des 17 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du champ de fractures de Saverne pour des sols de ce type

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Argiles caillouteuses calcaires des collines sous-vosgiennes

12**Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique****Enracinement du maïs**

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

Enracinement moyennement profond (60-80 cm) limité par l'hydromorphie et la forte teneur en argile

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol de 0,60 à 0,80 m
- Texture argilo-limoneuse à argileuse
- Indice de battance : 1,6 - sol non battant
- Densité apparente : comprise entre 1,2 et 1,5 sur tout le profil
- Réserve utile : 100 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,70 m
- Classe d'hydromorphie : H1 à H3
- Origine de l'excès d'eau : perméabilité réduite liée à une forte teneur en argile
- pH initial compris entre 7,5 et 8,5 en surface
- Calcaire total 15 à 40 %, 3 à 5 % de calcaire actif

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Régime hydrique très contrasté, sec et dur en été, le sol devient humide et très plastique à la suite des premières pluies
- Enracinement limité par l'hydromorphie et par la pierrosité, utilisant la porosité liée à la fissuration
- Aptitude au réchauffement médiocre du fait du taux d'argile et de l'humidité souvent élevée
- Sol lourd : travail du sol difficile
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur juste suffisant

Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités faibles en grande culture
- Faible amélioration possible par drainage
- 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

- Sol difficile à travailler du fait de la texture lourde, nécessitant une alternance gel-dégel pour l'amélioration de sa structure
- Travailler en conditions ressuyées pour éviter les problèmes de tassement

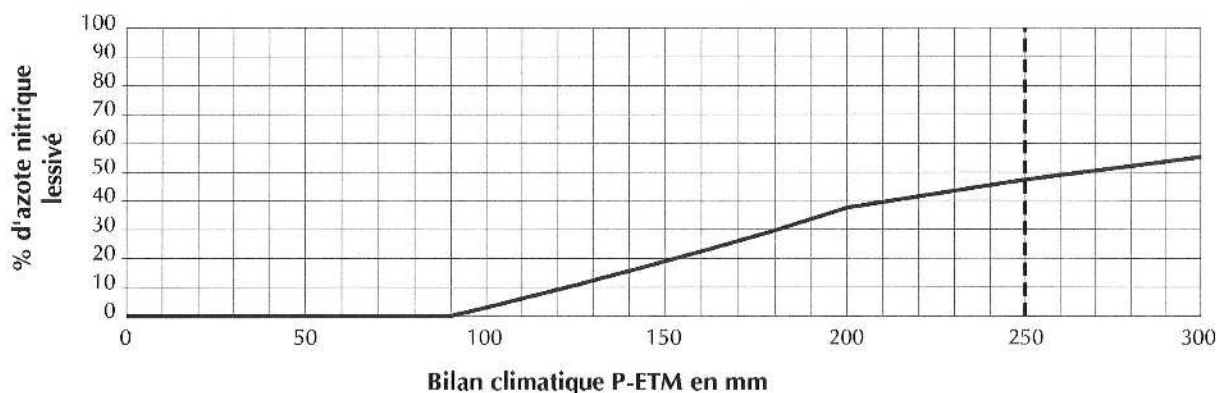
Fertilisation et entretien calcique

- Pas de problème particulier

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur juste suffisant
- Contrôle de l'excès d'eau indispensable
- Attention au risque de lessivage des nitrates

Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun calcaire - Classification RP : Calcosol caillouteux sur roche dure calcaire

GENÈSE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les roches dures des collines sous-vosgiennes, calcaire dur ou dolomitique, ou conglomérat. Ils sont développés surtout au Sud, dans le secteur du vignoble, mais aussi dans la région de Hochfelden (commune de Morschwiller). Il est localisé dans les pentes moyennes à fortes et au sommet de collines. Il est marqué par une forte teneur en cailloux ce qui le rend difficile à travailler. Localement ces sols peuvent être très superficiels et caillouteux de type rendzine.

Ce type de sol est décrit dans le document "Les unités de paysage et les sols du vignoble alsacien" CIVA 1990 , unités de sols n° 21 22 et 23.

Mise en valeur actuelle

Vignes, prés, vergers

Etendue estimée : 3 %

Le nombre et la taille des cailloux constituent
une contrainte pour le travail du sol

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Région de Hochfelden, Arrière Kochersberg, collines sous-vosgiennes du vignoble, bassin de Still

- Position topographique :

Sommets de collines et pentes moyennes

- Matériau :

Calcaire dur ou dolomitique

à l'oeil (surface) :



- brun, avec de nombreux cailloux et pierres calcaires

au toucher (surface) :



- limono-argileux

à la pissette (HCl) :



- effervescence forte sur tout le profil

à la tarière :



- limono-argileux brun foncé puis brun clair à beige vers 30 cm, tarière bloquée par les cailloux vers 40 cm.

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Calcaires durs des collines sous-vosgiennes

13

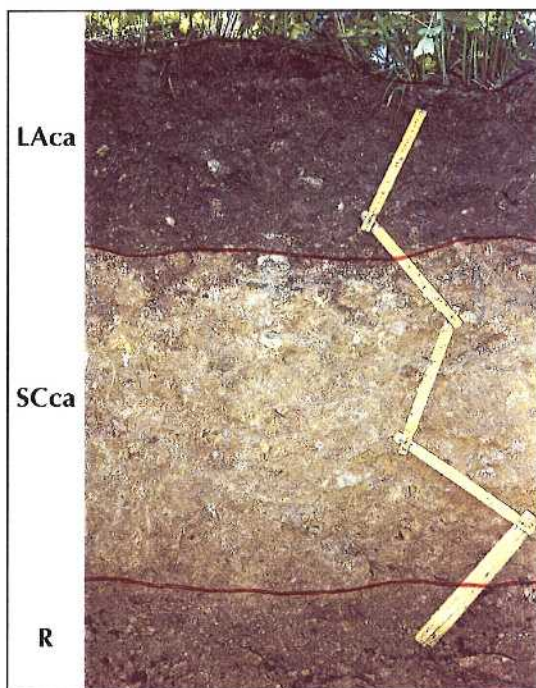
Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire

UN EXEMPLE DE PROFIL

WILLGOTHEIM : X=980,2 Y=2420,1

Octobre 1999 - Colza

Profil représentatif de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcA (0 - 30 cm) - Limon argileux, calcaire, avec 15% de cailloux calcaires, brun jaunâtre foncé, structure grumeleuse, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon SCcA (30 - 80 cm) - Limon argileux, calcaire, avec 40 % de cailloux calcaires, beige, structure polyédrique subanguleuse, peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon R (80 cm et plus) - Roche calcaire.

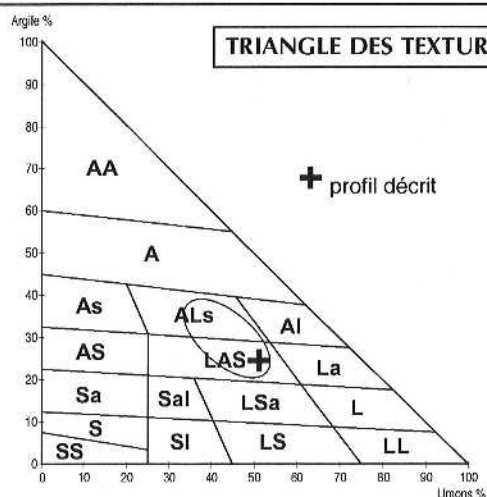
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LAcA	21,6	5,3	19,1	27,7	24,2	2,1
30-80 cm	SCcA	24,2	11,3	20,0	28,8	15,4	0,4
> 80 cm	R	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,1	36,1	6,4	-	530	8,3	7,7	39,98	1,79	1,30	0,03	12,2	sat
9,5	70,1	9,1	-	20	8,7	8,1	37,49	1,44	0,15	0,03	6,0	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TRIANGLE DES TEXTURES



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des 12 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs du champ de fractures de Saverne pour des sols de ce type

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

13

Calcaires durs des collines sous-vosgiennes

Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond (40-60 cm) limité par la pierrosité

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol de 0,50 à 0,60 m
- Texture limono-argilo-sableuse à argilo-limono-sableuse
- Taux de cailloux : 10 à 15 % en surface, jusqu'à 40 % dans l'horizon sous-jacent
- Indice de battance : 3,9 - sol non battant
- Densité apparente : comprise entre 1,2 et 1,3 en surface
- Réserve utile : 70 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,50 m
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,5 et 8,5 en surface
- Calcaire total jusqu'à 50 % en surface, 5 à 15 % de calcaire actif

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Alternance humectation-dessication rapide et nettement marquée
- Enracinement limité par l'hydromorphie et par la pierrosité, utilisant la porosité liée à la fissuration
- Aptitude au réchauffement bonne
- Travail du sol difficile en raison de la pierrosité
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre à insuffisant

Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités très faibles en grande culture

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage rapide permettant d'envisager des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- La forte pierrosité gêne le travail du sol et provoque une usure rapide du matériel

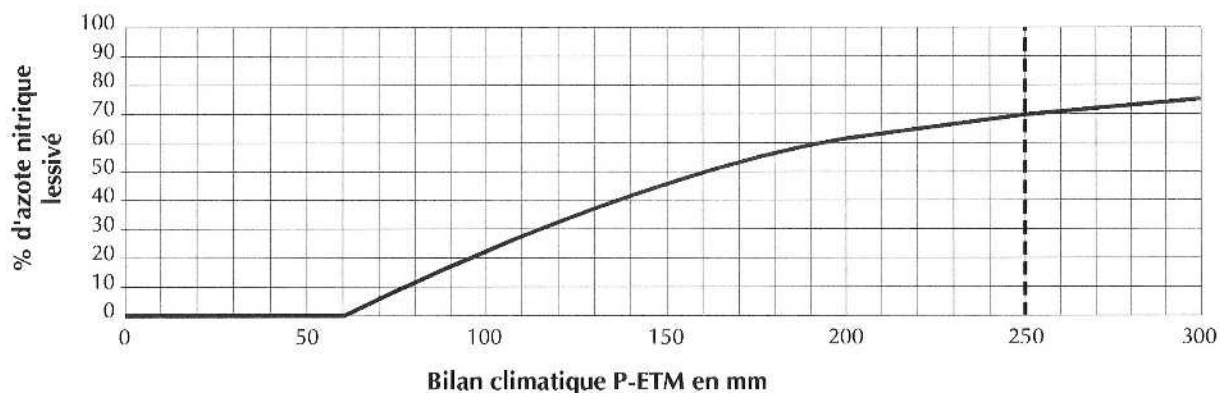
Fertilisation et entretien calcique

- Au printemps, sur une culture d'été les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 2 ou 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé

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



Pouvoir épurateur

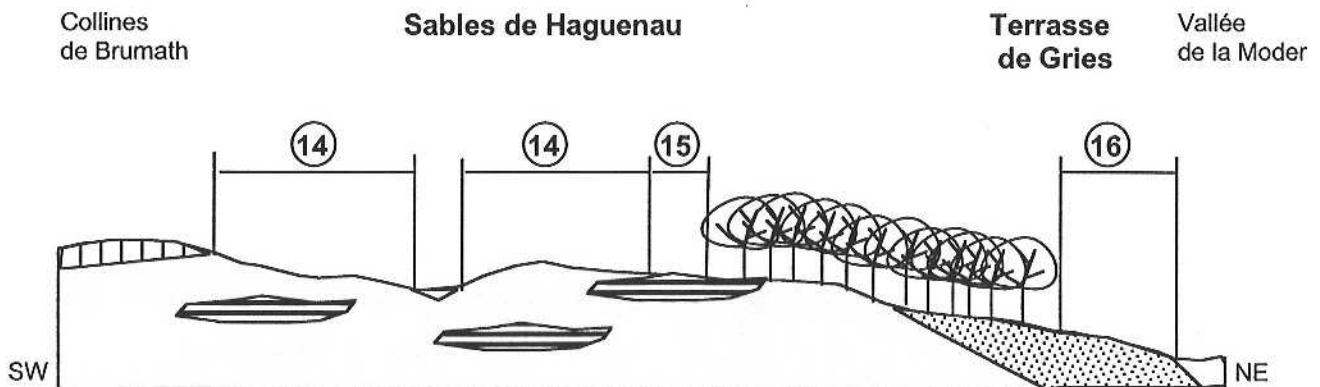
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant, à cause de la faible RU

LES CÔNES ALLUVIAUX DES RIVIÈRES VOSGIENNES : ZORN ET MODER

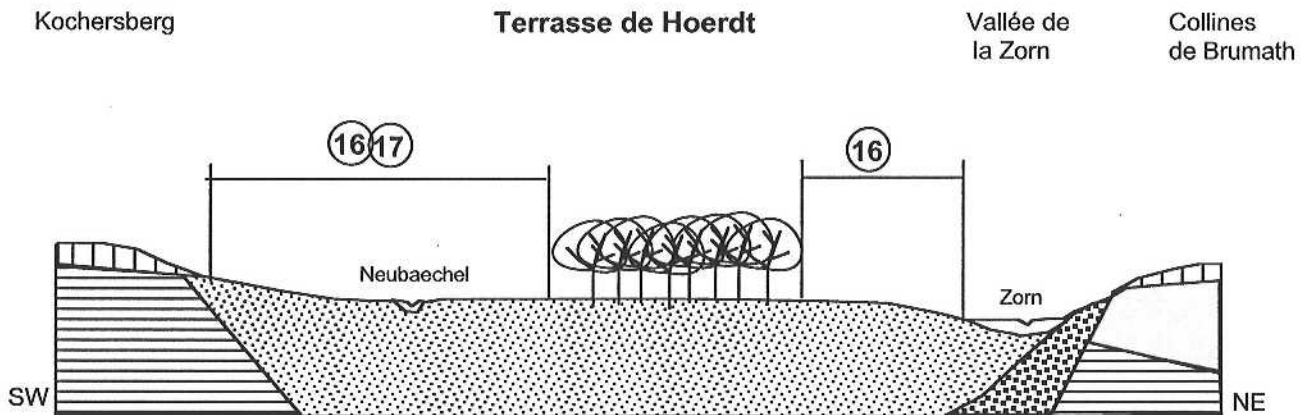
Fiches (14) à (17)








LOCALISATION DES SOLS DANS LE PAYSAGE

CÔNE ALLUVIAL DE LA MODER



CÔNE ALLUVIAL DE LA ZORN



- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | Alluvions actuelles |  | Alluvions anciennes
Cailloutis et sables de la Zorn |
|  | Loess |  | Sables de Haguenau (Pliocène) |
|  | Sables des cônes de déjections
de la Zorn et de la Moder |  | Lentilles argileuses (Pliocène) |
| | |  | Marnes de l'oligocène |

Fiche 14 : Sol sableux sur sables de Haguenau

Fiche 15 : Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau

Fiche 16 : Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder

Fiche 17 : Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Sables de Haguenau

14

Sol sableux sur sables de Haguenau

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4

Classification CPCS : Sol lessivé à pseudogley- Classification RP : Luvisol dégradé issu des alluvions anciennes sableuses de Haguenau

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les formations sableuses du Pliocène de Haguenau, vaste terrasse qui domine de quelques mètres la vallée de la Moder au Nord et la vallée du Rhin à l'Est. Le Pliocène de Haguenau, correspond à un dépôt alluvial ancien de la Moder, il est constitué de dépôts sableux, sablo-graveleux et de lentilles d'argiles.

Ce sol est marqué par une forte teneur en sables et par une faible réserve en eau.

Mise en valeur actuelle

forêt, maïs, céréales, jachères et prairies

Etendue estimée : 3 à 5 %



*Le Pliocène sableux de Haguenau,
 un relief mollement vallonné aux sols séchants*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Sud de Haguenau et Ouest de
 Bischwiller

- Position topographique :

terrasse, altitude 140 -180 m

- Matériau :

sable alluvial

à l'oeil (surface) :



- brun jaune

au toucher (surface) :



- sableux

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le
 profil

à la tarière :



- sable brun jaune puis beige clair
 à partir de 50 - 70 cm, texture
 souvent sablo-argileuse en pro-
 fondeur (vers 100 cm) avec des
 taches ocre et noires.

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Sables de Haguenau

14

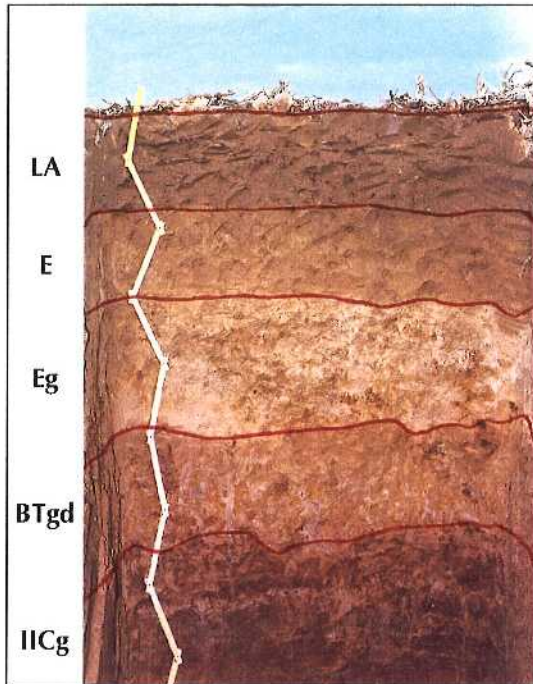
Sol sableux sur sables de Haguenau

UN EXEMPLE DE PROFIL

OHLUNGEN : X=992,9 Y =2437,9

Octobre 1999 - labour après maïs

Profil représentatif d'une variante faiblement hydromorphe



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0 - 25 cm) -Sable, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subangulaire, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon E (25 - 50 cm) -Sable, brun jaunâtre foncé avec quelques taches rouille, structure polyédrique subangulaire, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon Eg (50 - 90 cm) -Sable, brun jaunâtre avec de nombreuses taches rouille et quelques concrétions noires, structure polyédrique subanguleuse, compact. Racines nombreuses.

Horizon BTgd (90 - 120 cm) -Sable, brun clair avec de nombreuses taches rouille et des taches grises en traînées verticales et quelques concrétions noires, structure polyédrique subangulaire, très compact. Racines très peu nombreuses.

Horizon IICg (120 - 170 cm) - Sable argileux, brun rouille avec des traînées rouille et grises en traînées horizontales et quelques concrétions noires, très compact. Pas de racines

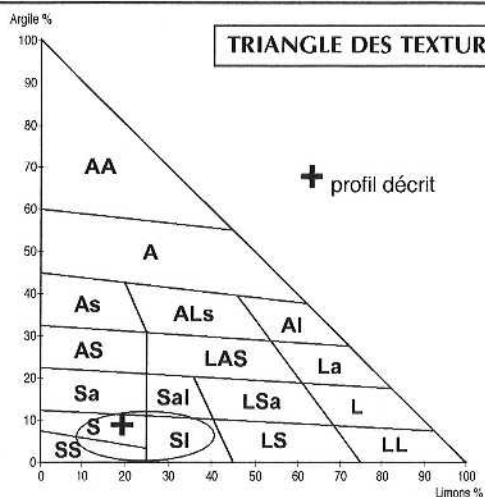
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	I.G.	I.F.	A.	
0-25 cm	LA	40,0	29,1	12,0	9,5	8,1	1,3
25-50 cm	E	38,5	31,1	10,8	11,0	8,5	0,3
50-90 cm	Eg	54,1	30,6	4,6	4,6	5,8	0,2
90-120 cm	BTgd	36,6	34,3	10,8	7,2	11,0	0,1
120-170 cm	IICg	32,1	32,8	9,8	6,1	19,1	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 IH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
11,2	0,0	-	-	290	7,2	6,4	4,46	0,64	0,77	0,03	4,7	sat
6,7	0,0	-	-	30	7,4	6,3	2,93	0,64	0,45	0,03	3,3	sat
5,8	0,0	-	-	-	7,6	6,6	2,53	0,30	0,32	0,03	2,5	sat
3,4	0,0	-	-	-	7,7	6,4	4,11	0,60	0,23	0,03	4,0	sat
3,3	0,0	-	-	-	7,7	6,3	8,14	1,93	0,26	0,03	8,2	sat

TRIANGLE DES TEXTURES



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des 81 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs des sables de Haguenau pour des sols de ce type.

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Sables de Haguenau

14

Sol sableux sur sables de Haguenau

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité un horizon très compact vers 70 - 100 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface sableuse puis sablo-argileuse en profondeur
- Indice de battance : 4,3 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,5 et 1,8 sur tout le profil
- Réserve utile : 90 à 100 mm d'eau pour un enracinement limité à 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 à H2 localement, excès d'eau lié à un horizon plus argileux et compact vers 70-100 cm ralentissant le ressuyage (profil décrit)
- pH initial sans intervention compris entre 5,5 et 6,5
- pH compris entre 6,5 et 7,5 après amendement
- Absence de calcaire mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée
- Enracinement limité par l'horizon compact vers 70-100 cm
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités moyennes à faibles
- Culture spéciale telle que tabac blond possible avec irrigation
- Pour éviter un risque de lessivage en cas d'orage après l'irrigation, la quantité d'eau apportée à chaque passage ne doit pas excéder la moitié de la RU. Privilégier un matériel permettant d'apporter de faibles quantités d'eau

Praticabilité et travail du sol

- Favoriser les labours de printemps pour garder une bonne structure du sol

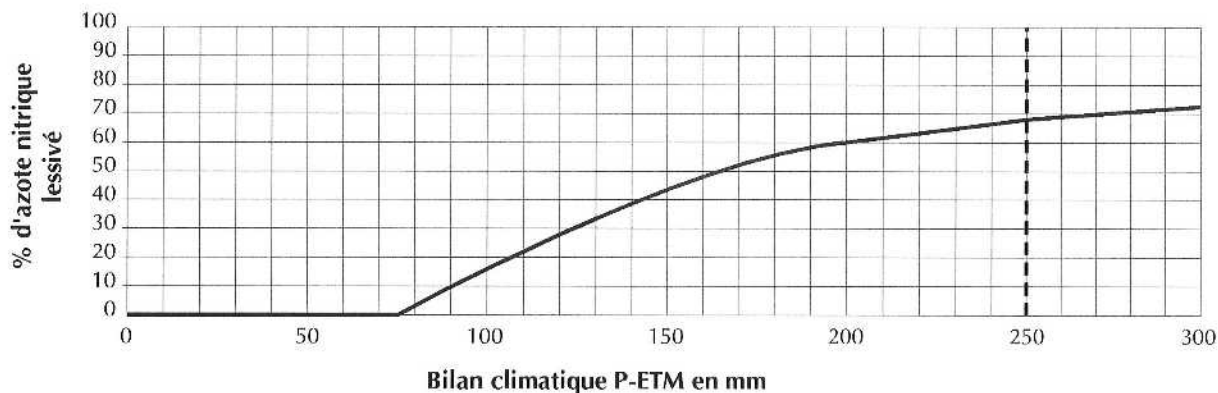
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique et magnésien indispensables
- Au printemps les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 2 ou 3 fois
- Contrôler le taux de matière organique

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU et du pH bas

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
Sables argileux hydromorphes de Haguenau

15

Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau

Typologie des sols d'Alsace : code 15.5

Classification CPCS : Sol brun lessivé à pseudogley - Classification RP : Néoluvisol alluvial rédoxique issu des alluvions anciennes argilo-sableuses de Haguenau

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les formations sablo-argileuses du Pliocène de Haguenau, vaste terrasse qui domine de quelques mètres la vallée de la Moder au Nord et la vallée du Rhin à l'Est. Le Pliocène de Haguenau, correspond à un dépôt alluvial ancien de la Moder, il est constitué de dépôts sableux, sablo-graveleux et de lentilles d'argiles.

Ce sol est marqué par une forte teneur en argile en profondeur et par une hydromorphie marquée.

Mise en valeur actuelle
 forêt, prairies, maïs, céréales, jachère

Etendue estimée : moins de 1 %



*Les argiles sableuses de Haguenau, des sols hydromorphes
 à proximité des massifs forestiers*

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
 Sud de Haguenau et Ouest de
 Bischwiller

- **Position topographique :**
 terrasse, altitude 140 -180 m

- **Matériau :**
 sable argileux alluvial

à l'oeil (surface) :

au toucher (surface) :

à la pissette (HCI) :

à la tarière :



- brun jaune



- sablo-argileux à limono-sablo-
 argileux



- pas d'effervescence sur tout le
 profil



- sablo-argileux à limono-sablo-
 argileux, brun jaune taché de
 rouille puis argilo-sableux à
 argileux grisâtre taché d'ocre et
 de noir vers 60 - 80 cm.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

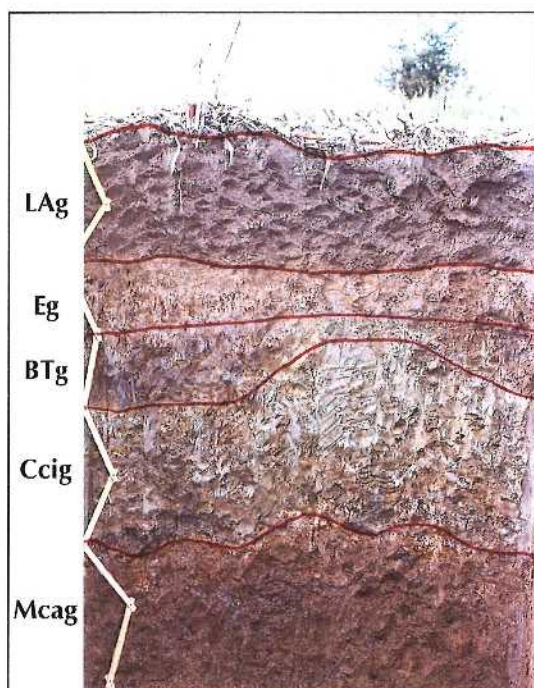
Sables argileux hydromorphes de Haguenau

15**Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau****UN EXEMPLE DE PROFIL**

OHLUNGEN : X=992,9 Y =2437,5

Octobre 1999 - maïs

Profil représentatif d'une variante sableuse en surface

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAg (0 - 30 cm) - Sableux, brun jaunâtre foncé avec quelques taches rouille, structure polyédrique subangulaire, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon Eg (30 - 50 cm) - Sable argileux, gris rosâtre, avec de nombreuses taches rouille et grisâtres, structure polyédrique subangulaire, compact. Racines peu nombreuses.

Horizon BTg (50 - 70 cm) - Argile sableuse, gris rosâtre avec de très nombreuses taches rouille et grises et de nombreuses concrétions noires, structure polyédrique, compact. Racines peu nombreuses.

Horizon Ccig (70 - 110 cm) - Argile, gris vert olive avec de nombreuses taches rouille et grises et de très nombreuses concrétions noires, structure polyédrique, très compact. Racines peu nombreuses.

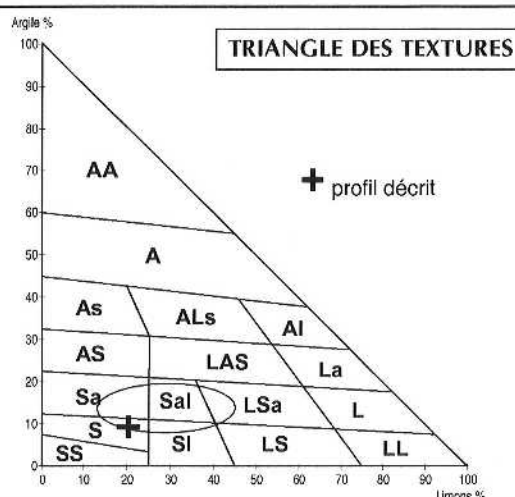
Horizon Mcag (110 - 160 cm) - Argile sableuse avec niveau graveleux de 110 à 120 cm, calcaire, brun jaunâtre avec de grandes taches rouille et grises, compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	Lag	44,6	24,6	8,9	11,8	8,5	1,6
30-50 cm	Eg	41,9	22,1	7,6	10,8	17,3	0,4
50-70 cm	BTg	37,7	18,9	5,9	8,9	28,3	0,3
70-110 cm	Ccig	10,7	5,5	4,7	20,2	58,5	0,4
110-160 cm	Mcag	2,7	25,8	18,3	17,9	35,1	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ IH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I un %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
11,1	0,0	-	660	-	6,7	5,9	3,86	0,89	0,55	0,03	4,9	sat
5,9	0,0	-	30	-	6,6	5,3	4,78	1,09	0,47	0,03	5,8	sat
4,5	0,0	-	-	-	6,7	5,3	10,03	2,38	0,40	0,03	11,7	sat
4,7	1,5	-	-	-	8,0	7,1	29,77	5,85	0,58	0,10	20,1	sat
4,5	11,2	5,0	-	-	8,3	7,4	43,55	4,12	0,40	0,10	14,2	sat

**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 15 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs des argiles sableuses de Haguenau pour des sols de ce type.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Sables argileux hydromorphes de Haguenau

15**Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau****Enracinement du maïs**

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

Enracinement limité par l'excès d'eau et par un horizon compacté vers 0,60 m - 0,80 m

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol de 0,70 m à 0,80 m
- Texture de surface sablo-argileuse à limono-sablo-argileuse, argileuse à argilo-sableuse en profondeur
- Indice de battance : 4,0 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,5 et 1,7 sur tout le profil
- Réserve utile : 110 à 130 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H3 à H3+ lié à un horizon plus argileux et compact vers 70 cm ralentissant le ressuyage
- pH initial sans intervention compris entre 5,5 et 6,5
- pH compris entre 6,5 et 7,5 après amendement
- Absence de calcaire mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée
- Enracinement limité par l'horizon compact vers 70 cm
- Forte sensibilité au tassement, faible stabilité structurale
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités moyennes à faibles
- Amélioration possible par drainage, mais avec une faible valeur ajoutée
- 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

- Sensibilité au tassement
- Favoriser un labour de printemps

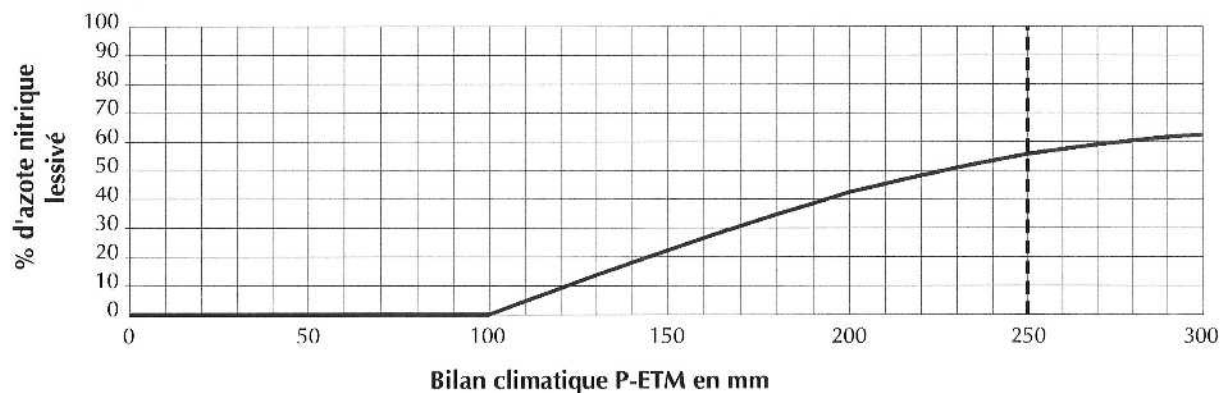
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique et magnésien indispensables
- Au printemps les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 1 ou 2 fois
- Contrôler le taux de matière organique

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant, à cause de l'excès d'eau qui ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions, du pH bas et du risque de lessivage des nitrates

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Sables des cônes de la Zorn et de la Moder

16**Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder**

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4. (variante à définir)

*Classification CPCS : Sol brun acide - Classification RP : Brunisol oligo-saturé cryoturbé fluviatique issu des alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder***GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE**

Ce type de sol est situé sur les alluvions sableuses des cônes de déjection de la Zorn et de la Moder, au niveau des communes de Hoerd, Brumath et Gries. Ces cônes dominent de 1 à 2m les vallées du Rhin et de la Zorn, ils sont caractérisés par un milieu très sec et très filtrant.

Mise en valeur actuelle

Forêt, jachères, maïs, asperges, céréales.

Etendue estimée : 3 à 5 %



La croissance du maïs est fortement limitée dans ces sols très filtrants

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Cônes de la vallée de la Zorn, et de la Moder secteur de Hoerd et de Gries

- Position topographique :

terrasse

- Matériau :

sable alluvial

à l'oeil (surface) :



- brun rosé

au toucher (surface) :



- sableux

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le profil

à la tarière :



- sableux brun puis brun rosé plus clair à partir de 30 cm puis beige rosé vers 50 - 70 cm avec parfois un niveau sablo-argileux brun ocre vers 90 cm

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Sables des cônes de la Zorn et de la Moder

16

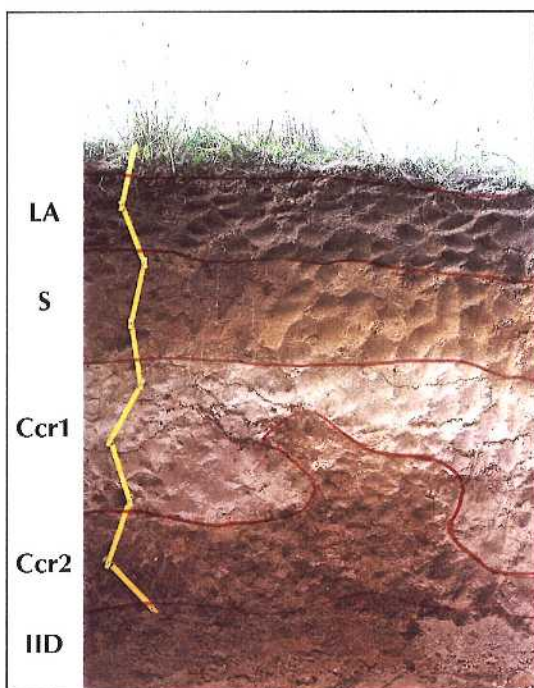
Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder

UN EXEMPLE DE PROFIL

BRUMATH : X=997,9 Y=2426,2

Octobre 1999 - jachère

Profil représentatif de l'unité de sol



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0 - 25 cm) -Sableux, brun foncé, structure polyédrique subangulaire, meuble. Racines nombreuses.

Horizon S (25 - 60 cm) -Sableux, brun plus clair avec quelques taches brunes noirâtres, structure polyédrique subangulaire, meuble. Racines nombreuses.

Horizon Ccr1 (60 - 100 cm) -Sableux, beige avec des trainées brunes rougeâtres, massif, peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon Ccr2 (100 - 140 cm) -Sable argileux, brun rougeâtre et des concrétions noires peu nombreuses, structure polyédrique, compact. Racines très peu nombreuses.

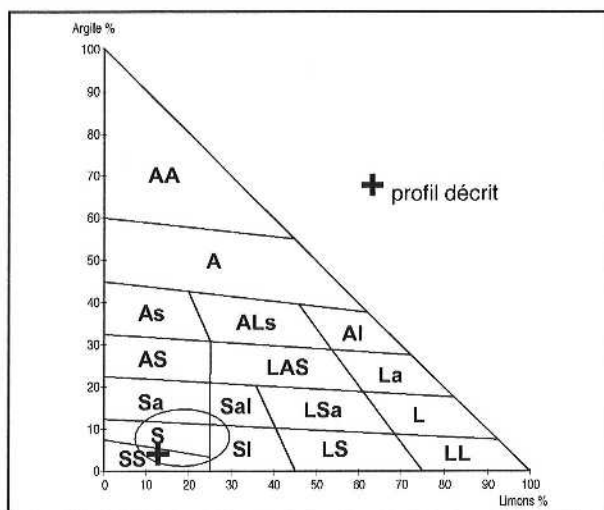
Horizon IID (140 cm et plus) -Sable caillouteux, rouge brunâtre, massif, compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LA	57,2	24,1	6,1	5,8	5,7	1,0
25-60 cm	S	57,9	27,5	6,8	5,3	2,2	0,2
60-100 cm	Ccr1	58,8	27,3	7,5	3,9	2,4	0,1
100-140 cm	Ccr2	53,6	21,0	10,5	3,9	10,8	0,1
> 140 cm	IID	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ IH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
8,4	0,0	-	720	-	5,7	4,4	0,89	0,20	0,49	0,03	3,5	46
4,6	0,0	-	280	-	6,1	4,7	0,68	0,10	0,28	0,03	1,7	64
1,8	0,0	-	-	-	6,5	5,1	0,61	0,10	0,15	0,03	1,2	74
3,6	0,0	-	-	-	5,0	3,8	1,14	0,20	0,34	0,03	4,7	36
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

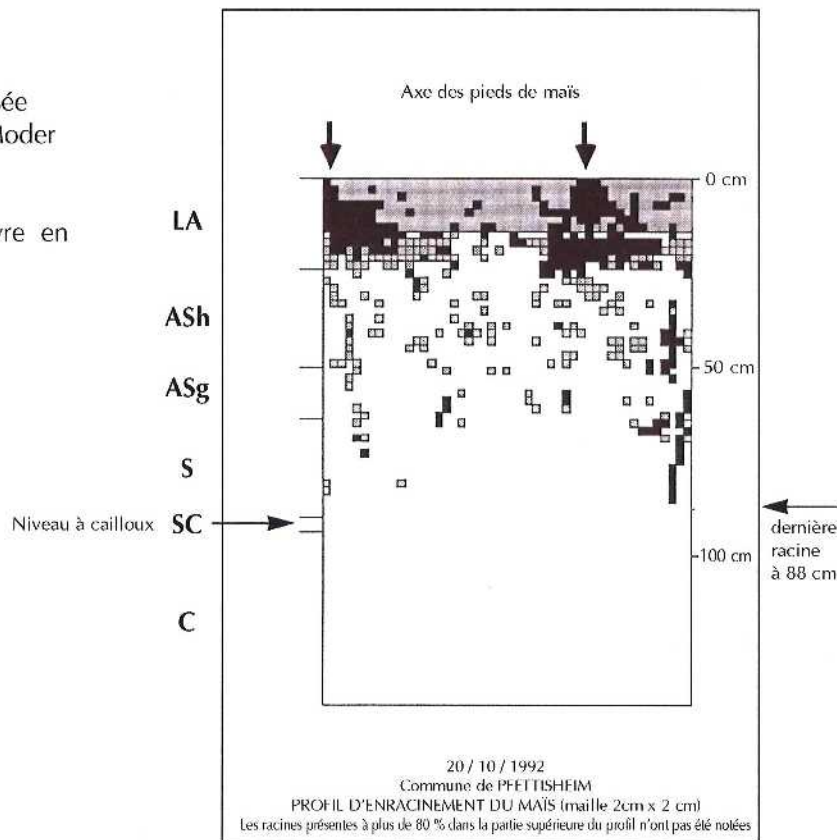
distribution des textures à partir des 60 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols sur les secteurs des cônes de la Zorn et de la Moder

Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder

Enracinement du maïs

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol analogue, du cône de la Moder

Enracinement peu profond limité vers 60 cm par le niveau sableux, massif, sec et pauvre en éléments minéraux



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol de 0,60 m environ
- Texture sableuse sur tout le profil
- Indice de battance : 3,2 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,6 et 1,8 sur tout le profil
- Réserve utile : très faible, 40 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH initial sans intervention compris entre 4,5 et 5,5
- pH compris entre 5,5 et 6,5 après amendement
- Absence de calcaire, complexe adsorbant non saturé S/T < 50 % en surface

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très faible
- Enracinement limité à 50 - 60cm
- Faible stabilité structurale
- Sol acide
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités faibles à très faibles
- Culture spéciale telle que les asperges possible avec irrigation
- Pour éviter un risque de lessivage en cas d'orage après l'irrigation, le volume d'eau apportée à chaque passage ne doit pas excéder la moitié de la RU. Privilégier un matériel permettant d'apporter de faibles quantités d'eau

Praticabilité et travail du sol

- Favoriser un labour de printemps

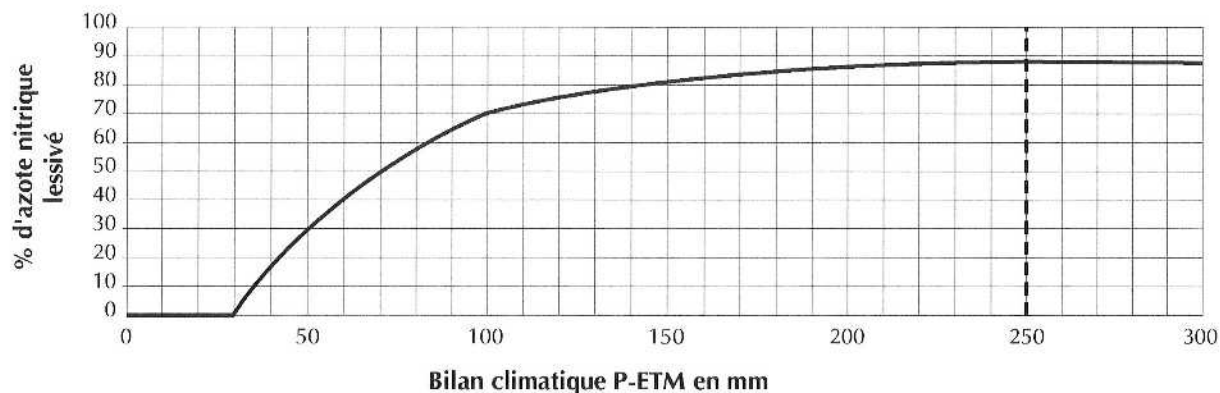
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique et magnésien indispensables
- Au printemps les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 3 fois
- Contrôler le taux de matière organique

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du pH bas et de la faible réserve utile

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Sables hydromorphes du cône de la Zorn

17

Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn

Typologie des sols d'Alsace : code 15. ?

Classification CPCS : Pseudogley planosolique - Classification RP : Luvisol planosolique rédoxique fluviatique issu des alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur des alluvions sablo-argileuses au Sud du cône de déjection de la Zorn, dans une petite dépression dans laquelle se sont accumulées les alluvions de la Zorn, du Muhlbach et du Muhlbaechel, à l'Est de Vendenheim.

Du fait de l'apport des ruisseaux provenant du plateau loessique, les alluvions sont moins sableuses, le pourcentage d'argile et de limons s'accroît et les sols sont nettement marqués par un drainage déficient.

Localement, ces sols sont associés aux sols sableux décrits dans la fiche n°16.

Mise en valeur actuelle

Forêt, jachères, maïs.

Etendue estimée : 2 %



Sols hydromorphes du cône de la Zorn à proximité de Vendenheim

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Sud du Cône Est la Zorn,
secteur de Vendenheim

- Position topographique :

légère dépression

- Matériau :

sable et argile alluvial

à l'oeil (surface) :



- brun à brun rosé

au toucher (surface) :



- sableux à sablo-argileux

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le profil

à la tarière :



- sableux à sablo-argileux, brun puis beige clair taché d'ocre et de noir à partir de 40 cm sur niveau sablo-argileux bariolé gris bleu et ocre rouille vers 70 - 90 cm

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

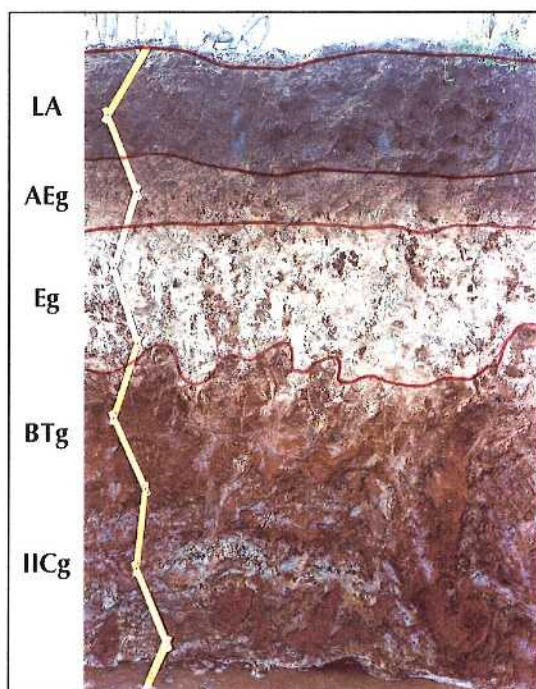
Sables hydromorphes du cône de la Zorn

17**Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn****UN EXEMPLE DE PROFIL**

VENDENHEIM : X=997,3 Y=2421,6

Octobre 1999 - Maïs

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0 - 25 cm) -Sableux, brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subangulaire, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon AEg (25 - 40 cm) - Sableux, brun jaunâtre avec quelques taches ocre et quelques concrétions noires, structure polyédrique subangulaire, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon Eg (40 - 70 cm) - Sableux, beige avec de nombreuses taches rouille et de nombreuses concrétions noires, structure polyédrique subangulaire, très compact. Racines peu nombreuses.

Horizon BTg (70 - 110 cm) - Sable argileux, rouge brunâtre avec des taches grisâtres et des concrétions noires, structure polyédrique, peu compact. Pas de racines.

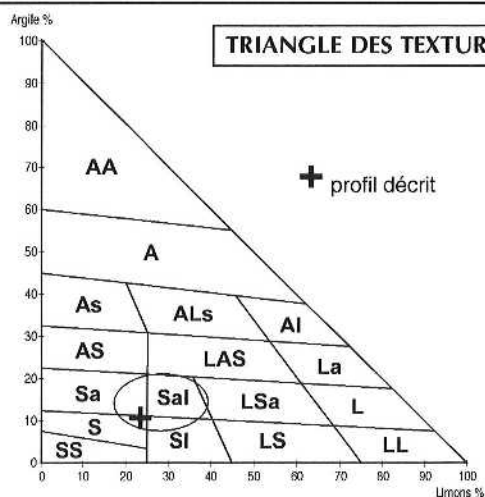
Horizon IICg (110 - 150 cm) - Argile sableuse, gris bleuâtre et traînées rouges brunâtres, massif, compact. Pas de racines

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LA	50,7	14,8	11,8	11,5	9,6	1,5
25-40 cm	AEg	49,5	15,0	12,8	11,2	11,0	0,4
40-70 cm	Eg	47,0	15,3	11,3	11,4	14,7	0,2
70-110 cm	BTg	44,6	19,0	2,8	12,5	21,0	0,0
110-130 cm	IICg	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O ₅ Dy ppm	P2O ₅ jH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mcg/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0,0	-	330	-	6,7	5,9	4,28	0,74	0,62	0,03	5,0	sat
5,3	0,0	-	-	20	7,1	6,0	3,50	0,64	0,28	0,03	3,9	sat
4,3	0,0	-	-	-	7,2	6,0	5,32	0,79	0,26	0,03	6,2	sat
0,4	0,0	-	-	-	6,8	5,2	7,60	2,53	0,19	0,03	8,5	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 17 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols pour des sols de ce type du cône de la Zorn.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Sables hydromorphes du cône de la Zorn

17**Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn****Enracinement du maïs**

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

Enracinement limité par l'excès d'eau et par un horizon compacté vers 0,40 m - 0,60 m

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface sableuse et sablo-argileuse à argilo-sableuse en profondeur
- Indice de battance : 4,3 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,6 et 1,8 sur tout le profil
- Réserve utile : 70 à 90 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m
- Classe d'hydromorphie : H3, H3+; liée à un horizon plus argileux vers 0,60 m ralentissant le ressuyage
- pH initial sans intervention compris entre 5,5 et 6,5
- pH compris entre 6 et 7 après amendement
- Absence de calcaire, mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'excès d'eau et par un horizon compact vers 0,40 m - 0,60 m
- Difficulté de rentrer dans les parcelles au printemps
- Submersions en période pluvieuse
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités faibles à très faibles

Praticabilité et travail du sol

- Sensibilité au tassement, et difficulté de rentrer dans les terres au printemps

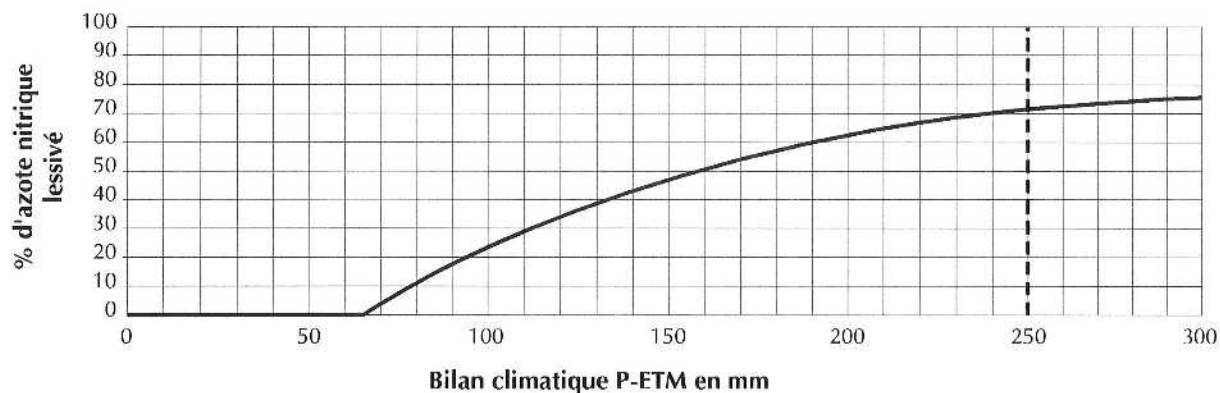
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique et magnésien indispensables
- Au printemps les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 2 ou 3 fois
- Contrôler le taux de matière organique

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé

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



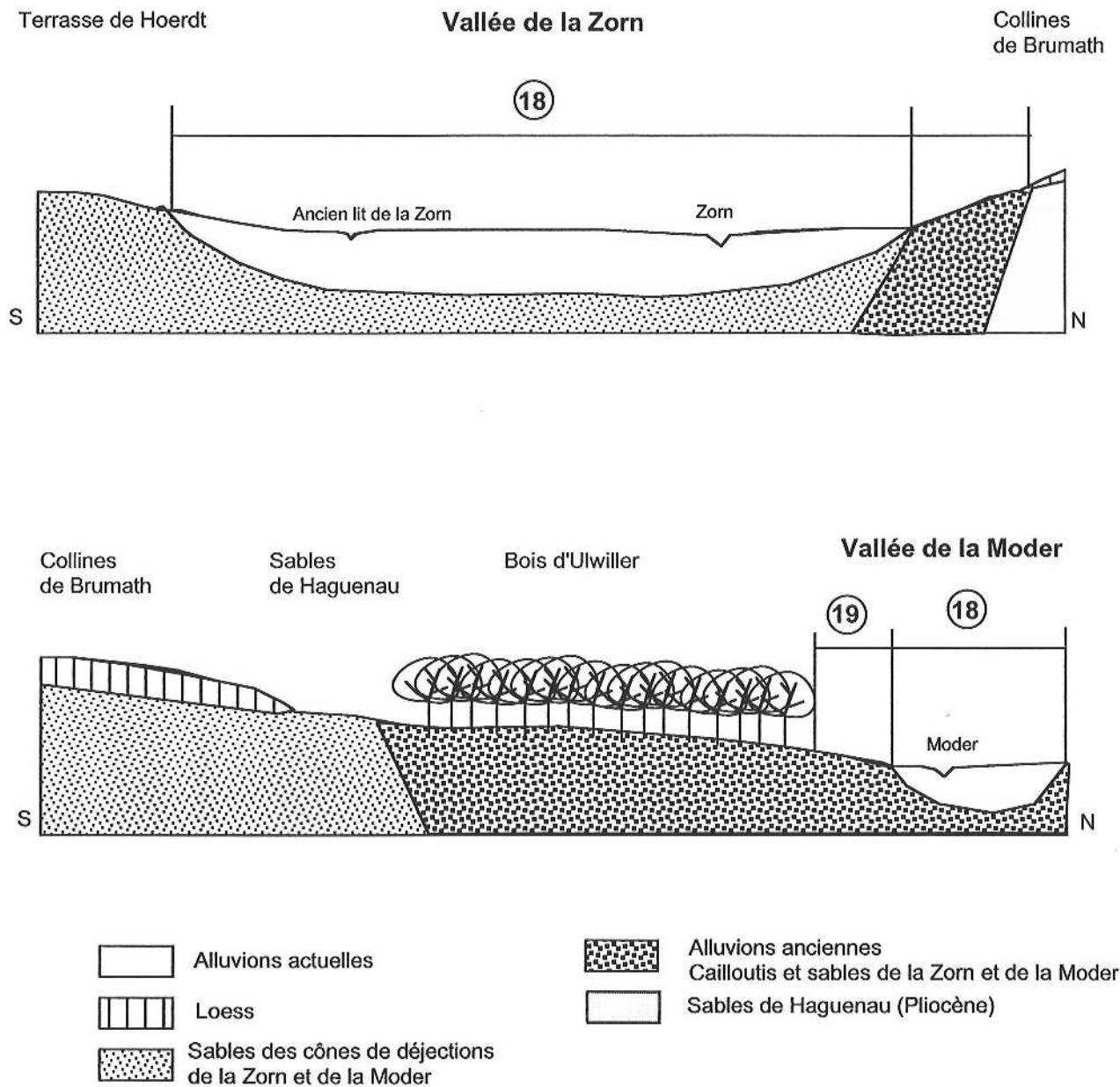
Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant, à cause de l'excès d'eau, qui ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions, du pH bas et du risque de lessivage des nitrates

LES VALLEES DES RIVIÈRES VOSGIENNES : ZORN, MODER

Fiches (18) et (19)

LOCALISATION DES SOLS DANS LE PAYSAGE



Fiche 18 : Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses de la Zorn et de la Moder

Fiche 19 : Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Terrasses de la Zorn et de la Moder

18**Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses
de la Zorn et de la Moder**

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4? (variante à définir)

Classification CPCS : Sol lessivé à pseudogley - Classification RP : Luvisol alluvial rédoxique issu des alluvions anciennes sablo-caillouteuses de la Zorn

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les terrasses qui bordent localement les vallées de la Zorn et de la Moder, au pied des collines loessiques. Ces terrasses sont constituées d'alluvions anciennes, sables et cailloutis, enrichis localement par des apports loessiques.

Ces sols sont marqués par une texture sablo-limoneuse en surface, plus argileuse en profondeur et par une hydromorphie marquée. Ils peuvent être localement caillouteux.

Mise en valeur actuelle
maïs, céréales, jachères.

Etendue estimée : 2 à 3%



Sols hydromorphes souvent drainés sur les terrasses de la Zorn

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Bordure des vallées de la Zorn et de la Moder, secteurs de Mommenheim à Geuderthheim et de Dauendorf.

- Position topographique :

terrasse

- Matériau :

sable argileux alluvial

à l'oeil (surface) :



- brun jaune, présence de galets siliceux en surface

au toucher (surface) :



- sablo-limoneux

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le profil

à la tarière :



- sablo-limoneux brun jaune foncé, vers 30 cm brun clair taché de rouille, vers 60 cm sable-argileux brun avec de nombreuses taches rouille et grises. Tarière bloquée localement par niveaux caillouteux vers 40 -60 cm

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg****Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses
de la Zorn et de la Moder**

Fiche de sol n°

18

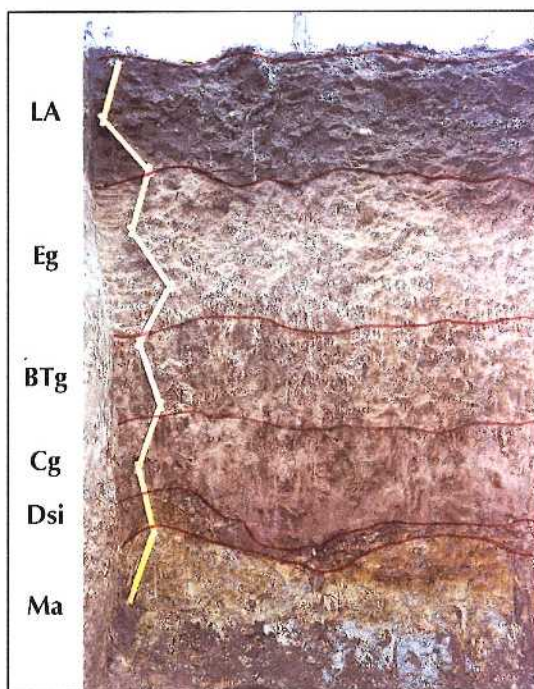
Terrasses de la Zorn et de la Moder

UN EXEMPLE DE PROFIL

MOMMENHEIM : X=991,6 Y=2430,4

Octobre 1999 - prairie de fauche

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0 - 30 cm) -Sable limoneux avec 5% de galets siliceux , brun jaunâtre foncé, structure polyédrique subanguleuse, meuble. Racines nombreuses.

Horizon Eg (30 - 60 cm) - Sable limoneux avec 3% de galets siliceux, brun clair avec des taches rouille et quelques concrétions noires, structure polyédrique subangulaire, peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon BTg (60 - 100 cm) -Sable argileux, brun avec de nombreuses taches rouille et grises en traînées verticales et de nombreuses concrétions noires, structure polyédrique subangulaire, très compact. Racines très peu nombreuses.

Horizon Cg (100 - 130 cm) -Sable, brun rougeâtre avec des taches rouille et grises en traînées verticales et des concrétions noires, structure polyédrique subangulaire, compact. Racines très peu nombreuses.

Horizon Dsi (130 - 140 cm) -Sable caillouteux, brun rougeâtre avec quelques taches rouille, structure particulière, très compact. Pas de racines.

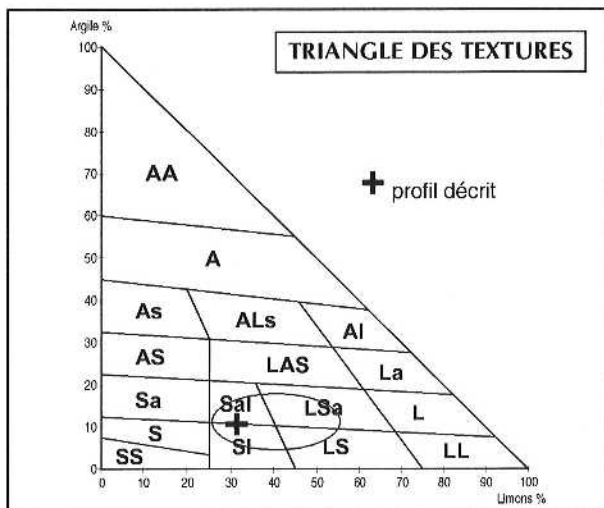
Horizon Ma (140 - 160 cm) -Argile sableuse, brun jaunâtre avec de nombreuses taches ocre, massif, très compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	39,2	16,5	18,5	14,5	9,4	1,9
30-60 cm	Eg	39,0	15,7	17,7	15,7	11,3	0,6
60-100 cm	BTg	42,5	15,1	13,4	10,7	18,1	0,2
100-130 cm	Cg	64,1	17,9	3,9	4,1	9,8	0,1
130-140 cm	Dsi	-	-	-	-	-	-
140-160 cm	Ma	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ IH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
11,3	0,0	-	520	-	6,2	5,4	3,82	0,64	0,05	0,03	5,5	97
8,2	0,0	-	250	-	6,6	5,5	3,96	0,40	0,40	0,03	4,9	98
5,6	0,0	-	-	-	7,3	6,0	7,57	1,09	0,28	0,03	8,1	sat
3,5	0,0	-	-	-	7,2	5,9	4,00	0,60	0,19	0,03	4,5	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 29 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols pour des sols de ce type des vallées de la Zorn et de la Moder

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg****Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses
de la Zorn et de la Moder**

Fiche de sol n°

Terrasses de la Zorn et de la Moder

18**Enracinement du maïs**

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

Enracinement limité par l'excès d'eau et par un horizon compacté vers 0,60 m

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface sablo-limoneuse avec des galets siliceux puis sablo-argileux en profondeur avec localement des niveaux plus caillouteux
- Indice de battance : 5,3 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,5 et 1,7 sur tout le profil
- Réserve utile : 100 à 110 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H2, H3, liée à un horizon plus argileux et compact vers 0,60 m ralentissant le ressuyage
- pH initial sans intervention compris entre 5,5 et 6,5
- pH compris entre 6,5 et 7,5 après amendement
- Absence de calcaire, complexe adsorbant légèrement désaturé en surface

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'hydromorphie et par un horizon compact ver 60 cm
- Forte sensibilité au tassement
- Difficulté de rentrer dans les parcelles au printemps
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités moyennes à faibles
- Amélioration possible par drainage mais faible valeur ajoutée
- 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

- Sensibilité au tassement et difficulté de rentrer dans les parcelles au printemps

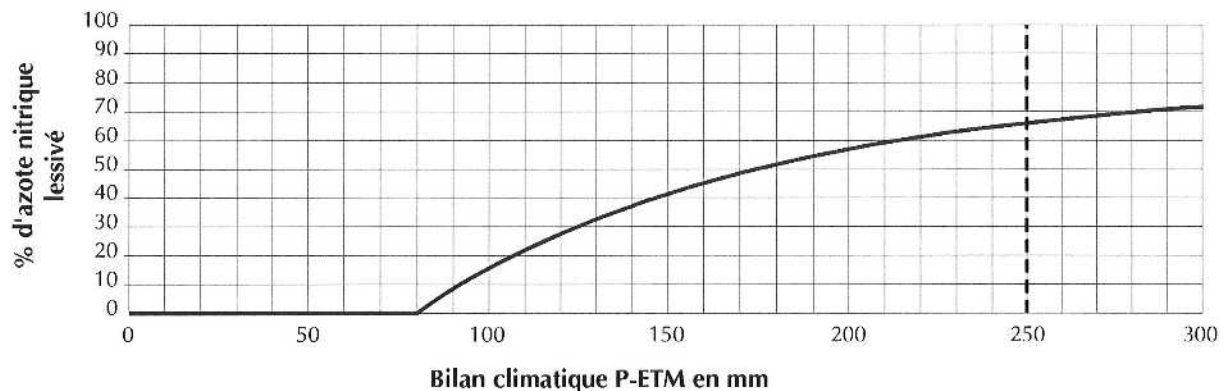
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique nécessaire
- Au printemps les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 2 ou 3 fois
- Contrôler le taux de matière organique

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant en raison d'une combinaison de facteurs défavorables : excès d'eau, pH bas, risque de lessivage des nitrates.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°

Plaines alluviales argileuses hydromorphes
des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche**19****Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche**

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4? (variante à définir)

Classification CPCS : Sol alluvial à gley - Classification RP : Réductisol duplique issu des alluvions argilo-sableuses des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans les plaines alluviales inondables de la Zorn, de la Moder et de la Bruche. Les alluvions récentes sont argilo-limoneuses à argilo-sableuses.

Ces sols présentent un taux d'argile élevé (30 à 60 %) et ils sont d'autant plus hydromorphes qu'ils se rapprochent du centre de la plaine alluviale.

Dans la vallée de la Bruche, ces sols sont associés à des sols plus sableux : fiches n°6 et n°7, du guide n°6 du Piémont Bas-Rhinois.

Mise en valeur actuelle

Prairie de fauche, maïs, jachère, forêt.

Etendue estimée : 5 %



Cuvette alluviale de la Zorn : les prairies souvent retournées, sont maintenues à Mommenheim pour préserver les captages d'eau potable

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Vallées de la Zorn, de la Moder et de la Bruche

à l'oeil (surface) :



- prairie ou terres labourées de couleur brun foncé

au toucher (surface) :



- argileux à argilo-limono-sableux

- Position topographique :

cuvette alluviale

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le profil

- Matériau :

alluvions récentes argilo-limoneuses à argilo-sableuses

à la tarière :



- argileux à argilo-limono-sableux, brun foncé veiné de rouille, puis brun grisâtre clair taché de rouille vers 40-60 cm puis argile à argile sableuse avec de nombreuses taches rouille et grises vers 80-100 cm

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg****Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche**

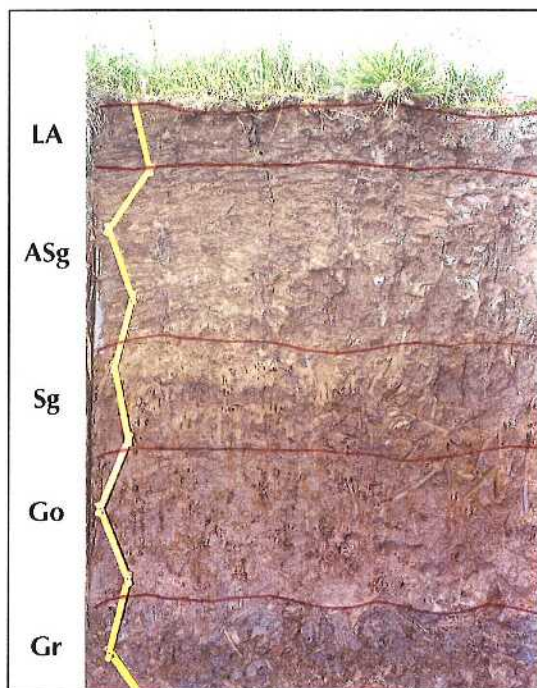
Fiche de sol n°

Plaines alluviales argileuses hydromorphes
des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche**19****UN EXEMPLE DE PROFIL**

MOMMENHEIM : X=990,2 Y=2430,1

Octobre 1999 - prairie de fauche

Profil représentatif de l'unité de sol

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0 - 20 cm) - Argile, brun jaunâtre foncé, structure grumeleuse, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon ASg (20 - 65 cm) - Argile, brun avec des taches rouille et des concrétions noires peu nombreuses, structure prismatique, compact. Racines très nombreuses.

Horizon Sg (65 - 110 cm) - Argile sableuse, brun grisâtre avec des taches rouille et grises très nombreuses et des concrétions noires nombreuses, structure prismatique, très compact. Racines nombreuses.

Horizon Go (110 - 140 cm) - Sable argileux, brun avec des taches rouille et grises très nombreuses et des concrétions noires nombreuses, structure polyédrique subangulaire, peu compact. Racines très peu nombreuses.

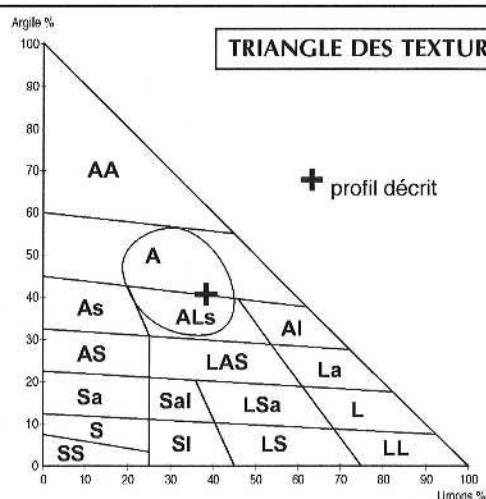
Horizon Gr (140 - 160 cm) - Argile, gris foncé taché d'ocre, massif, très compact. Racines très peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20 cm	LA	5,6	10,1	10,0	29,5	40,9	3,8
20-65 cm	ASg	4,9	12,8	7,9	29,9	42,7	1,7
65-110 cm	Sg	17,8	29,1	9,9	15,8	26,9	0,5
110-140 cm	Go	35,0	30,8	6,6	9,3	18,0	0,2
140-160 cm	Gr	5,5	10,9	10,6	25,7	46,8	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
7,2	0,0	-	90	-	6,6	5,4	24,81	3,97	0,36	0,10	25,7	sat
7,8	0,0	-	-	10	7,1	5,5	24,06	3,42	0,32	0,10	21,1	sat
6,4	0,0	-	-	-	7,3	5,8	14,07	2,23	0,21	0,03	11,7	sat
5,7	0,0	-	-	-	7,5	6,0	9,10	1,54	0,15	0,03	7,9	sat
5,9	0,0	-	-	-	7,5	5,8	22,13	4,27	0,43	0,06	19,2	sat

TRIANGLE DES TEXTURES**Variabilité des textures de surface :**

distribution des textures à partir des 29 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols pour des sols de ce type des vallées de la Zorn et de la Moder

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg****Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche**

Fiche de sol n°

**Plaines alluviales argileuses hydromorphes
des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche****19****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 d'argile et l'hydromorphie à faible profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface argileuse à argilo-limono-sableuse (30 à 60 % d'argile), alternance de niveaux sablo-argileux et argileux en profondeur
- Indice de battance : 2,3 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,1 à 1,2 en surface, 1,4 à 1,6 en Sg
- Réserve utile (sans prise en compte des remontées capillaires) : 100 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m.
- Classe d'hydromorphie : H2 à H4
- pH initial sans intervention compris entre 6,0 et 7,0.
- Absence de calcaire mais complexe adsorbant saturé sur tout le profil

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risque d'inondations en hiver et au printemps
- Réserve utile limitée, du fait de la texture et de l'excès d'eau, mais compensée par les remontées capillaires en été.
- Texture de surface lourde à très lourde (35 à 60 % d'argile)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES**Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Prairies de fauche et maïs
- Difficulté de maîtriser le niveau de la nappe

Praticabilité et travail du sol

- Sol lourd difficile à travailler
- Travail du sol aléatoire au printemps du fait de la remontée de la nappe
- Submersion dans certains secteurs en période pluvieuse

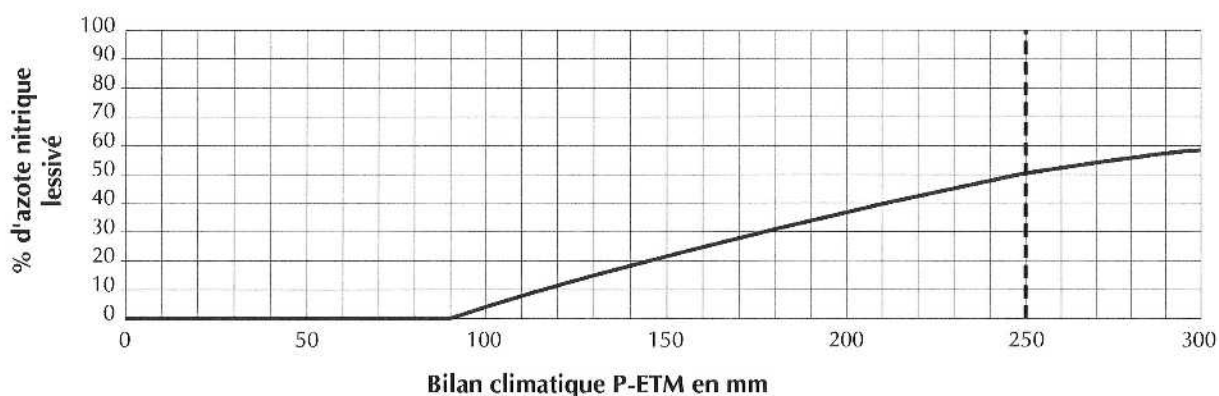
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique indispensable
- Au printemps, apporter l'azote en 1 ou 2 fois
- Fertilisation potassique : compte tenu du fort pouvoir de rétention de ces sols, apporter l'engrais de fond le plus tard possible, de préférence dans les deux semaines avant le semis de la culture de printemps

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé

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

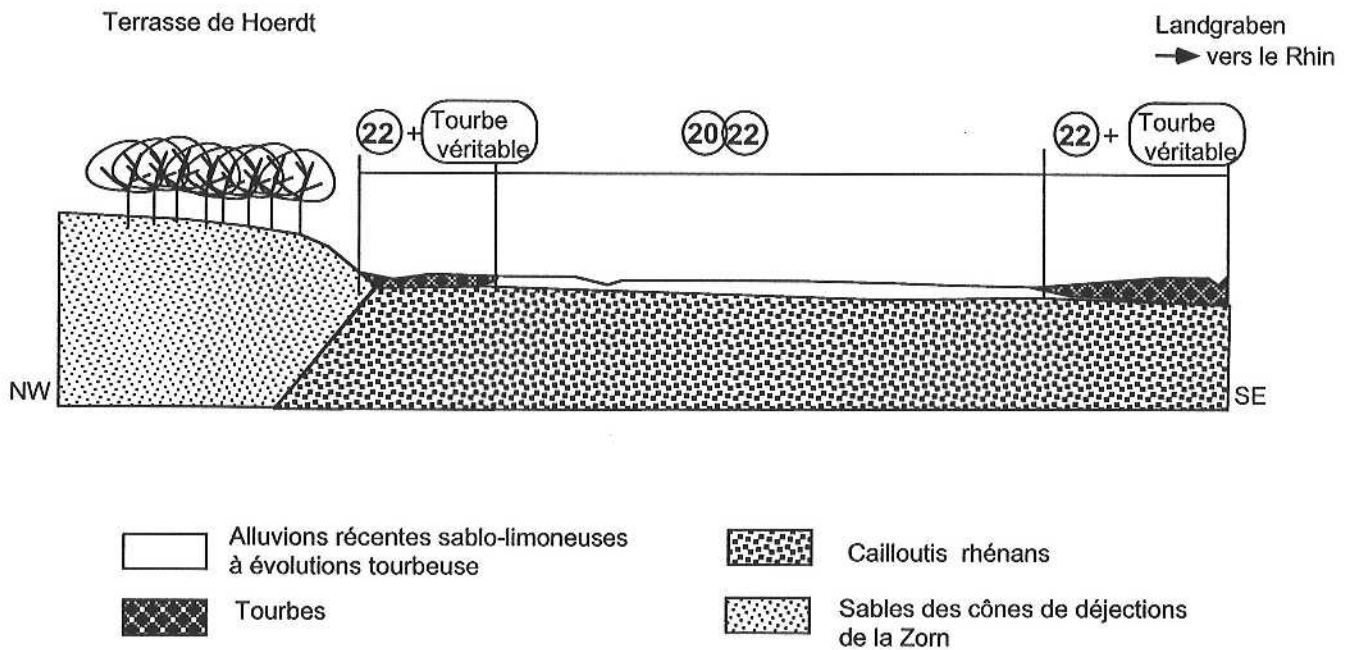
**Pouvoir épurateur**

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause d'une combinaison de facteurs défavorables : excès d'eau, pH bas et risque de lessivage des nitrates.

LA VALLEE DU RHIN

Fiches 20 et 22

LOCALISATION DES SOLS DANS LE PAYSAGE



Fiche 20 : Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes

Fiche 22 : Sol limono-sableux, tourbescent, noir, fortement hydromorphe sur sable caillouteux rhénan

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Ried noir argileux

20

Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes

Typologie des sols d'Alsace : code 16.6

Classification CPCS : Sol alluvial hydromorphe à gley tourbescent - Classification RP : Réductisol histique issu des alluvions à évolution tourbeuse de la plaine rhénane

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé en bordure Ouest de la plaine rhénane, dans une vaste zone déprimée au pied du cône de la Zorn et de la région des collines de Brumath. Dans cette zone déprimée, marquée par une forte hydromorphie les alluvions sont très hétérogènes argileuses à sablo-caillouteuses localement (cf. fiche n°22). Ces sols sont très riches en matières organiques noirâtres à évolution tourbeuse. On note également la présence d'étendues de tourbe véritable, d'épaisseur variable (Ried noir).

La mise en culture de ces sols a été rendue possible par l'influence des aménagements du Rhin sur le niveau moyen de la nappe.

Mise en valeur actuelle
 maïs, prairie, zones boisées.

Etendue estimée : 10 %



Cuvette alluviale de la Zorn : les prairies souvent retournées, sont maintenues à Mommenheim pour préserver les captages d'eau potable

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Plaine rhénane

à l'oeil (surface) :



- prairie ou terre labourée de couleur noirâtre

- Position topographique :

cuvette alluviale

au toucher (surface) :



- argileux

- Matériau :

alluvions argilo-tourbeuses

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence sur tout le profil parfois effervescence en profondeur

à la tarière :



- argileux brun noirâtre veiné de rouille, puis grisâtre taché de rouille vers 40 cm, avec parfois un niveau tourbeux enfoui

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Ried noir argileux

20

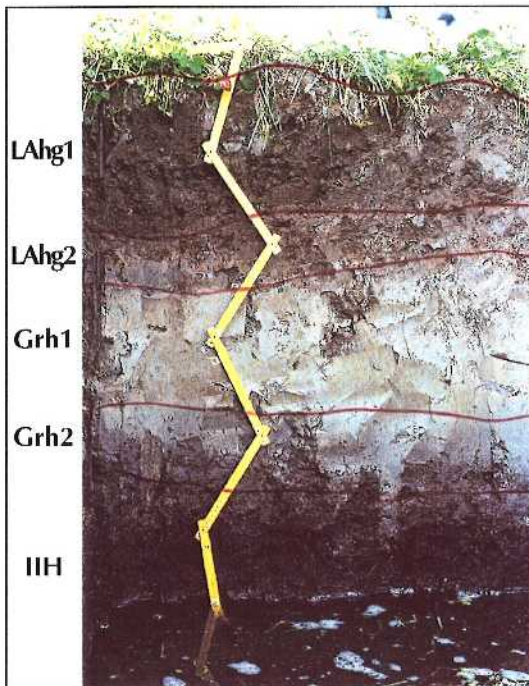
Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes

UN EXEMPLE DE PROFIL

WEYERSHEIM : X=1002,6 Y=2427,6

Octobre 1999 - achère - prairie

Profil représentatif d'une variante avec niveau tourbeux enfoui



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAhg1 (0 - 25 cm) -Argilo-limoneux, brun grisâtre très foncé, structure grumeleuse, meuble. Racines très nombreuses.

Horizon LAhg2 (25 - 35 cm) -Argileux, brun grisâtre foncé avec de très nombreuses taches rouille liées aux racines, structure polyédrique, peu compact. Racines nombreuses.

Horizon Grh1 (35 - 60 cm) -Argileux, gris avec des taches ocre, structure continue à éclats anguleux, compact. Racines nombreuses.

Horizon Grh2 (60 - 75 cm) -Argileux, gris foncé, calcaire, structure continue à éclats anguleux, compact. Racines peu nombreuses.

Horizon IIIH (75 - 120 cm) -Tourbe, gorgée d'eau, avec des résidus de bois mal décomposés, noirâtre, meuble. Pas de racines.

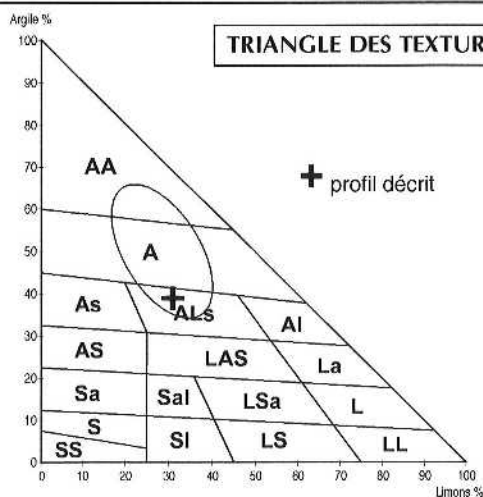
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAhg1	18,2	8,0	9,8	20,0	39,1	4,8
25-35 cm	LAhg2	17,2	7,2	8,5	21,7	42,0	3,4
35-60 cm	Grh1	16,0	2,3	6,6	26,6	47,4	1,1
60-75 cm	Grh2	15,1	5,4	10,7	26,5	40,4	1,9
75-120 cm	IIIh	0,9	0,7	4,1	23,2	16,5	63,0

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy ppm	P2O5 JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
6,9	0,0	-	390	-	6,6	5,6	29,77	2,38	0,47	0,03	29,5	sat
6,7	0,0	-	-	40	7,1	5,9	33,81	2,93	0,36	0,03	28,1	sat
7,5	0,0	-	-	-	7,4	5,9	26,45	3,17	0,40	0,06	21,5	sat
9,2	0,0	-	-	-	7,3	5,9	23,28	2,68	0,36	0,06	19,3	sat
20,0	0,0	-	-	-	6,3	5,8	90,32	7,49	0,15	0,10	11,5	sat

TRIANGLE DES TEXTURES



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des 32 analyses de terre disponibles dans la base de données régionale sur les sols pour des sols de ce type de la plaine du Rhin

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Ried noir argileux

20

Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes

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 d'argile et l'hydromorphie à faible profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1,00 m
- Texture de surface argileuse à argilo-limono-sableuse (40 à 70 % d'argile), niveau tourbeux à profondeur variable,
- Indice de battance : 1,1 - sol non battant -
- Densité apparente : comprise entre 1,1 et 1,3 (de LA à Go)
- Réserve utile (sans prise en compte des remontées capillaires) : 100 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m
- Classe d'hydromorphie : H4, liée la présence de la nappe alluviale à faible profondeur
- pH initial compris entre 5,0 et 6,5
- pH après amendement compris entre 6,5 et 7,0
- Absence de calcaire, mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risque d'inondations en hiver et au printemps
- Réserve utile limitée du fait de la texture et de l'excès d'eau, mais compensée par les remontées capillaires en été.
- Texture de surface lourde à très lourde (40 à 70 % d'argile)
- Forte teneur en matière organique en surface
- Difficulté de rentrer dans les parcelles au printemps
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Prairies de fauche et maïs
- Difficulté de maîtriser le niveau de la nappe

Praticabilité et travail du sol

- Sol lourd difficile à travailler
- Travail du sol aléatoire au printemps du fait de la remontée de la nappe
- Submersion dans certains secteurs en période pluvieuse

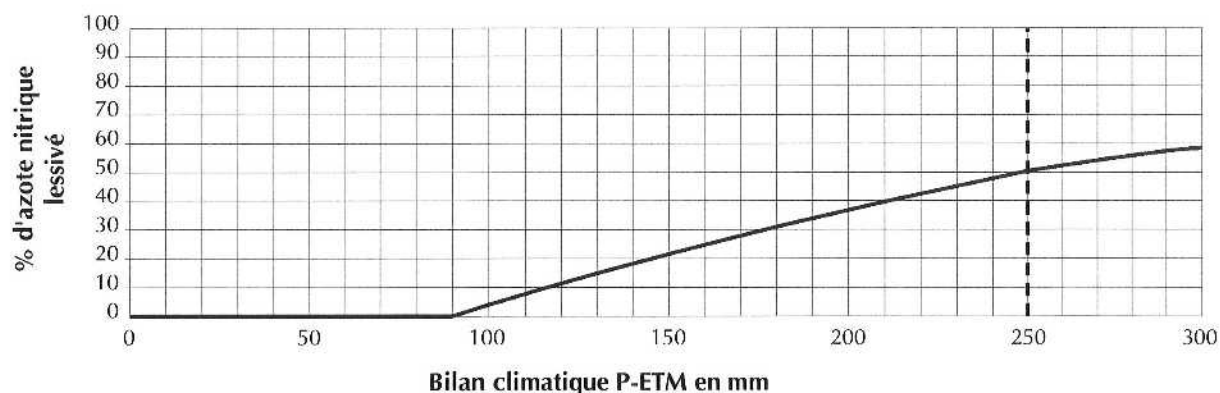
Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique indispensable
- Au printemps les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 1 ou 2 fois
- Fertilisation potassique : compte tenu du fort pouvoir de rétention de ces sols, apporter l'engrais de fond le plus tard possible, de préférence dans les deux semaines avant le semis de la culture de printemps

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé
- Des phénomènes de dénitrification peuvent se produire

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



Pouvoir épurateur

- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant, à cause de l'excès d'eau qui ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions, et du risque de lessivage des nitrates

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Fonds de vallon et bas fonds hydromorphes

21

Sol argileux à limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, hydromorphe sur matériau alluvio-colluvial

Typologie des sols d'Alsace : code à définir

Classification CPCS : Sol alluvio-colluvial à gley - Classification RP : Fluviosol alluvio-colluvial, calcaire ou calcique, rédoxique ou réductique

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans les bas fonds hydromorphes des différents vallons du secteur d'étude. La texture et la carbonatation sont variables suivant les matériaux environnants. Ces sols sont plutôt argileux et décarbonatés dans le secteur des collines sous-vosgiennes et plutôt limono-argileux et calcaires dans le secteur du Kochersberg et des collines de Brumath.

Mise en valeur actuelle
 prairies, maïs

Etendue estimée : 2 à 3 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique** :
 vallons dans l'ensemble de la
 petite région naturelle

à l'oeil (surface) :



- prairie ou terre labourée brune à
 structure polyédrique nette

- **Position topographique** :
 fond de vallon

au toucher (surface) :



- argileux ou limono-argileux

- **Matériau** :
 alluvio-colluvial argileux à
 limono-argileux

à la pissette (HCl) :



- effervescence variable

à la tarière :



- argileux à limono-argileux, brun
 grisâtre taché de rouille vers 30
 à 40 cm, puis argileux gris taché
 de noir et d'ocre vers 60 cm.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol supérieure à 1 m
 - Texture de surface argileuse à limono-argileuse
 (25 à 50 % d'argile), argileuse en profondeur
 - Indice de battance : <6 - sol non battant -

- Classe d'hydromorphie : H2 à H4

- Taux de calcaire et pH dépendant de l'environnement

- Profondeur d'enracinement limitée par le taux
 d'argile et l'hydromorphie à faible profondeur
 - Réserve utile estimée (sans prise en compte des
 remontées capillaires) : 100 mm d'eau pour un
 enracinement limité à 0,60 m.

Région naturelle N° 5

**Collines de Brumath du Kochersberg
et de l'arrière Kochersberg****Sol argileux à limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, hydromorphe sur matériau
alluvio-colluvial**

Fiche de sol n°

21

Fonds de vallon et bas fonds hydromorphes

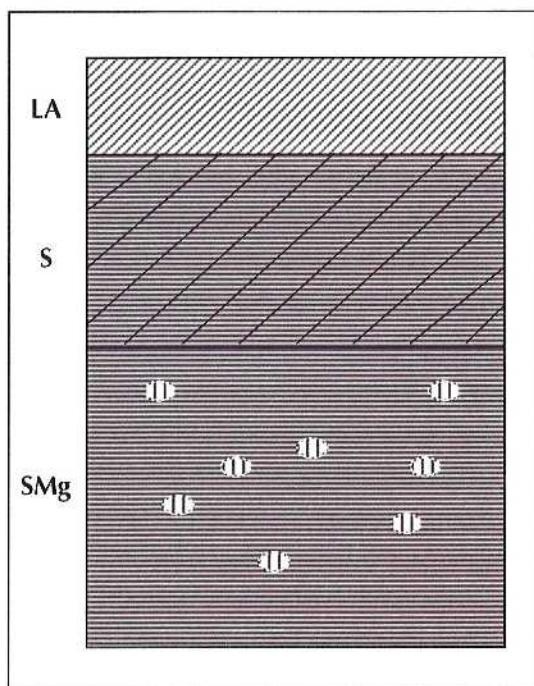
UN EXEMPLE DE PROFIL

WOLXHEIM : X = 981,3 Y = 2409,5

Extrait du document «Les unités de paysage
et les sols du vignoble alsacien»

1990

Profil représentatif des vallons argileux des collines sous-vosgiennes

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0 - 20 cm) -argileux, brun jaunâtre, structure polyédrique nette, compact, nombreuses racines.

Horizon S (20 - 65 cm) -argileux, jaunâtre, structure prismatique, compact, racines assez nombreuses.

Horizon SMg (65 cm et plus) - Argile beige grisâtre, avec des taches rouille assez nombreuses. Pas de racines, à structure prismatique.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-20 cm	LA	8,4	5,3	10,5	24,1	48,5	2,8
20-65 cm	S	4,6	4,3	10,6	25,7	53,9	0,9
>65 cm	SMg	1,6	1,0	3,0	33,6	60,1	0,6

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ jH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,5	-	-	-	770	8,0	7,1	36,5	2,3	1,7	0,1	22,0	sat
8,8	-	-	-	150	8,0	7,0	26,4	2,2	0,6	0,1	20,5	sat
11,4	-	-	-	10	7,9	7,0	28,4	5,4	0,4	0,4	19,6	sat

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'hydromorphie
- Aptitude au réchauffement médiocre
- Difficulté de rentrer dans les parcelles au printemps
- Sol difficile à travailler du fait de l'hydromorphie
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre à insuffisant

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Ried noir sableux

22

Sol limono-sableux, tourbescent, noir, fortement hydromorphe sur sable caillouteux rhéna

Typologie des sols d'Alsace : code 16.5

Classification CPCS : Sol alluvial à gley - Classification RP : Reductisol histique sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans la plaine rhénane, en bordure Est, au pied du talus de la Zorn et de la région des collines de Brumath. Dans cette zone déprimée, marquée par une forte hydromorphie les alluvions sont très hétérogènes sablo-caillouteuses ou argileuses (cf. fiche n°20). Ces sols sont très riches en matières organiques noirâtres à évolution tourbeuse. On note la présence d'étendues de tourbe véritable, d'épaisseur variable.

La mise en culture de ces sols a été rendue possible par l'influence des aménagements du Rhin sur le niveau moyen de la nappe.

Mise en valeur actuelle
 forêt, maïs, prairies, jachères

Etendue estimée : 2 à 3%

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique** :
 plaine rhénane

à l'oeil (surface) :



- prairie ou terre labourée de couleur noirâtre

- **Position topographique** :
 plaine

au toucher (surface) :



- limono-sableux, soyeux, tache les doigts

- **Matériau** :
 alluvions limono-sableuses à sablo-caillouteuses

à la pissette (HCl) :



- pas d'effervescence en surface, effervescence en profondeur

à la tarière :



- limon sableux tourbescent, noir, taché de rouille vers 30 -40 cm, puis sableux jaunâtre taché de gris rouille, tarière bloquée par des cailloux vers 60 - 80 cm.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur supérieure à 1 m
 - texture limono-sableuse en surface, aspect tourbeux, et texture sablo-caillouteuse en profondeur
 - Indice de battance : ne peut pas être calculé, formule non valable quand le sol est très humifère - sol non battant -

- Réserve utile estimée : 100 mm d'eau pour un enracinement limité à 0,60 m (100 à 150 mm avec l'alimentation hydrique liée à la nappe)
 - Classe d'hydromorphie : H3 à H4, liée à la proximité de la nappe

- pH compris entre 5,5 et 6,5
 - Absence de calcaire en surface, mais complexe adsorbant saturé. Calcaire en profondeur

Variante de l'unité de sol :

- Niveau tourbeux plus développé

Région naturelle N° 5
**Collines de Brumath du Kochersberg
 et de l'arrière Kochersberg**

Fiche de sol n°
 Ried noir sableux

22

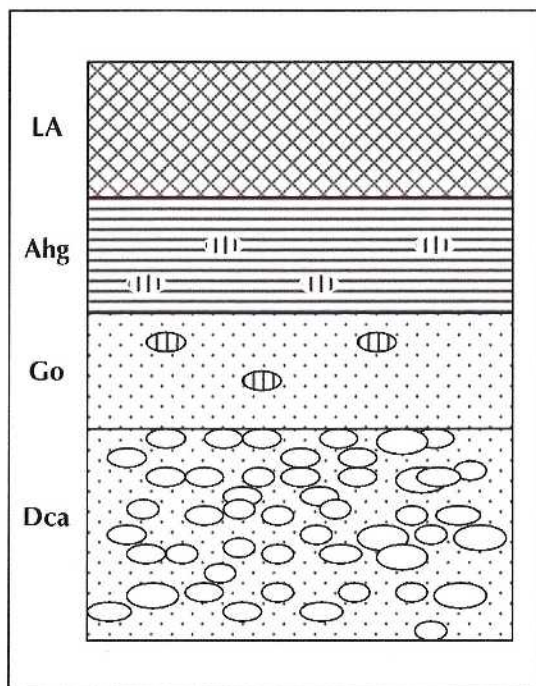
Sol limono-sableux, tourbescent, noir, fortement hydromorphe sur sable caillouteux rhénaux

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1993 - maïs

LA WANTZENAU : X=1001,3 Y=2421,0

Profil représentatif d'un niveau tourbeux peu développé



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0 - 25 cm) - Limon-sablo-argileux, noir, décarbonaté, structure grumeleuse à polyédrique, friable. Nombreuses racines.

Horizon Ahg (25 - 45 cm) - Limon-argilo-sableux, faiblement calcaire, noirâtre, taches rouilles assez nombreuses. Nombreuses racines.

Horizon Go (45 - 70 cm) - Sable, calcaire, jaunâtre, taches gris-rouille nombreuses, structure polyédrique à particulaire. Racines peu nombreuses.

Horizon Dca (70 - 120 cm) - Sable caillouteux (80 % de galets), calcaire, jaunâtre, structure particulaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LA	9,0	20,8	8,3	9,7	27,6	26,1
25-45 cm	Ahg	19,4	37,7	12,7	11,9	14,7	3,5
45-70 cm	Go	5,5	54,3	20,0	10,7	8,6	0,8
70-120 cm	Dca	45,3	44,7	4,0	2,3	3,4	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy ppm	P ₂ O ₅ JH ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
18,4	0,0	-	581	-	6,6	5,6	14,51	0,94	0,14	0,03	64,0	sat
17,3	0,0	-	-	81,0	7,1	5,9	3,27	0,22	0,05	0,02	14,1	sat
10,6	22,6	-	-	8,0	7,4	5,9	9,54	0,22	0,02	0,02	3,9	sat
10,4	15,6	-	-	10,0	7,3	5,9	9,29	0,10	0,01	0,01	1,5	sat

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'hydromorphie
- Submersion en période pluvieuse et du fait de la remontée de la nappe en hiver
- Difficulté de rentrer dans les parcelles au printemps
- Localement "matériau piège" pour les engrais potassiques (phénomène de rétrogradation du potassium)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

CHAPITRE 6

SYNTHÈSE AGRONOMIQUE PAR THÈMES

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 143
P 146-149	Sols et irrigation	P 147
	Inondations	P 149
P 149-159	Sols, ruissellement, érosion et flux associés	P 157-158
P 160-170	Sols et lessivage des nitrates	P 164-165, 167-168
P 170-171	Sols et devenir des produits phytosanitaires	
P 172-179	Pouvoir épurateur des sols	P 179-182

6.1. LA FERTILISATION PHOSPHATEE ET POTASSIQUE, LIMITEE AUX PLAINES ALLUVIALES ARGILEUSES

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.

Les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables de la vallée de la Zorn, de la Moder et de la Bruche et du Rhin (fiches 19, 20) présentent un bon niveau de réserves nutritives du fait d'un taux de matière organique élevé et d'une minéralisation lente de ces réserves. Toutefois, en cas d'excès de matière organique, ces sols posent des problèmes de rétrogradation du potassium. Ainsi pour être efficaces, les engrais de fond devront être apportés le plus tard possible, de préférence dans les deux semaines avant le semis de culture de printemps.

6.2. L'ENTRETIEN CALCIQUE ET MAGNESIEN DES SOLS NECESSAIRE SUR PRES DE 50 % DES SURFACES

Parmi tous les types de sols représentés dans la région, certains méritent une attention particulière quant à la surveillance de l'état calcique. Ce sont principalement les sols développés sur alluvions d'origine vosgienne (fiches 14, 15, 16, 17, 18) dont le pH peut tomber à 4,5 en l'absence de chaulage, ceux sur lehms (fiche 8) et dans une moindre mesure ceux sur loess décarbonatés (fiches 1, 2, 4, 5, 6, 7).

Cette seule raison devrait être suffisante pour motiver les agriculteurs à une analyse régulière de fertilité chimique de leurs parcelles situées sur ces types de sols.

De nombreux sous-produits industriels riches en calcium sont disponibles dans la région et permettent d'envisager le chaulage ou l'entretien calcique à moindre coût :

- écumes de sucrerie,
- boues chaulées de station d'épuration,
- boues de papeterie.

6.3. LA PRATICABILITE DES TERRAINS : TRES VARIABLE SUIVANT LES SECTEURS

De ce point de vue, les sols de la petite région peuvent être classés en 5 catégories.

- **Les sols limoneux, profonds (fiches 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) : peu de problèmes si l'entretien calcique et organique est suffisant**

Ceux-ci ont une texture assez équilibrée (LA ou AL). Mis à part les loess hydromorphes (fiches 4 et fiche 8), les temps de ressuyage des terrains sont corrects (quelques jours). Ils doivent cependant être impérativement respectés pour que le travail du sol ne pose pas de problème. Ceci nécessite 2 conditions : un taux de matière organique entretenu dans l'horizon labouré, un taux de carbonate de calcium suffisant.

Dans les sols limoneux carbonatés sur loess, cette dernière condition est remplie, seul le taux d'humus et les temps de ressuyage sont à contrôler. Dans les sols limoneux décarbonatés sur lehm ou sur loess, il est préférable d'y ajouter des pratiques de chaulage régulières. Le taux d'humus est également à surveiller sur les sols des versants (fiche 3), sensibles à l'érosion.

- **Les sols argileux (fiches 9, 10, 12) : problème d'adhésivité**

Sols difficiles à travailler du fait de leur texture lourde. Ils présentent un régime hydrique très contrasté, secs et durs en été, ils deviennent rapidement humides et très plastiques à la suite des premières pluies, d'où une forte adhésivité aux outils de travail du sol.

- **Les sols caillouteux (fiches 11, 13) : problème d'usure du matériel**

Dans ces sols la pierrosité gêne le travail du sol et provoque une usure rapide du matériel. Notons également que le sol sablo-caillouteux (fiche 11) présente une faible stabilité structurale et localement un comportement de sable mouvant.

- **Les sols sableux (fiches 14, 15, 16, 17, 18) : problème de date d'intervention**

Ceux-ci ont une texture légère (SL à LS) et sont de ce fait faciles à travailler, mais il ne faut pas les travailler trop tôt au printemps ni trop longtemps avant de semer car ces sols se referment rapidement. Les sols hydromorphes (fiches 15, 17 et 18) ont un ressuyage lent et il est difficile de rentrer dans les terres au printemps.

- **Les sols fortement hydromorphes, des vallées de la Zorn, de la Moder, de la Bruche et du Rhin (fiches 19, 20, 21, 22) : problème de portance**

L'hydromorphie liée à la présence de la nappe à faible profondeur et souvent associée à une texture argileuse. Elle rend ces sols très difficiles à travailler, même en conditions ressuyées. Ces sols présentent donc de fortes contraintes pour l'agriculture : 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 les collines sous-vosgiennes.

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 la loi sur l'Eau de 1999 prévoit que les zones humides doivent en particulier « faire 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) ».

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 (p. 144 : tableau « Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire » et p.145 : tableau « 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.

6.4.3 Les terres humides : sols drainables dans les collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg, moins de 10 % des surfaces

Chaque petite région naturelle du secteur d'étude présente des caractéristiques spécifiques quant à l'excès d'eau et à sa maîtrise :

- Les collines de Brumath et du Kochersberg domaine des dépôts loessiques, caractérisées par une forte potentialité agronomique, présentent peu de sols hydromorphes - seuls quelques dépressions locales hydromorphes justifient un drainage (fiche n°4).
- Les collines sous-vosgiennes présentent quant à elles une plus grande diversité en ce qui concerne les formes de l'excès d'eau. Sur les dépôts loessiques, seules quelques dépressions locales hydromorphes justifient un drainage (fiche n°7). Sur les lehms du bassin de Still (fiche n°8), l'excès d'eau est marqué par une nappe perchée temporaire, un drainage sera nécessaire pour optimiser la production agricole. Sur matériaux argileux, (fiches 9 et 12), les sols sont marqués par un excès d'eau lié à l'imbibition du matériau argileux, et par des problèmes d'érosion dans les secteurs en pente forte. Drainage, hydraulique agricole ou captage de mouillères localement sont nécessaires, pour optimiser la production agricole et lutter contre le ruissellement. Sur matériau sableux, (fiche 11), hydromorphe localement, le captage des mouillères pourra permettre de limiter les phénomènes d'instabilité (sables mouvants).
- Le Pliocène de Haguenau et les terrasses de la vallée de la Zorn présentant quelques terrains hydromorphes - les sols sablo-argileux (fiches 15 et 18), le drainage pourra s'avérer utile pour améliorer la productivité de ces sols. Dans le secteur du Pliocène de Haguenau, des zones humides ont également pu s'installer à la faveur de nappes perchées (sur argiles). Il serait dommageable de les détruire par drainage.

6.4.4 Les zones humides : préserver leur fonction écologique

Les bas fonds hydromorphes, les vallées de la Zorn, de la Moder et de la Bruche et la vallée du Rhin, présentent des sols hydromorphes à très hydromorphes. Dans ces secteurs l'hydromorphie est souvent liée à la nappe phréatique sous-jacente et la gestion de la nappe est difficile et ne peut se faire que par des aménagements hydrauliques de l'ensemble du bassin versant si on veut maîtriser son évolution et ses phases de battement. Sauf en marge de la zone inondable, en aucun cas, un drainage à l'unité parcellaire ne peut diminuer de façon notable les effets de l'excès d'eau.

En outre, il vaut mieux préserver la fonction écologique de ces zones humides : épuration des eaux, richesse faunistique et floristique...

Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire (terres humides)

Critère d'impact	Effets négatifs et précautions à adopter	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>	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>Effet tampon: 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. 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, dans le 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 et précautions à adopter	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.

6.5. LES SOLS ET L'IRRIGATION

La faiblesse des réserves utiles en eau de certains des sols de la région et la disponibilité localement de la ressource en eau souterraine ont conduit les agriculteurs à développer l'irrigation des cultures d'été, et à utiliser secondairement les installations pour certaines cultures d'hiver.

6.5.1. Besoins en eau des cultures des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

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 ».

Poste météo et période de mesures	Analyse fréquentielle des bilans climatiques P-ETM en mm pour un blé d'hiver et un maïs grain (données METEO-FRANCE).					
	Blé d'hiver : bilan du 1er mars au 20 juillet			Maïs grain : bilan du 21 avril au 20 septembre		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
ALTECKENDORF* 1968-1988	- 212	- 152	- 35	- 161	- 135	- 18
BRUMATH 1968-1995	- 210	- 146	- 56	- 174	- 103	+ 25
ENTZHEIM 1968-1999	- 223	- 171	- 105	- 193	- 114	- 62
GAMBSHEIM* 1983-1999	- 162	- 107	- 34	- 155	- 84	- 4
STRASBOURG 1968-1999	- 206	- 117	- 45	- 155	- 82	+ 26

* Les données sont à interpréter avec plus de prudence car la période de mesures est inférieure à 25 ans

Compte tenu des réserves en eau des sols 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 des équipements d'irrigation.

Les résultats obtenus sont présentés ci-contre, par groupe de sols aux caractéristiques voisines. Pour cette présentation nous n'avons retenu qu'une situation climatique, le poste météo d'Alteckendorf.

**BESOINS EN EAU DES CULTURES ET IRRIGATION
DANS LES COLLINES DE BRUMATH DU KOCHERSBERG ET DE L'ARRIERE
Kochersberg**

Poste météo de ALTECKENDORF (Bas-Rhin)
Données METEO-FRANCE, période 1968-1988

Types de sols et représentativité	BILAN HYDRIQUE BLÉ 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 supérieure ou égale à 180 mm (fiches 1, 2, 4, 5, 6 et 7 soit 40 à 50% des surfaces)	- 92 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai soit 3 passages de 30 mm	- 32 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai		- 41 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet soit 2 passages de 30 mm	- 15 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juillet		L'irrigation ne s'avère utile que pour la recherche d'une qualité de production particulière.
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 3, 8, 9, 10, 15 soit près de 10% des surfaces)	- 132 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de mai soit 4 passages de 30 mm	- 72 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai soit 2 passages de 30 mm		- 81 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet soit 3 passages de 30 mm	- 55 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet soit 2 passages de 30 mm		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 12, 14, 17, 18, 19 et 20 soit 20 à 25% des surfaces)	- 159 mm à partir de la 2 ^{ème} décade d'avril soit 5 passages de 30 mm	- 99 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril soit 3 passages de 30 mm		- 108 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin soit 4 passages de 30 mm	- 82 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet soit 3 passages de 30 mm		L'irrigation peut être utile, son opportunité économique mérite cependant attention. L'enrouleur est utilisable.
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiches 11, 13, et 16 soit 10 à 15% des surfaces)				- 134 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin soit 7 passages de 20 mm	- 108 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin soit 5 passages de 20 mm		L'irrigation est une nécessité. Il faut privilégier les systèmes permettant de limiter les doses d'apport : pivot et couverture intégrale.

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. Cela peut être le cas lors de prélèvements d'eau en rivières. Dans le Bas-Rhin, cela représente 20 % des surfaces irriguées ; dans le Haut-Rhin 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 du 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 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 sols les plus exigeants pour l'irrigation, qui sont aussi les plus sensibles au risque de lessivage des nitrates (voir paragraphe 6.8.).

Le tableau suivant indique la consommation d'eau du maïs en juin, estimée à partir des mesures de l'ETP faites à Entzheim (Bas-Rhin).

Analyse fréquentielle de l'ETP et de l'ETM maïs en juin							
poste météo d'Entzheim							
(Données METEO-FRANCE, période 1968-1999)							
	ETP en mm			<u>ETM maïs</u> ETP	ETM maïs en mm		
décade	médiane	Q4	max.	coeff.	médiane	Q4	max.
Jun 1	38	45	51	0,7	27	31	36
Jun 2	40	48	59	0,8	32	38	47
Jun 3	41	47	69	0,9	37	43	62

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 grâce à divers outils de pilotage tels que les tensiomètres ou encore les 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.

6.6 LES INONDATIONS ET LES RISQUES D'ÉROSION ASSOCIÉS AUX CRUES

Ces risques sont possibles dans les zones suivantes :

- les champs d'inondation de la Zorn, de la Moder et de la basse vallée de la Bruche
- et, très localement, le long de la Souffel

Cependant, aucune donnée quantitative précise n'existe sur ces phénomènes : on se reportera à la cartographie des zones inondables présentée p.20.

6.7. LE RUISSELLEMENT, L'ÉROSION DES SOLS ET LES FLUX ASSOCIÉS

L'eau de pluie qui arrive au sol s'infiltre, 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).

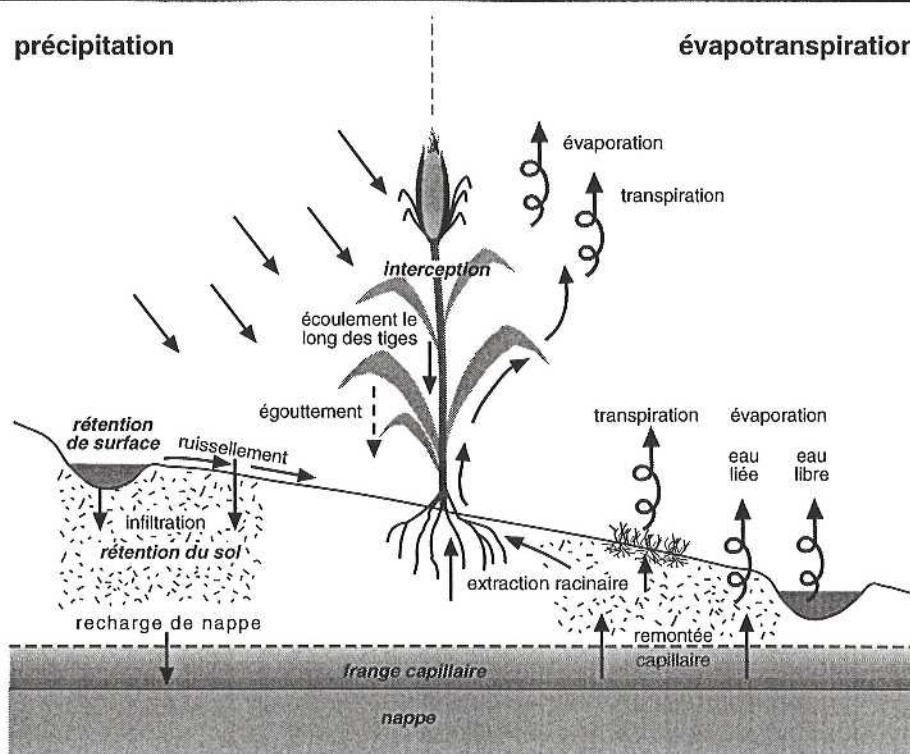
L'objectif de ce chapitre du guide des sols est de donner un certain nombre d'éléments pour comprendre et mieux gérer l'eau à l'échelle des parcelles agricoles.

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, il 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.

L'eau dans le système sol-plante-atmosphère : processus et réservoirs (d'après Ambroise, 1998)



D'après B. Ambroise, 1998

Types de motifs linéaires d'origine agraire susceptibles de collecter et concentrer le ruissellement formé sur les parcelles cultivées (Auzet, 2000)

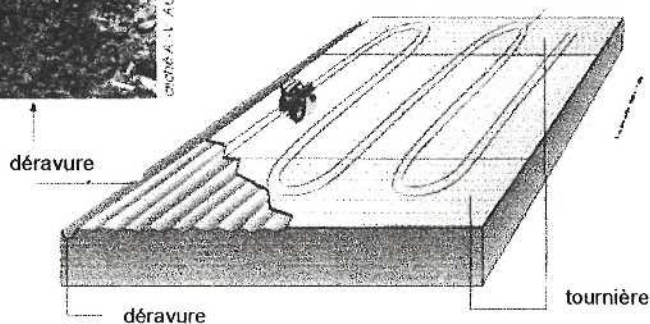
Sillons du labour et déravure
(Sundgau alsacien : 01/2000)



Fourrière et traces de roues
Parcelle de céréales d'hiver
(Huldenberg, B : 04/1986)



Motifs linéaires agraires traces de roues



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 maximum 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 dans les fonds de vallons où les sols gorgés d'eau peuvent occuper des surfaces assez étendues, particulièrement en automne et en hiver ;
- **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 page suivante)

La dégradation progressive ou brutale de la structure en surface se traduit par un état plus continu et plus compact, où la couche très superficielle s'individualise par rapport au reste du profil de sol sous la forme d'une **croûte de battance**.

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 dite structurale**. 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.

Quelques étapes de la succession des états de surface du sol d'une parcelle 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.



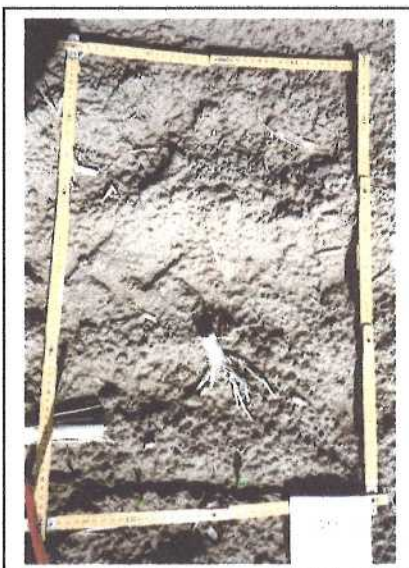
II. 23 Avril

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. 28 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. L'empreinte du passage de pneumatiques est nettement compactée



IV. 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. La très faible rugosité sur l'ensemble de la surface favorisera un ruissellement rapide.



V. Juin

Le maïs est développé. Malgré un couvert végétal, la surface est pratiquement complètement lisse et très dégradée.

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.

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.**

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 pédologiques ou culturales (lissage par les outils, fond de lits de semence, fond du labour).

6.7.2. Appréciation des risques de ruissellement

6.7.2.1. 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 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 : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre
 C est utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2 (pH - 7)$

L'indice de battance I_B est ensuite calculé selon la formule :

Indice de battance $I_B = 5 (R - 0,2)$

Le classement s'applique alors de la façon suivante :

- classe 1 : $I_B < 6$, sol non battant
- classe 2 : $6 < I_B < 7$, sol peu battant
- classe 3 : $7 < I_B < 8$, sol assez battant
- classe 4 : $8 < I_B < 9$, sol battant
- classe 5 : $I_B > 9$, sol très battant

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 % de matières organiques, qui est loin d'être toujours atteinte pour les sols limoneux cultivés**, sauf dans le cas spécifique et très temporaire des prairies retournées. Ainsi, l'entretien organique des sols présente certes un intérêt, mais ne semble pas réellement permettre de discriminer les sols limoneux cultivés avec les pratiques habituelles.

6.7.2.2. Les risques de ruissellement associés aux états de surface

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'orage qui suivent les semis de printemps.

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.

En effet, les surfaces actives pour la formation du ruissellement ne contribueront réellement aux flux que si elles sont connectées entre elles, ou à un réseau de collecteurs capables de drainer une fraction importante du ruissellement formé. Certes, lorsque 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 des solutions d'aménagement à l'échelle des **bassins versants élémentaires** en complément des solutions agronomiques. Ces solutions concernent la gestion des passages de l'eau (bandes enherbées, fossés, talus, petites retenues), en particulier en limite de parcelles et dans les zones de concentration que sont les fonds de vallons.

6.7.3. Conséquences du ruissellement dans les collines de Brumath , du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

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 page suivante)

- *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.

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



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).

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 des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg,

Nous présentons ci-dessous une échelle probable de sensibilité potentielle au ruissellement des sols. collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

Sensibilité potentielle au ruissellement élevée

- **sols 2 (collines de Brumath et du Kochersberg) et 8 (Bassin de Still et de Gresswiller):** dont les caractéristiques sont proches des suivantes, taux d'argile compris entre 18 et 20%, taux de limons proche de 70%, pH avant chaulage compris entre 6 et 7, taux de matière organique voisin compris entre 1,5% et 2%.

Ces sols sont battants à très battants ($8 < I_B < 10$).

En outre, ils présentent en profondeur une discontinuité pédologique nette entre 40 et 80 cm de profondeur, liée à un horizon d'accumulation d'argile.

Sensibilité potentielle au ruissellement relativement modérée

- **sols 1 et 4 (collines de Brumath et du Kochersberg)** dont les caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile compris entre 20 et 25%, taux de limons proche de 70 %, taux de matière organique compris entre 2,0 à 2,5 %.

Ces sols peuvent être assez battants ($7 < I_B < 8$)

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 1) ou absent (fiche 4-sol situé en position de bas de pente)

Sensibilité potentielle au ruissellement a priori faible

- **sols 3 (collines de Brumath et du Kochersberg), 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13 (collines sous-vosgiennes), 14, 15, 16, 17 (cônes alluviaux des rivières vosgiennes), 18 et 19 (vallées des de la Zorn, de la Moder et de la Bruche), 20, 22 (vallée du Rhin), et 21 (vallons et bas fonds hydromorphes)** : cette catégorie concerne soit les sols limono-argileux calcaires (fiche 3), soit des argilo-limoneux et calciques (fiches 5 et 6), soit des sols argileux et ou caillouteux calcaires ou calciques (fiches 9, 10, 12 et 13), soit des sol sableux ou sablo-argileux (fiche 11, 14, 15, 16, 17 et 18) soit des sol argileux et/ou humifère des vallées (fiches 19, 20, 21 et 22).

Ces sols ne sont généralement peu ou pas battants ($I_B < 7$).

Toutefois les sols des vallées, notamment si ils sont cultivés, peuvent être sensibles à l'incision, voire à l'arrachement, lors des inondations provoqués par les rivières de la Moder, de la Zorn et de la Bruche.

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.

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'III 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 (Haut-Rhin)

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 tel que présenté dans la fiche n° 8 de ce guide, 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 le ruissellement induit, qui peut traverser la bande enherbée. Les valeurs les plus faibles ont 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 de l'ordre du kilogramme d'azote par hectare au maximum.*

6.8. LES SOLS ET LE RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

L'ensemble 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 œuvre 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 œuvre qui modulera l'expression de ce risque (voir encadrés page 162 « Calcul de l'indice de risque de lessivage hivernal F, d'après le modèle d'I.G. Burns » et page 166 « 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 (I.G. 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.

Ce scénario considère que

- la réserve dite "facilement utilisable" du sol est 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 l'ordre de 250 mm 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 = P-0,5 ETP en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
ALTECKENDORF* 1968-1988	218	309	357	101	184	225	160	248	295
BRUMATH 1968-1995	244	320	353	109	188	221	175	250	283
GAMBSHEIM* 1983-1999	331	352	425	186	217	268	260	282	348
ENTZHEIM 1968-1999	188	249	290	47	113	154	118	181	214
STRASBOURG 1968-1999	243	301	337	101	167	212	174	238	270

* Les données sont à interpréter avec plus de prudence car la période de mesures est inférieure à 25 ans

Le mode de calcul de l'indice de lessivage est présenté en encadré à la page suivante. 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 = 250 mm	Risque de lessivage hivernal
1	moins de 10 %	Très limité
2	10 à 25 %	Limité
3	25 à 40 %	Moyen
4	40 à 60 %	Élevé
5	supérieur à 60 %	Très élevé

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 initial 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).

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 œuvre 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. Des risques de lessivage hivernal variés dans les collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

Les résultats et le classement obtenus 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
des collines de Brumath, du Kochersberg et de
l'arrière Kochersberg**

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour P - ETM = 250 mm	Appréciation du risque de lessivage des nitrates : classement
1	Sol limono-argileux, calcique, sur loess	RU = 170 mm Vm = 29% h = 110 cm	32%	classe 3 risque moyen
2	Sol limono-argileux en surface puis argilo-limoneux, décarbonaté, profond, sur loess	RU = 200 mm Vm = 36% h = 100 cm	20%	classe 2 risque limité
3	Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess	RU = 170 mm Vm = 35% h = 90 cm	33%	classe 3 risque moyen
4	Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm	RU = 190 mm Vm = 28% h = 110 cm	29%	classe 3 risque moyen
5	Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux	RU = 200 mm Vm = 38% h = 100 cm	19%	classe 2 risque limité
6	Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux	RU = 190 mm Vm = 37% h = 100 cm	23%	classe 2 risque limité
7	Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess ou lehm argileux	RU = 190 mm Vm = 34% h = 110 cm	23%	classe 2 risque limité
8	Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm	RU = 150 mm Vm = 35% h = 70 cm	45%	classe 4 risque élevé
9	Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne	RU = 140 mm Vm = 44% h = 80 cm	33%	classe 3 risque moyen
10	Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne	RU = 140 mm Vm = 49% h = 70 cm	34%	classe 3 risque moyen
11	Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux	RU = 60 mm Vm = 17% h = 60 cm	78%	classe 5 risque très élevé
12	Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique	RU = 100 mm Vm = 43% h = 70 cm	48%	classe 4 risque élevé
13	Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire	RU = 70 mm Vm = 27% h = 50 cm	71%	classe 5 risque très élevé

14	Sol sableux sur sables de Haguenau	RU = 90 mm Vm = 20% h = 70 cm	69%	classe 5 risque très élevé
15	Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau	RU = 120 mm Vm = 32% h = 60 cm	55%	classe 4 risque élevé
16	Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder	RU = 40 mm Vm = 10% h = 60 cm	88%	classe 5 risque très élevé
17	Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn	RU = 80 mm Vm = 22% h = 60 cm	72%	classe 5 risque très élevé
18	Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses de la Zorn et de la Moder	RU = 110 mm Vm = 25% h = 60 cm	66%	classe 5 risque très élevé
19	Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche	RU = 100 mm Vm = 43% h = 60 cm	50%	classe 4 risque élevé
20	Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes	RU = 100 mm Vm = 4% h = 60 cm	50%	classe 4 risque élevé

avec :

- **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.
- **Les classes de risque de lessivage des nitrates sont données sous hypothèse d'une fertilisation azotée ajustée**

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 (Sébillotte, 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 ou/et 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, consultez : « Protection de l'eau - le guide FERTI-MIEUX pour évaluer les modifications de pratiques des agriculteurs » - D. Lanquetuit, M. Sébillotte - ANDA - 1997.

6.8.2. Le risque de lessivage printanier

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).

En effet, le climat printanier de la région se caractérise par un maximum pluviométrique en mai-juin de l'ordre de 80 mm de pluie en moyenne par mois. La conséquence de cette pluviométrie est un bilan hydrique souvent excédentaire pour les cultures d'été dont l'évapotranspiration est encore faible.

Pour illustrer ce risque, nous avons choisi de présenter :

❶ les données du bilan climatique (P-ETM) 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 page suivante). 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 3 types de sols, représentatifs des classes de risque de lessivage hivernal (cf. graphique page suivante).

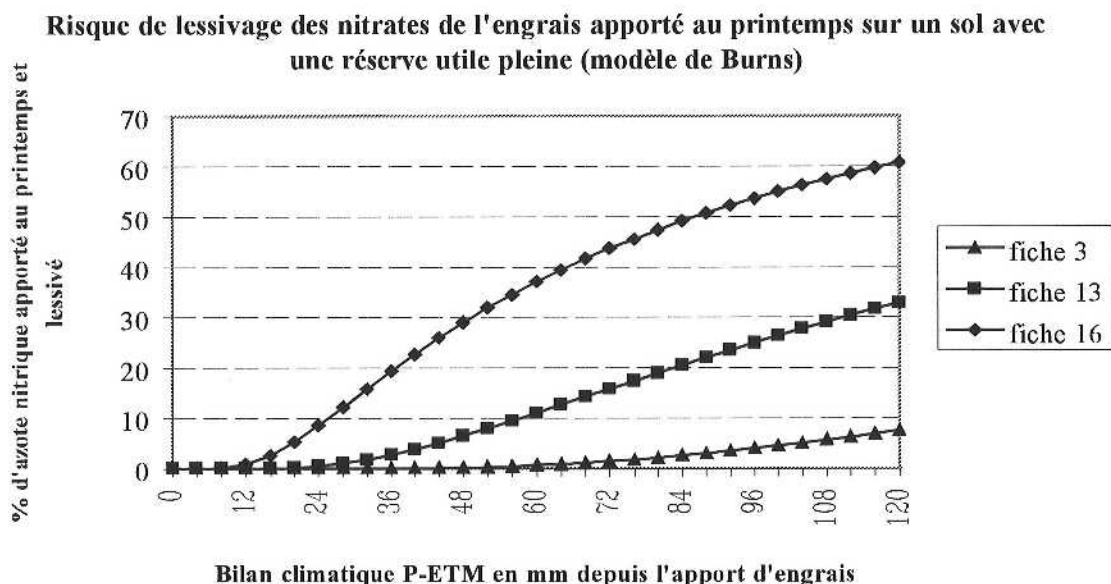
Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique, entre le 21 avril et le 30 juin (Données METEO-FRANCE)						
Poste météo et période de mesures	PLUIES en mm			P - ETM maïs en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
ALTECKENDORF* (1968 - 1988)	142	173	216	+2	+26	+89
BRUMATH (1968 - 1995)	148	186	212	-14	+37	+77
GAMBSHEIM* (1983 - 1999)	165	199	225	-5	+45	+81
ENTZHEIM (1968 - 1999)	134	175	216	-24	+26	+71
STRASBOURG (1968 - 1999)	138	201	258	-5	+60	+117

* Les données sont à interpréter avec plus de prudence car la période de mesures est inférieure à 25 ans

Le bilan climatique P-ETM maïs du 21 avril au 30 juin fait apparaître, pour les cinq stations un excès de 26 à 60 mm, un an sur deux, et compris entre 70 et 120 mm un an sur cinq.

Cet excédent médian crée des pertes en nitrates de 10 % à 40 % sur les sols très filtrants (fiche n°16). Des excédents supérieurs à 60 mm créent des pertes de 10 % à 60 % des nitrates apportés en surface pour les sols peu à moyennement profonds caillouteux, et/ou sableux et/ou hydromorphes (fiches 11, 13, 14, 16, 17, 18).

Dans ces sols où le risque de lessivage printanier est le plus probable, il est nécessaire de systématiser le fractionnement en 2 fois des apports d'engrais azotés aux cultures d'été, voire en trois fois pour les situations à très fort risque (fiche 16), en cherchant à retarder au maximum les apports importants pour les ajuster au calendrier des besoins de la culture.



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.

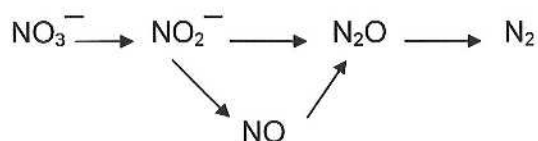
L'équation de Burns se décline alors de la façon suivante :

$$F (\%) = \left(\frac{P - ETM}{P - ETM + \frac{Vm}{10}} \right)^h \times 100$$

6.8.3. 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 sol <u>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 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,...).

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

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 la région des collines de Brumath et du Kochersberg est un milieu très sensible de par la présence de la nappe alluviale du Rhin et de l'aquifère pliocène.

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 :

- ❶ 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 ce sont les nappes rhénanes et du Pliocène qu'il s'agit particulièrement de protéger, et le sol doit présenter des caractéristiques minimales pour maîtriser ce risque.
- ❷ 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 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.

0 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.

① 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 l'aquifère rhénane, de Kurtenhouse à Schiltigheim) 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 (voir paragraphe 6.3). 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

⑥ Protection des eaux de surface

Le sol pris isolément ne joue pas un rôle déterminant dans la protection des eaux de surfaces, 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 des 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 sableux acide, peu profond sur alluvions sableuses de la Zorn 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 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 des 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 ouvertes et décrites dans le cadre de ce guide des sols.

6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

L'examen de chacun des types de sols au regard de ces critères conduit à proposer un classement des sols en 3 catégories (voir aussi tableau page suivante).

A à B : Pouvoir épurateur suffisant à élevé sans contrainte majeure

- **sols 1, 3, et 6** : la surveillance du pH reste néanmoins utile, de même que l'état de la structure, faire attention au risque de lessivage des nitrates.

B : Pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

- **sols 2, 4, 5 et 7** : le contrôle du pH est indispensable, particulièrement si les produits épandus contiennent des éléments trace métalliques. Ces sols valorisent les sous-produits chaulés. Pour les sols 4 et 7, il faut également vérifier le niveau d'excès d'eau
- **sols 10, 12** : la vérification du niveau d'excès d'eau dans la parcelle est indispensable. Attention au risque de lessivage des nitrates.

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 8, 9, 15, 17, 18, 19 et 20**: 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. Attention au risque de lessivage des nitrates.
- **sols 11, 13, 14 et 16** : Une combinaison de différents facteurs défavorables (faible RU, risque de lessivage des nitrates et pH bas) ne permet pas de garantir des conditions d'épuration correctes.

Ces conclusions sont reprises dans chacune des fiches.

N° de fiche	Type de sol	R U en mm	classe d'hydromorphie	classe de risque de lessivage	pH initial et carbonatation	classe de pouvoir épurateur et commentaire
1	Sol limono-argileux, calcique, sur loess	190 mm	0	3: moyen	7,0 à 8,0 calcique	A à B : pouvoir épurateur suffisant à élevé mais risque de lessivage des nitrates
2	Sol limono-argileux en surface puis argilo-limoneux, décarbonaté, profond, sur loess	200 mm	0	2 : limité	6,0 à 7,0 décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le contrôle du pH est indispensable
3	Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess	170 mm	0	3 : moyen	7,5 à 8,5 calcaire	A à B : pouvoir épurateur suffisant à élevé, mais risque de lessivage des nitrates
4	Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm	190 mm	0/2	3 : moyen	6,5 et 8,0 calcaire ou décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant, le contrôle du pH et de l'excès d'eau sont indispensables
5	Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux	200 mm	0/1 variante 2	2 : limité	6,5 à 7,5 calcique	
6	Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux	190 mm	0/1	2 : limité	6,5 à 7,5 calcique	A à B : pouvoir épurateur suffisant à élevé, pas de contrainte majeure
7	Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess ou lehm argileux	190 mm	0/2	2 : limité	6,5 à 8,0 calcaire ou décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant, le contrôle du pH et de l'excès d'eau sont indispensables
8	Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm	150 mm	3/3+	4 : élevé	5,5 à 7,0 décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et du risque de lessivage des nitrates
9	Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne	140 mm	3/3+	3 : moyen	6,0 à 7,0 décarbonaté	
10	Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne	140 mm	1/3	3 : moyen	6,5 à 8,0 calcaire à calcique	B : pouvoir épurateur en principe suffisant mais la vérification du niveau d'excès d'eau reste indispensable. Attention au risque de lessivage des nitrates
11	Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux	60 mm	2/3	5 : très élevé	5,5 à 6,5 décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau, de la faible RU et du pH bas

N° de fiche	Type de sol	R U en mm	classe d'hydromorphie	classe de risque de lessivage	pH initial et carbonatation	classe de pouvoir épurateur et commentaire
12	Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique	100 mm	1/3	4 : élevé	7,5 à 8,5 calcaire	B : pouvoir épurateur juste suffisant, contrôle de l'excès d'eau indispensable. Attention au risque de lessivage des nitrates
13	Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire	70mm	0	5 : très élevé	7,5 à 8,5 calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant en raison de la faible RU
14	Sol sableux sur sables de Haguenau	90 mm	0/2	5 : très élevé	5,5 à 6,5 décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant en raison de la faible RU et du pH bas
15	Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau	120 mm	3/3+	4 : élevé	5,5 à 6,5 décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et du pH bas, du risque de lessivage des nitrates
16	Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder	40 mm	0	5 : très élevé	4,5 à 5,5 acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU et du pH bas
17	Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn	80 mm	3/3+	5 : très élevé	5,5 à 6,5 décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau, de la faible RU et du pH bas
18	Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses de la Zorn et de la Moder	110 mm	2/3	5 : très élevé	5,5 à 6,5 décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et du pH bas et du risque de lessivage des nitrates
19	Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche	100 mm	2/4	4 : élevé	5,5 à 6,5 décarbonaté	
20	Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénanes	100 mm	4	4 : élevé	5,5 à 6,5 décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et du risque de lessivage des nitrates

ANNEXES

❶ DONNEES CLIMATIQUES

❷ TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

❸ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

❹ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

❺ GUIDE DE LECTURE DES FICHES DE SOLS

❻ METHODES D'ANALYSE UTILISEES ET SYMBOLES EMPLOYES POUR LE DESSIN DES PROFILS

❼ CORRESPONDANCES ENTRE LES FICHES DU GUIDE N°5, 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). Teneur en eau comprise entre les valeurs de la capacité au champ et du point de flétrissement.

La réserve utile est égale à la différence entre l'humidité volumique à la capacité au champ pF2,8 et l'humidité volumique au point de flétrissement pF4,2 multipliée par la profondeur exprimée en dm.

La RU d'un sol est égale à la somme des RU de chaque horizon prospecté par les racines (enracinement dense).

Pour estimer la RU des différents types de sols nous nous sommes basés sur les analyses réalisées sur les profils décrits (humidité pondérale à pF2,8 et à pF4,2 et densité apparente de chaque horizon). Nous avons estimé la profondeur d'enracinement dense par rapport aux contraintes d'hydromorphie notamment, car nous ne disposons pas de profils d'enracinement sur tous les profils.

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 5 postes météorologiques de la région.

- 3 postes avec des données pluviométriques et thermométriques : Entzheim et Strasbourg sur la période 1968-1999, Gamsheim sur la période 1983-1999
- 2 postes avec des données pluviométriques seules : Alteckendorf sur la période 1968-1988 et Brumath sur la période 1968-1999

Pour l'ETP, l'information est fournie par la station météorologique d'Entzheim, 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 (voir tableau de données et graphique)

La **pluviométrie moyenne annuelle** à l'intérieur de la zone varie de 620 mm à 820 mm selon les postes. Les valeurs les plus faibles sont observées au Sud de la zone d'étude à Entzheim. Les valeurs sont comprises entre 700 et 720 mm pour les stations de Strasbourg, de Brumath et d'Alteckendorf. Par contre pour Gamsheim, situé à l'Est de la zone d'étude, en bordure du Rhin, les valeurs sont nettement plus élevées avec 820 mm (ces dernières valeurs sont néanmoins à interpréter avec prudence car la période de mesure n'est que de 16 ans)

La **pluviométrie d'été** est conditionnée par des orages apportant plus d'eau à proximité des reliefs. La **pluviométrie de printemps** est plutôt liée au passage de perturbations d'origine atlantique.

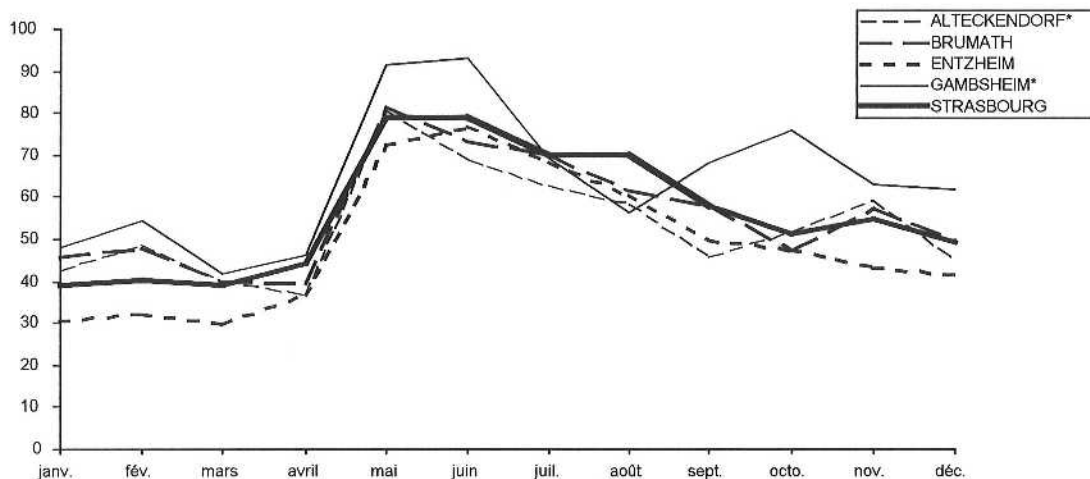
Pour tous les postes, la **répartition des pluies dans l'année** connaît un maximum en **mai-juin** avec des pluies mensuelles dépassant 65 à 95 mm une année sur deux.

L'hiver apparaît relativement sec en comparaison. D'octobre à avril, la pluviométrie médiane mensuelle est de 30 à 50 mm pour Entzheim et pour Alteckendorf, Brumath et Strasbourg, elle est de 40 à 60 mm.

PLUVIOMÉTRIES MÉDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES					
Données METEO FRANCE					
poste	ALTECK- ENDORF* 1968-1988	BRUMATH 1968-1995	ENTZHEIM 1968-1999	GAMBSHEIM* 1983-1999	STRASBOURG 1968-1999
médianes mensuelles					
janvier	42,6	45,6	30,5	48,1	39,1
février	48,3	47,8	32	54,3	40,3
mars	39,9	39,7	29,5	41,8	39,2
avril	36,9	39,6	36,9	46	44,2
mai	80,6	81,1	72,4	91,5	78,8
juin	68,7	73,1	76,4	92,8	79
juillet	62,5	70,0	67,8	69,1	70,1
août	58,3	61,3	60,2	56,3	69,9
septembre	45,6	57,9	49,7	67,9	58
octobre	51,4	47,4	47,2	75,9	51,1
novembre	59,0	57,2	43,0	62,7	54,5
décembre	45,1	49,8	41,6	61,9	49,1
moyennes annuelles	699,0	717,1	618,5	818,3	719,2

* Interprétation des données avec plus de prudence car période de mesure inférieure à 25 ans

**Pluviométries médianes mensuelles de 5 postes météo de la région
des collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière
Kochersberg**



* Interprétation des données avec plus de prudence car période de mesure inférieure à 25 ans

3.2. La température et ses extrêmes

La température moyenne annuelle s'établit à 10,3°C pour le poste d'Entzheim, à 10,7°C pour le poste de Gamsheim et à 11,3°C pour le poste de Strasbourg, avec une amplitude thermique d'environ 18°C pour les trois postes (janvier : 1,4°C à 2,4°C , juillet : 19,5 °C à 20,7°C).

Les hivers sont secs et froids avec une température moyenne minimale de -3°C à -4°C en janvier.

Le nombre de jours de gel annuel est de 72 jours pour la station de Entzheim, de 64 jours pour la station de Gamsheim et de 51 jours pour la station de Strasbourg dont 42 à 48 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 une année sur deux dès le 1^{er} novembre à Entzheim, le 3 novembre à Gamsheim et le 15 novembre à Strasbourg. Certaines années sont particulièrement précoces et les premières gelées peuvent être observées dès le 17 septembre à Entzheim. Elles interviennent dès le 16 octobre 2 années sur 10 à Entzheim.

Les **risques de gelées tardives** à Entzheim se situent une année sur deux autour du 20 avril, les plus tardives ayant lieu jusqu'à la 1^{ère} décennie de mai .

Les **fortes chaleurs** peuvent apparaître très tôt, dès début juin, et 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 ENTZHEIM (1968-1999)				
	min.	Q1	médiane	Q4	max.
Premières gelées	17/09	16/10	01/11	10/11	28/11
Dernières gelées	08/03	11/04	20/04	27/04	07/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	02/06	07/06	23/06	04/07	09/07
	à GAMSHEIM* (1983-1999)				
	min.	Q1	médiane	Q4	max.
Premières gelées	18/10	24/10	03/11	13/11	29/11
Dernières gelées	08/03	27/03	07/04	19/04	27/04
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	02/06	07/06	21/06	28/06	09/07
	à STRASBOURG (1968-1999)				
	min.	Q1	médiane	Q4	max.
Premières gelées	19/10	05/11	15/11	24/11	16/12
Dernières gelées	20/02	04/03	21/03	07/04	29/04
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	01/06	04/06	13/06	30/06	09/07

- Interprétation des données avec plus de prudence car période de mesure inférieure à 25 ans

4. DONNEES CLIMATIQUES PARTICULIERES

4.1. Sommes des températures

Ces données sont présentées pour les postes de relevés thermométriques pour lequel les séries sont disponibles : Entzheim, Gambsheim et Strasbourg.

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 1er mai et le 30 septembre (Données METEO-FRANCE)			
Poste météo	Q1	médiane	Q4
ENTZHEIM 1968-1999	1563°C	1691°C	1794°C
GAMBSHEIM* 1983-1999	1686°C	1757°C	1878°C
STRASBOURG 1968-1999	1755°C	1896°C	1989°C

* Interprétation des données avec plus de prudence car période de mesure 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.

Mais, variétés très précoces et demi-précoces (Source AGPM)			
Variété	Semis-floraison	Semis-ensilage (30 % de MS plante entière)	Semis-récolte grain (35 % d'humidité)
DK 210	805 à 825 °C		1605 à 1625 °C
BANGUY	830 à 850 °C	1375 à 1400 °C	1630 à 1650 °C
LG 22.75	830 à 850 °C		1630 à 1650 °C
ANJOU 285	855 à 875 °C	1400 à 1425 °C	1655 à 1675 °C
PACTOL	905 à 925 °C		1680 à 1700 °C
DK 300	905 à 925 °C		1705 à 1725 °C

On constate que le stade ensilage des variétés de maïs telles que BANGUY ou ANJOU 285 sera toujours atteint avant le 1^{er} octobre.

En ce qui concerne la maturité grain, elle sera atteinte, 1 année sur 2 entre le 20 et 24 septembre pour les variétés très précoces (postes d'Entzheim et de Gambsheim pris en référence).

Si l'on regarde les dates d'atteinte d'une somme de température donnée (voir tableau suivant), on observe que les variétés de type PACTOL ou DK300 atteindront leur maturité, 1 an sur 2, entre la mi-septembre et le 1^{er} Octobre.

Statistiques sur les dates d'atteinte d'une somme de température donnée en base 6 °C

Poste d'ENTZHEIM (Période 1968-1999)

Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	19 août	25 août	4 septembre
1400 °C	22 août	29 août	8 septembre
1450 °C	26 août	2 septembre	13 septembre
1500 °C	30 août	6 septembre	17 septembre
1550 °C	3 septembre	12 septembre	25 septembre
1600 °C	8 septembre	17 septembre	1 septembre
1625 °C	9 septembre	20 septembre	4 octobre
1650 °C	12 septembre	24 septembre	11 octobre
1675 °C	15 septembre	26 septembre	11 octobre
1700 °C	17 septembre	29 septembre	14 octobre
1725 °C	20 septembre	01 octobre	15 octobre
1750 °C	22 septembre	03 octobre	14 octobre

Poste de GAMBSHEIM* (Période 1983-1999)

Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	15 août	20 août	27 août
1400 °C	19 août	24 août	31 août
1450 °C	22 août	29 août	5 septembre
1500 °C	25 août	3 septembre	11 septembre
1550 °C	29 août	8 septembre	17 septembre
1600 °C	2 septembre	15 septembre	20 septembre
1625 °C	4 septembre	17 septembre	23 septembre
1650 °C	6 septembre	20 septembre	25 septembre
1675 °C	9 septembre	22 septembre	29 septembre
1700 °C	12 septembre	24 septembre	2 octobre
1725 °C	14 septembre	26 septembre	4 octobre
1750 °C	17 septembre	29 septembre	8 octobre

* Interprétation des données avec plus de prudence car période de mesure inférieure à 25 ans

Poste de STRASBOURG (Période 1968-1999)

Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	11 août	15 août	24 août
1400 °C	14 août	19 août	28 août
1450 °C	17 août	23 août	31 août
1500 °C	21 août	27 août	5 septembre
1550 °C	24 août	31 août	9 septembre
1600 °C	28 août	3 septembre	13 septembre
1625 °C	29 août	5 septembre	16 septembre
1650 °C	1 septembre	7 septembre	18 septembre
1675 °C	3 septembre	9 septembre	20 septembre
1700 °C	5 septembre	11 septembre	23 septembre
1725 °C	7 septembre	13 septembre	27 septembre
1750 °C	9 septembre	16 septembre	30 septembre

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.

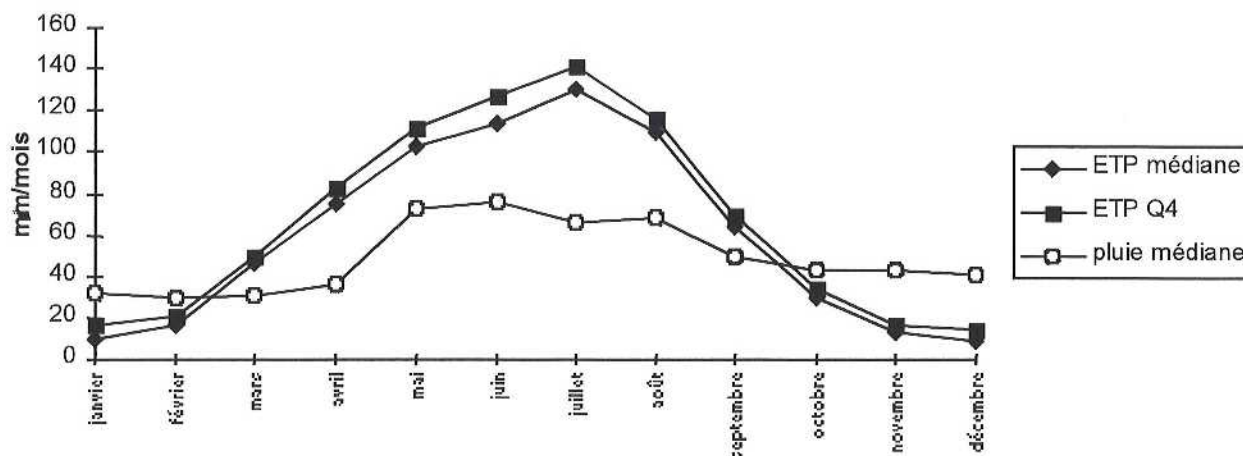
Les valeurs de la médiane et du dernier quintile de l'ETP sont données par le tableau et le graphique suivants.

ETP MEDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES

Données METEO France
période 1966-1995

poste	ENTZHEIM	
ETP mensuelles	médiane	Q4
janvier	10.3	17.1
février	16.5	21.1
mars	46.4	49.9
avril	75.5	82.4
mai	103.1	11.6
juin	113.5	126.4
juillet	130.3	141.3
août	109.0	115.8
septembre	64.2	69.6
octobre	29.5	34.7
novembre	12.8	16.8
décembre	8.7	14.1
moyennes annuelles	726.6	764.2

ETP et pluies mensuelles du poste météo d'Entzheim



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'Ill et rivières vosgiennes)

11.	Alluvions rhénanes anciennes : terrasses et Hardt															
12.	Alluvions rhénanes récentes : basse plaine															
13.	Alluvions de l'Ill 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'Andlau)															
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-calcaireux 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	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. 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										

TYPLOGIE 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 constitué en 1988 à partir de résultats disponibles pour les 30 dernières années (près de 2 000 analyses consultées sur les 20 000 disponibles),
- 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 <i>(Rustenhart)</i>	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 Schoenau
	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 Schoenau
	12.4	"Ried gris" rhénan calcaire hydromorphe	40 à 55	0	32 à 38	3 à 4	60 ou +	0	Guide 08 Fiche 15	vers Saasenheim Schoenau

13 Alluvions de l'Ill (et "Ried gris")	13.0	Alluvions L. de l'Ill 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'Ill profondes	25 à 35	0	15 à 25	0	> 120	0	Guide 08 Fiche 5	Nord de Colmar
	13.2	"Ried gris" LSA 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'Ill
	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'Ill
	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'Ill

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'Ill (Herbsheim, Hilsenheim, Rossfeld, Witternheim)

16 "Rieds" - organiques ("Ried noir")	16.1	"Ried noir" de l'Ill	45 à 60	0	35 à 45	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 8	Zone inondable de l'Ill
	16.2	"Ried noir" de l'Ill 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'Ill
	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	Weyersheim

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-Hœrdt
	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-Hœrdt
	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-Hœrdt
	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	Brumath Bischwiller
	15.5	Sol A (Pliocène) gris-jaunâtre des terrasses	.	0	.	3	> 100	< 5	Guide 05 Fiche 15	Haguenuau 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 11 Fiche 27	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 11 Fiche 25	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 11 Fiche 26	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	Région 12 Dupont 1 - P. 1	Ensisheim à Cernay
	17.6	Lehm-loess hydromorphe	15 à 18	0	6 à 10	2 à 3	> 100	0	Guide 11 Fiche 23,24	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	<i>Témoins Ø N CLARA</i>	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 Fiches 8	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 10	Outre Forêt Sundgau
	22.3	Lehm L peu profond	12 à 18	0	6 à 10		40 à 60	0	Guide 11 Fiche 12	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

③ 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

- Atlas des ressources naturelles et aménagement de la Région Alsace - ULP 1985
- ANTEA (1995) - Futurs champs captants du Syndicat d'adduction d'eau de Strasbourg Nord, Etude de vulnérabilité.
- ANTEA (2001) – Etude hydrogéologique, opération Ferti-Mieux Kochersberg – Conseil Général du Bas-Rhin.
- BRGM – Cartes géologiques de la France au 1/50 000^{ème} - BRUMATH-DRUSENHEIM, BOUXWILLER, HAGUENAU, MOLSHEIM, SAVERN, STRASBOURG.
- BRGM (1991) - GIE SOL-CONSEIL - Etude des sols du périmètre de captage d'eau du SIVOM de la Basse Zorn.
- Cartes Départementales des Terres Agricoles de HAGUENAU, MOLSHEIM et STRASBOURG au 1/50 000^{ème}- Ministère de l'Agriculture.
- Chambre d'Agriculture du Bas Rhin (1996) - Opération fertimieux sur le bassin de la Zorn - Typologie des exploitations agricoles et diagnostic agronomique sur les pratiques agricoles.
- CLARA - Banque Régionale d'Analyses de Terre de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
- DUCHAUFOR H.(SATEC DEVELOPPEMENT)(1983) – CDTA de STRASBOURG 1/50000^{ème} – Notice explicative des minutes pédologiques – Direction Départementale de l'Agriculture du Bas Rhin.
- DUCHAUFOR H, PARTY J.P. (1986) –Etude pédologique préalable au drainage, secteur de référence du Pays de Hanau, Bas Rhin – ONIC, Ministère de l'agriculture, INRA, CEMAGREF
- EAT environnement (1997) - Opération FERTIMIEUX sur les collines de la Zorn- Analyse de la situation initiale et diagnostic hydrogéologique - Rapport final.
- GIE SOL-CONSEIL (1990) - Les unités de paysage et les sols du vignoble alsacien . Cartographie au 1/25 000^{ème} - CIVA
- GIE SOL-CONSEIL (1990) - Etude des sols et des eaux du périmètre de protection des puits de pompage de Mommenheim. Syndicat de'alimentation en eau potable de Hochfelden et environs
- GOBILLON Y., GAIDRAUD C. (1993) - Inventaire général 1991/1992 de la qualité de la nappe de la plaine d'Alsace, rapport et cartes des teneurs en nitrates, en sulfates et en chlorure du département du Bas-Rhin - Ministère de l'environnement - Région Alsace et Agence de l'eau Rhin-Meuse - 27 p
- IGN Carte au 1/100 000 Strasbourg-Forbach (12)
- IGN Cartes au 1/25 000 BISCHWILLER BRUMATH (3815 E), HGUENAU WISSEMBOURG (3814ET), LA PETITE PIERRE NIEDERBRONNE-LES-BAINS (3714 ET), MONT STE-ODILE MOLSHEIM OBERNAI (3716 ET), SAVERNE SARREBOURG (3715 OT), STRASBOURG (3816 O), WASSELONE (3715E)

- INRA (1999) - Observation de longue durée , in situ, des principaux paramètres intervenant dans le tranfert de l'eau et des nitrates dans les sols cultivés d'Alsace, site d'Epfig et Rustenhart
- KOLLER R., PARTY J.P. (1994) – Guide des sols petite région Plaine Centre-Alsace - ARAA, Région Alsace.
- PAUTRAT C., METTAUER H., VOGT H. – Carte des formations superficielles d'Alsace au 1/250 000^{ème}
- 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
- SRAE Alsace et Comité Technique de l'Eau (1990) - Carte de maîtrise des excès d'eau en Alsace éditée par la Région Alsace.
- VOGT H. – Le relief en Alsace – Étude géomorphologique du rebord sud-occidental du fossé rhénan –p 171-195

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 nitratreduzierenden 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. p 271-278
- STENGEL P., GELIN S. (1998) - Sol interface fragile. P. 129 - 143.
- 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

- 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 Courier 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

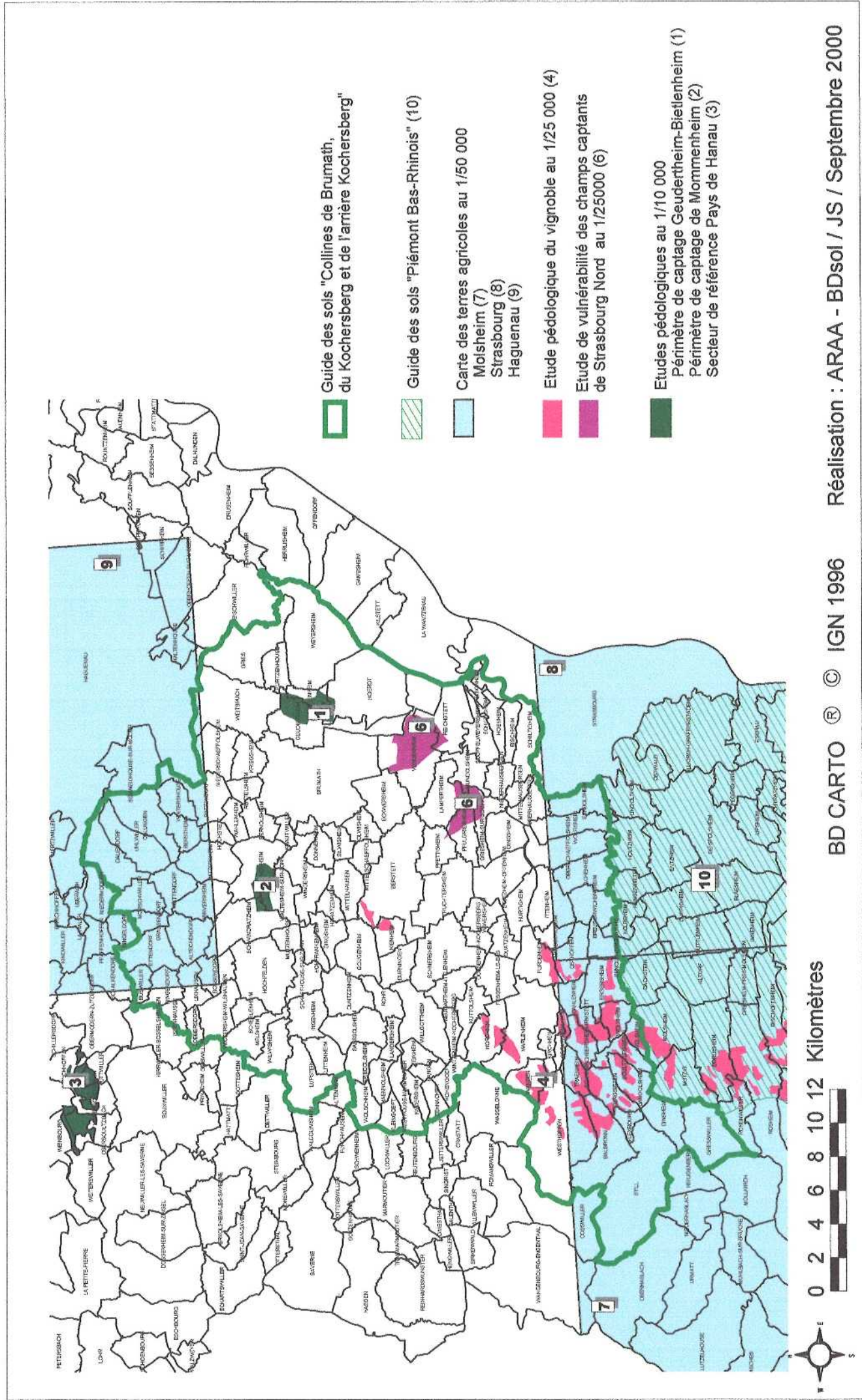
- CURMI P. et al (1997), Rôle du sol sur la circulation et la qualité des eaux au sein de paysages présentant un domaine hydromorphe. Incidences sur la teneur en nitrates des eaux superficielles d'un bassin versant armoricain, *Etudes et gestion des sols*, 4, 2, 1997, p 95-114
- LESAFFRE B., ARLOT M-P.(1991), 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.
- 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 "Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg"



⑥ GUIDE DE 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 tend à remplacer 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° Nom de la région naturelle ou sous-région

Fiche sol N°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

UN EXEMPLE DE PROFIL

Date

Occupation du sol

Commune : coordonnées X Lambert2, Y Lambert2

REPRESENTATIVITE du profil par rapport à l'unité de sol

Indication des horizons du profil suivant la codification du référentiel pédologique

Photographie couleur du profil pédologique

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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	

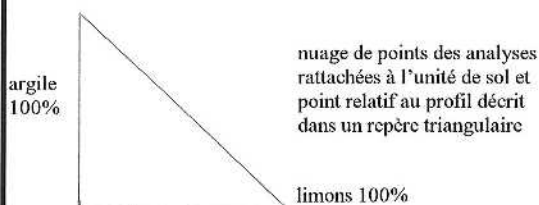
Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total et actif	P2O5 Dyer, JH et Olsen méthode précisée	pH eau	pH KCl	Bases échangeables					S/T saturation
					Ca	Mg	K	Na	CEC	

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)

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

densité apparente

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
contrainte due à l'excès d'eau
contrainte liée à la localisation
travail du sol (*précautions éventuelles si sol battant*)
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° Nom de la région naturelle
ou 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

Éventuellement 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).

→ *Énoncé 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-Lafleche, 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). 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 : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre

C est utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2$ (pH-7)

L'indice de battance I_B est ensuite calculé selon la formule : $I_B = 5 (R - 0,2)$

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 :

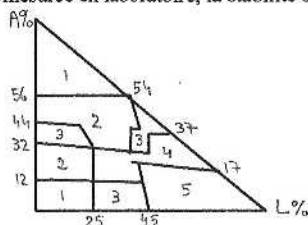
classe 1 : $R < 1,4$	non battant
classe 2 : $1,4 < R < 1,6$	peu battant
classe 3 : $1,6 < R < 1,8$	assez battant
classe 4 : $1,8 < R < 2,0$	battant
classe 5 : $R > 2,0$	très battant

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. Favrot 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 162. 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 172 à 179. 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'ANALYSE 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. Sédimentation et pipetage pour l'argile et les limons (Pipette de Robinson). Tamisage des sables.	en g pour 100 g de terre fine
. Sable fin	Sf 50 à 200 μ		
. 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 Méthode Kjeldhal : attaque sulfuri- que avec catalyseur - distillation	en g pour 100 g de terre fine
. Matière organique	MO		
. Azote total	N		
. Rapport Carbone/Azote	C/N		
. Calcaire total	CaCO3 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 NaHCO3 0,5 N + Fna ou FNH4.	en % en g pour 1000 g de terre fine
. Phosphore assimilable	P2O5 ass. ou P ass.		
. 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 NH4 N à pH 7. Dosage, absorption atomique.	en milliequivalents 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 NH4 à pH 7. Distillation V = S/T X 100	en %
. Capacité d'échange des cations	CEC ou T		
. Taux de saturation	S/T		
. Oligoéléments			
- Fer	Fe DTPA	Mise en solution au DTPA Dosage Extraction et dosage par ICP	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 cm3) 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 Muntz	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	ΔS/ΔW		

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), BAÏZE et JABIOL (1996).

7 CORRESPONDANCES ENTRE :

- **LES FICHES DU GUIDE N°5,**
- **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	Sol limono-argileux, calcique, sur loess	Sol brun calcique – Calcisol, limono-argileux, issu de loess	Code n°21.1 - Loess moyens (variante à définir)	Guide 06 Fiche n°2
2	Sol limono-argileux en surface puis argilo- limoneux, décarbonaté, profond, sur loess	Sol brun lessivé à lessivé – Néoluvisol à luvisol, limono-argileux, resaturé, issu de loess	Code 21.4 Lehm sur loess	Guide 10 Fiche n°15
3	Sol limono-argileux, calcaire, peu profond, sur loess	Sol brun calcaire – Calcosol limoneux, issu de loess	Code n°21.1 - Loess moyens (variante à définir)	Guide 10 Fiche n°14
4	Sol limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess et lehm	Sol brun calcaire ou calcique colluvial – Calcosol ou calcisol, colluvique limoneux, issu de loess ou lehm-loess	Code n°21.5 - Loess colluvionnés	Guide 10 Fiche n°17
5	Sol limono-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux	Sol brun calcique – Calcisol, limono-argileux, issu de loess argileux	Code n°21.3 - Loess très lourds	
6	Sol argilo-limoneux, calcique, sur lehm argileux	Sol brun calcique – Calcisol, argilo-limoneux, issu de lehm argileux	Code n°21.3 - Loess très lourds	
7	Sol argilo-limoneux, calcaire ou décarbonaté, profond, sain ou faiblement hydromorphe sur loess ou lehm argileux	Sol brun calcaire ou calcique colluvial – Calcosol ou calcisol, colluvique, argilo- limoneux, issu de loess et lehm argileux	Code n°21.5 - Loess colluvionnés	Guide 10 Fiche n°17
8	Sol limono-argileux à limono-sableux, décalcifié, profond, hydromorphe sur lehm	Sol lessivé dégradé à pseudogley – Luvisol dégradé, rédoxique, issu de lehm	Code 22.0. Lehm (variante à définir)	
9	Sol argilo-limoneux à argileux, hydromorphe, sur marne	Pélosol à pseudogley – Pélosol rédoxique sur marne	Code non défini	
10	Sol argileux, calcaire à calcique, hydromorphe localement, sur marne	Sol brun calcaire à calcique à caractère vertique – Calcosol à calcisol à caractère vertique sur marne	Code non défini	
11	Sol sablo-caillouteux, hydromorphe, sur matériau gréseux	Sol brun à pseudogley – Brunisol, redoxisol à charge gréseuse sur matériau gréseux	Code non défini	
12	Sol argileux, caillouteux, calcaire, hydromorphe localement, sur marne calcaire ou dolomitique	Sol brun calcaire à calcique – Calcosol à charge calcaire sur marne calcaire ou dolomitique	Code non défini	
13	Sol limono-argileux, caillouteux, calcaire, peu profond, sur roche dure calcaire	Sol brun calcaire – Calcosol caillouteux sur roche dure calcaire	Code non défini	
14	Sol sableux sur sables de Haguenau	Sol lessivé à pseudogley – Luvisol dégradé issu des alluvions anciennes sableuses de Haguenau	code 15.4 Sol S (Pliocène) brun-rosâtre-blanc des terrasses	

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
15	Sol sablo-argileux en surface puis argilo-sableux, hydromorphe, sur argiles sableuses de Haguenau	Sol brun lessivé à pseudogley.– Néoluvisol alluvial rédoxique issu des alluvions anciennes argilo-sableuses de Haguenau	code 15.5 Sol A (Pliocène) gris jaunâtre des terrasses	
16	Sol sableux, acide, peu profond, sur alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder	Sol brun acide – Brunisol oligo-saturé cryoturbé fluvique issu des alluvions sableuses des cônes de la Zorn et de la Moder	code 15.4 (variante à définir)	
17	Sol sableux à sablo-argileux, hydromorphe sur alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn	Pseudogley planosolique – Luvisol planosolique rédoxique fluvique issu des alluvions sablo-argileuses du cône de la Zorn	code 15.?	
18	Sol sablo-limoneux en surface puis sablo-argileux, hydromorphe, sur terrasses sablo-caillouteuses de la Zorn et de la Moder	Sol lessivé à pseudogley.– Luvisol alluvial rédoxique issu des alluvions anciennes sablo-caillouteuses de la Zorn	code 15.4? (variante à définir)	
19	Sol argileux à argilo-limono-sableux, profond, hydromorphe sur alluvions récentes des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche	Sol alluvial à gley – Réductisol duplique issu des alluvions argilo-sableuses des rivières vosgiennes, Zorn, Moder, Bruche	code 15.4 (variante à définir)	
20	Sol argileux, fortement hydromorphe sur argiles rhénane	Sol alluvial hydromorphe à gley tourbescent – Réductisol histique issu des alluvions à évolution tourbeuse de la plaine rhénane	code 16.6 "Ried noir" rhénan LA-A-tourbescent	
21	Sol argileux à limono-argileux, calcaire ou décarbonaté, profond, hydromorphe sur matériau alluvio-colluvial	Sol alluvio-colluvial à gley – Fluvisol alluvio-colluvial, calcaire ou calcique, rédoxique ou réductique	code non défini	
22	Sol limono-sableux, tourbescent, noir, fortement hydromorphe sur sable caillouteux rhénan	Sol alluvial à gley – Réductisol histique sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin	code 16.5 "Ried noir" rhénan LSA organique/Scx	

Guide des sols d'Alsace

Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

- ▶ **Maîtrise d'ouvrage :**
Région Alsace
- ▶ **Partenaires financiers :**
Région Alsace
Agence de l'eau Rhin-Meuse
- ▶ **La coordination, le suivi des travaux et l'appui technique au maître d'ouvrage en tant qu'expert ont été assurés par :**
l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA) - 2 rue de Rome - 67309 SCHILTIGHEIM Cedex
- ▶ **Auteur :**
Cap Environnement (A. LEBRETON-THALER) - 37 avenue du Général de Gaulle - 54280 SEICHAMPS
- ▶ **Composition des documents cartographiques :**
Service SIG de la Région Alsace
Cap Environnement
ARAA
- ▶ **Composition de la couverture et des fiches de sols :**
PRINT'Europe - 13 rue Desaix - 67450 MUNDOLSHEIM
- ▶ **Maquette d'origine :**
R. KOLLER et J.-P. PARTY (1994)
- ▶ **Crédits photographiques :**
A. LEBRETON-THALER A.-V. AUZET M. LEMMEL
D. JUNG V. DORNIER
- ▶ **Le comité scientifique "Guide des sols d'Alsace" est composé de :**
A.-V. AUZET - CEREG/CNRS-ULP R. HUSS - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN
M.-L. BURTIN - ARAA D. JUNG - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN
L. DOYENNETTE - METEO FRANCE R. KOLLER - ARAA
J.-C. FAVROT - EXPERT PEDOLOGUE R. MICHAEL - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN
C. GAILDRAUD - DIREN-SEMA ALSACE F. POTIER - AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
L. GARTNER - REGION ALSACE J. SAUTER - ARAA
R. HARDY - INRA R. SIEBERT - DRAF / SREA ALSACE
- ▶ **Duplication :**
Images Services - 27 rue du Fossé des Treize - 67000 STRASBOURG

DOCUMENT DISPONIBLE A LA REGION ALSACE

Direction de l'Agriculture, de la Forêt, du Tourisme et de l'Environnement

35 avenue de la Paix - BP 1006 - 67070 STRASBOURG Cedex - Tél. **03 88 15 68 67** - Fax **03 88 15 69 19**

Dans la même collection, les guides des sols existent pour les petites régions naturelles suivantes :

- N° 1 : Outre Forêt et Forêt de Haguenau (à paraître courant 2003)
- N° 2 : Ried Nord (à paraître courant 2003)
- N° 6 : Piémont Bas-Rhinois (1999)
- N° 8 : Plaine Centre-Alsace (1994, épuisé, nouvelle édition prévue en 2002)
- N° 10 : Plaine Sud-Alsace (1999)
- N° 11 : Sundgau et Jura alsacien (2001)
- N° 12 : Piémont Haut-Rhinois et Ochsenfeld (à paraître courant 2002)

**Ce document a été réalisé
avec le soutien technique et financier de
la Région Alsace et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse**

